



INSTITUT NATIONAL
DE L'INFORMATION
GÉOGRAPHIQUE
ET FORESTIÈRE

**Direction interrégionale
Nord-Est**

Janvier 2019

Disponibilités en bois des forêts de Normandie à l'horizon 2036

Tome 1 : méthode et résultats



Prestation commandée par la direction générale de l'alimentation, de l'agriculture et de la forêt (DRAAF)

Etude financée par la DRAAF, avec le soutien de l'IGN

Auteurs de l'étude : Henri CUNY (IGN), Frédéric LETOUZÉ (IGN), Antoine COLIN (IGN)

SOMMAIRE

I- RESUME	5
II- INTRODUCTION	11
II -1 Contexte de l'étude	11
II -2 Objectifs de l'étude	12
III- SOURCES DE DONNEES	13
III -1 Origine des données utilisées dans l'étude	13
III -2 Périmètre de l'étude	13
III-2.1 Campagnes d'inventaire utilisées pour les calculs	13
III-2.2 Types de forêt inclus dans l'étude	14
III-2.3 Mesure des arbres et estimation des volumes de bois par l'IGN	15
IV- METHODE D'EVALUATION DES DISPONIBILITES EN BOIS DES FORETS A L'HORIZON 2036	17
IV -1 Principes généraux de l'évaluation des disponibilités en bois	17
IV-1.1 Calcul des disponibilités	17
IV-1.2 Notions de disponibilités brutes, techniques et supplémentaires	17
IV-1.3 Principes généraux du modèles utilisé	18
IV -2 Projection de la ressource et des disponibilités à l'horizon 2036	19
IV-2.1 Domaines d'étude	19
IV-2.2 Simulateur de l'évolution de la ressource forestière	21
IV-2.3 Scénarios de gestion des forêts	22
IV-2.4 Cas particulier de la frênaie pure	25
IV-2.5 Types de produits bois potentiels	25
V- ETAT, EVOLUTIONS RECENTES ET CONDITIONS DE MOBILISATION DES RESSOURCES FORESTIERES EN NORMANDIE	27
V -1 Facteurs pris en compte dans le diagnostic de mobilisation	27
V -2 Etat et conditions de mobilisation de la ressource forestière en Normandie	28
V-2.1 Etat de la ressource par type de propriété forestière	28
V-2.2 Etat de la ressource par catégorie d'exploitabilité physique	30
V-2.3 Etat de la ressource par type d'enjeux de gestion spécifiques (zonages écologiques)	31
V -3 Évolutions récentes de la forêt en Normandie	34
VI- RESULTATS DES SIMULATIONS JUSQU'EN 2036	37
VI -1 Disponibilité annuelle totale	37
VI-1.1 Disponibilité initiale 2016 en volume bois fort tige et volume bois fort total	37
VI-1.1 Disponibilité initiale 2016 selon l'usage potentiel des bois	38
VI-1.2 Comparaison des prélèvements simulés avec les observations IFN	38
VI-1.3 Evolution des disponibilités annuelles totales pour la région Normandie	39
VI -2 Disponibilités annuelles par type de propriété forestière	41
VI -1 Disponibilités annuelles par grand type d'essence et type d'usage des bois	44
VI -2 Disponibilités annuelles par essence	47
VI -3 Disponibilités annuelles par catégorie d'exploitabilité physique	51
VI -4 Disponibilités annuelles par type d'enjeu prioritaire (zonages écologiques)	56
VI -5 Disponibilités annuelles par classe de dimension des bois	60
VI -6 Stock de bois sur pied	63
VII- TEST D'UN TROISIEME SCENARIO POUR DEUX DOMAINES D'ETUDE	66
VII -1 Disponibilités annuelles totales pour la région Normandie – Avec scénario 3	66
VII -2 Disponibilités annuelles par type de propriété forestière – Avec scénario 3	67
VII -3 Disponibilités annuelles par essence – Avec scénario 3	68
VII -4 Disponibilités annuelles pour le domaine d'étude « Chênaie pauvre en forêts privées avec PSG » – Avec scénario 3	69

VII -5 Disponibilités annuelles pour le domaine d'étude « Autres feuillus toutes propriétés » – Avec scénario 3	70
VIII- CONCLUSIONS	73
IX- LISTE DES FIGURES	74
X- LISTE DES TABLEAUX	76
XI- BIBLIOGRAPHIE	77

I- Résumé

Contexte et objectifs

Plusieurs études récentes menées au niveau national ont confirmé la capacité de la forêt française à supporter une augmentation importante des prélèvements en bois. Néanmoins, des tensions sur les ressources les plus aisément exploitables peuvent apparaître, notamment face à l'enjeu d'utilisation accrue de la biomasse. En outre, la validité de ces conclusions nationales peut être questionnée à des échelles plus fines, en particulier pour des territoires marqués par d'importantes spécificités au niveau de la structure, de la dynamique ou de la gestion forestière. C'est dans ce contexte qu'une étude approfondie des disponibilités forestières a été demandée par la direction générale de l'alimentation, de l'agriculture et de la forêt (DRAAF) pour la région Normandie.

L'objectif de l'étude est de produire des informations sur les volumes de bois exploitables en Normandie à l'horizon 2036 (en quantité et en qualité), afin de contribuer à l'élaboration des politiques régionales relatives à la forêt, au bois et à l'énergie.

Une estimation précise et réaliste des volumes de bois exploitables en Normandie à l'échéance 2036 a été permise grâce à l'utilisation d'un modèle adapté aux données de l'inventaire forestier national (IFN) réalisé par l'institut national de l'information géographique et forestière (IGN). Deux scénarios sylvicoles ont été définis avec les acteurs forestiers publics et privés régionaux. Les spécificités régionales comme les zonages environnementaux ou les conditions d'exploitabilité physique ont été prises en compte.

Méthode

La **disponibilité en bois** est le potentiel de récolte permis par la ressource forestière d'un territoire à une date donnée, compte tenu de son stade de développement et en application de règles de gestion forestière. La méthode d'évaluation des disponibilités futures en bois consiste à simuler sur un pas de temps donné la dynamique de la ressource forestière d'un territoire (croissance des arbres, mortalité naturelle), en intégrant les effets de la sylviculture qui amène à réaliser des prélèvements périodiques de bois, ce qui influence la trajectoire d'évolution des peuplements forestiers. Des règles de gestion (ou de prélèvement) sont ainsi appliquées à la ressource en fonction de son stade de développement en âge ou en diamètre. Pour cette étude, les disponibilités en bois ont été calculées selon deux scénarios de gestion sylvicole établis en collaboration avec les professionnels locaux de la filière :

- Le scénario « **expansion de la gestion actuelle** » (ci-après raccourci en « **scénario 1** ») simule le maintien des pratiques actuelles de gestion pendant les 20 prochaines années, mais aussi leur expansion aux éventuels nouveaux peuplements arrivant à maturité ;
- Le scénario « **dynamisation + expansion de la gestion actuelle** » (ci-après raccourci en « **scénario 2** ») simule, sur la période considérée, une dynamisation de la gestion des peuplements pour accroître les prélèvements de bois, ainsi qu'une expansion de gestion aux éventuels nouveaux peuplements arrivant à maturité. Il consiste à augmenter progressivement, selon les catégories de propriétés et les types de peuplements, les taux de coupe jusqu'à un niveau ambitieux mais jugé réaliste par les acteurs régionaux si les leviers adéquats étaient activés.

La **disponibilité brute** en bois n'est pas entièrement exploitable et il faut lui retrancher les **pertes fatales d'exploitation** (estimées à 8 % pour le bois d'œuvre et 15 % pour le bois industrie-bois énergie) pour définir une **disponibilité technique**. La **disponibilité supplémentaire** est définie comme le volume qui sera

potentiellement exploitable dans le futur en plus de la disponibilité technique initiale¹. Elle est calculée en soustrayant à la disponibilité technique simulée pour chaque période la disponibilité technique de la période initiale (2016) et est donc nulle pour cette période initiale. Les disponibilités en **bois fort** (bois de diamètre supérieur à 7 cm dans la tige et dans les branches) ont été ventilées par type d'usage des bois (**bois d'œuvre** vs. **bois industrie-bois énergie**²). Enfin, les disponibilités en **menus bois** (branches de diamètre < 7 cm) ont également été calculées, mais seules les disponibilités brutes sont données pour cette catégorie de bois.

Résultats

Disponibilités régionales totales – Les simulations montrent que les scénarios envisagés entraîneraient une augmentation potentielle des disponibilités en bois en Normandie. Ainsi dans le cas du scénario 1, la disponibilité technique en bois fort s'accroît de 16 % sur la période considérée (2016-2036), en passant de 1 743 100 à 2 017 600 m³/an pour une disponibilité supplémentaire totale de 274 500 m³/an en 2036 par rapport à 2016 (**Figure 1**) ; dans le cas du scénario 2, la disponibilité technique augmente de 50 % sur la période pour atteindre 2 609 100 m³/an en 2036, soit une disponibilité supplémentaire totale de 866 000 m³/an en 2036 par rapport à 2016 . Cette hausse des disponibilités simulée avec les 2 scénarios de gestion concernerait aussi bien le bois d'œuvre (BO) que le bois industrie-bois énergie (BIBE). Quel que soit le scénario envisagé, la récolte potentielle annuelle représente moins de 2 % du stock sur pied.

Disponibilités par type de propriété – L'analyse des résultats par type de propriété met toutefois en évidence des situations très contrastées entre la forêt privée et la forêt domaniale (Figure 2). En effet, dans les deux scénarios testés, l'intégralité des disponibilités supplémentaires se trouve dans les forêts privées, qui concentrent par ailleurs environ 2/3 des disponibilités techniques en bois. Si les disponibilités techniques restent, sur l'ensemble de la période, majoritaires en forêt privée avec PSG, l'accroissement des disponibilités simulé avec le scénario le plus dynamique (scénario 2) est supérieur dans les forêts privées sans PSG (+536 700 m³/an) que dans les forêts privées avec PSG (+332 800 m³/an). En forêt domaniale, les disponibilités en bois restent au contraire stables voire tendent à diminuer à l'horizon 2036 (-3 % avec le scénario 1 ; -2 % avec le scénario 2).

¹ Cette définition de la disponibilité supplémentaire a donc une dimension temporelle. Elle est logiquement égale à 0 pour la période initiale, qui constitue le point de référence. **La disponibilité supplémentaire ne présume pas de l'intensité de la récolte**. Pour avoir une idée de l'intensité des prélèvements par rapport à la ressource, il faut plutôt regarder le taux de prélèvement, qui est le rapport entre le volume de bois prélevé et la production biologique. Un taux de prélèvement supérieur à 100 % indique donc que le volume prélevé est supérieur au volume de la production biologique, si bien que la forêt décapitalise. Dans cette étude, le taux de prélèvement est égal à 46 % dans le scénario 1 et atteint 62 % en 2036 dans le cadre du scénario 2 ; ceci signifie qu'on prélève dans tous les cas moins que la production biologique et que la forêt continue de capitaliser. Cependant, le taux de prélèvement est très différent entre forêt privée et forêt domaniale, ce qui témoigne d'une intensité de gestion différente entre ces 2 types de propriété. Ainsi en forêt privée, le taux de prélèvement est à 36 % pour le scénario 1 et atteint 55 % en 2036 dans le scénario 2. En forêt domaniale, le taux de prélèvement est proche de 95 % quel que soit le scénario et la période.

² Le bois d'œuvre est le bois destiné au sciage, déroulage, tranchage et autres usages "nobles" de la filière bois ; après transformation, ces bois servent notamment en menuiserie, ameublement, charpente ou construction. Le bois d'œuvre est tiré du fût des arbres, c'est-à-dire de la partie la plus grosse et la mieux conformée. Le bois industrie est lui destiné à la trituration pour produire de la pâte à papier ou des panneaux qui servent en menuiserie, ameublement, charpente et construction. Enfin, le bois énergie est destiné au broyage pour produire des plaquettes granulées pour le chauffage.

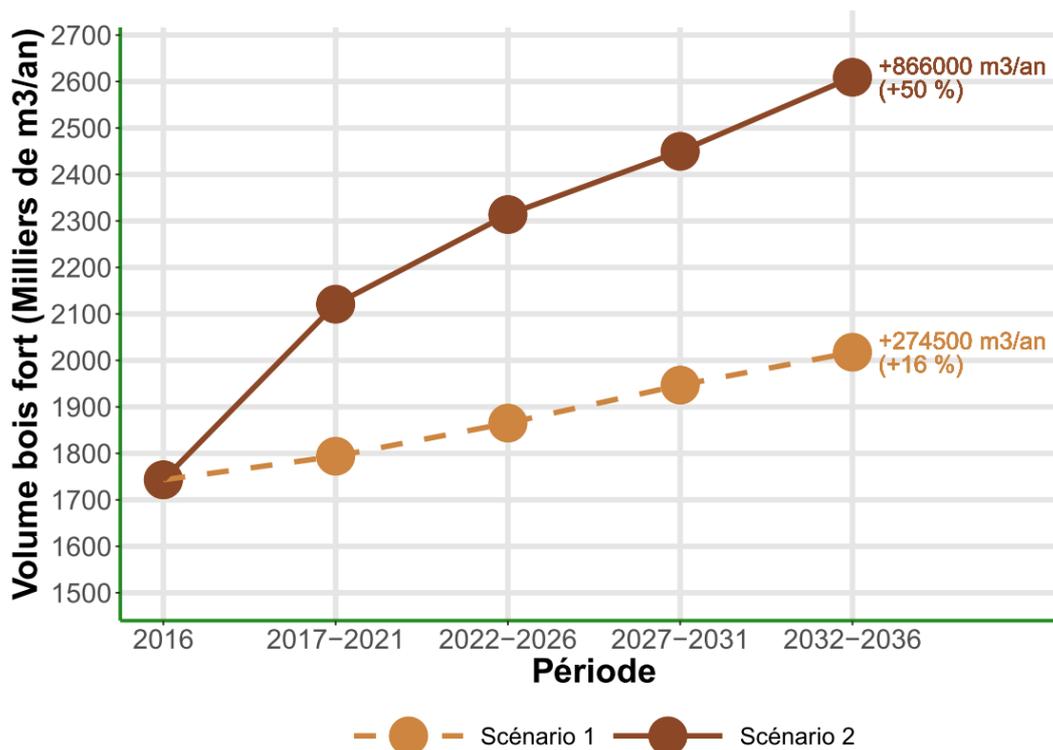


Figure 1 : Evolution des volumes de disponibilités techniques annuelles en bois fort total (bois de diamètre > 7 cm dans la tige et les branches) en Normandie à l'horizon 2036 simulés selon les 2 scénarios.

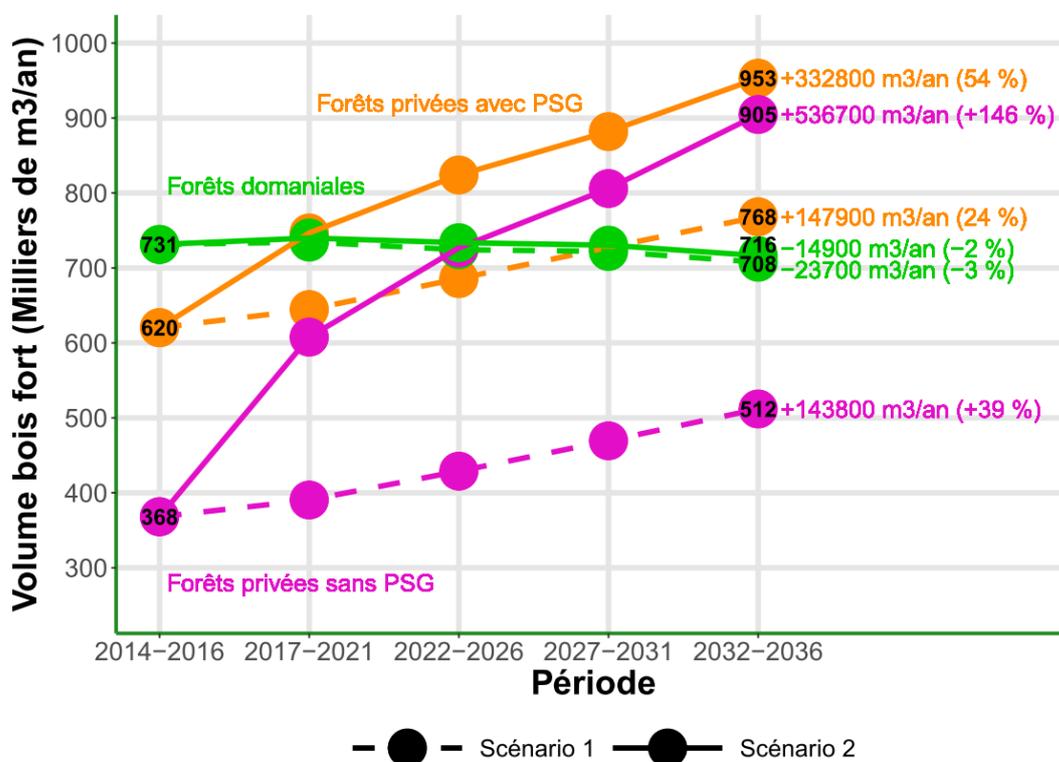


Figure 2 : Evolution des volumes de disponibilités techniques annuelles en bois fort total (bois de diamètre > 7 cm dans la tige et les branches) en Normandie à l'horizon 2036 simulés selon les 2 scénarios, avec une ventilation par type de propriété forestière.

Disponibilités par essence – Pour les deux scénarios simulés, le bois feuillu constitue une majeure part des disponibilités supplémentaires en bois fort prévues en 2036 en propriétés privées : 67 % avec le scénario 1 (+194 200 m³/an, contre +97 500 m³/an pour les résineux) et 84 % avec le scénario 2 (+729 100 m³/an, contre +140 400 m³/an pour les résineux). L'accroissement des disponibilités en bois feuillu des forêts privées est largement piloté par les chênes (+66 400 m³/an avec le scénario 1 ou +209 700 m³/an avec le scénario 2), les autres feuillus (+40 700 m³/an ou +135 600 m³/an) et le frêne (+22 100 m³/an ou +207 100 m³/an), en particulier dans le cas du scénario 2 où la surface de frênaie est intégralement rasées en raison de la prise en compte de la charlarose (**Figure 3**). La hausse des disponibilités est plus modérée pour le hêtre, le châtaignier ou les feuillus précieux. Pour les résineux, la hausse des disponibilités est surtout influencée par le Douglas (+52 900 ou +71 600 m³/an) et de façon moindre par les pins (+15 700 ou +18 500 m³/an). En forêt domaniale, les disponibilités en bois sont relativement stables, voire tendent à décroître pour le sapin et l'épicéa ainsi que pour le hêtre et les chênes.

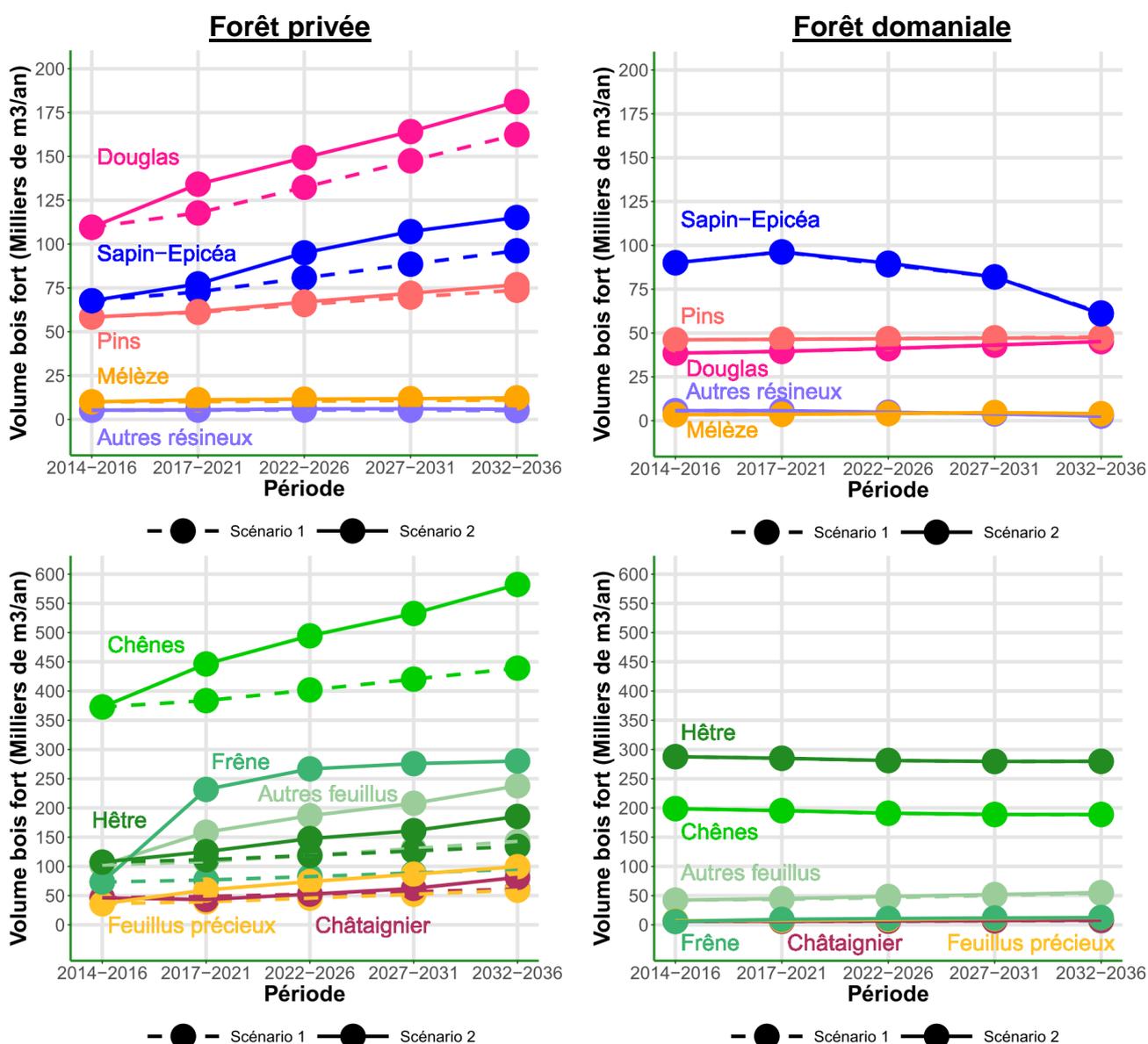


Figure 3 : Evolution des volumes de disponibilités techniques annuelles en bois fort total (bois de diamètre > 7 cm dans la tige et les branches) en Normandie à l'horizon 2036 simulés selon les 2 scénarios, avec une ventilation par essence et type de propriété forestière.

Disponibilités par catégorie d'exploitabilité physique et type de zonage environnemental – Les conditions d'exploitabilité physique ne semblent pas constituées une contrainte forte en Normandie puisque moins de 10 % des disponibilités techniques et supplémentaires se situent dans des zones où l'exploitabilité est qualifiée de difficile à très difficile. Au final, environ 70 à 80 % des disponibilités techniques et supplémentaires se trouvent dans des zones caractérisées par une exploitabilité très facile ou facile. De la même façon, les contraintes réglementaires pouvant affecter la mobilisation des bois ne concernent qu'une petite partie des disponibilités en Normandie. En effet, une très large majorité (~85-90 %) des disponibilités techniques et supplémentaires se trouve dans des zones sans contrainte réglementaire particulière.

Stock sur pied – Comme pour les disponibilités en bois, l'évolution du stock sur pied prévue par les simulations contraste fortement entre la forêt domaniale et la forêt privée et poursuit les tendances historiques constatées par l'IFN depuis quatre décennies (**Figure 4**). En forêt domaniale, les simulations prévoient ainsi une stagnation du stock sur pied, alors qu'en forêt privées le stock poursuit l'expansion constatée ces 40 dernières années. Dans le cadre du scénario 2, il y'a néanmoins un fléchissement de l'accroissement du stock en raison de la hausse des prélèvements prévue par ce scénario.

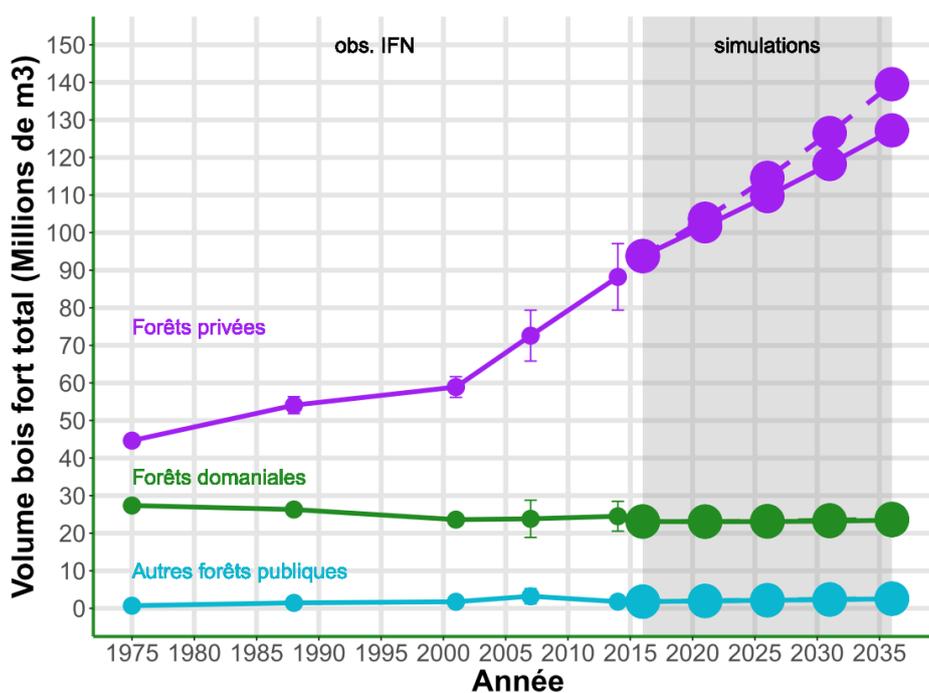


Figure 4 : Evolution des volumes sur pied de bois fort total (bois de diamètre > 7 cm dans la tige et les branches) en Normandie, avec les observations historiques de l'IFN et les simulations à l'horizon 2036 selon les 2 scénarios ventilées par type de propriété forestière.

Test d'un troisième scénario – La DRAAF Normandie a souhaité tester un troisième scénario pour deux domaines d'étude (« Chênaie pauvre en forêts privées avec PSG » et « Autres feuillus toutes propriétés »). Ce scénario 3 est spécifique à la forêt privée et correspond à une dynamisation plus importante que celle envisagée par le CRPF dans son scénario 2, en particulier pour les forêts privées avec PSG. Au niveau régional, ce scénario 3 génère une disponibilité supplémentaire totale de 1 050 500 m³/an en 2036 par rapport à 2016. Pour comparaison, la disponibilité supplémentaire totale prévue par le scénario 2 est de 866 000 m³/an. Le différentiel de 184 500 m³/an (1 050 500 - 866 000) entre les disponibilités supplémentaires des scénarios 2 et 3 correspond essentiellement à des disponibilités supplémentaires en chênes et surtout en autres feuillus. De plus, contrairement aux scénarios 1 et 2, les disponibilités supplémentaires prévues par le scénario 3 se trouvent majoritairement (57 %) dans les forêts privées avec PSG.

Conclusions

Les capacités de la forêt en Normandie permettent une augmentation potentielle de la récolte en bois à l'horizon 2036, jusqu'à +866 000 m³/an (hors menus bois). En outre, la hausse continue du stock de bois sur pied simulée malgré la hausse des prélèvements suggère que l'on reste dans un cadre de développement durable en dépit de la hausse des prélèvements. Quel que soit le scénario envisagé ou la période considérée, la récolte potentielle annuelle représente moins de 2 % du stock sur pied.

Toutefois, la hausse de la récolte potentielle prévue par cette étude est basée sur un certain nombre d'hypothèses et dépend de la levée de plusieurs freins. Concernant les hypothèses, si les scénarios définis en concertation avec les professionnels locaux ont été jugés envisageables, ils impliquent une dynamisation modérée mais rapide et continue de la gestion pour arriver à la hausse simulée des prélèvements. Le scénario le plus dynamique fait de plus l'hypothèse que l'intégralité des frênaies seront coupées d'ici 20 ans, ce qui contribue de façon majeure à la hausse des disponibilités envisagée. Enfin, les simulations font l'hypothèse que la capitalisation du stock sur pied observée par l'IFN en Normandie sur la période récente se poursuit à l'identique sur la période de projection, et que le stock arrivant à maturité se voit appliquer les mêmes règles de gestion que la ressource initiale. Au niveau des freins à lever, les simulations montrent que la hausse des disponibilités et du stock sur pied se cantonne exclusivement à la forêt privée, alors qu'en forêt domaniale les simulations prévoient plutôt une stagnation voire un déclin des volumes sur pied et de la récolte. Il apparaît ainsi que l'intégralité des volumes potentiellement mobilisables en plus par rapport à la récolte actuelle se trouve dans des propriétés privées, dont une grande partie sont de petite taille et non dotées de plan de gestion. L'atteinte effective d'une récolte supplémentaire en bois à l'horizon 2036 dépendra donc pour une grande part de la capacité à mobiliser effectivement les bois dans les propriétés privées de petite taille.

II- Introduction

II -1 Contexte de l'étude

La part des énergies renouvelables (EnR) dans la consommation d'énergie brute est passée de 9,3 % en 2006 à 16,0 % en 2016. Afin de réduire ses émissions de gaz à effet de serre, la France s'est fixé des objectifs ambitieux en matière de développement d'EnR. L'Union Européenne a décidé, dans son nouveau paquet énergie-climat 2030, d'atteindre 27 % d'EnR dans sa consommation finale brute et la France a, quant à elle, inscrit dans la loi relative à la transition énergétique pour la croissance verte, adoptée le 22 juillet 2015, l'objectif de porter cette part à 32 % en 2030 (Source Ministère de la transition écologique et solidaire sur www.ecologique-solidaire.gouv.fr). L'atteinte de ces objectifs repose en majeure partie sur la biomasse d'origine forestière (41,2 % du bouquet des EnR en 2016), et la demande en bois devrait donc s'intensifier à court terme. Ces objectifs en matière de production énergétique sont accompagnés de programmes de développement de l'usage du bois dans la construction, susceptibles d'accentuer les besoins.

Parallèlement, un marché du bois fortement concurrentiel et intégré dans un système d'échanges mondialisés génère des tensions sur les approvisionnements en bois d'œuvre des unités industrielles, avec une demande soutenue notamment sur les chênes de qualité sciage et les résineux.

L'analyse des données collectées par l'institut national de l'information géographique et forestière (IGN) dans le cadre du programme d'inventaire forestier national (IFN), notamment au travers d'études nationales récentes (par exemple, Colin, 2014; Colin & Thivolle-Cazat, 2016), a confirmé la capacité de la forêt française à supporter une augmentation importante des prélèvements. Ces études ont servi de base à la fixation d'objectifs ambitieux de mobilisation supplémentaire de bois dans le cadre du Programme National de la Forêt et du Bois (PNFB) adopté en 2016. Ce programme national va être relayé par des Programmes Régionaux de la Forêt et du Bois (PRFB) et des Schémas Régionaux de Mobilisation de la Biomasse (SRB) qui déclinent à l'échelle régionale les objectifs de mobilisation supplémentaire.

La région Normandie, avec 438 000 hectares de formations boisées, présente un taux de boisement de 15 %. La région se caractérise par une proportion importante de forêts privées : 79 % de la surface forestière appartient ainsi à des propriétaires privées, les 21 % appartenant essentiellement à l'Etat (forêts domaniales). Les forêts de Normandie abritent aujourd'hui 112,4 Mm³ de bois sur pied³. Ce volume a augmenté de près de 60 % depuis les années 70 et représente en moyenne 269 m³ par hectare. Les feuillus constituent 82 % du volume sur pied. Les chênes (sessile et pédonculé) sont les principales essences régionales et totalisent 38 % du stock. Le hêtre est la troisième essence la plus représentée, avec 18 % du stock. Suivent des essences variées comme le châtaignier, les feuillus précieux (chêne rouge, grand érable, cerisier et merisier) et d'autres feuillus (bouleau, charme...). Le volume de frêne, dans un contexte marqué par la chararose, atteint 5 Mm³. Au sein des résineux, le douglas, les épicéas (commun et de Sitka), le sapin et les pins (maritime, laricio et sylvestre) constituent plus de 95 % du stock.

La récolte commercialisée, hors bois bûche autoconsommé par les ménages, s'est élevée à ~ 1.3 Mm³ en 2016. Il s'agit de grumes de feuillus pour 350 000 m³ et de grumes de résineux pour 250 000 m³, les 700 000 m³ restants étant destinés à la trituration et l'énergie⁴.

Dans un contexte de mise en place des PRFB, la connaissance de la ressource forestière disponible selon différents scénarios de gestion et compte tenu de facteurs tels que les conditions physiques d'exploitabilité ou des contraintes réglementaires, constitue un enjeu important pour les décideurs et les acteurs économiques.

³ Volume bois fort total, campagnes IFN 2010-2016

⁴ Source : Enquête annuelle de branche exploitation forestière—MAA 2016

Quelles sont les quantités de bois mobilisables ? Quels volumes de récolte additionnelle sont soutenables ? De quelles essences s'agit-il et dans quels diamètres ? Dans quelles conditions d'exploitation ? Etc.

II -2 Objectifs de l'étude

Le travail de simulation présenté dans cette étude a vocation à accompagner les décideurs publics et privés de la région Normandie dans leur élaboration des politiques régionales liées au bois – dont le PRFB – en précisant les disponibilités en bois par catégories de produits à court et moyen terme, dans un contexte d'augmentation attendue de la récolte.

L'identification des volumes disponibles est basée sur des scénarios élaborés spécifiquement avec les acteurs régionaux et prend en compte les éléments influençant localement les possibilités techniques de récolte : type de propriété, zonages ayant un statut de protection pour des raisons environnementales, impact de la chalarose sur la ressource en frêne.

III- Sources de données

III -1 Origine des données utilisées dans l'étude

En France, l'IGN est l'établissement chargé de produire des informations de référence sur l'état des forêts, leur diversité et les volumes de bois qu'elles renferment (Hervé, 2016; Hervé, Wurpillot, Vidal, & Roman-Amat, 2014). Ces informations sont nécessaires à la définition et à l'évaluation des politiques internationales, nationales et locales qui impliquent les secteurs de la forêt et du bois.

Outre la réalisation de la carte des types de peuplements forestiers (BD Forêt®), l'IGN réalise l'enquête statistique permanente de la forêt française via l'IFN (IGN, 2014b). Elle permet de mesurer, suivant des protocoles et des définitions publiques et normées, les états et les évolutions de la forêt en surface, volume et production biologique à une échelle nationale ou régionale (Hervé, 2016; Hervé et al., 2014). Avant 2005, l'inventaire forestier était réalisé par département et une dizaine d'années étaient nécessaires pour couvrir l'ensemble du territoire. Depuis 2005, l'ensemble des forêts métropolitaines publiques et privées est inventorié tous les ans et des résultats nationaux et régionaux sont ainsi publiés chaque année (voir par exemple l'édition 2016 du mémento "La forêt en chiffres et en cartes", qui reprend les résultats des campagnes annuelles d'inventaire 2011 à 2015 – IGN, 2016a). En outre depuis 2010, l'IGN réalise une évaluation directe des prélèvements de bois en forêt en ré-inventoriant les placettes mesurées 5 ans auparavant (IGN, 2011a, 2014a). Cette information fournit pour la première fois en France une estimation spatialisée de la récolte actuelle dans les forêts publiques et privées, en quantité et en qualité (essences, diamètres, etc.), et suivant les conditions d'exploitation (IGN, 2016e). Elle est en outre parfaitement compatible avec les autres estimations de l'IGN sur le stock sur pied (IGN, 2011b), la production biologique (IGN, 2016c) et la mortalité (IGN, 2016b), ce qui permet de dresser un bilan exhaustif et cohérent des flux de bois forestiers (IGN, 2016d).

III -2 Périmètre de l'étude

III-2.1 Campagnes d'inventaire utilisées pour les calculs

La description de la ressource forestière actuelle en Normandie repose sur les données d'inventaire collectées au cours des sept campagnes annuelles disponibles à la date de l'étude, soit des mesures réalisées de 2010 à 2016 pour une année moyenne 2013. Cela représente plus de 1300 placettes d'observation réparties de façon homogène et proportionnelle à la densité des forêts de la région Normandie (Figure 5).

Toutes ces données permettent de décrire pour la région Normandie l'état actuel de la ressource forestière en superficie et en stock de bois sur pied, selon une ventilation par essence, classe de diamètre, propriété, condition d'exploitabilité, etc. (Hervé, 2016; Hervé et al., 2014). Quant aux mesures de flux (*i.e.* production biologique, mortalité), elles sont utilisées par le modèle de dynamique forestière afin de projeter l'évolution de la ressource et de calculer les disponibilités futures en bois.

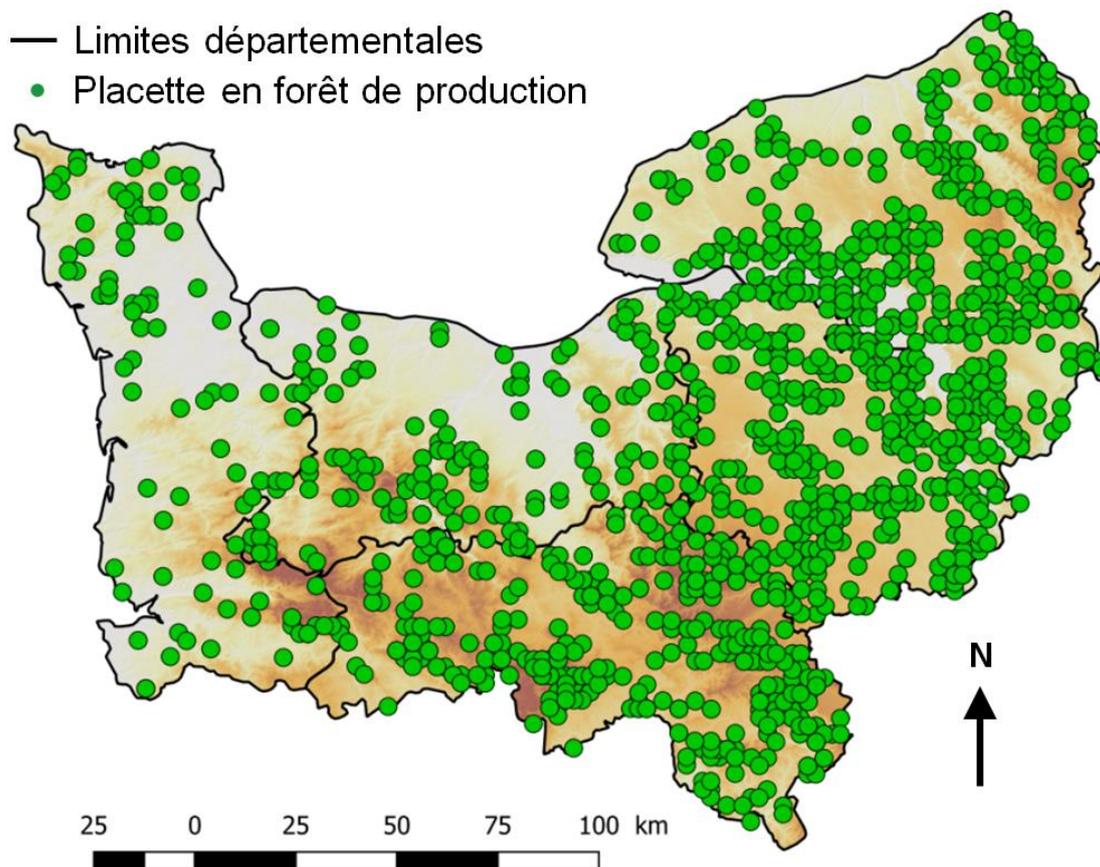


Figure 5 : Carte de la répartition des 1326 placettes d'inventaire incluses dans l'étude.

III-2.2 Types de forêt inclus dans l'étude

Les résultats présentés dans ce rapport concernent les disponibilités en bois calculées pour l'ensemble des **forêts fermées « disponibles pour la production de bois »**, à l'exception des peupleraies.

Conformément à la définition de la forêt donnée par l'Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture (FAO), sont considérées comme étant des forêts les formations d'une superficie d'au moins 50 ares avec des arbres pouvant atteindre une hauteur de 5 mètres à maturité, un couvert boisé de plus de 10 % et une largeur moyenne d'au moins 20 mètres. Les bosquets, de superficie inférieure à 50 ares, et les landes sur lesquelles le couvert arboré est insuffisant, sont exclus.

Les forêts dites « disponibles pour la production de bois » sont celles où une production de bois est considérée comme possible, sans qu'une autre utilisation du sol ou les conditions physiques ne viennent en empêcher techniquement l'exploitation. Dans la pratique, les forêts exclues de cette définition correspondent le plus souvent à des forêts physiquement inaccessibles par l'homme à pied (falaises, îlots), des réserves intégrales d'accès interdit, des enclos à gibier, des parcs et jardins, etc. Les forêts faisant l'objet d'un statut de protection pour des raisons environnementales ou sociales (réserves biologiques, réserves naturelles, sites Natura 2000, sites classés etc.) sont incluses dans l'étude dans la mesure où ces statuts ne sont pas exclusifs de la production forestière.

La couverture boisée est dite « fermée » lorsque le taux de couvert absolu dépasse 40 % ou dépassera 40 % à maturité. Dans le cas contraire, la forêt est dite « ouverte ».

A l'année de référence 2013, les forêts fermées disponibles pour la production de bois représentent au total 95 % de la superficie boisée en Normandie, soit 413 milliers d'hectares (**Tableau 1**). Le volume de bois sur pied (bois fort total) présent dans ces formations boisées s'élève à 113 millions de m³ (Mm³).

Tableau 1 : Superficie et volume (en bois fort total) des différents types de forêt en Normandie.

Type de forêt	Superficie (millier d'ha)	Volume (millions de m ³)
Forêts disponibles pour la production	Forêt fermée	413
	Forêt ouverte	5
	Total	418
Autres forêts	3	NA
Peupleraies	7	NA
Bosquets	9	NA

L'étude porte sur les forêts fermées disponibles pour la production (Source IGN, campagnes IFN 2010 – 2016).

III-2.3 Mesure des arbres et estimation des volumes de bois par l'IGN

Dans les forêts disponibles pour la production de bois, l'IGN recense et mesure (circonférence, hauteur...) les arbres dont le diamètre à 1,30 m est supérieur ou égal à 7,5 cm (**Figure 6**). Pour plus de détails sur la méthode et les mesures réalisées, voir les références (IGN, 2014a, 2014b, 2016f). Ces mesures sont ensuite utilisées dans des équations (les tarifs de cubage) qui permettent de calculer pour chaque arbre (Morneau & Hervé, 2010; Vallet, Dhôte, Le Moguédec, Ravat, & Pignard, 2006) :

- le **volume bois fort tige** est le volume de la tige principale jusqu'à la découpe fin bout de 7 cm. Il s'agit du volume de référence utilisé par l'IGN dans l'ensemble de ses publications.
- le **volume bois fort total** est le volume de la tige et des branches jusqu'à la découpe fin bout de 7 cm. Il correspond au volume bois fort tige auquel est additionné le volume estimé des grosses branches jusqu'à la découpe 7 cm. Ce volume permet de comptabiliser les grosses branches susceptibles d'être, au moins en partie, valorisées par l'industrie ou pour l'énergie.
- le **volume aérien total** est le volume de la tige et des branches indépendamment de leur diamètre. Il correspond au volume bois fort total auquel est additionné le volume estimé des menus bois, c'est-à-dire des petites branches au-delà de la découpe 7 cm. Ce volume permet de comptabiliser les menus bois lorsque ceux-ci sont susceptibles d'être, au moins en partie, valorisés par l'industrie ou pour l'énergie. Dans cette étude toutefois, l'hypothèse a été faite que les menus bois étaient intégralement laissés sur le parterre de coupe. Les volumes de menus bois sont donnés séparément à titre d'information mais, sauf mention contraire, n'entrent jamais dans les volumes de disponibilités donnés dans ce rapport.

Le volume estimé d'un arbre est donc dépendant du tarif de cubage utilisé. L'IGN utilise, pour les calculs standards de résultats, des tarifs de cubage à trois entrées (circonférence à 1,30m ; hauteur totale ; hauteur de découpe) construits spécifiquement à partir de la base de données du projet EMERGE essence par essence et calibrés sur des données de mesures complètes provenant des inventaires départementaux. Toute comparaison des résultats avec d'autres sources de données doit prendre en compte le fait que les tarifs de cubage utilisés peuvent différer.

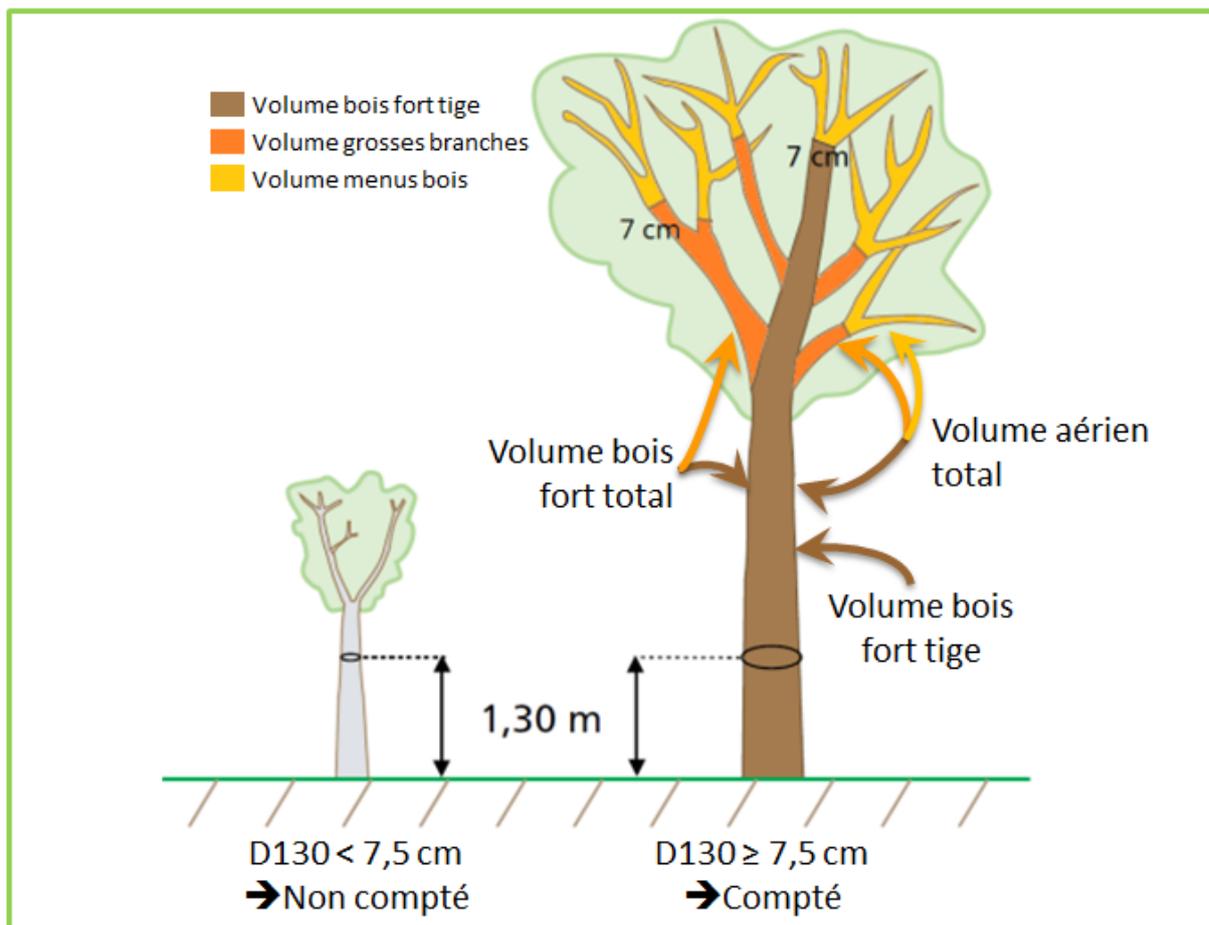


Figure 6 : Arbres recensés et volumes calculés.

IV- Méthode d'évaluation des disponibilités en bois des forêts à l'horizon 2036

IV -1 Principes généraux de l'évaluation des disponibilités en bois

IV-1.1 Calcul des disponibilités

La **disponibilité en bois** est le potentiel de récolte permis par la ressource forestière d'un territoire à une date donnée, compte tenu de son stade de développement et en application de règles de gestion forestière.

Le calcul des disponibilités s'appuie sur une analyse détaillée de l'état de la ressource forestière, qui est connu au travers des données statistiques de l'IFN réalisé par l'IGN. Cette analyse est effectuée par **domaine d'étude** ; un domaine d'étude est un ensemble de peuplements de caractéristiques suffisamment semblables (essences, type de propriété, conditions de milieu, sylviculture) pour que leur évolution soit simulée de la même manière.

Au sein de chaque domaine d'étude, la ressource est décrite en fonction de son stade de maturité en diamètre. On simule alors sur un pas de temps donné (5 ans pour cette étude) et jusqu'à une date donnée (2036 pour cette étude) la dynamique de la ressource forestière. Cette dynamique est décrite au travers de plusieurs variables : le recrutement (ensemble des arbres qui atteignent, au cours de la période, le diamètre précomptable), la production (croissance des arbres) et la mortalité naturelle. En complément, le niveau de prélèvement appliqué à la ressource est estimé à partir des règles de gestion définies par les acteurs forestiers (**Figure 7**). Le volume de disponibilité dépend donc étroitement du stade de maturité des peuplements (distribution des classes de diamètres) et de la sylviculture appliquée aux essences.

Les disponibilités en **bois fort tige** (bois de diamètre ≥ 7 cm dans la tige), **bois fort total** (bois de diamètre ≥ 7 cm dans la tige et les branches) et **volume aérien total** (comprenant les **menus bois** de diamètre < 7 cm) sont calculées depuis l'année 2016 par pas de temps de 5 ans (avec une période initiale 2016, puis de la période 2017-2021 à la période 2032-2036) puis annualisées.

En outre, les disponibilités en bois fort sont ventilées par type d'usage des bois (**bois d'œuvre** vs. **bois industrie-bois énergie**). Cette ventilation est faite par essence selon les informations (diamètre d'exploitabilité, diamètre d'apparition du bois d'œuvre, taux de bois d'œuvre au diamètre d'exploitabilité...) transmises par l'ONF.

IV-1.2 Notions de disponibilités brutes, techniques et supplémentaires

La **disponibilité brute** calculée selon l'approche décrite au paragraphe précédent n'est pas entièrement exploitable et il faut lui retrancher les **pertes fatales d'exploitation** pour définir une **disponibilité technique** (**Figure 7**). Ces pertes d'exploitation correspondent à la proportion du volume bois fort qui est abandonnée sur le parterre de coupe (souche, encoches d'abattage, traits de scie, purges, grosses branches rémanentes...). Enfin, la **disponibilité supplémentaire** est définie comme le volume qui sera potentiellement exploitable dans le futur en plus de la disponibilité technique actuelle.

Pour le bois fort (bois fort tige, bois fort total, bois d'œuvre et bois industrie-bois énergie), les pertes ont été calculées en appliquant un coefficient forfaitaire de 8 % au bois d'œuvre et 15 % au bois industrie-bois énergie. Le retranchement des pertes à la disponibilité brute donne la disponibilité technique. La disponibilité supplémentaire a été calculée en soustrayant à la disponibilité technique simulée pour chaque période la disponibilité technique initiale (période 2016 ; **Figure 7**). Elle est donc égale à 0 pour 2016. Pour les menus

bois, seules les disponibilités brutes sont données. L'hypothèse est en effet faite que l'intégralité des menus bois est laissée sur le parterre de coupe (pertes de 100 %). Les disponibilités étant calculées par périodes de 5 ans, les disponibilités annuelles d'une période donnée sont obtenues en divisant par 5 les disponibilités calculées pour l'ensemble de la période.

! La définition de la disponibilité supplémentaire appliquée dans cette étude a une dimension temporelle. Elle désigne un volume qui serait exploitable dans le futur en plus du volume initial. La disponibilité supplémentaire est donc de 0 pour la période initiale, qui constitue le point de référence. **Elle n'informe pas sur l'intensité de la récolte. Il s'agit d'un volume de récolte potentiel, sans préjuger de la récolte effective qui sera réellement réalisée.** Pour avoir une idée de l'intensité des prélèvements par rapport à la ressource, il faut plutôt regarder le taux de prélèvement, qui est le rapport entre le volume de bois prélevé et la production biologique. Un taux de prélèvement supérieur à 100 % indique que le volume prélevé est supérieur au volume de la production biologique, si bien que la forêt décapitalise (le volume de bois sur pied décroît). Dans cette étude, le taux de prélèvement est égal à 46 % dans le scénario 1 et atteint 62 % en 2036 dans le cadre du scénario 2 ; ceci signifie qu'on prélève dans tous les cas moins que la production biologique et que la forêt continue de capitaliser. Cependant, le taux de prélèvement est très différent entre forêt privée et forêt domaniale, ce qui témoigne d'une intensité de gestion différente entre ces 2 types de propriété. Ainsi en forêt privée, le taux de prélèvement est à 36 % pour le scénario 1 et atteint 55 % en 2036 dans le scénario 2. En forêt domaniale, le taux de prélèvement est proche de 95 % quel que soit le scénario et la période.

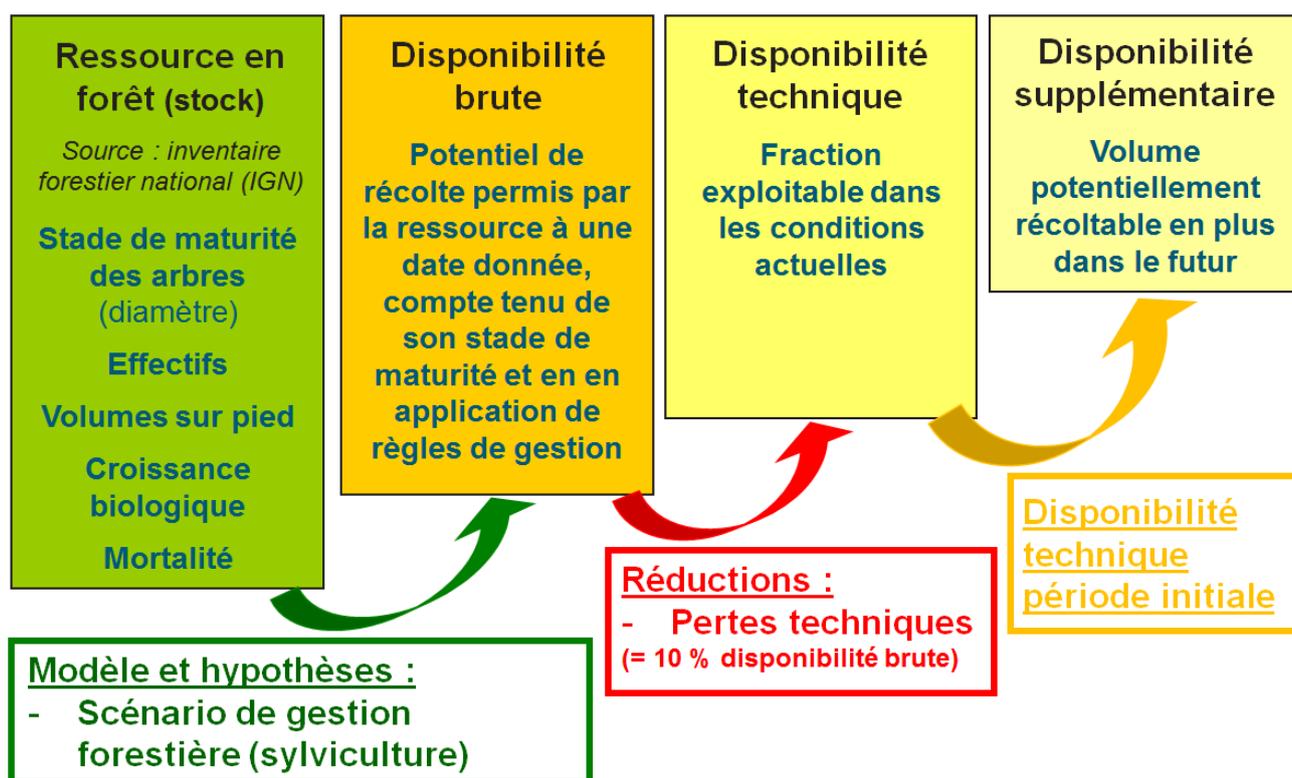


Figure 7: Principales étapes de calcul de la disponibilité appliquées à chaque domaine d'étude pour une période donnée, depuis les données d'inventaire à la disponibilité supplémentaire.

IV-1.3 Principes généraux du modèles utilisé

Le modèle de calcul de la disponibilité brute est dynamique et récursif, c'est-à-dire que l'état de la ressource au début de l'année N+1 est le résultat de la ressource à l'année N moins le bilan des flux survenus la même année (croissance – mortalité – prélèvements ; les prélèvements considérés ici sont les disponibilités brutes).

Si les données issues de l'inventaire forestier national sont communément assorties d'un intervalle de confiance statistique, les calculs de disponibilités sont notamment basés sur des hypothèses (scénarios) et les résultats ne peuvent donc être assortis d'un intervalle du même type.

IV -2 Projection de la ressource et des disponibilités à l'horizon 2036

IV-2.1 Domaines d'étude

Afin de simuler l'évolution de la forêt et de calculer les disponibilités en bois en Normandie à l'horizon 2036, les 413 milliers d'hectares de forêts fermées disponibles pour la production de bois ont été répartis en **14 domaines d'étude** (Tableau 2 ; Annexe 1).

Un domaine d'étude regroupe des peuplements comparables en termes d'essence, de propriété, de conditions de milieu et de sylviculture. Ainsi, tous les peuplements d'un même domaine peuvent se voir appliquer les mêmes hypothèses de croissance biologique, de mortalité, et de prélèvement, à conditions de développement données (classe de diamètre). Chaque domaine d'étude a fait l'objet d'une projection suivant des hypothèses spécifiques.

Les 14 domaines d'étude de Normandie ont été construits en concertation avec les professionnels locaux⁵ de la filière forêt-bois à partir des quatre facteurs suivants disponibles dans les données IFN :

- ✓ L'**essence « objectif »** pour le gestionnaire. Elle est définie à dire d'expert. Une dizaine de groupes d'essences (6 feuillus et 3 résineux) sont distingués en raison des objectifs sylvicoles qui leurs sont assignés et/ou de leur autécologie (Figure 8). Une essence est dite « objectif » quand sa présence est supposée orienter les opérations sylvicoles : c'est souvent l'essence de plus grand intérêt économique.
- ✓ La **catégorie de propriété**, en distinguant les « forêts domaniales », les « forêts privées avec PSG » et les « forêts privées sans PSG ». La catégorie « forêts privées avec PSG » regroupe également les forêts des collectivités, qui représentent une part très faible de la superficie forestière de Normandie.
- ✓ Pour les domaines d'étude relatifs au chêne, la **structure forestière** et la **richesse en chêne** ont été évaluées. La structure forestière permet de séparer la futaie régulière, les mélanges futaies-taillis et les taillis. Pour les mélanges futaies-taillis, la richesse en chêne a été déduite en combinant le taux de couvert libre du chêne et la part du chêne dans la surface terrière du peuplement (Annexe 1). Lorsque le taux de couvert libre du chêne et la part du chêne dans la surface terrière du peuplement étaient tous les deux supérieur ou égaux à 50 %, le mélange était qualifié de « riche ». Si l'un des deux était inférieur à 50 %, alors le mélange était qualifié de « pauvre ». Les mélanges futaies-taillis « riches » ont été inclus avec la futaie régulière, les mélanges futaies-taillis « pauvres » ont été placés avec les taillis.

⁵ Les organismes suivants ont contribué à la validation des domaines d'étude : CRPF Normandie, DRAAF Normandie, ONF Normandie.

Tableau 2 : Liste simplifiée des 14 principaux domaines d'études définis pour la Normandie.

Type d'essence	Essence(s) principales	Nom complet du domaine d'étude	Nb de placettes	Superficie (milliers d'ha)	Volume (millions de m ³)	
Feuille	Chênes rouvre et pédonculé	Futaie régulière et mélanges futaie-taillis de chêne en forêt domaniale	87	27,2	6,83	
		Futaie régulière et mélanges futaie-taillis riches de chêne en forêt privée avec PSG	169	52,4	16,10	
		Futaie régulière et mélanges futaie-taillis riches de chêne en forêt privée sans PSG	101	30,3	10,71	
		Taillis et mélanges futaie-taillis pauvres de chêne en forêt privée avec PSG	85	27,2	7,56	
		Taillis et mélanges futaie-taillis pauvres de chêne en forêt privée sans PSG	105	32,5	8,70	
	Hêtre	Hêtraie pure en forêt domaniale	106	33,3	10,03	
		Hêtraie pure en forêt privée	97	32,6	10,97	
	Châtaignier	Châtaignier pur ou en mélange toutes propriétés	41	12,8	3,12	
	Frêne	Frêne pur ou en mélange toutes propriétés	79	25,2	6,48	
	Feuillus précieux (Chêne rouge, grand érable, merisier ou cerisier)	Feuillus précieux purs ou en mélange toutes propriétés	42	12,6	2,80	
	Autres feuillus (Bouleau, charme, autres)	Autres feuillus divers purs ou en mélange toutes propriétés	224	70,3	14,61	
	Résineux	Douglas, mélèze	Douglas et mélèze purs ou en mélange toutes propriétés	61	17,6	5,75
		Pins maritime, laricio et sylvestre	Pins purs ou en mélange toutes propriétés	81	24,8	5,25
		Sapin, épicéa, autres résineux	Autres résineux (sapin-épicéa) purs ou en mélange toutes propriétés	48	14,3	4,06
Totaux pour la région			1326	413,1	113,0	

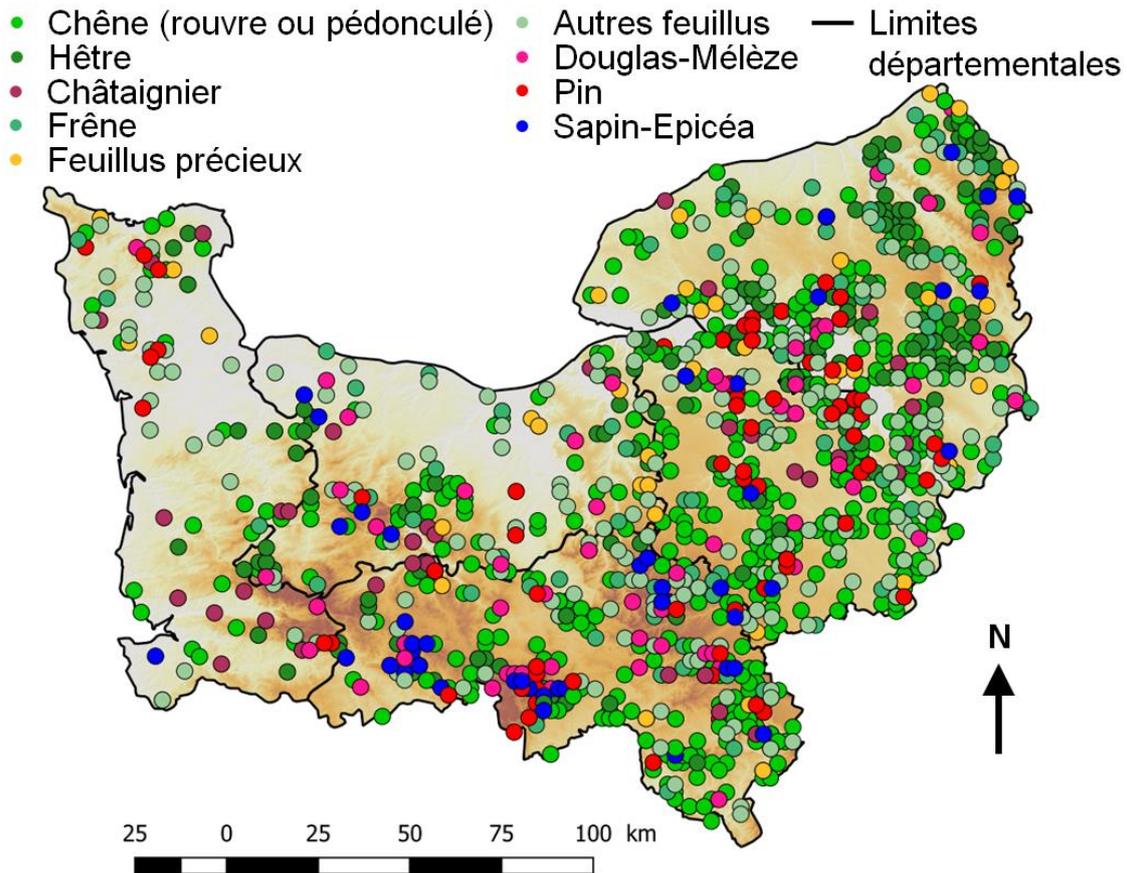


Figure 8 : Carte des essences « objectifs » associées aux placettes d'inventaire incluses dans l'étude.

IV-2.2 Simulateur de l'évolution de la ressource forestière

Les disponibilités en bois sont calculées avec un simulateur décrivant l'évolution de la ressource forestière française (Colin, 2014). Il est développé par l'IGN depuis la fin des années 1980 et fonctionne aujourd'hui sur le logiciel R (R Core Team, 2016). Le simulateur comprend un modèle démographique matriciel de dynamique de la ressource par classe de diamètre qui simule la croissance, la mortalité et la sylviculture à l'échelle des domaines d'étude. Il permet ainsi d'estimer l'état futur de la ressource selon des pas de temps de 5 ans, et de simuler les prélèvements futurs en bois, ou disponibilités brutes.

La description de la ressource et la calibration des dynamiques de croissance et de mortalité naturelle sont réalisées, au niveau de chaque domaine d'étude, exclusivement avec les mesures faites sur des placettes de l'IFN. Le modèle est générique, c'est-à-dire qu'il est paramétrable et applicable quel que soit le type de peuplement (à l'inverse des modèles spécifiques qui ne peuvent être utilisés que pour une seule situation donnée et, le plus souvent, que pour une seule essence). De plus amples détails techniques sur le fonctionnement du simulateur sont donnés en [Annexe 2](#).

La description de la ressource par classe de diamètre est adaptée dans le cas de peuplements hétérogènes en âges, en diamètres ou en essences, ou quand l'âge n'est pas disponible. Le modèle est également applicable dans les peuplements équiens (peuplements où tous les arbres ont le même âge). Cette approche présente l'avantage de modéliser directement le diamètre (par classe, donc), qui est le paramètre conditionnant l'exploitation forestière, en plus d'être une variable clé de la croissance des arbres. Dans l'étude, la ressource forestière est décrite par un effectif d'arbres par classe de diamètre (amplitude de 5 cm) et un volume moyen correspondant. Les dynamiques forestières sont représentées pour chaque classe de

diamètre par un **recrutement** (uniquement dans la première classe de diamètre), un **taux de passage** (croissance) des arbres dans la classe de diamètre suivante, un **taux de mortalité** en effectif et un **taux de prélèvement** en effectif (Colin, Wernsdörfer, Thivolle-Cazat, & Bontemps, 2017; Wernsdörfer et al., 2012).

Grâce au caractère systématique et national du dispositif d'inventaire de l'IGN, le modèle construit avec les données IFN tient compte de la diversité des conditions de fertilité que l'on rencontre dans la forêt française (Colin et al., 2017). Il prend également en compte les perturbations de fond comme les chablis et les mortalités ordinaires. Le modèle inclut aussi implicitement les comportements passés et actuels des gestionnaires, qui s'expriment au travers des essences rencontrées dans la ressource et des sylvicultures mises en œuvre. En outre le modèle est ajusté sur un grand nombre d'observations de terrain. Or, plus il y a d'observations et plus la description de la ressource et de ses paramètres de dynamique est précise. Le modèle implémenté dans l'étude est donc capable de bien représenter la forêt en Normandie et son évolution récente. Dans le contexte de la temporalité forestière marquée par des évolutions lentes et progressives, ce type de modèle statistique est considéré comme suffisamment robuste en projection à court et moyen terme, comme c'est le cas dans la présente étude.

Le modèle de dynamique forestière implémenté dans l'étude ne tient pas compte des effets liés aux aléas exceptionnels qui pourraient survenir à l'échéance 2036 (tempêtes, incendies, maladies, ravageurs), ni des effets du changement climatique. Cette hypothèse a été choisie car ces effets ne sont pas encore quantifiables de manière suffisamment précise à un horizon de 20 ans, qui est finalement un temps court pour les arbres forestiers. En outre, le modèle ne représente pas encore de manière explicite les effets liés à la densité des peuplements. Au final, **les paramètres (recrutement, croissance, mortalité), calculés à partir des observations de l'IGN sur les 7 dernières années (2010-2016), sont donc supposés stationnaires à l'horizon 2037, c'est-à-dire équivalent à ceux observés sur les 7 dernières années** (voir l'**Annexe 2** pour plus de détails). Des travaux de recherche et de développement sont encore nécessaires pour lever ces hypothèses de stationnarité, et permettre de faire des projections à des échéances plus lointaines.

IV-2.3 Scénarios de gestion des forêts

Deux types de scénarios d'offre de bois ont été définis en concertation avec les professionnels locaux de la filière forêt-bois⁶ et implémentés à l'horizon 2036 :

- 1) **Scénario 1 : Expansion gestion actuelle** ; ce scénario simule un maintien des pratiques de gestion à leur niveau actuel ainsi que leur expansion aux nouveaux peuplements qui arrivent à maturité pendant les 20 prochaines années.
- 2) **Scénario 2 : Dynamisation + expansion gestion actuelle** ; ce scénario simule sur la période considérée une dynamisation des pratiques de gestion ainsi que leur expansion aux nouveaux peuplements qui arrivent à maturité pendant les 20 prochaines années.

Le principe de modélisation des scénarios de gestion repose sur la définition d'un certain nombre de paramètres à renseigner dans le simulateur pour chaque domaine d'étude afin d'être convertis en taux de prélèvement.

Chaque scénario associe un **itinéraire technique** et un **taux de réalisation** en surface de cet itinéraire. L'itinéraire technique correspond aux recommandations telles que préconisées dans les guides de sylviculture. Les paramètres correspondants sont le diamètre (ou l'âge) d'exploitabilité, l'âge de la première

⁶ Le CRPF Normandie a défini les scénarios pour les domaines d'étude relatifs à la forêt privée, tandis que l'ONF Normandie s'est chargé des scénarios pour les domaines d'étude relatifs à la forêt publique. Cependant, la DRAAF Normandie, a participé à la validation des scénarios.

éclaircie et le volume prélevé associé, ainsi que la durée de rotation, le nombre d'éclaircies suivantes et les volumes prélevés lors de ces éclaircies. Le taux de réalisation donne la proportion de surface forestière réellement concernée par l'itinéraire. Par exemple, le taux de réalisation est de 100 % si toute la surface forestière est gérée selon l'itinéraire technique défini. Un taux de réalisation de 50 % signifie que la moitié de la surface est traitée avec l'itinéraire technique et l'autre moitié de la surface n'est pas concernée par la gestion (dans ce dernier cas aucune coupe n'est simulée et la disponibilité en bois pour cette partie est donc nulle). Pour chaque domaine d'étude, l'itinéraire technique peut être modulé selon le scénario, tandis que le taux de réalisation peut être modulé selon le scénario et la période jusqu'en 2036.

Afin de calibrer ces paramètres, l'IGN a questionné les professionnels pour chaque domaine d'étude à l'aide de fiches d'enquête. L'ONF s'est chargé des fiches relatives aux domaines d'études de la forêt publique tandis que le CRPF a pris en charge les fiches relatives aux domaines d'études de la forêt privée. Enfin, les fiches des domaines d'étude « toutes propriétés confondues » ont été remplies à la fois par l'ONF et par le CRPF. Une description détaillée du contenu des fiches et de la façon de les remplir est disponible en **Annexe 3** ; toutes les fiches remplies, ainsi que la notice de remplissage, sont consultables en **Annexe 4**.

Toutes les forêts disponibles pour la production de bois en Normandie ont été prises en compte pour le calcul de la disponibilité brute, y compris celles où existent de forts enjeux de protection. Cette approche est réaliste car ces forêts font l'objet de coupes d'entretien, voire parfois de coupes commerciales. En revanche, les résultats ont été ventilés selon différents critères comme les zonages environnementaux ou les conditions d'exploitabilité physique. Finalement, aucune forêt n'a été exclue a priori du calcul des disponibilités en bois.

a) Scénario 1 : Expansion gestion actuelle

Le principe du scénario 1 est de simuler un maintien des pratiques actuelles de gestion pendant les 20 années à venir, ainsi que leur expansion aux nouveaux peuplements éventuels qui arrivent à maturité durant la période. Pour cela, les informations fournies par les professionnels locaux (CRPF pour la forêt privée, ONF pour la forêt publique) concernant les pratiques en vigueur actuellement pour chaque domaine d'étude ont été intégrées sans modification dans le simulateur et maintenues sur la période 2016-2036 (voir l'**Annexe 4** pour consulter les valeurs fournies par les professionnels).

En utilisant les informations fournies par les professionnels (paramètres de l'itinéraire technique et taux de réalisation de l'itinéraire technique), on peut calculer pour la période initiale (2016) qu'environ 69 % de la surface forestière de Normandie est concernée par des coupes d'éclaircie et 50 % par des coupes rases, pour un taux de prélèvement à l'échelle de la région de 51 % (**Tableau 3**).

b) Scénario 2 : Dynamisation + expansion gestion actuelle

Le scénario 2 vise à simuler sur la période considérée une dynamisation de la gestion et donc des prélèvements de bois, ainsi que l'expansion de cette gestion aux nouveaux peuplements éventuels qui arrivent à maturité durant la période. Selon le domaine d'étude considéré, la dynamisation peut être effectuée de différentes façons, *via* l'itinéraire technique (augmentation de la fréquence des coupes d'éclaircie et/ou des coupes rases, et/ou augmentation du volume prélevé à chaque éclaircie) et/ou en augmentant les taux de réalisation des coupes. Cette dynamisation, imaginée par les professionnels locaux, se veut ambitieuse mais réaliste et tient compte pour chaque domaine d'étude des freins (conditions d'exploitabilité, contraintes réglementaires, type de propriété) éventuels.

En moyenne pour tous les domaines d'études et par rapport au scénario 1, la dynamisation de la gestion simulée par le scénario 2 prévoit à l'horizon 2036 une augmentation du taux de réalisation des coupes d'éclaircie de 4 % (taux de réalisation de 73 % en 2036, contre 69 % en 2016), une augmentation du taux de réalisation des coupes rases de 13 % (taux de réalisation de 63 % en 2036, contre 50 % en 2016), ainsi

qu'une augmentation du taux de prélèvements⁷ de 11 % (de 51 % à 62 % ; **Tableau 3**). En outre, la dynamisation est en général simulée de façon progressive dans le temps et dans l'espace, c'est à dire en modulant progressivement les paramètres relatifs aux pratiques sylvicoles par période (voir l'**Annexe 4** pour consulter dans le détail les paramètres définis par scénarios et par période pour chaque domaine d'étude).

La dynamisation envisagée dans le scénario 2 peut être assez variable d'un domaine d'étude à l'autre (**Tableau 4**). Par exemple, elle est faible voire nulle dans les domaines d'étude relatifs à la forêt domaniale, où la gestion est déjà très dynamique et la marge de manœuvre extrêmement réduite. Ainsi, la dynamisation envisagée dans le cadre du scénario 2 porte essentiellement sur la forêt privée.

Tableau 3 : Evolution de la part de surface forestière gérée à l'horizon 2036 et du taux de prélèvement selon les deux scénarios de gestion.

Surface (milliers d'ha) forestière totale et en gestion et taux de prélèvement				
Scénario	Période	Part de surface gérée avec éclaircies	Part de surface gérée avec coupes rases	Taux de prélèvement
Scénario 1	2016_2036	69 %	50 %	51 %
	2016	69 %	50 %	51 %
	2017_2021	67 %	56 %	60 %
Scénario 2	2022_2026	69 %	59 %	62 %
	2027_2031	71 %	61 %	62 %
	2031_2036	73 %	63 %	62 %

Tableau 4 : Taux de réalisation des coupes prévus pour la période 2032-2036 pour chaque scénario dans chaque domaine d'étude.

Domaine d'étude	Scénario 1		Scénario 2	
	Coupes d'éclaircie	Coupes rases	Coupes d'éclaircie	Coupes rases
Futaie régulière et mélanges futaie-taillis de chêne en forêt domaniale	97 %	88 %	97 %	88 %
Futaie régulière et mélanges futaie-taillis riches de chêne en forêt privée avec PSG	80 %	65 %	80 %	80 %
Futaie régulière et mélanges futaie-taillis riches de chêne en forêt privée sans PSG	50 %	35 %	65 %	50 %
Taillis et mélanges futaie-taillis pauvres de chêne en forêt privée avec PSG	70 %	40 %	80 %	55 %
Taillis et mélanges futaie-taillis pauvres de chêne en forêt privée sans PSG	60 %	10 %	70 %	20 %
Hêtraie pure en forêt domaniale	96 %	87 %	96 %	87 %
Hêtraie pure en forêt privée	60 %	50 %	75 %	60 %
Châtaignier pur ou en mélange toutes propriétés	5 %	5 %	67 %	71 %
Frêne pur ou en mélange toutes propriétés	61 %	61 %	0 %	100 %
Feuillus précieux purs ou en mélange toutes propriétés	46 %	55 %	59 %	64 %
Autres feuillus divers purs ou en mélange toutes propriétés	63 %	16 %	67 %	30 %
Douglas et mélèze purs ou en mélange toutes propriétés	84 %	92 %	92 %	92 %
Pins purs ou en mélange toutes propriétés	84 %	83 %	90 %	86 %
Autres résineux (sapin-épicéa) purs ou en mélange toutes propriétés	79 %	77 %	89 %	80 %

7 Le taux de prélèvement est calculé comme le rapport entre la disponibilité brute annuelle et la production biologique annuelle. En conséquence, un taux de prélèvement de 50 % signifie que 50 % de la production biologique est prélevée chaque année.

IV-2.4 Cas particulier de la frêne pure

Le frêne est actuellement touché par la chalarose, maladie émergente et invasive provoquée par un champignon, *Chalara fraxinea*, originaire d'Asie orientale et qui entraîne de graves dépérissements.

Apparu en France en 2008 au niveau d'un premier foyer en Haute-Saône, le pathogène s'est propagé de 50 à 60 km par an vers l'ouest. La région Normandie est aujourd'hui touchée, particulièrement dans sa partie ouest (Figure 9).

Dans le cadre du scénario 2, l'hypothèse a été faite que le niveau de dommages était suffisamment élevé pour entraîner, sur la période de simulation, une récolte de l'intégralité du volume de la frêne pure à l'horizon 2036, d'où un taux de réalisation des coupes d'éclaircie à 0 et un taux de réalisation des coupes rases (coupes sanitaires en l'occurrence) à 100 % (Tableau 4).

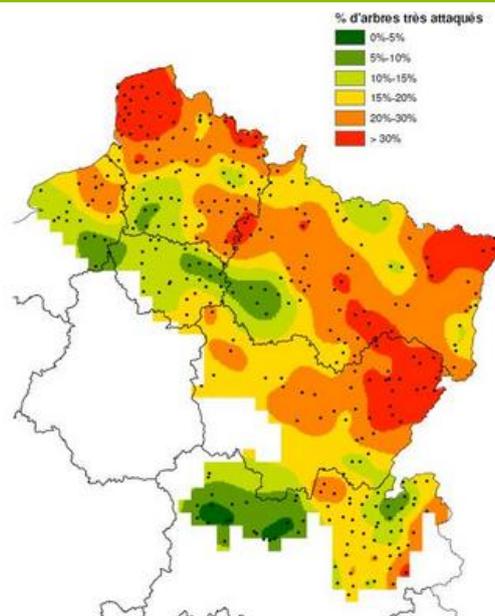


Figure 9 : Proportion de frênes très atteints par la chalarose (source MAA - département de la santé des forêts 2017)

IV-2.5 Types de produits bois potentiels

L'usage d'une pièce de bois de caractéristiques données (essence, dimension, propriétés mécaniques, etc.) peut être très différent selon les besoins de celui qui la récolte. Toutefois, certaines pièces sont limitées *de facto* dans les usages qu'elles peuvent satisfaire car il faut qu'elles répondent au cahier des charges minimal de l'utilisateur final :

- Pour le tranchage, il faut des grumes de gros diamètre sans défaut et avec une longueur minimale ;
- Pour les sciages, la grume doit être suffisamment rectiligne et avoir un diamètre minimal qui est souvent supérieur à 30 cm pour les feuillus, et moins pour les résineux ;
- Pour les utilisations en bois d'industrie, le diamètre minimal est de 7 cm environ mais il n'y a pas vraiment de diamètre maximal ;
- Pour le bois énergie enfin, tout matériaux bois est utilisable, même les petites branches.

On voit ainsi que si l'usage réel d'une pièce de bois peut être très variable, on peut définir son usage potentiel comme étant la valorisation la plus élevée possible, en termes économiques.

Dans cette étude, deux catégories d'usages potentiels des bois ont été établies :

- Le **bois d'œuvre (BO)**. Il correspond aux usages de tranchage, déroulage et sciages (ébénisterie et menuiserie fine, charpente, menuiserie courante, caisserie, coffrage, traverse...)
- Le **bois industrie-bois énergie (BIBE)**. Il correspond à l'ensemble des autres usages : trituration, déchetage du bois pour l'industrie du panneau ou de l'énergie, bois bûche, plaquette, etc.

Les opérateurs de l'IGN relèvent directement la qualité des bois sur chaque arbre des placettes IFN. L'estimation, faite à vue sur le terrain, est basée sur l'aspect extérieur des arbres. Jusqu'en 2014 (les modalités et critères de classification ont été modifiés à compter de 2014), le volume de la tige est fractionné en dixièmes, auxquels est affectée une qualité déterminée en fonction de l'usage potentiel des bois. Les deux

premières qualités correspondent aux bois à usage potentiel « bois d'œuvre » (BO). Les autres bois constituent la qualité 3 et sont à usage potentiel de bois d'industrie ou énergie (BIBE).

Cependant, l'usage réel des bois est fortement dépendant de critères non intrinsèques : existence d'un outil de transformation local, évolution des marchés, besoins en autoconsommation du propriétaire... De ce fait, il a été choisi de ne pas seulement utiliser le système de classement IGN, mais aussi d'élaborer un classement sur la base de valeurs fournies à dire d'expert par l'ONF pour chaque essence : taux de BO au diamètre d'exploitabilité, diamètre d'apparition du BO et diamètre fin bout du BO (découpe ; **Annexe 4**). Les grosses branches (diamètre > 7 cm) ont été comptabilisées dans le volume BIBE (cf.II-2.2).

Les disponibilités en bois ont donc été ventilées en BO et BIBE sur la base des 2 systèmes de classement (IGN/ONF). Cependant, par souci de synthèse, après comparaison des résultats entre les 2 systèmes, les disponibilités données dans le rapport seront celles ventilées par le système ONF.

V- Etat, évolutions récentes et conditions de mobilisation des ressources forestières en Normandie

V -1 Facteurs pris en compte dans le diagnostic de mobilisation

Les ressources les plus aisément exploitables sont les premières à être sollicitées dans un contexte de demande croissante en bois. Il est donc indispensable d'étoffer le diagnostic sur les conditions de mobilisation de la ressource, pour un meilleur réalisme des estimations produites et pour mieux identifier comment mobiliser à terme les volumes additionnels.

Il est bien connu que pour un territoire donné, tout le stock de bois sur pied n'est pas exploitable à un instant donné, y compris pour les arbres ayant des dimensions commerciales. Par exemple, un certain nombre de facteurs externes aux peuplements forestiers *sensu stricto* ont un impact sur les quantités de bois effectivement exploitables. Ainsi les conditions de récolte et de mobilisation des bois varient parfois en fonction de la présence de zonages où résident des enjeux environnementaux, économiques, ou sociaux spécifiques. Les impacts de ces enjeux sont variés : absence de récolte, surcoût d'exploitation plus ou moins important et donc plus ou moins réhibitoire pour la récolte, modification des dates des travaux, accompagnement du public et des élus locaux pour leur expliquer les travaux, etc.

La prise en compte des facteurs ayant une influence sur la récolte suppose qu'ils soient clairement identifiables, par exemple sous la forme d'une carte. C'est les cas des facteurs physiques qui déterminent les conditions techniques de l'exploitation ; leurs impacts peuvent ainsi être pris en compte, par exemple en adaptant les paramètres dans les scénarios de gestion définis pour simuler les disponibilités futures en bois. Ce n'est pas le cas en revanche du consentement à mobiliser le bois des propriétaires privées, dont le comportement fait encore l'objet de nombreux travaux de recherche et de développement, mais qui ne peut pas être pris en compte explicitement à la date de l'étude, faute d'éléments objectifs.

Parmi tous les facteurs liés à la forêt et qui ont un impact sur la mobilisation des bois, les quatre suivants ont été pris en compte dans l'étude au niveau de la définition des scénarios de gestion forestière ou de la ventilation des résultats :

- **Le type de propriété forestière** (forêts domaniales ou des collectivités, forêts privées avec ou sans PSG). La mobilisation des bois ne dépend pas seulement des facteurs environnementaux, sociaux et patrimoniaux, mais aussi du type de propriété. En effet, selon qu'il s'agit d'une collectivité, de l'état ou d'un particulier, les objectifs de gestion ne sont souvent pas identiques pour un peuplement donné. En outre, des enquêtes sociologiques récentes ont montré la corrélation positive entre la taille de la propriété et le niveau d'implication du propriétaire dans la gestion forestière. Ainsi, la faible taille des propriétés forestières privées constitue souvent une limitation à l'exploitation des bois. Le type de propriété forestière a ainsi été pris en compte pour définir les scénarios de gestion. Pour les forêts privées, nous avons notamment considéré le critère présence/absence d'un plan simple de gestion (PSG).
- **L'exploitabilité physique**. Les facteurs les mieux documentés dans les études de ressource concernent les conditions physiques d'exploitabilité (pente, présence de piste, distance de débardage, etc.). Elles ont un impact direct sur le coût d'exploitation. Pour cette étude, l'exploitabilité physique a été utilisée comme critère de ventilation des résultats.
- **La présence sur un territoire d'enjeux spécifiques de gestion (zonages environnementaux)**. Ces enjeux spécifiques incluent par exemple la protection de la biodiversité, la protection des sols et des eaux, la conservation des paysages, l'accueil du public, etc. L'atteinte de ces enjeux peut dans

certains cas interdire la récolte ou augmenter le coût d'exploitation. Les zonages environnementaux ont également été utilisés comme critère de ventilation des résultats.

Chacun de ces facteurs est détaillé dans les chapitres suivants. Leur prise en compte a été rendue possible par la mise à disposition par les professionnels concernés de cartes thématiques à jour. La mise en correspondance de ces cartes thématiques avec les données de l'IFN a permis de décrire la surface, le volume de bois sur pied, la production biologique et les prélèvements suivant les attributs des cartes. Cela a contribué à enrichir significativement le diagnostic sur l'exploitabilité actuelle de la ressource et à différencier les possibilités de dynamisation de la récolte à l'horizon 2036.

L'étude se focalisant sur l'offre physique de bois des forêts, les facteurs liés à l'économie globale, au marché du bois et à l'organisation de la filière forêt-bois française ne sont pas pris en compte.

V -2 Etat et conditions de mobilisation de la ressource forestière en Normandie

V-2.1 Etat de la ressource par type de propriété forestière

Afin de prendre en considération l'influence du type de propriété forestière sur la gestion et la mobilisation des bois, quatre catégories principales de propriété ont été retenues (**Tableau 5**).

Tableau 5 : Catégories de propriété forestière retenues dans l'étude.

<p>Forêt domaniale : forêts de l'État relevant du régime forestier (source ONF et IGN).</p> <p>Autres forêts publiques* : forêts des collectivités territoriales et autres établissements publics relevant du régime forestier (source ONF et IGN).</p> <p>Forêts privées avec PSG : forêts privées dotées d'un plan simple de gestion (source CNPF et IGN).</p> <p>Forêts privées sans PSG et autres : forêts privées sans plan simple de gestion (source IGN, par différence avec les 3 premières) et autres forêts publiques non gérées par l'ONF.</p>

*Les autres forêts publiques représentant une part très faible de la ressource forestière en Normandie, elles ont été intégrées à la catégorie 'Forêts privées avec PSG' pour le calcul des disponibilités et ont seulement été utilisées comme critère de ventilation des résultats.

La répartition de la ressource en fonction de ces catégories révèle une majorité de forêt privée en Normandie (Figure 10). Les forêts domaniales composent la quasi-totalité de la forêt publique et représente près de 20 % de la ressource forestière en surface et en stock. Au total, les forêts privées représentent près de 80 % de la ressource forestière (en surface ou en volume ; **Figure 11**) ; ceci est proche des chiffres observés au niveau national (75 %). Par contre, la part de forêts privées dotées d'un PSG est particulièrement élevée en Normandie par rapport au niveau national. En Normandie, la surface de forêts privées se compose pour moitié de forêts privées avec PSG et pour moitié de forêts privées sans PSG ; au niveau national, la part de forêts privées avec PSG n'atteint qu'un peu plus de 20 % de la surface de forêts privées.

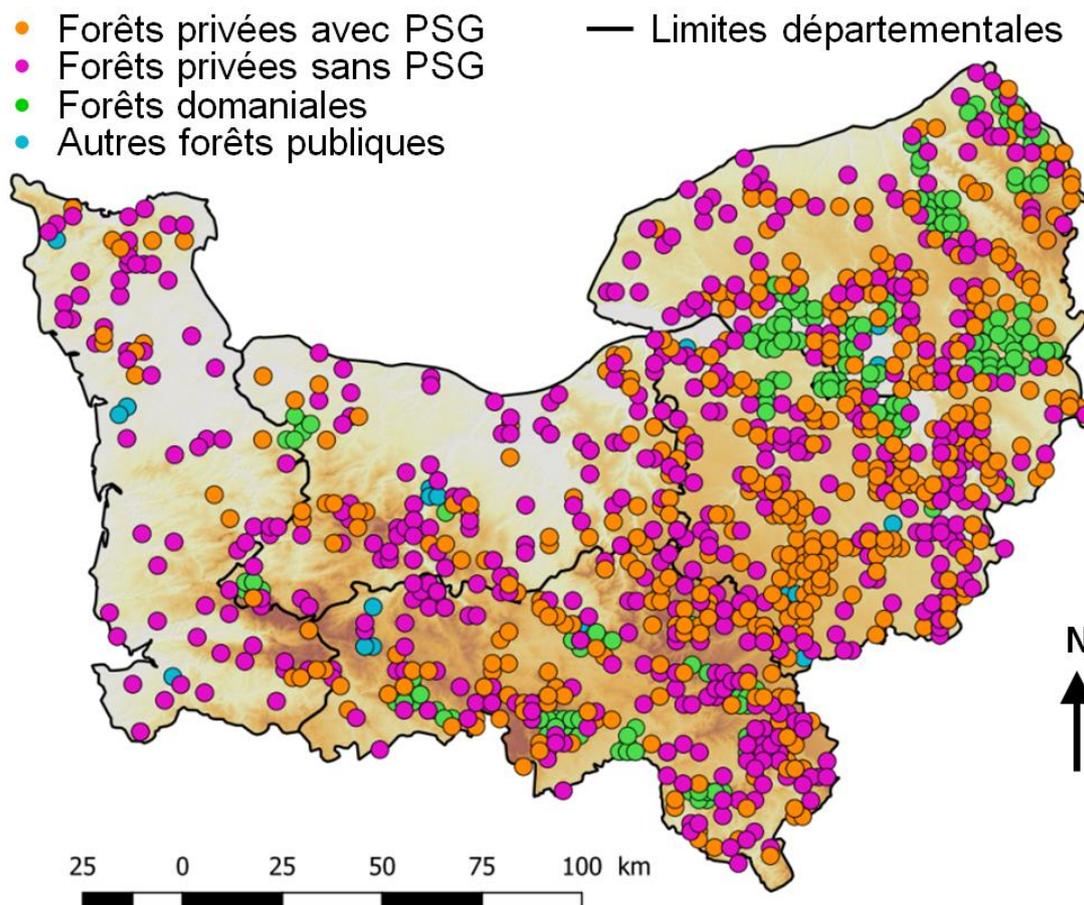


Figure 10 : Carte des types de propriétés associés aux placettes d'inventaire incluses dans l'étude.

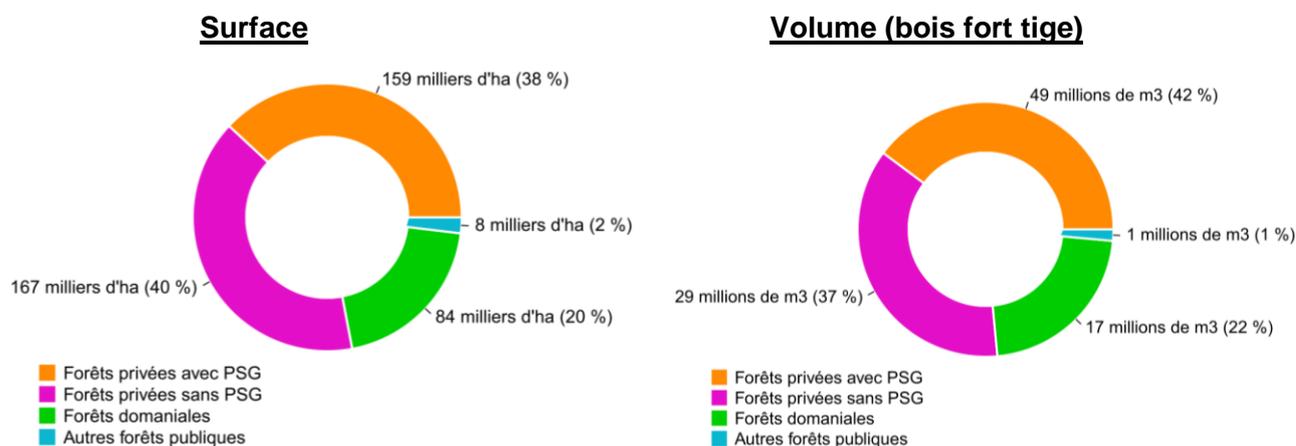


Figure 11 : Types de propriétés associés aux placettes d'inventaire incluses dans l'étude.

(Source IGN, campagnes IFN 2010 – 2016).

V-2.2 Etat de la ressource par catégorie d'exploitabilité physique

Dans cette étude, nous avons repris la donnée d'exploitabilité physique des peuplements forestiers spécialement conçue avec les professionnels régionaux en 2016 pour le kit PRFB⁸ de la région Normandie. Cette donnée caractérise la difficulté de l'exploitation selon cinq modalités (très facile, facile, moyenne, difficile, très difficile) définies à partir du croisement de cinq critères directement évalués sur le terrain par les équipes de l'inventaire forestier de l'IGN : 1) **La présence d'un itinéraire de débardage**, 2) **la distance de débardage**, 3) **la plus forte pente le long du tracé supposé de débardage**, 4) **l'aspérité** et 5) **la portance du terrain** (Tableau 6).

Tableau 6 : Matrice de définition de la donnée d'exploitabilité physique des peuplements forestiers par croisement des 5 critères collectés directement sur les placettes d'inventaire par les agents de l'IGN.

Critère 1 : Itinéraire de débardage	Critères 4 et 5 : Aspérité et portance du terrain	Praticable (non accidenté et portant au moins une partie de l'année)			Impraticable (accidenté ou non portant)		
	Critère 3 : Pente	0-15 %	15-30 %	> 30%	0-15 %	15-30 %	> 30 %
Non nécessaire ou existant	< 200 m						
	200-500 m						
	> 500 m						
Piste à créer	< 500 m						
	> 500 m						
Inaccessible	quelconque						

Très facile
 Facile
 Moyenne
 Difficile
 Très difficile

La répartition des placettes IFN selon cette donnée révèle des conditions d'exploitabilité majoritairement favorables en Normandie (Figure 12). Ainsi, sur les 418 milliers d'ha de forêt de production inclus dans l'étude, plus des 3/4 sont caractérisés par une exploitabilité très facile ou facile, tandis que le reste est marqué par une exploitabilité moyenne (17 %) ou difficile (8 % ; Figure 13). Les chiffres sont similaires si on considère le stock sur pied, avec, sur les 117 millions de m³ totaux, 49 millions de m³ (42 %) en exploitabilité très facile et 27 millions de m³ (34 %) en exploitabilité facile.

⁸ Afin d'accompagner les acteurs régionaux dans l'élaboration de leur PRFB, le ministère chargé des forêts a chargé l'IGN de produire pour chaque région un kit de statistiques sur la ressource forestière à partir des données de l'IFN.

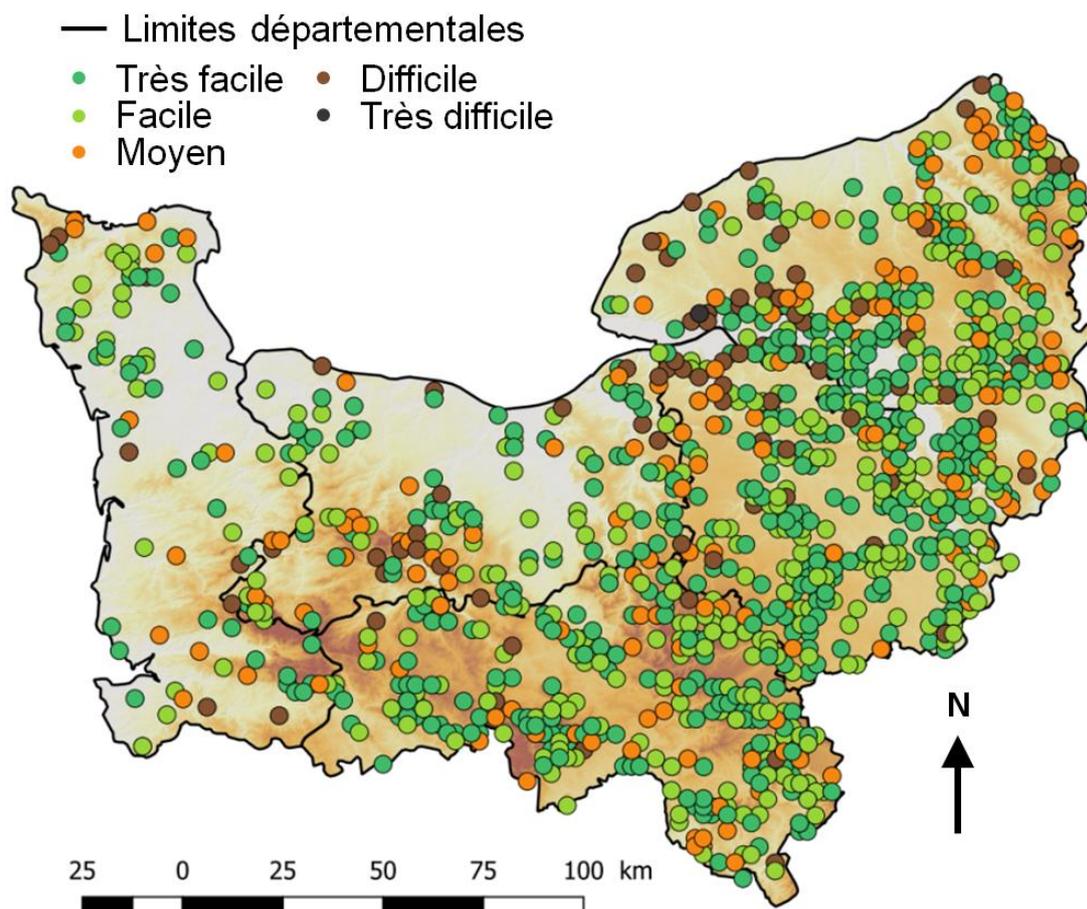


Figure 12 : Carte des conditions d'exploitabilité physique associées aux placettes d'inventaire incluses dans l'étude.

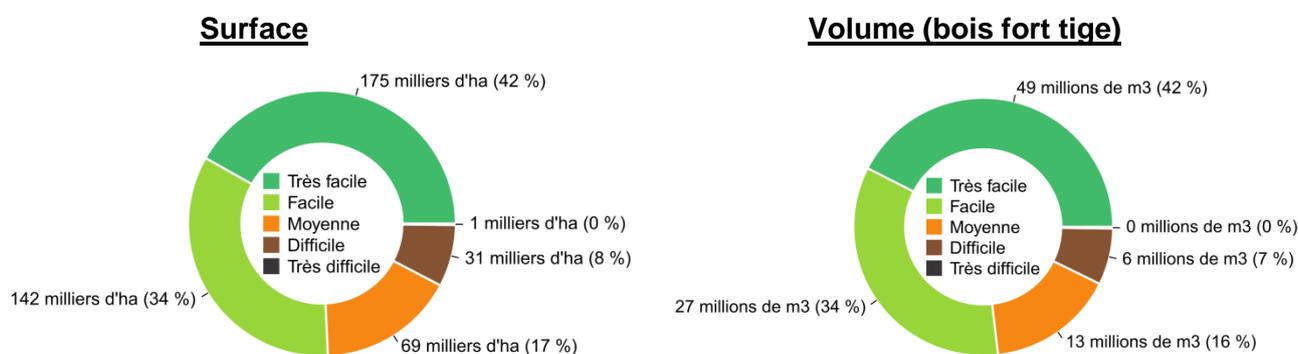


Figure 13 : Répartition de la ressource par catégorie d'exploitabilité physique pour les forêts disponibles pour la production de bois en Normandie.

(Source IGN, campagnes IFN 2010 – 2016).

V-2.3 Etat de la ressource par type d'enjeu de gestion spécifiques (zonages écologiques)

Afin de tenir compte des réglementations diverses (de nature environnementale, paysagère, sociale, etc.) qui peuvent avoir un impact négatif sur la mobilisation des bois, nous avons créé spécifiquement pour cette étude une typologie des zonages environnementaux. Cette typologie propose un classement hiérarchique des différents types de zonages réglementaires, contractuels ou d'inventaire ayant potentiellement un impact sur

la gestion forestière et la mobilisation des bois. Le classement s'effectue selon cinq types d'enjeux, suivant leur impact décroissant sur la mobilisation des bois (

Tableau 7).

Tableau 7 : Classement hiérarchique des zonages réglementaires selon les enjeux de gestion spécifiques utilisés dans l'étude.

<p>Enjeu n°1 : Protection de la biodiversité remarquable. Zonage avec contraintes fortes avec un objectif de récolte de bois secondaire voire inexistant :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Arrêtés préfectoraux de protection de biotope (APPB) (source INPN). • Réserves naturelles nationales et régionales (RN) (source INPN). <p>Enjeu n°2 : Sites et bâtiments d'exception, hors zones enjeu n°1. Périmètres entraînant une sylviculture qui évite les coupes rases de grande surface et recherche le maintien des peuplements en place. Sont concernées :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sites classés (source DREAL : portail Carmen) ; • Périmètres de monuments historiques (source DREAL : portail Carmen). <p>Enjeu n°3 : Conservation des habitats forestiers, hors zones à enjeux n°1 ou 2. Périmètres entraînant une sylviculture qui conserve le cortège des essences en place ou les restaure :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Zones spéciales de conservation (ZSC) d'après la directive Habitats Faune Flore du réseau Natura 2000 (source INPN). <p>Enjeu n°4 : Protection des oiseaux et de leur habitat, hors zones concernées par les enjeux 1 à 3. Périmètres impliquant que les interventions en coupes, travaux, chasse sont à organiser dans le calendrier annuel pour la protection des oiseaux.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Zones de protection spéciale (ZPS) d'après la directive Oiseaux du réseau Natura 2000 (source INPN). <p>Enjeu n°5 : Hors zonage écologique. Zones non concernées par des zonages environnementaux pouvant avoir un impact négatif sur la mobilisation des bois</p> <ul style="list-style-type: none"> • Forêts non incluses dans les catégories précédentes.
--

Etant donné qu'une même forêt peut-être concernée par plusieurs zonages et enjeux à la fois, il a été nécessaire de hiérarchiser les enjeux en fonction de l'importance de leurs impacts. Par exemple, pour une forêt à la fois en réserve naturelle (enjeu n°1) et en ZSC (enjeu n°3), l'enjeu n°1 sera retenu.

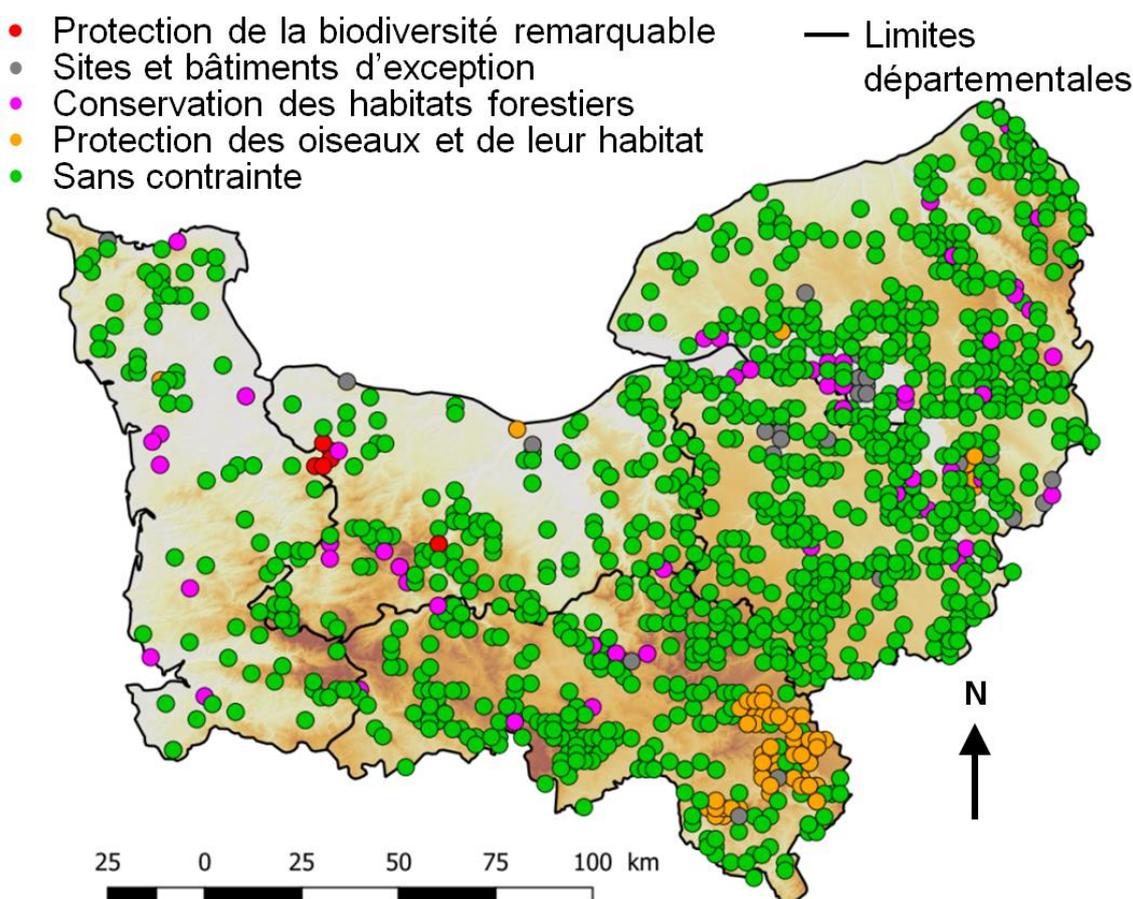


Figure 14 : Carte des enjeux de gestion spécifiques associés aux placettes d'inventaire incluses dans l'étude.

La répartition de la ressource selon ces cinq types d'enjeux montre la que les zonages pouvant avoir un impact sur la mobilisation des bois concernent une part marginale de la ressource forestière en Normandie (Figure 14). Ainsi pour la forêt de production, 85 % de la ressource forestière sont en enjeu 5 (Figure 15), c'est-à-dire qu'ils ne sont pas concernés par des zonages susceptibles de contraindre la mobilisation des bois; ceci est très proche du niveau national, pour lequel 87 % de la superficie et 88 % du volume de bois sont en enjeu 5 (Colin & Thivolle-Cazat, 2016). Les zonages environnementaux les plus importants en Normandie sont ceux de type Natura 2000 (ZSC et ZPS) ; ces derniers concernent un peu plus de 10 % de la ressource forestière.

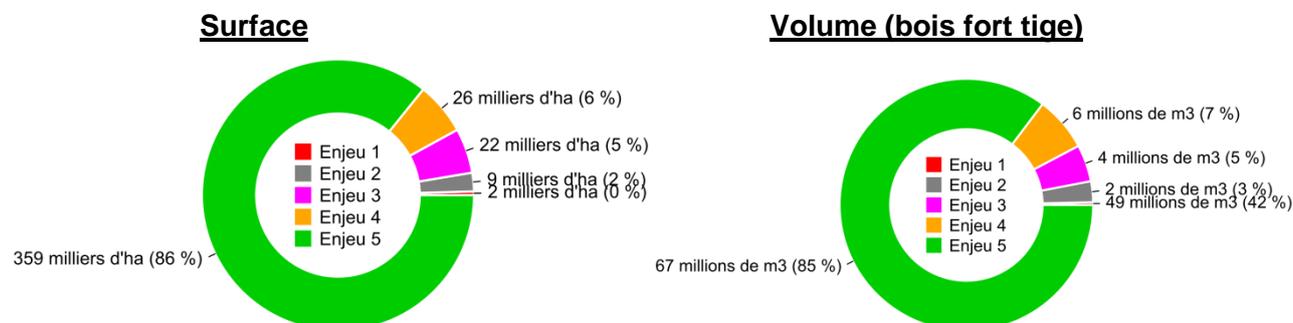


Figure 15 : Répartition de la ressource en fonction des enjeux de gestion spécifiques pour les forêts disponibles pour la production de bois en Normandie.

(Source IGN, campagnes IFN 2010 – 2016).

V -3 Évolutions récentes de la forêt en Normandie

L'analyse des données historiques de l'inventaire forestier national permet de suivre les évolutions récentes (40 dernières années) de la forêt en Normandie. Les données montrent ainsi que la ressource forestière a été en forte expansion sur cette période : la surface de forêt disponible pour la production a augmenté de 20 %, tandis que le stock de bois sur pied (bois fort total) correspondant a augmenté de 58 % (**Figure 16**).

Toutefois, l'analyse des évolutions par type de propriété forestière montre que cette expansion de la ressource forestière correspond exclusivement à une expansion des forêts privées (**Figure 17**). Ainsi, la surface des forêts privées a progressé de 24 % lors des 40 dernières années, pendant que celle des forêts publiques est restée globalement stable. De la même façon, le volume sur pied a presque doublé en forêts privées, alors qu'en forêts publiques il a baissé de 10 %.

L'expansion du stock de bois sur pied a été plus conséquente pour les résineux (+64 % depuis 1988) que pour les feuillus (+38 % ; **Figure 18**). Chez les résineux, la progression la plus marquée est observée pour le douglas (+356 %). Sapin-Epicéa (+22 %) et autres résineux (+93 %) ont également vu leur stock augmenter. Par contraste, le stock sur pied du mélèze (-34 %) et des pins (-8 %) a plutôt eut tendance à régresser (-11 %). Chez les feuillus, la hausse la plus spectaculaire est visible pour le châtaignier (+142 %), suivi par le frêne (+107 %), les autres feuillus (+76 %), les feuillus précieux (+52 %) et les chênes (+38 %). Le stock sur pied de hêtre est quant à lui resté plutôt stable sur la période (+6 %).

Evolution récente de la ressource en Normandie – Totaux régionaux

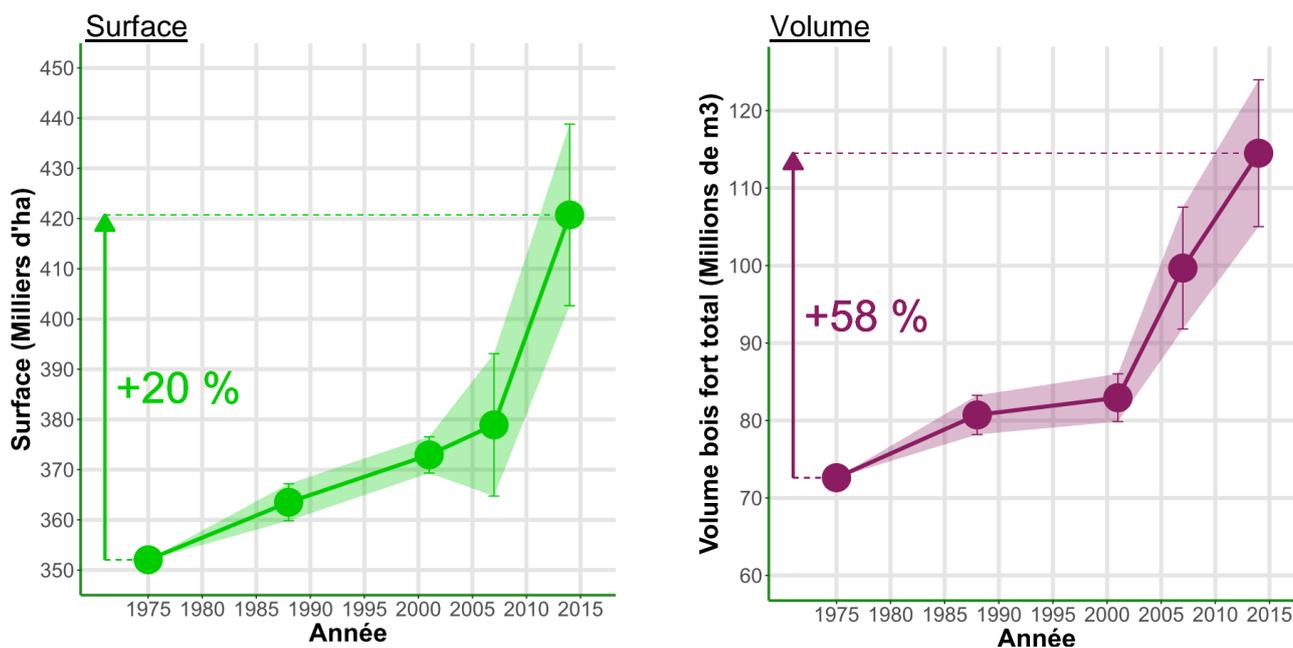


Figure 16 : Evolutions récentes de la surface de forêt de production et du volume sur pied de bois fort total (bois de diamètre > 7 cm dans la tige et dans les branches) en Normandie.

Les tendances ont été établies en analysant les données historiques de l'IFN. Les trois premiers points sur le graphique ont été calculés à partir des inventaires départementaux de l'IFN réalisés en Normandie entre 1974 et 1976 (premier point ; année médiane 1975), entre 1987 et 1989 (deuxième point ; année médiane 1988) et entre 2000 et 2002 (troisième point ; année médiane 2001). Les deux autres points ont été obtenus en compilant à chaque fois 5 campagnes annuelles d'inventaire, à savoir les années 2005-2009 (troisième point sur le graphique ; année médiane 2007) et 2012-2016 (quatrième point ; année médiane 2014).

Evolution récente de la ressource en Normandie – Par type de propriété

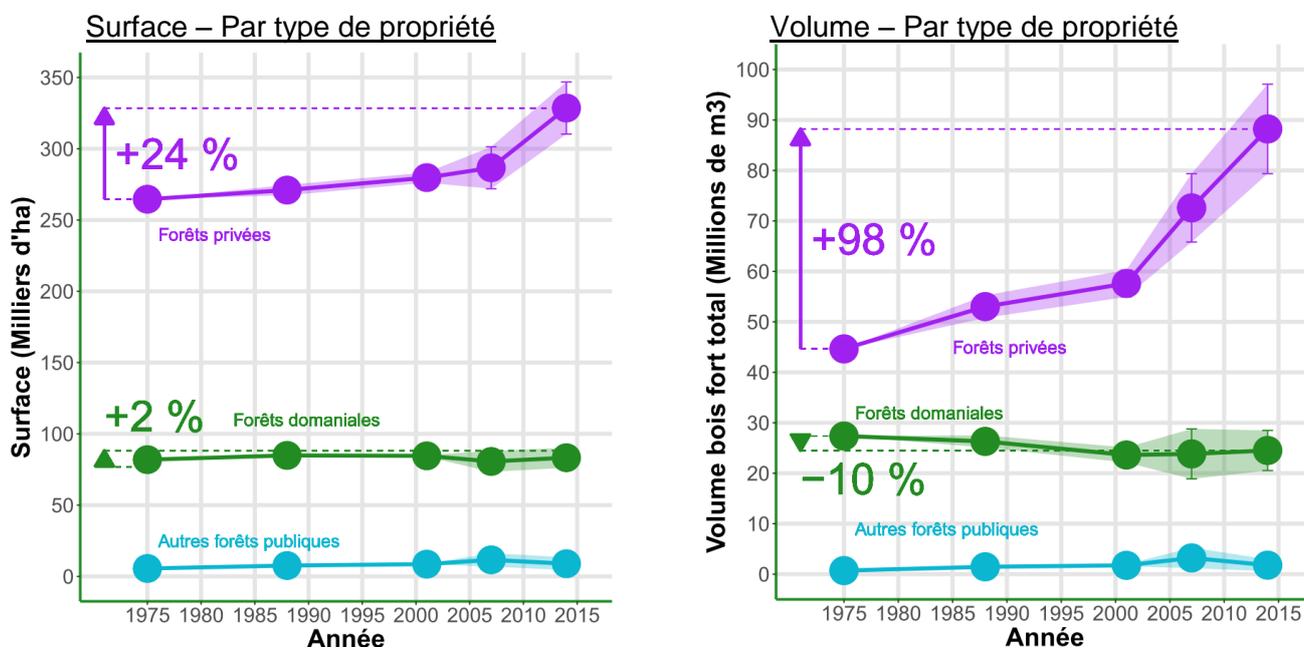


Figure 17 : Evolutions récentes de la surface de forêt de production et du volume sur pied de bois fort total (bois de diamètre > 7 cm dans la tige et dans les branches) en Normandie par grand type de propriété forestière.

Evolution récente de la ressource en Normandie – Par essence

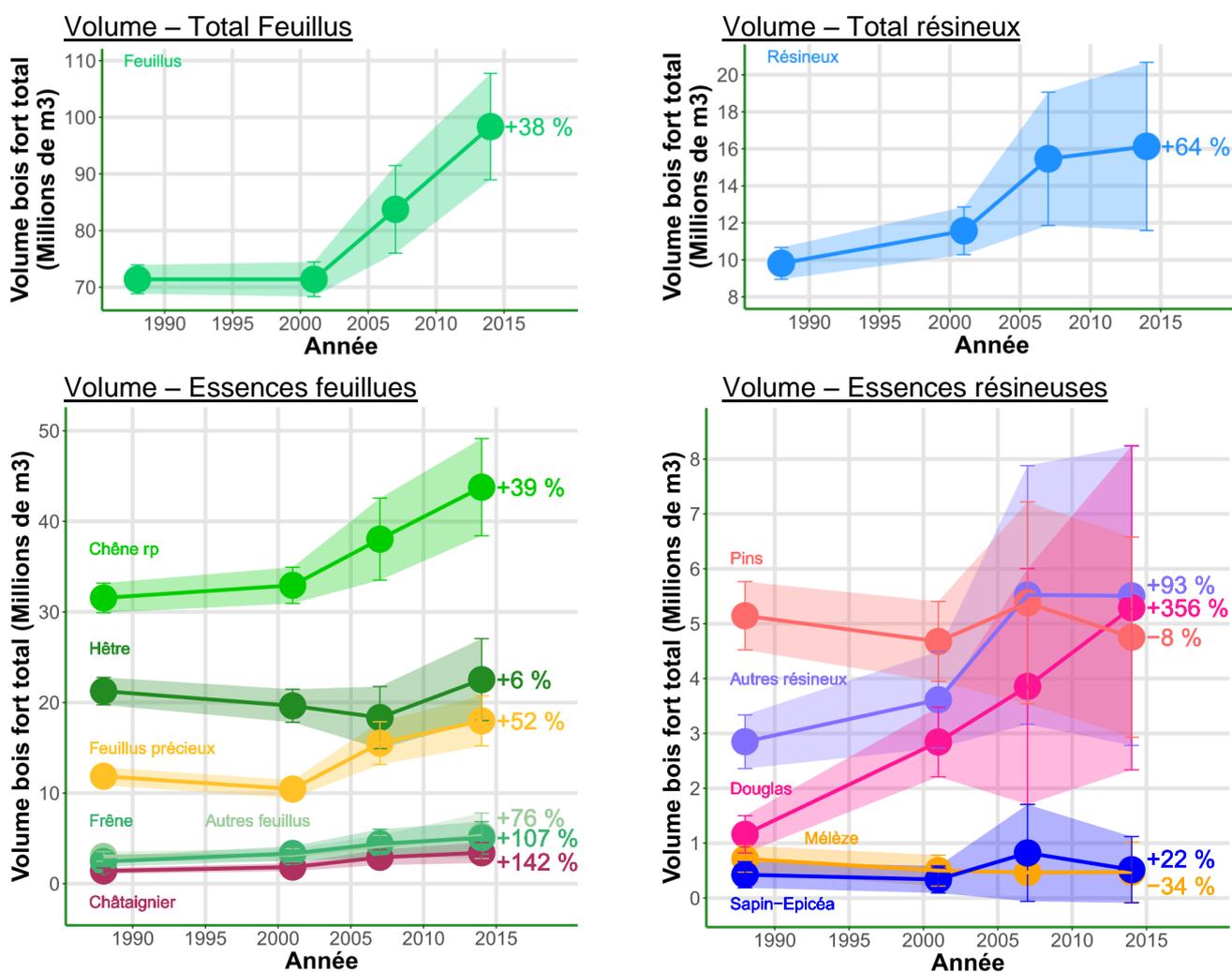


Figure 18 : Evolutions récentes du volume sur pied de bois fort tige (bois de diamètre > 7 cm dans la tige) en Normandie par grand type d'essence et pour les essences emblématiques de la région.

VI- Résultats des simulations jusqu'en 2036

VI -1 Disponibilité annuelle totale

I-1.1 Disponibilité initiale 2016 en volume bois fort tige et volume bois fort total

La **disponibilité brute** pour la période initiale (2016), issue des simulations sur les bases définies par les acteurs, est de 1 466 100 m³ **en volume bois fort tige** en Normandie (**Figure 19**). Avec un volume complémentaire de 544 100 m³ pour les grosses branches (diamètre > 7cm), elle atteint 2 010 200 m³ **en volume bois fort total**. Au total, la disponibilité brute annuelle pour la période initiale représente moins de 2 % du stock sur pied (113 Mm³).

Les volumes de bois restant sur le parterre de coupe (rémanents d'exploitation) se décomposent en deux catégories :

- **Les menus bois**, c'est-à-dire les petites branches de diamètre inférieur à 7cm. La disponibilité en menus bois est estimée à 170 200 m³. Ajouté à la disponibilité en bois fort total, cela donne une disponibilité de 2 180 400 m³ **en volume aérien total**.
- **Les pertes d'exploitation**, c'est-à-dire les souches, encoches d'abattage, traits de scie, purges, grosses branches rémanentes... Ces dernières ont été calculées comme égales à 8 % des disponibilités brutes annuelles pour le BO et 15 % pour le BIBE. Leur volume est estimé à 267 100 m³. Il est à déduire de la disponibilité brute pour calculer la disponibilité technique.

On obtient ainsi une **disponibilité technique** en bois fort total de **1 743 100 m³** pour 2016.

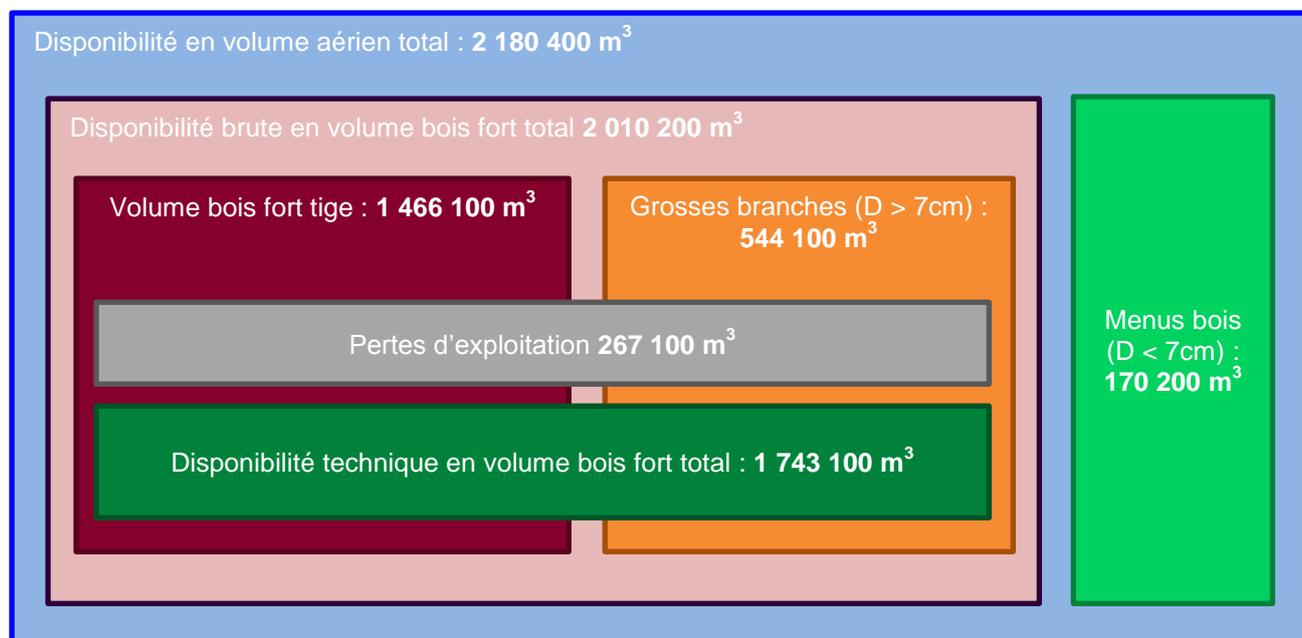


Figure 19 : Diagramme récapitulatif des disponibilités par compartiment à l'état initial 2016.

Dans la suite de l'étude, les menus bois seront systématiquement exclus des résultats, car l'hypothèse a été faite qu'ils ne seront pas valorisés. Les résultats publiés seront des disponibilités techniques et correspondront à des volumes de tiges et de grosses branches jusqu'à la découpe bois fort de 7 cm.

VI-1.1 Disponibilité initiale 2016 selon l'usage potentiel des bois

La part de BO et de BIBE dans les disponibilités diffère largement selon le système de classement utilisé. Par exemple, pour les feuillus, la part de BO dans les disponibilités brutes initiales est de 42 % avec le système de classement IFN, contre 16 % avec le système de classement ONF (Figure 20). Pour les résineux, le classement IFN génère 66 % de BO dans les disponibilités brutes initiales, alors que le classement ONF donne 49 % de BO. Le système de classement ONF génère donc une part de BO dans les disponibilités largement inférieure par rapport au système de classement IFN, en particulier pour les feuillus. Cet écart est logique, car les critères de définition du BO du classement ONF sont beaucoup plus restrictifs que ceux du classement IFN. Par exemple pour le chêne et le hêtre, le classement IFN considère un diamètre à 1,30 m d'apparition du BO de 22,5 cm minimum. Par contraste, le diamètre à 1,30 m d'apparition du BO est de 45 cm dans le système de classement ONF.

Disponibilités brutes 2016 en bois fort en Normandie – Comparaison des 2 systèmes de classement de la qualité (IFN/ONF)

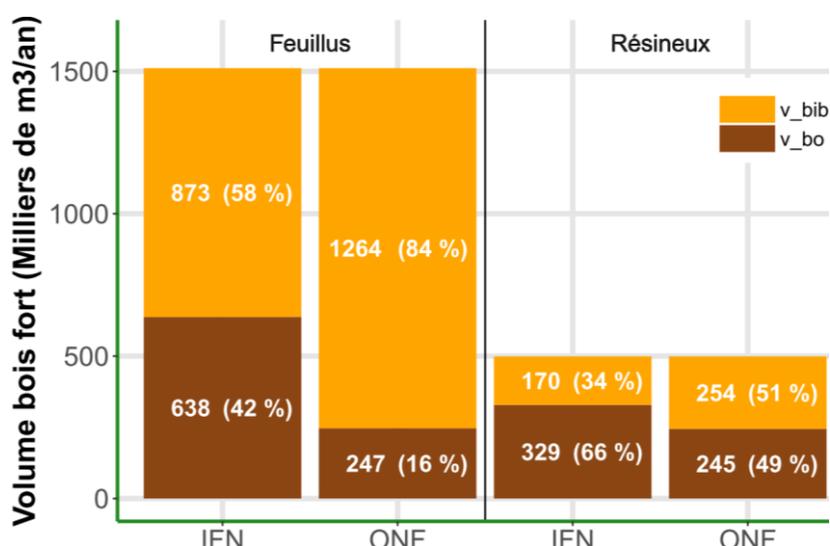


Figure 20 : Volumes de disponibilités brutes en bois fort total (bois de diamètre > 7 cm dans la tige et les branches) en Normandie par groupe d'essence pour la période 2016, avec la distinction BO/BIBE selon les 2 systèmes de classement de l'usage de bois (IFN/ONF).

Dans la suite de l'étude, par souci de synthèse et parce que ce système de classement se veut plus proche des usages réels des bois dans la région, seules les disponibilités ventilées par le système ONF seront données.

VI-1.2 Comparaison des prélèvements simulés avec les observations IFN

Depuis 2010, l'IGN réalise une évaluation directe des prélèvements de bois en forêt en ré-inventoriant les placettes mesurées 5 ans auparavant. Afin d'évaluer le réalisme des scénarios implémentés, il est donc possible de comparer les disponibilités brutes simulées par le modèle pour la période 2016 avec les volumes de prélèvement directement observés par l'IFN sur la période récente (2005-2016). Cette comparaison montre que les volumes de prélèvements observés et simulés sont plutôt proches. Ceci est particulièrement

vrai pour les feuillus, pour lesquels une différence de 7 % seulement est observée entre les observations et les simulations. Pour les résineux, l'écart est plus important et atteint 26 %, mais reste dans l'intervalle de confiance donné autour des observations (**Tableau 8**). Sur le total, on observe environ 12 % de différence entre les volumes observés et les volumes simulés. Cette proximité entre observations et simulations suggère que les scénarios des professionnels sont bien calibrés et, pour la période actuelle, représentatifs des pratiques sylvicoles en Normandie.

Tableau 8 : Comparaison entre les volumes de prélèvements annuels en bois fort total (bois de diamètre > 7 cm dans la tige et dans les branches) observés par l'IFN sur la période 2005-2006 et ceux simulés par le simulateur pour la période initiale (2016).

	Observations IFN (m ³)	Simulations (m ³)	Différence (m ³)
Feuillus	1 405 400 ± 278 700	1 511 200	105 800 (7 %)
Résineux	394 900 ± 151 100	499 000	104 100 (26 %)
Total	1 800 300 ± 303 800	2 010 200	209 900 (12 %)

Pour les observations IFN, l'intervalle de confiance autour de la valeur est donné.

VI-1.3 Evolution des disponibilités annuelles totales pour la région Normandie

Dans la suite du document, sauf mention contraire, tous les résultats sont donnés en disponibilité technique bois fort total, c'est-à-dire pertes déduites (menus bois + pertes d'exploitation), mentionnée par convention sous le terme de « la disponibilité ». Il s'agit de disponibilités annuelles. Il est rappelé que les peupleraies et les forêts non disponibles pour la production sont exclues de l'analyse.

Les résultats des simulations montrent que les scénarios envisagés entraîneraient une augmentation potentielle des disponibilités en bois en Normandie (**Figure 21 ; Tableau 9**). Ainsi dans le cas du scénario 1, la disponibilité technique en bois fort total augmente de 16 % en passant progressivement de 1 743 100 à 2 017 600 m³/an sur la période considérée (2016-2036), soit une disponibilité supplémentaire totale de 274 500 m³/an en 2036 (**Figure 21 ; Tableau 10**). Dans le cas du scénario 2, la disponibilité technique augmente de 50 % en passant de 1 743 100 à 2 609 100 m³/an sur la période, soit une disponibilité supplémentaire totale de 866 000 m³/an en 2036. Toutefois, quel que soit le scénario ou la période considéré, la disponibilité annuelle représente moins de 2 % du stock sur pied (soit une récolte potentielle de moins de 2 % du stock chaque année). Les disponibilités et les pertes pour chaque domaine d'étude sont disponibles en **Annexe 5**.

Disponibilités techniques annuelles en bois fort en Normandie – Totaux régionaux

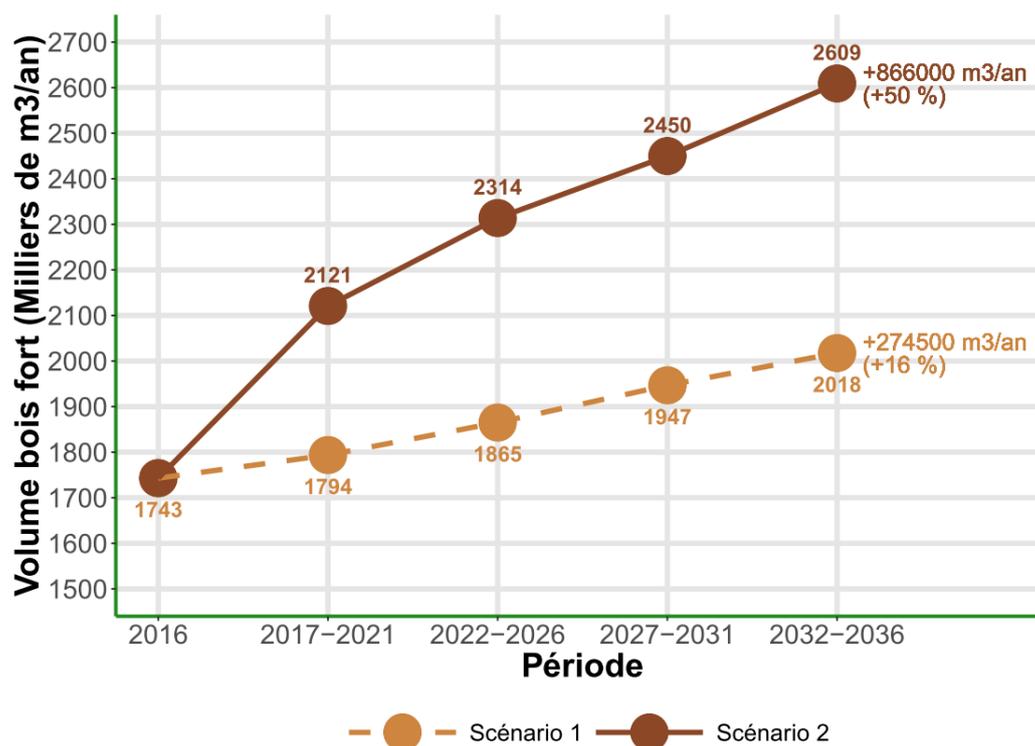


Figure 21 : Evolution des volumes de disponibilités techniques annuelles en bois fort total (bois de diamètre > 7 cm dans la tige et les branches) en Normandie à l'horizon 2036 simulés selon les 2 scénarios.

Les chiffres écrits à droite sur le graphique correspondent aux disponibilités supplémentaires annuelles calculées pour la période 2032-2036 (en soustrayant les disponibilités techniques de la période 2016).

Tableau 9 : Volumes de disponibilités techniques annuelles en bois fort (bois de diamètre > 7 cm dans la tige et dans les branches) en Normandie à l'horizon 2036 simulés selon les 2 scénarios de gestion.

Disponibilités techniques annuelles en Normandie (m³/an) – Totaux régionaux						
Période	Scénario 1 Expansion gestion actuelle			Scénario 2 Dynamisation + expansion gestion actuelle		
	Total BF	Dont BO	Dont BIBE	Total BF	Dont BO	Dont BIBE
2016	1 743 100	452 400	1 290 700	1 743 100	452 400	1 290 700
2017_2021	1 793 700	473 700	1 320 000	2 120 900	515 400	1 605 500
2022_2026	1 865 000	497 300	1 367 800	2 313 800	561 000	1 752 800
2027_2031	1 946 700	519 400	1 427 300	2 449 800	594 900	1 854 900
2032_2036	2 017 600	531 200	1 486 300	2 609 100	622 300	1 986 900

La table donne les volumes de disponibilités techniques pour le bois fort (BF) total, qui est aussi ventilé en bois d'œuvre (BO) et bois industrie-bois énergie (BIBE) selon le système de classement ONF.

Tableau 10 : Volumes de disponibilités supplémentaires annuelles en bois fort (bois de diamètre > 7 cm dans la tige et dans les branches) en Normandie à l'horizon 2036 simulés selon les 2 scénarios de gestion.

Disponibilités supplémentaires annuelles en Normandie (m ³ /an) – Totaux régionaux						
Période	Scénario 1 Expansion gestion actuelle			Scénario 2 Dynamisation + expansion gestion actuelle		
	Total BF	Dont BO	Dont BIBE	Total BF	Dont BO	Dont BIBE
2016	0	0	0	0	0	0
2017_2021	50 700	21 400	29 300	377 800	63 000	314 800
2022_2026	122 000	44 900	77 100	570 700	108 700	462 100
2027_2031	203 700	67 000	136 700	706 700	142 500	564 200
2032_2036	274 500	78 900	195 600	866 000	169 900	696 200

La table donne les volumes de disponibilités supplémentaires pour le bois fort (BF) total, qui est aussi ventilé en bois d'œuvre (BO) et bois industrie-bois énergie (BIBE) selon le système de classement ONF. Les disponibilités supplémentaires ont été calculées à partir des disponibilités techniques, en soustrayant à la disponibilité technique simulée pour chaque période la disponibilité technique de la période initiale (2016).

VI -2 Disponibilités annuelles par type de propriété forestière

L'analyse des résultats par type de propriété révèle des situations très contrastées entre la forêt privée et la forêt domaniale (Figure 22). La contribution des forêts domaniales à la disponibilité régionale est proportionnellement plus élevée par unité de volume : elles abritent 20 % du stock sur pied (23 Mm³ de volume bois fort total, contre 88 Mm³ en forêts privées) mais elles fournissent 42 % de la disponibilité en bois pour 2016. Pour la forêt domaniale, la disponibilité initiale représente environ 4 % du stock sur pied, alors que pour la forêt privée la disponibilité initiale représente moins de 2 % du stock sur pied (1,7 % pour la forêt privée en PSG, 0,9 % pour la forêt privée sans PSG)

Pour la disponibilité supplémentaire c'est cependant uniquement dans les forêts privées que les marges de récolte sont présentes, et ce quel que soit le scénario envisagé. Ainsi, dans les deux scénarios testés, l'intégralité des disponibilités supplémentaires se trouve dans les forêts privées (Figure 23 ; Tableau 11 ; Tableau 12). Si les disponibilités techniques restent, sur l'ensemble de la période, majoritaires en forêt privée avec PSG, l'accroissement des disponibilités simulé avec le scénario le plus dynamique (scénario 2) est supérieur dans les forêts privées sans PSG (+536 700 m³/an) que dans les forêts privées avec PSG (+332 800 m³/an). Ainsi, plus de 60 % des disponibilités supplémentaires se trouvent dans les forêts privées sans PSG (Figure 23). En forêt domaniale, les disponibilités en bois restent au contraire stables voire tendent à diminuer à l'horizon 2036 (-3 % avec le scénario 1 ; -2 % avec le scénario 2).

Le point de départ à 731 000 m³ donné pour les disponibilités en forêt domaniale est jugé beaucoup trop élevé par l'ONF, qui revendique plutôt un volume de récolte autour de 450 000 m³. Cette divergence de chiffre IGN/ONF n'est pas propre à la Normandie. Ses causes ne sont pas encore bien identifiées, mais sont potentiellement multiples (échantillonnage, définition du volume, méthode de calcul du volume des arbres...). Elles doivent faire l'objet d'investigations plus poussées en partenariat entre l'IGN et l'ONF.

Disponibilités techniques annuelles en bois fort en Normandie – Par type de propriété

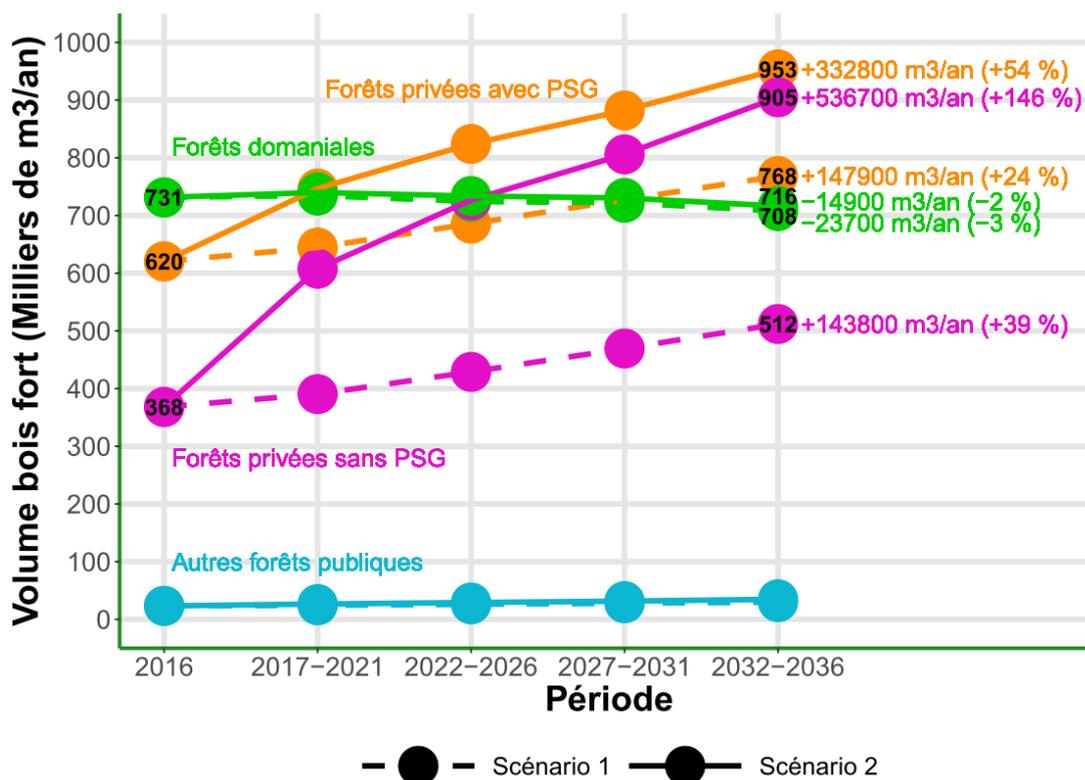


Figure 22 : Evolution des volumes de disponibilités techniques annuelles en bois fort total (bois de diamètre > 7 cm dans la tige et les branches) en Normandie à l'horizon 2036 simulés selon les 2 scénarios, avec une ventilation par type de propriété forestière.

Les chiffres écrits à droite sur le graphique correspondent aux disponibilités supplémentaires annuelles calculées pour la période 2032-2036 (en soustrayant les disponibilités techniques de la période 2016).

Disponibilités supplémentaires annuelles en bois fort en Normandie – Par type de propriété

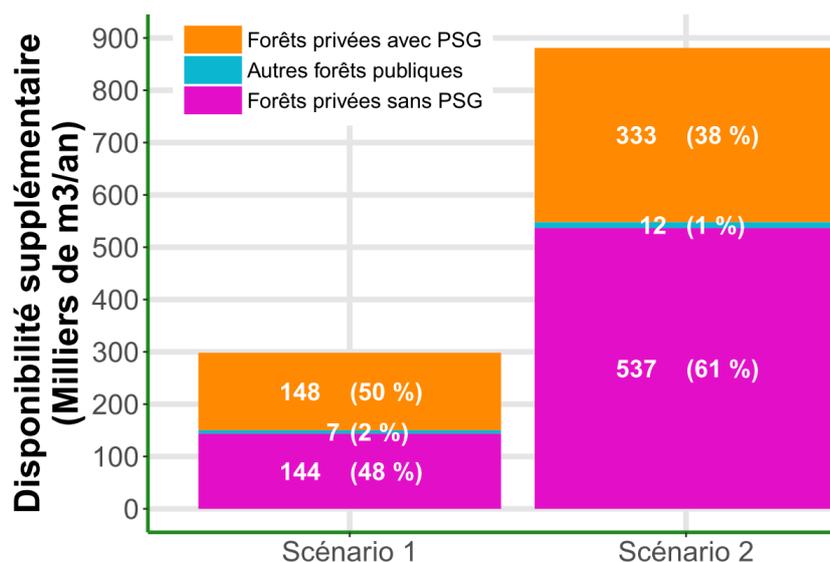


Figure 23 : Répartition de la disponibilité supplémentaire en bois fort total à l'horizon 2036 par catégorie de propriété selon les 2 scénarios.

Tableau 11 : Volumes de disponibilités techniques annuelles en bois fort (bois de diamètre > 7 cm dans la tige et dans les branches) en Normandie à l'horizon 2036 simulés selon les 2 scénarios de gestion, avec une ventilation par type de propriété forestière.

Disponibilités techniques annuelles en Normandie (m ³ /an) – Par type de propriété							
Type de propriété	Période	Scénario 1			Scénario 2		
		Expansion gestion actuelle			Dynamisation + expansion gestion actuelle		
		Total BF	Dont BO	Dont BIBE	Total BF	Dont BO	Dont BIBE
Forêt privée avec PSG	2016	620 300	181 400	438 900	620 300	181 400	438 900
	2017_2021	644 500	193 600	450 900	746 700	212 600	534 100
	2022_2026	685 800	213 200	472 600	824 000	241 100	582 900
	2027_2031	727 400	231 100	496 200	881 900	262 800	619 100
	2032_2036	768 200	247 500	520 700	953 100	283 400	669 700
Forêt privée sans PSG	2016	368 100	58 700	309 400	368 100	58 700	309 400
	2017_2021	390 400	64 300	326 100	607 600	86 900	520 800
	2022_2026	428 900	74 100	354 800	726 800	109 600	617 200
	2027_2031	469 400	84 600	384 800	805 900	128 000	678 000
	2032_2036	511 900	95 900	416 000	904 700	149 800	754 900
Forêt domaniale	2016	731 300	209 600	521 700	731 300	209 600	521 700
	2017_2021	734 500	212 800	521 700	739 900	212 800	527 100
	2022_2026	724 300	206 500	517 800	733 700	206 600	527 200
	2027_2031	722 000	199 600	522 400	730 400	199 800	530 500
	2032_2036	707 600	183 200	524 400	716 400	183 800	532 500
Autres forêts publiques	2016	23 300	2 700	20 600	23 300	2 700	20 600
	2017_2021	24 300	3 000	21 400	26 600	3 100	23 500
	2022_2026	26 100	3 500	22 600	29 200	3 700	25 500
	2027_2031	28 000	4 000	23 900	31 600	4 400	27 300
	2032_2036	29 900	4 600	25 200	34 800	5 200	29 700

La table donne les volumes de disponibilités techniques pour le bois fort (BF) total, qui est aussi ventilé en bois d'œuvre (BO) et bois industrie-bois énergie (BIBE) selon le système de classement ONF.

Tableau 12 : Volumes de disponibilités supplémentaires annuelles en bois fort (bois de diamètre > 7 cm dans la tige et dans les branches) en Normandie à l'horizon 2036 simulés selon les 2 scénarios de gestion, avec une ventilation par type de propriété forestière.

Disponibilités supplémentaires annuelles en Normandie (m ³ /an) – Par type de propriété							
Type de propriété	Période	Expansion gestion actuelle			Dynamisation + expansion gestion actuelle		
		Total BF	Dont BO	Dont BIBE	Total BF	Dont BO	Dont BIBE
Forêt privée avec PSG	2016	0	0	0	0	0	0
	2017_2021	24 200	12 200	11 900	126 400	31 200	95 200
	2022_2026	65 400	31 800	33 700	203 700	59 700	144 000
	2027_2031	107 000	49 700	57 300	261 500	81 300	180 200
	2032_2036	147 900	66 100	81 800	332 800	102 000	230 800
Forêt privée sans PSG	2016	0	0	0	0	0	0
	2017_2021	22 300	5 600	16 700	239 600	28 200	211 400
	2022_2026	60 800	15 400	45 400	358 700	50 900	307 800
	2027_2031	101 300	25 900	75 400	437 800	69 300	368 600
	2032_2036	143 800	37 200	106 600	536 700	91 100	445 600
Forêt domaniale	2016	0	0	0	0	0	0
	2017_2021	3 200	3 300	-100	8 600	3 200	5 300
	2022_2026	-7 000	-3 100	-4 000	2 400	-3 000	5 400
	2027_2031	-9 300	-10 000	700	-1 000	-9 800	8 800
	2032_2036	-23 700	-26 300	2 600	-14 900	-25 700	10 800
Autres forêts publiques	2016	0	0	0	0	0	0
	2017_2021	1 000	300	700	3 300	400	2 900
	2022_2026	2 800	800	2 000	5 900	1 000	4 900
	2027_2031	4 600	1 400	3 300	8 300	1 700	6 600
	2032_2036	6 500	1 900	4 600	11 500	2 500	9 000

La table donne les volumes de disponibilités supplémentaires pour le bois fort (BF) total, qui est aussi ventilé en bois d'œuvre (BO) et bois industrie-bois énergie (BIBE) selon le système de classement ONF. Les disponibilités supplémentaires ont été calculées à partir des disponibilités techniques, en soustrayant à la disponibilité technique simulée pour chaque période la disponibilité technique de la période initiale (2016).

VI-1 Disponibilités annuelles par grand type d'essence et type d'usage des bois

La hausse des disponibilités simulée avec les 2 scénarios testés concerne aussi bien le bois d'œuvre (BO) que le bois industrie-bois énergie (BIBE ; **Figure 24 ; Tableau 9 ; Tableau 10**). De façon générale, les disponibilités sont composées d'environ ¼ de BO et ¾ de BIBE. C'est notamment le BIBE feuillus qui constitue de 2/3 (scénario 1) à 3/4 (scénario 2) des disponibilités supplémentaires à l'horizon 2036 (**Figure 25**).

Les disponibilités en BO sont elles-mêmes composées pour moitié de BO résineux et pour moitié de BO feuillus. Toutefois, en proportion, la part de BO dans les disponibilités est beaucoup plus importante pour les résineux (50-55 %) que pour les feuillus (15-20% ; **Figure 24**).

Pour les feuillus, la disponibilité technique en BO s'accroît de 8 % (scénario 1) à 38 % (scénario 2). Par contraste pour le BIBE feuillus, les hausses sont de 38 % à 62 %. Ceci signifie que pour les feuillus, la hausse envisagée des disponibilités concerne davantage le BIBE que le BO (**Figure 24 ; Tableau 13 ; Tableau 14**).

A contrario pour les résineux, la disponibilité technique en BO grimpe de 26 % à 37 % sur la période, alors celle en BIBE ne progresse que de 9 % à 17 %.

Disponibilités techniques annuelles en bois fort en Normandie – Par grand type d'essence et par type d'usage

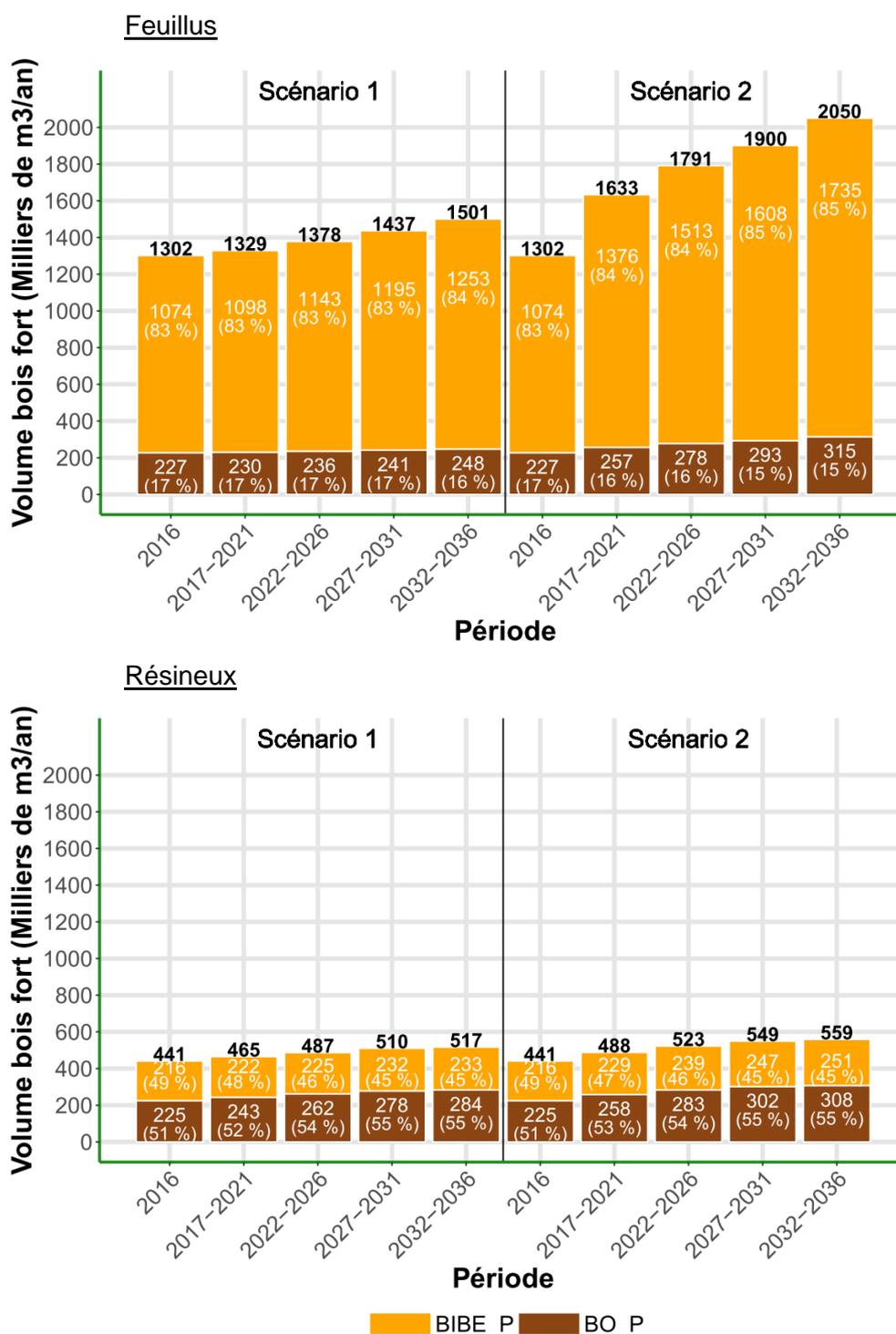


Figure 24 : Evolution des volumes de disponibilités techniques annuelles en bois fort total (bois de diamètre > 7 cm dans la tige et les branches) en Normandie à l'horizon 2036 simulés selon les 2 scénarios de gestion, avec la distinction feuillus/résineux et une ventilation selon l'usage des bois.

Les volumes de disponibilités en bois fort ont été répartis en bois d'œuvre ou en bois industrie-bois énergie selon les informations renseignées par les professionnels locaux (ONF) sur l'usage des bois.

Disponibilités supplémentaires annuelles en bois fort en Normandie – Par grand type d'essence et par type d'usage

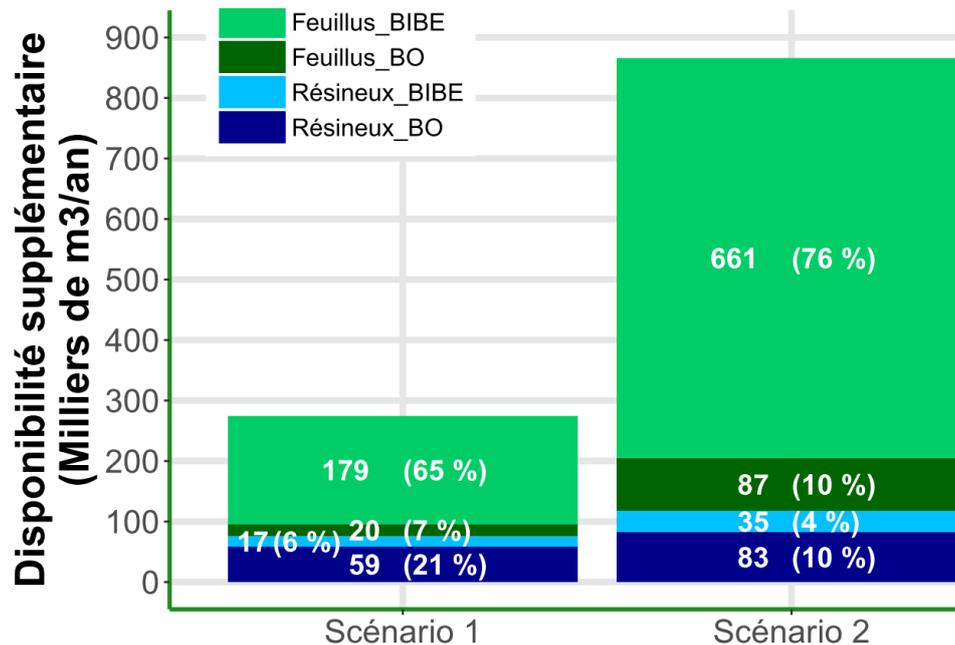


Figure 25 : Répartition de la disponibilité supplémentaire en bois fort total à l'horizon 2036 par groupe d'essence et usage des bois selon les 2 scénarios.

Tableau 13 : Volumes de disponibilités techniques annuelles en bois fort (bois de diamètre > 7 cm dans la tige et dans les branches) en Normandie à l'horizon 2036 simulés selon les 2 scénarios de gestion, avec une ventilation par type d'essence.

Disponibilités techniques annuelles en Normandie (m³/an) – Par type d'essence							
Type d'essence	Période	Scénario 1			Scénario 2		
		Expansion gestion actuelle			Dynamisation + expansion gestion actuelle		
		Total BF	Dont BO	Dont BIBE	Total BF	Dont BO	Dont BIBE
Feuillus	2016	1 301 800	227 300	1 074 500	1 301 800	227 300	1 074 500
	2017_2021	1 328 600	230 300	1 098 300	1 633 000	256 900	1 376 100
	2022_2026	1 378 200	235 500	1 142 700	1 791 200	277 800	1 513 400
	2027_2031	1 436 600	241 300	1 195 400	1 900 400	292 800	1 607 600
	2032_2036	1 500 600	247 500	1 253 100	2 050 100	314 700	1 735 400
Résineux	2016	441 300	225 100	216 200	441 300	225 100	216 200
	2017_2021	465 200	243 400	221 700	487 900	258 400	229 500
	2022_2026	486 800	261 800	225 100	522 600	283 200	239 400
	2027_2031	510 100	278 100	232 000	549 300	302 100	247 300
	2032_2036	517 000	283 700	233 300	559 000	307 600	251 500

La table donne les volumes de disponibilités techniques pour le bois fort (BF) total, qui est aussi ventilé en bois d'œuvre (BO) et bois industrie-bois énergie (BIBE) selon le système de classement ONF. Les disponibilités techniques correspondent aux disponibilités brutes moins les pertes ; ces dernières ont été calculées comme égales à 8 % des disponibilités brutes annuelles pour le BO et 15 % pour le BIBE.

Tableau 14 : Volumes de disponibilités supplémentaires annuelles en bois fort (bois de diamètre > 7 cm dans la tige et dans les branches) en Normandie à l'horizon 2036 simulés selon les 2 scénarios de gestion, avec une ventilation par type d'essence.

Disponibilités supplémentaires annuelles en Normandie (m ³ /an) – Par type d'essence							
Type d'essence	Période	Scénario 1			Scénario 2		
		Expansion gestion actuelle			Dynamisation + expansion gestion actuelle		
		Total BF	Dont BO	Dont BIBE	Total BF	Dont BO	Dont BIBE
Feuillus	2016	0	0	0	0	0	0
	2017_2021	26 800	3 000	23 800	331 200	29 600	301 600
	2022_2026	76 400	8 200	68 200	489 400	50 500	438 900
	2027_2031	134 900	13 900	120 900	598 700	65 500	533 100
	2032_2036	198 800	20 200	178 600	748 300	87 400	660 900
Résineux	2016	0	0	0	0	0	0
	2017_2021	23 900	18 400	5 500	46 600	33 400	13 200
	2022_2026	45 600	36 700	8 900	81 300	58 100	23 200
	2027_2031	68 800	53 100	15 800	108 100	77 000	31 100
	2032_2036	75 700	58 700	17 000	117 800	82 500	35 200

La table donne les volumes de disponibilités supplémentaires pour le bois fort (BF) total, qui est aussi ventilé en bois d'œuvre (BO) et bois industrie-bois énergie (BIBE) selon le système de classement ONF. Les disponibilités supplémentaires ont été calculées à partir des disponibilités techniques, en soustrayant à la disponibilité technique simulée pour chaque période la disponibilité technique de la période initiale (2016).

VI -2 Disponibilités annuelles par essence

D'une manière générale, les disponibilités techniques annuelles en Normandie sont constituées d'environ 3/4 de bois feuillus et 1/4 de bois résineux.

Pour les deux scénarios simulés, le bois feuillu constitue une majeure part des disponibilités supplémentaires totales en bois fort prévues en 2036 : 72 % avec le scénario 1 (+198 800 m³/an, contre +75 700 m³/an pour les résineux) et 86 % avec le scénario 2 (+748 300 m³/an, contre +117 800 m³/an pour les résineux ; **Figure 26 ; Tableau 13 ; Tableau 14**). L'accroissement des disponibilités en bois feuillu est largement piloté par les chênes (+59 600 m³/an avec le scénario 1 ou +205 100 m³/an avec le scénario 2), les autres feuillus (+52 800 m³/an ou +150 100 m³/an) et le frêne (+23 700 m³/an ou +214 000 m³/an), en particulier dans le cas du scénario 2 où les frênaies sont rasées en raison de la prise en compte de la chalarose. Ainsi dans le scénario 2, le frêne représente près d'1/3 des disponibilités supplémentaires à l'horizon 2036 (**Figure 28**). La hausse des disponibilités est plus modérée pour le hêtre, le châtaignier ou les feuillus précieux. Pour les résineux, la hausse des disponibilités est surtout influencée par le Douglas (+59 500 ou +78 400 m³/an) et de façon moindre par les pins (+18 000 ou +20 700 m³/an ; **Figure 27**).

Encore une fois, il est important de noter que l'évolution des disponibilités par essence contraste largement selon le type de propriété forestière (**Figure 29**). Ainsi, la hausse des disponibilités par essence est exclusivement pilotée par la forêt privée. En forêt domaniale, les disponibilités en bois sont relativement stables pour chaque essence, voire tendent à décroître pour le sapin et l'épicéa ainsi que pour le hêtre et les chênes.

Disponibilités techniques annuelles en bois fort en Normandie – Par type d'essence

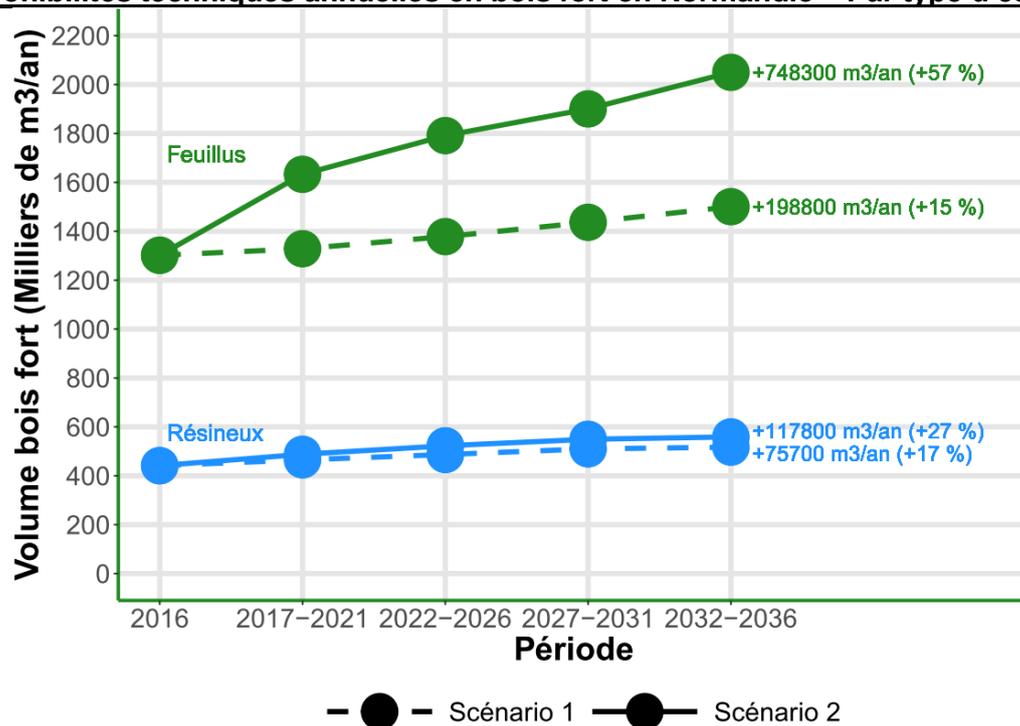


Figure 26 : Evolution des volumes de disponibilités techniques annuelles en bois fort total (bois de diamètre > 7 cm dans la tige et les branches) en Normandie à l'horizon 2036 simulés selon les 2 scénarios de gestion, avec une ventilation par type d'essence.

Les chiffres écrits à droite sur le graphique correspondent aux disponibilités supplémentaires annuelles calculées pour la période 2032-2036 (en soustrayant les disponibilités techniques de la période 2016).

Disponibilités techniques annuelles en bois fort en Normandie – Par essence

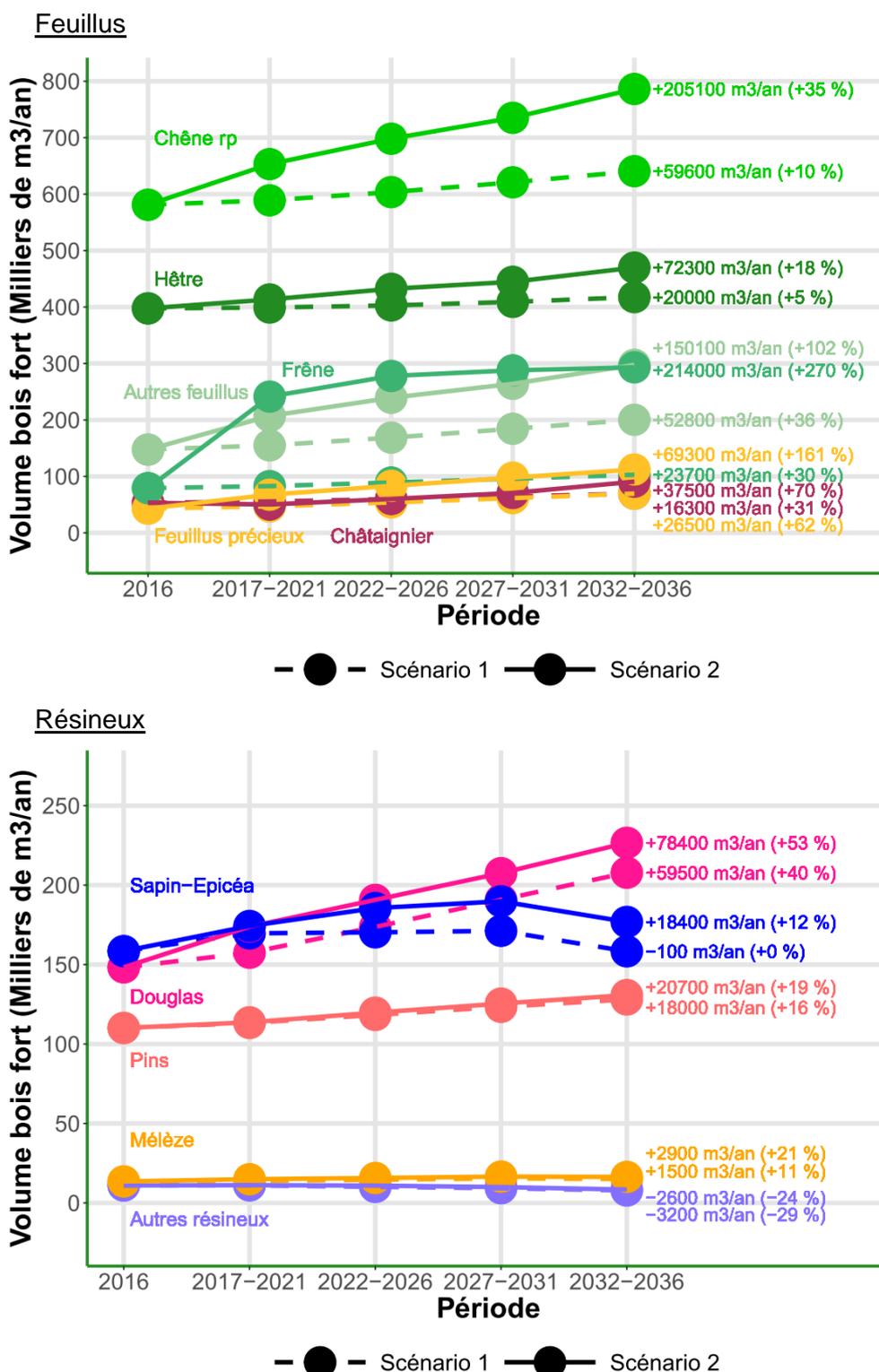


Figure 27 : Evolution des volumes de disponibilités techniques annuelles en bois fort total (bois de diamètre > 7 cm dans la tige et les branches) en Normandie à l'horizon 2036 simulés selon les 2 scénarios de gestion, avec une ventilation par essence.

Les chiffres écrits à droite sur le graphique correspondent aux disponibilités supplémentaires annuelles calculées pour la période 2032-2036 (en soustrayant les disponibilités techniques de la période 2016).

Disponibilités supplémentaires annuelles en bois fort en Normandie – Par essence

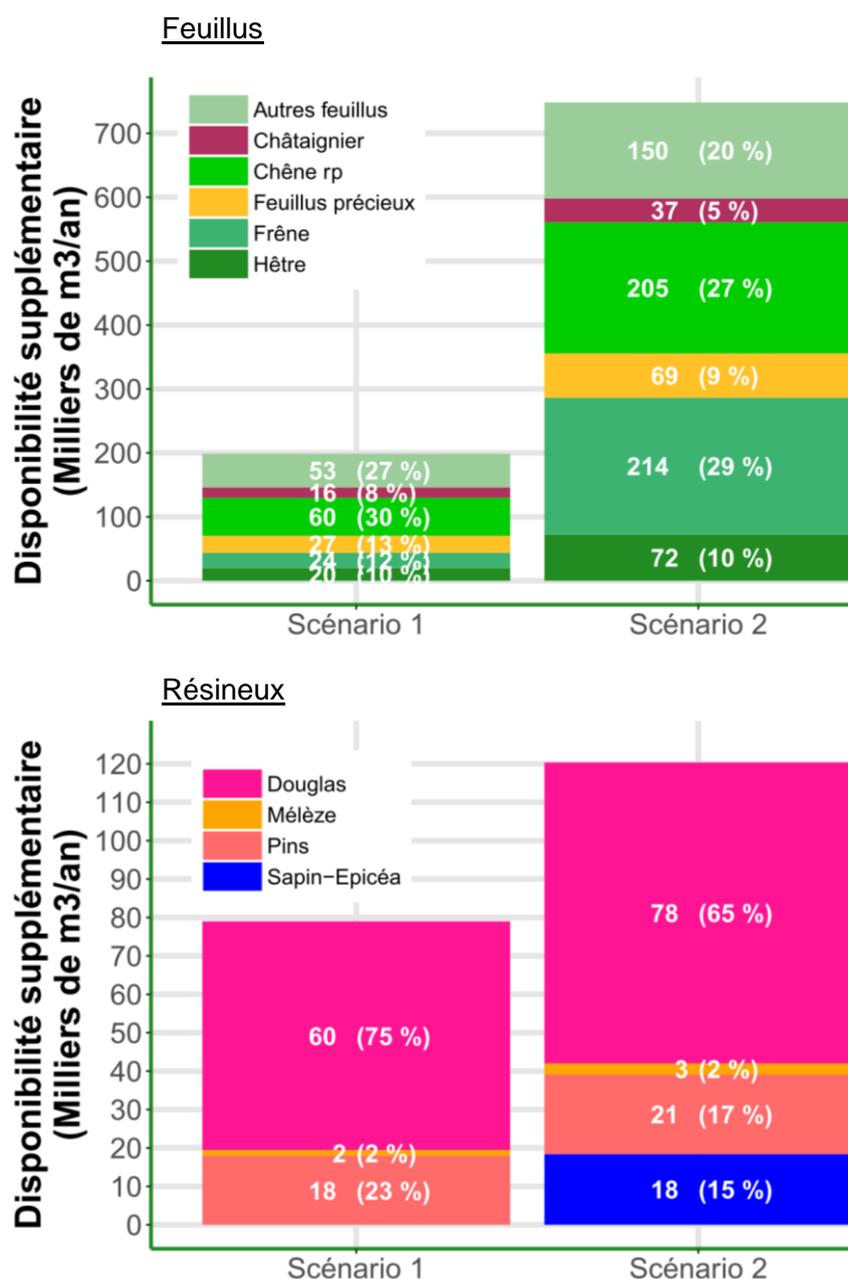


Figure 28 : Répartition de la disponibilité supplémentaire en bois fort total à l'horizon 2036 par essence selon les 2 scénarios.

Disponibilités techniques annuelles en bois fort en Normandie – Par essence et type de propriété

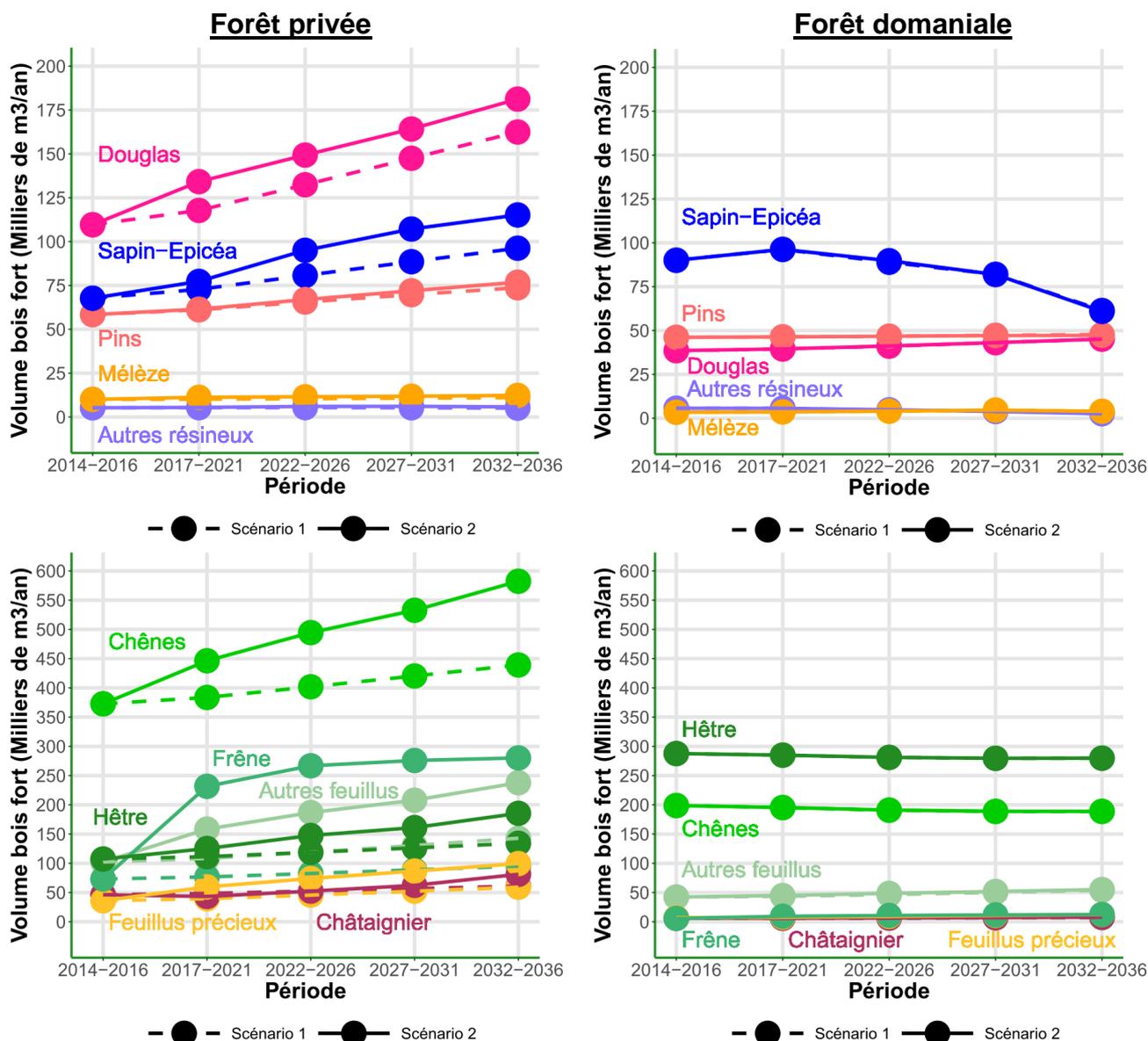


Figure 29 : Evolution des volumes de disponibilités techniques annuelles en bois fort total (bois de diamètre > 7 cm dans la tige et les branches) en Normandie à l'horizon 2036 simulés selon les 2 scénarios, avec une ventilation par essence et type de propriété forestière.

VI -3 Disponibilités annuelles par catégorie d'exploitabilité physique

La ventilation des résultats par catégorie d'exploitabilité physique révèle que d'une manière générale, les conditions d'exploitabilité physique ne constitueraient pas un frein majeur à une mobilisation additionnelle des bois en Normandie. En effet, près de 80 % des disponibilités annuelles en Normandie se trouvent dans des zones où l'exploitabilité est jugée comme très facile (environ 50 %) ou facile (environ 30 %), alors que les zones à exploitabilité difficile à très difficile contiennent moins de 10 % des disponibilités annuelles (Figure 30 ; Tableau 15 ; Tableau 16).

Dans les zones où les conditions d'exploitabilité sont jugées très faciles, la disponibilité technique croît de 11 % avec le scénario 1 (824 800 à 919 500 m³/an, soit +94 800 m³/an) et de 39 % avec le scénario 2

(824 800 à 1 148 700 m³/an, soit +324 000 m³/an ; **Figure 30 ; Tableau 15 ; Tableau 16**). En conditions d'exploitabilité jugées faciles, la disponibilité technique croît de 19 % avec le scénario 1 (559 800 à 664 200 m³/an, soit +104 400 m³/an) et de 48 % avec le scénario 2 (559 800 à 828 400 m³/an, soit +268 700 m³/an). En conditions d'exploitabilité moyenne à très difficile, les hausses sont plus fortes en proportion, mais les volumes restent plus faibles. Au final, la disponibilité supplémentaire à l'horizon 2036 se concentre à plus de 90 % dans des zones où l'exploitabilité est jugée très facile à facile (**Figure 31**).

Disponibilités techniques annuelles en bois fort en Normandie – Par catégorie d'exploitabilité

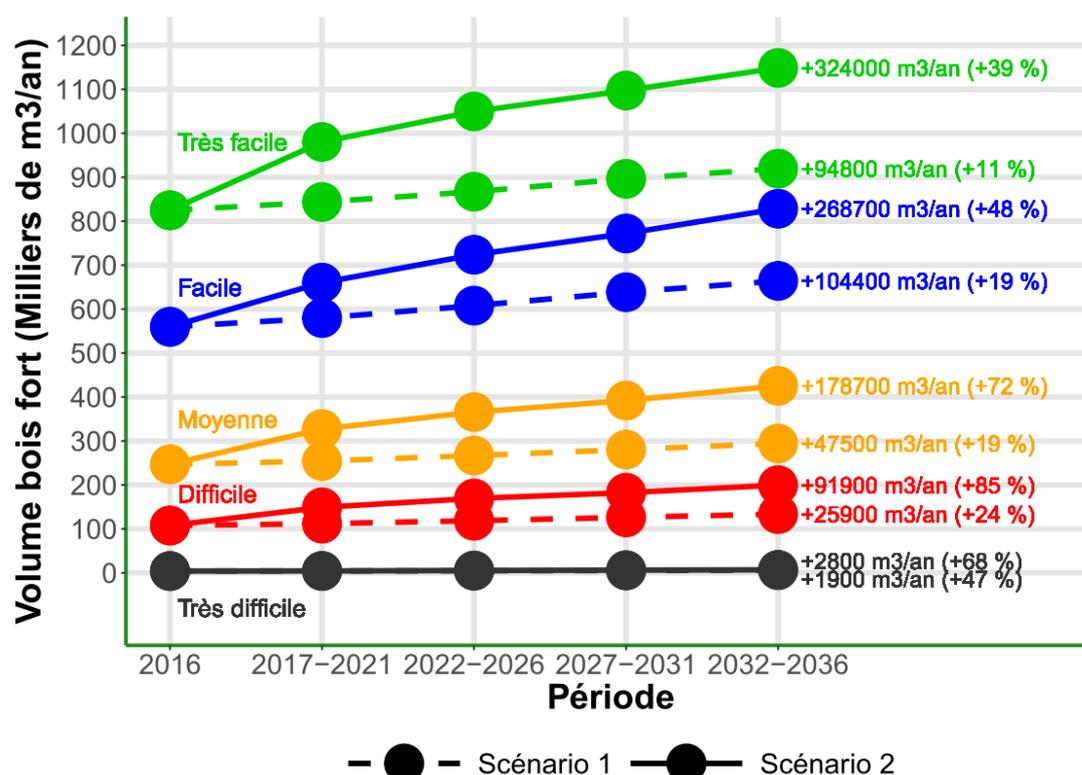


Figure 30 : Evolution des volumes de disponibilités techniques annuelles en bois fort total (bois de diamètre > 7 cm dans la tige et les branches) en Normandie à l'horizon 2036 simulés selon les 2 scénarios de gestion, avec une ventilation par catégorie d'exploitabilité physique.

Les chiffres écrits à droite sur le graphique correspondent aux disponibilités supplémentaires annuelles calculées pour la période 2032-2036 (en soustrayant les disponibilités techniques de la période 2016).

Disponibilités supplémentaires annuelles en bois fort en Normandie – Par catégorie d'exploitabilité

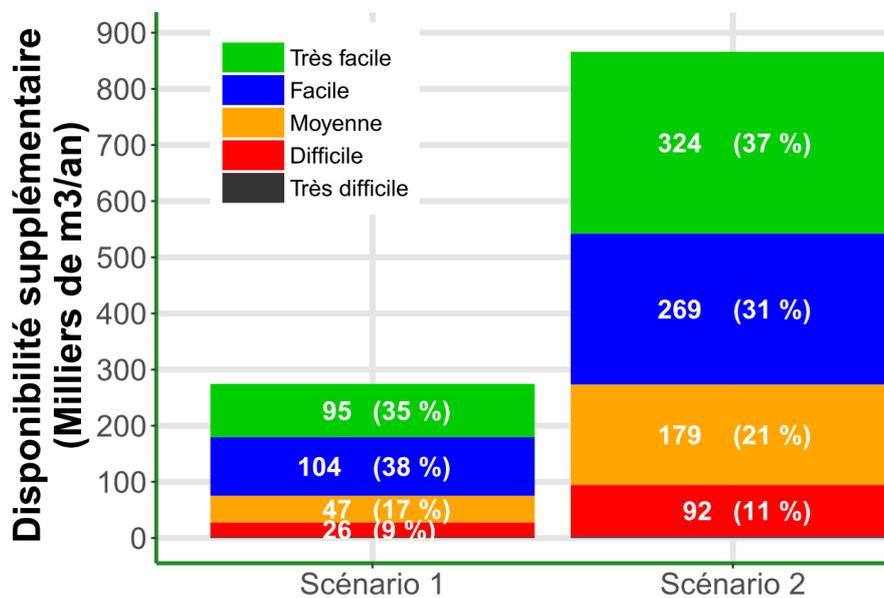


Figure 31 : Répartition de la disponibilité supplémentaire en bois fort total à l'horizon 2036 par catégorie d'exploitabilité physique selon les 2 scénarios.

Tableau 15 : Volumes de disponibilités techniques annuelles en bois fort (bois de diamètre > 7 cm dans la tige et dans les branches) en Normandie à l'horizon 2036 simulés selon les 2 scénarios de gestion, avec une ventilation par catégorie d'exploitabilité physique.

Disponibilités techniques annuelles en Normandie (m³/an) – Par catégorie d'exploitabilité							
Catégorie d'exploitabilité	Période	Scénario 1			Scénario 2		
		Expansion gestion actuelle			Dynamisation + expansion gestion actuelle		
		Total BF	Dont BO	Dont BIBE	Total BF	Dont BO	Dont BIBE
Très facile	2014_2016	824 800	230 100	594 700	824 800	230 100	594 700
	2017_2021	843 600	239 500	604 100	980 200	259 000	721 200
	2022_2026	867 000	248 100	618 900	1 049 700	276 500	773 200
	2027_2031	896 400	255 900	640 600	1 097 200	288 900	808 300
	2032_2036	919 500	257 600	662 000	1 148 700	296 000	852 700
Facile	2014_2016	559 800	149 400	410 400	559 800	149 400	410 400
	2017_2021	579 700	157 700	422 000	660 200	168 600	491 600
	2022_2026	608 000	167 500	440 500	723 700	185 500	538 300
	2027_2031	638 500	176 400	462 000	772 100	198 100	574 000
	2032_2036	664 200	181 500	482 700	828 400	207 800	620 600
Moyenne	2014_2016	246 800	49 500	197 300	246 800	49 500	197 300
	2017_2021	254 300	51 300	203 000	327 200	57 400	269 800
	2022_2026	266 800	54 000	212 900	365 700	63 800	302 000
	2027_2031	280 400	56 700	223 700	392 000	68 900	323 100
	2032_2036	294 300	59 300	235 000	425 500	75 400	350 100
Difficile	2014_2016	107 600	22 300	85 300	107 600	22 300	85 300
	2017_2021	111 800	23 700	88 100	149 000	29 000	120 000
	2022_2026	118 500	25 700	92 800	169 200	33 000	136 300
	2027_2031	126 100	27 700	98 500	182 300	35 700	146 600
	2032_2036	133 500	29 400	104 100	199 500	39 000	160 500
Très difficile	2014_2016	4 100	1 100	3 000	4 100	1 100	3 000
	2017_2021	4 300	1 400	2 900	4 300	1 400	2 900
	2022_2026	4 700	2 100	2 700	5 300	2 300	3 000
	2027_2031	5 300	2 700	2 500	6 200	3 200	3 000
	2032_2036	6 000	3 500	2 600	6 900	4 000	2 900

La table donne les volumes de disponibilités techniques pour le bois fort (BF) total, qui est aussi ventilé en bois d'œuvre (BO) et bois industrie-bois énergie (BIBE) selon le système de classement ONF.

Tableau 16 : Volumes de disponibilités supplémentaires annuelles en bois fort (bois de diamètre > 7 cm dans la tige et dans les branches) en Normandie à l'horizon 2036 simulés selon les 2 scénarios de gestion, avec une ventilation par catégorie d'exploitabilité physique.

Disponibilités supplémentaires annuelles en Normandie (m³/an) – Par catégorie d'exploitabilité							
Catégorie d'exploitabilité	Période	Scénario 1			Scénario 2		
		Expansion gestion actuelle			Dynamisation + expansion gestion actuelle		
		Total BF	Dont BO	Dont BIBE	Total BF	Dont BO	Dont BIBE
Très facile	2014_2016	0	0	0	0	0	0
	2017_2021	18 900	9 400	9 400	155 400	28 900	126 500
	2022_2026	42 300	18 000	24 300	225 000	46 400	178 600
	2027_2031	71 700	25 800	45 900	272 400	58 800	213 600
	2032_2036	94 800	27 500	67 300	324 000	65 900	258 100
Facile	2014_2016	0	0	0	0	0	0
	2017_2021	19 900	8 300	11 600	100 400	19 200	81 200
	2022_2026	48 200	18 100	30 100	164 000	36 100	127 900
	2027_2031	78 700	27 000	51 700	212 300	48 700	163 600
	2032_2036	104 400	32 100	72 300	268 700	58 400	210 200
Moyenne	2014_2016	0	0	0	0	0	0
	2017_2021	7 500	1 800	5 700	80 400	7 900	72 500
	2022_2026	20 000	4 400	15 600	118 900	14 300	104 700
	2027_2031	33 600	7 200	26 400	145 200	19 400	125 800
	2032_2036	47 500	9 800	37 700	178 700	25 900	152 800
Difficile	2014_2016	0	0	0	0	0	0
	2017_2021	4 200	1 400	2 700	41 400	6 700	34 700
	2022_2026	10 900	3 400	7 500	61 600	10 700	50 900
	2027_2031	18 500	5 400	13 100	74 700	13 400	61 200
	2032_2036	25 900	7 100	18 800	91 900	16 700	75 200
Très difficile	2014_2016	0	0	0	0	0	0
	2017_2021	200	400	-200	200	400	-200
	2022_2026	600	1 000	-400	1 200	1 300	0
	2027_2031	1 200	1 700	-500	2 100	2 100	0
	2032_2036	1 900	2 400	-500	2 800	2 900	-100

La table donne les volumes de disponibilités supplémentaires pour le bois fort (BF) total, qui est aussi ventilé en bois d'œuvre (BO) et bois industrie-bois énergie (BIBE) selon le système de classement ONF. Les disponibilités supplémentaires ont été calculées à partir des disponibilités techniques, en soustrayant à la disponibilité technique simulée pour chaque période la disponibilité technique de la période initiale (2016).

VI-4 Disponibilités annuelles par type d'enjeu prioritaire (zonages écologiques)

La ventilation des résultats par type de zonage environnemental révèle que d'une manière générale, les disponibilités techniques annuelles en Normandie se trouvent très majoritairement (85 %) dans des zones sans contraintes réglementaires identifiées (Figure 32 ; Tableau 17 ; Tableau 18). De plus, pour les deux scénarios testés, la quasi intégralité (> 90 %) de la disponibilité supplémentaire totale se trouve dans des zones non marquées par des contraintes réglementaires particulières (Figure 33).

Disponibilités techniques annuelles en bois fort en Normandie – Par type de zonage environnemental

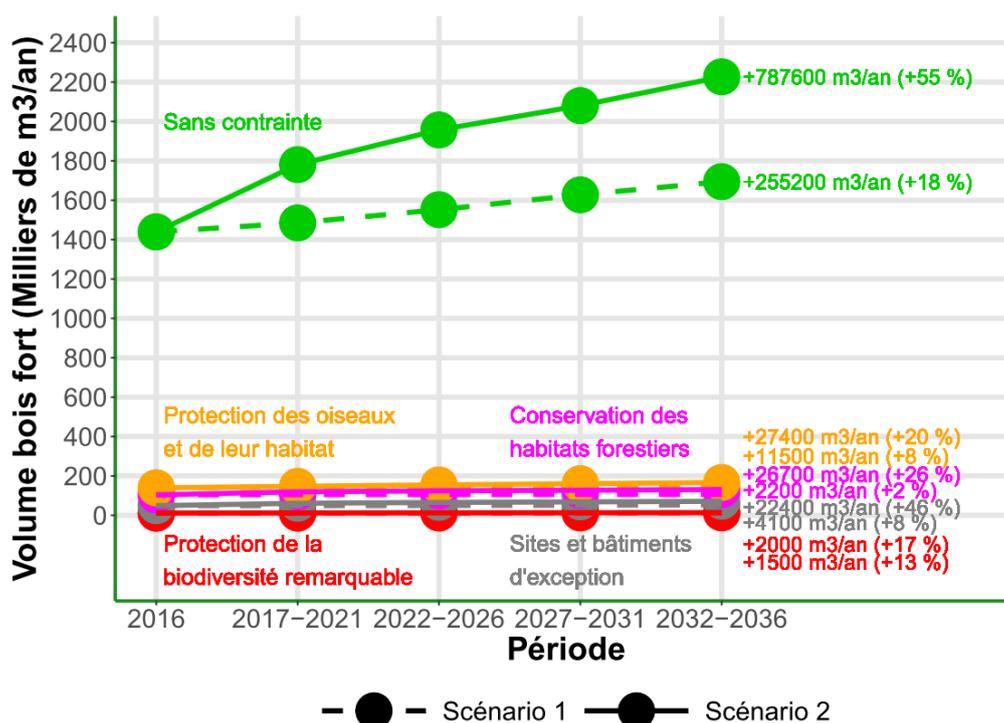


Figure 32 : Evolution des volumes de disponibilités techniques annuelles en bois fort total (bois de diamètre > 7 cm dans la tige et les branches) en Normandie à l'horizon 2036 simulés selon les 2 scénarios de gestion, avec une ventilation par type de zonage environnemental.

Les chiffres écrits à droite sur le graphique correspondent aux disponibilités supplémentaires annuelles calculées pour la période 2032-2036 (en soustrayant les disponibilités techniques de la période 2016).

Disponibilités supplémentaires annuelles en bois fort en Normandie – Par type de zonage environnemental

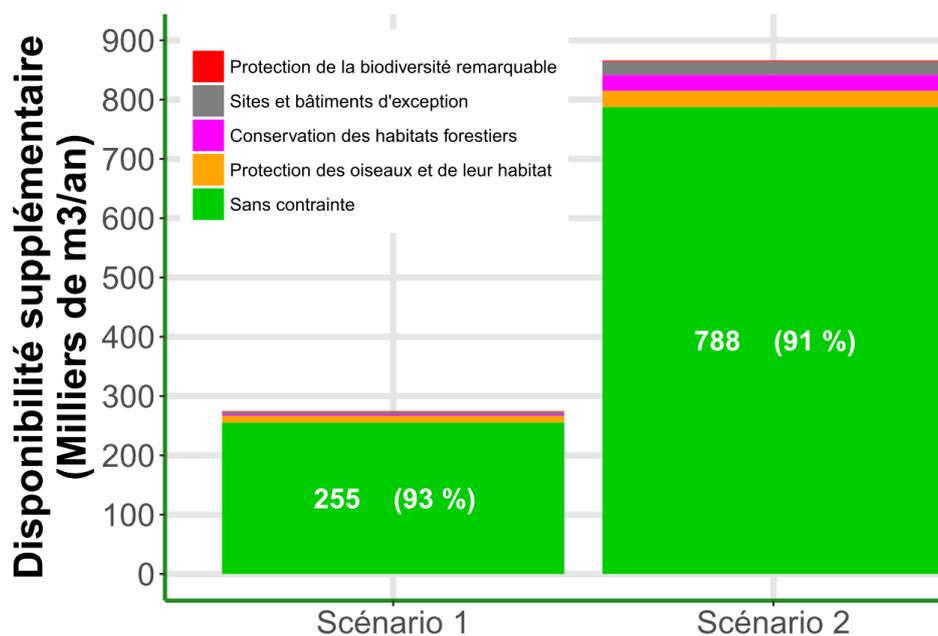


Figure 33 : Répartition de la disponibilité supplémentaire en bois fort total à l'horizon 2036 par type de zonage environnemental selon les 2 scénarios.

Tableau 17 : Volumes de disponibilités techniques annuelles en bois fort (bois de diamètre > 7 cm dans la tige et dans les branches) en Normandie à l'horizon 2036 simulés selon les 2 scénarios de gestion, avec une ventilation par catégorie d'exploitabilité physique.

Disponibilités techniques annuelles en Normandie (m³/an) – Par type de zonage environnemental							
Type de zonage environnemental	Période	Scénario 1			Scénario 2		
		Expansion gestion actuelle			Dynamisation + expansion gestion actuelle		
		Total BF	Dont BO	Dont BIBE	Total BF	Dont BO	Dont BIBE
Protection de la biodiversité remarquable	2014_2016	11 500	1 800	9 700	11 500	1 800	9 700
	2017_2021	11 800	1 900	9 900	11 900	1 900	10 000
	2022_2026	12 200	2 000	10 200	12 500	2 000	10 500
	2027_2031	12 600	2 000	10 600	13 000	2 000	10 900
	2032_2036	13 000	2 000	11 000	13 500	2 100	11 400
Sites et bâtiments d'exception	2014_2016	48 900	13 100	35 900	48 900	13 100	35 900
	2017_2021	49 200	12 900	36 200	61 100	13 600	47 500
	2022_2026	50 000	12 800	37 200	65 500	13 900	51 600
	2027_2031	51 300	12 700	38 700	68 200	14 100	54 100
	2032_2036	53 000	12 600	40 400	71 300	14 500	56 800
Conservation des habitats forestiers	2014_2016	104 000	25 900	78 100	104 000	25 900	78 100
	2017_2021	105 000	26 800	78 300	119 600	27 900	91 600
	2022_2026	105 200	26 900	78 300	124 600	28 700	95 900
	2027_2031	106 100	27 000	79 200	127 400	29 200	98 200
	2032_2036	106 300	26 200	80 000	130 700	29 000	101 700
Protection des oiseaux et de leur habitat	2014_2016	139 300	39 500	99 800	139 300	39 500	99 800
	2017_2021	142 600	41 300	101 300	147 200	42 600	104 700
	2022_2026	145 500	42 100	103 400	154 300	44 600	109 700
	2027_2031	149 100	42 300	106 800	160 700	45 500	115 200
	2032_2036	150 800	40 800	110 000	166 700	44 400	122 300
Sans contrainte	2014_2016	1 439 300	372 000	1 067 200	1 439 300	372 000	1 067 200
	2017_2021	1 485 100	390 800	1 094 300	1 781 100	429 400	1 351 700
	2022_2026	1 552 200	413 600	1 138 600	1 956 900	471 800	1 485 100
	2027_2031	1 627 500	435 400	1 192 100	2 080 500	504 100	1 576 500
	2032_2036	1 694 500	449 600	1 244 900	2 226 900	532 200	1 694 600

La table donne les volumes de disponibilités techniques pour le bois fort (BF) total, qui est aussi ventilé en bois d'œuvre (BO) et bois industrie-bois énergie (BIBE) selon le système de classement ONF.

Tableau 18 : Volumes de disponibilités supplémentaires annuelles en bois fort (bois de diamètre > 7 cm dans la tige et dans les branches) en Normandie à l'horizon 2036 simulés selon les 2 scénarios de gestion, avec une ventilation par catégorie d'exploitabilité physique.

Disponibilités supplémentaires annuelles en Normandie (m³/an) – Par type de zonage environnemental							
Type de zonage environnemental	Période	Scénario 1			Scénario 2		
		Expansion gestion actuelle			Dynamisation + expansion gestion actuelle		
		Total BF	Dont BO	Dont BIBE	Total BF	Dont BO	Dont BIBE
Protection de la biodiversité remarquable	2014_2016	0	0	0	0	0	0
	2017_2021	300	100	200	400	100	300
	2022_2026	700	200	500	1 000	200	800
	2027_2031	1 100	200	900	1 400	200	1 200
	2032_2036	1 500	200	1 300	2 000	200	1 800
Sites et bâtiments d'exception	2014_2016	0	0	0	0	0	0
	2017_2021	300	-100	400	12 200	500	11 700
	2022_2026	1 100	-300	1 400	16 600	800	15 800
	2027_2031	2 400	-400	2 800	19 300	1 100	18 200
	2032_2036	4 100	-400	4 500	22 400	1 500	20 900
Conservation des habitats forestiers	2014_2016	0	0	0	0	0	0
	2017_2021	1 000	900	100	15 500	2 000	13 500
	2022_2026	1 200	1 000	200	20 500	2 800	17 700
	2027_2031	2 100	1 100	1 000	23 400	3 300	20 100
	2032_2036	2 200	400	1 900	26 700	3 200	23 500
Protection des oiseaux et de leur habitat	2014_2016	0	0	0	0	0	0
	2017_2021	3 300	1 800	1 500	7 900	3 000	4 900
	2022_2026	6 200	2 500	3 600	15 000	5 100	9 900
	2027_2031	9 800	2 800	7 000	21 400	6 000	15 400
	2032_2036	11 500	1 300	10 200	27 400	4 800	22 600
Sans contrainte	2014_2016	0	0	0	0	0	0
	2017_2021	45 800	18 800	27 100	341 800	57 400	284 400
	2022_2026	112 900	41 500	71 300	517 600	99 700	417 800
	2027_2031	188 200	63 300	124 900	641 200	132 000	509 200
	2032_2036	255 200	77 500	177 700	787 600	160 200	627 400

La table donne les volumes de disponibilités supplémentaires pour le bois fort (BF) total, qui est aussi ventilé en bois d'œuvre (BO) et bois industrie-bois énergie (BIBE) selon le système de classement ONF. Les disponibilités supplémentaires ont été calculées à partir des disponibilités techniques, en soustrayant à la disponibilité technique simulée pour chaque période la disponibilité technique de la période initiale (2016).

VI -5 Disponibilités annuelles par classe de dimension des bois

La ventilation des résultats par classe de dimension des bois montre que d'une manière générale, les moyens bois ($22.5 \leq \text{diamètre} < 47.5 \text{ cm}$) constituent la plus grosse part (environ 35 %) des disponibilités techniques annuelles en Normandie (Figure 34). Les gros bois ($47.5 \leq \text{diamètre} < 67.5 \text{ cm}$) suivent avec près de 30 % des disponibilités. Les petits bois ($17,5 \leq \text{diamètre} < 27,5 \text{ cm}$) et les très gros bois ($47,5 \leq \text{diamètre} < 67,5 \text{ cm}$) représentent une part équivalente des disponibilités (15 %), alors que les perches ($7,5 \leq \text{diamètre} < 17,5 \text{ cm}$) n'en représentent que 5 %.

La ventilation montre également que la hausse des disponibilités concerne toutes les catégories de dimension des bois (Figure 34 ; Tableau 19 ; Tableau 20). Toutefois, il est à noter que le scénario le plus dynamique entraîne une hausse particulièrement conséquente des disponibilités dans les petites classes de dimension (moyens bois en particulier ; Figure 34). Ainsi, la part des gros bois et très gros bois dans les disponibilités supplémentaires prévue à l'horizon 2036 tombe à environ 40 % avec le scénario 2, alors qu'elle était d'environ 60 % avec le scénario 1 (Figure 35).

Disponibilités techniques annuelles en bois fort en Normandie – Par classe de dimension des bois

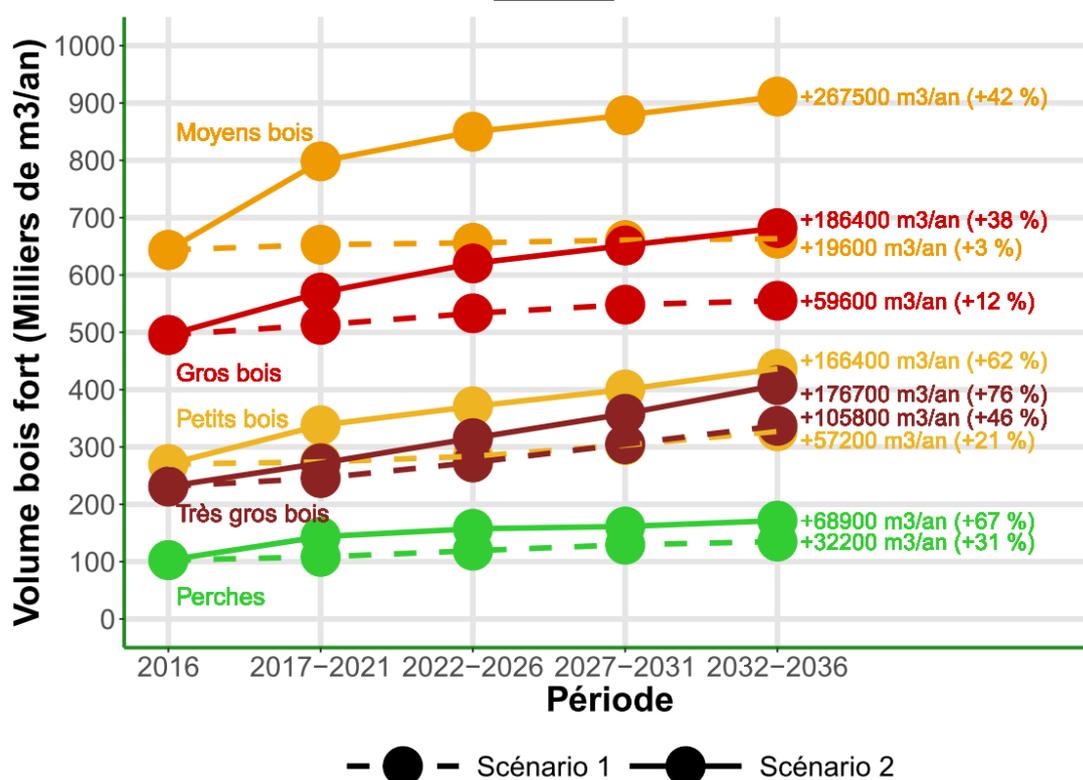


Figure 34 : Evolution des volumes de disponibilités techniques annuelles en bois fort total (bois de diamètre > 7 cm dans la tige et les branches) en Normandie à l'horizon 2036 simulés selon les 2 scénarios de gestion, avec une ventilation par catégorie de dimension des bois.

Les chiffres écrits à droite sur le graphique correspondent aux disponibilités supplémentaires annuelles calculées pour la période 2032-2036 (en soustrayant les disponibilités techniques de la période 2016).

Disponibilités supplémentaires annuelles en bois fort en Normandie – Par classe de dimension des bois

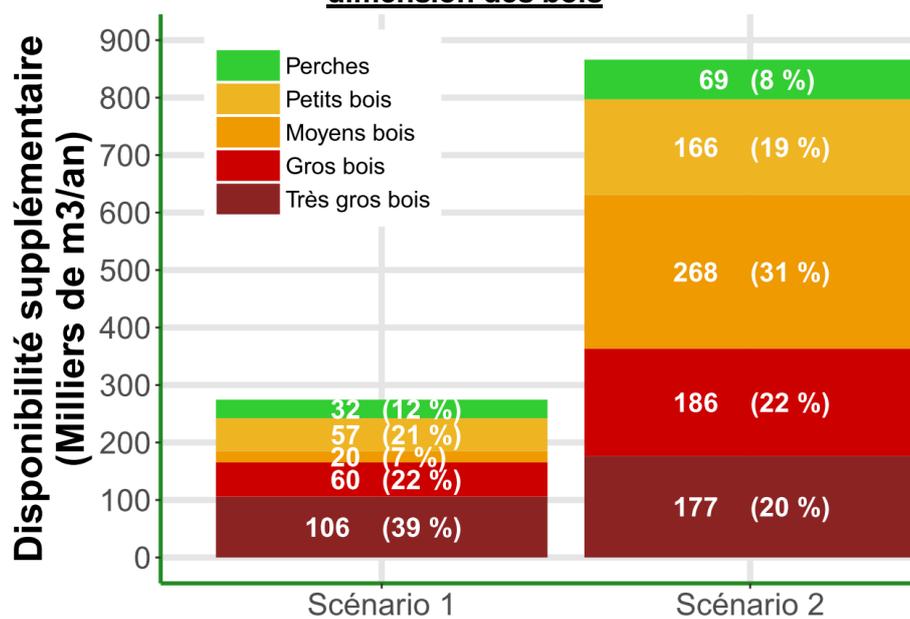


Figure 35 : Répartition de la disponibilité supplémentaire en bois fort total à l'horizon 2036 par classe de dimension des bois selon les 2 scénarios.

Tableau 19 : Volumes de disponibilités techniques annuelles en bois fort (bois de diamètre > 7 cm dans la tige et dans les branches) en Normandie à l'horizon 2036 simulés selon les 2 scénarios de gestion, avec une ventilation par catégorie de dimension des bois.

Disponibilités techniques annuelles en Normandie (m³/an) – Par catégorie de dimension des bois							
Catégorie de dimension des bois	Période	Scénario 1			Scénario 2		
		Expansion gestion actuelle			Dynamisation + expansion gestion actuelle		
		Total BF	Dont BO	Dont BIBE	Total BF	Dont BO	Dont BIBE
Perches (7,5 ≤ d130 < 17,5 cm)	2014_2016	102 700	0	102 700	102 700	0	102 700
	2017_2021	108 300	0	108 300	143 600	0	143 600
	2022_2026	119 000	0	119 000	157 400	0	157 400
	2027_2031	129 500	0	129 500	161 400	0	161 400
	2032_2036	134 900	0	134 900	171 600	0	171 600
Petits bois (17,5 ≤ d130 < 27,5 cm)	2014_2016	270 100	4 400	265 700	270 100	4 400	265 700
	2017_2021	273 900	4 000	269 900	338 000	4 200	333 800
	2022_2026	283 800	3 300	280 400	370 800	3 600	367 200
	2027_2031	303 200	3 000	300 100	400 300	3 300	397 000
	2032_2036	327 300	3 000	324 300	436 600	3 300	433 300
Moyens bois (27,5 ≤ d130 < 47,5 cm)	2014_2016	643 700	140 800	502 900	643 700	140 800	502 900
	2017_2021	652 900	142 900	509 900	798 200	154 600	643 700
	2022_2026	656 200	138 700	517 400	849 900	154 900	695 000
	2027_2031	661 000	133 600	527 400	878 600	151 700	727 000
	2032_2036	663 300	124 100	539 300	911 300	143 500	767 800
Gros bois (47,5 ≤ d130 < 67,5 cm)	2014_2016	495 400	223 200	272 200	495 400	223 200	272 200
	2017_2021	513 000	236 100	276 900	569 300	258 000	311 300
	2022_2026	533 200	251 000	282 200	620 200	284 800	335 400
	2027_2031	548 200	261 500	286 800	651 400	301 500	350 000
	2032_2036	555 000	265 500	289 600	681 800	313 600	368 200
Gros bois (67,5 cm ≤ d130)	2014_2016	231 100	84 000	147 200	231 100	84 000	147 200
	2017_2021	245 700	90 700	155 000	271 700	98 600	173 100
	2022_2026	272 900	104 200	168 700	315 500	117 700	197 700
	2027_2031	304 900	121 300	183 600	358 000	138 500	219 500
	2032_2036	336 900	138 700	198 200	407 900	161 800	246 000

La table donne les volumes de disponibilités techniques pour le bois fort (BF) total, qui est aussi ventilé en bois d'œuvre (BO) et bois industrie-bois énergie (BIBE) selon le système de classement ONF.

Tableau 20 : Volumes de disponibilités supplémentaires annuelles en bois fort (bois de diamètre > 7 cm dans la tige et dans les branches) en Normandie à l'horizon 2036 simulés selon les 2 scénarios de gestion, avec une ventilation par catégorie de dimension des bois.

Disponibilités supplémentaires annuelles en Normandie (m ³ /an) – Par catégorie de dimension des bois							
Catégorie de dimension des bois	Période	Expansion gestion actuelle			Dynamisation + expansion gestion actuelle		
		Total BF	Dont BO	Dont BIBE	Total BF	Dont BO	Dont BIBE
Perches (7,5 ≤ d130 < 17,5 cm)	2014_2016	0	0	0	0	0	0
	2017_2021	5 600	0	5 600	40 900	0	40 900
	2022_2026	16 400	0	16 400	54 700	0	54 700
	2027_2031	26 800	0	26 800	58 700	0	58 700
	2032_2036	32 200	0	32 200	68 900	0	68 900
Petits bois (17,5 ≤ d130 < 27,5 cm)	2014_2016	0	0	0	0	0	0
	2017_2021	3 800	-400	4 200	67 900	-200	68 100
	2022_2026	13 600	-1 100	14 700	100 700	-800	101 500
	2027_2031	33 000	-1 400	34 500	130 200	-1 100	131 300
	2032_2036	57 200	-1 500	58 600	166 400	-1 100	167 600
Moyens bois (27,5 ≤ d130 < 47,5 cm)	2014_2016	0	0	0	0	0	0
	2017_2021	9 100	2 100	7 000	154 500	13 800	140 800
	2022_2026	12 400	-2 000	14 500	206 200	14 100	192 100
	2027_2031	17 300	-7 200	24 500	234 900	10 900	224 100
	2032_2036	19 600	-16 700	36 300	267 500	2 700	264 900
Gros bois (47,5 ≤ d130 < 67,5 cm)	2014_2016	0	0	0	0	0	0
	2017_2021	17 600	12 900	4 600	73 900	34 800	39 100
	2022_2026	37 800	27 800	10 000	124 800	61 600	63 200
	2027_2031	52 800	38 300	14 600	156 000	78 300	77 700
	2032_2036	59 600	42 300	17 300	186 400	90 500	96 000
Gros bois (67,5 cm ≤ d130)	2014_2016	0	0	0	0	0	0
	2017_2021	14 600	6 700	7 900	40 600	14 600	25 900
	2022_2026	41 800	20 300	21 500	84 300	33 800	50 600
	2027_2031	73 800	37 400	36 400	126 900	54 500	72 400
	2032_2036	105 800	54 800	51 100	176 700	77 900	98 900

La table donne les volumes de disponibilités supplémentaires pour le bois fort (BF) total, qui est aussi ventilé en bois d'œuvre (BO) et bois industrie-bois énergie (BIBE) selon le système de classement ONF. Les disponibilités supplémentaires ont été calculées à partir des disponibilités techniques, en soustrayant à la disponibilité technique simulée pour chaque période la disponibilité technique de la période initiale (2016).

VI -6 Stock de bois sur pied

La ressource en Normandie paraît capable de supporter la hausse simulée des prélèvements. En effet, quel que soit le scénario, la croissance de la ressource reste supérieure à la hausse des prélèvements sur la période considérée. Dans tous les cas, la ressource forestière en Normandie poursuit donc la tendance observée par l'IFN depuis les années 1970 et continue d'augmenter au cours des 30 prochaines années, malgré la hausse des prélèvements (Figure 36). Dans le cadre du scénario 2, il y'a néanmoins un fléchissement de l'accroissement du stock en raison de la dynamisation de la gestion prévue par ce scénario.

Stock sur pied de bois fort tige en Normandie – Totaux régionaux

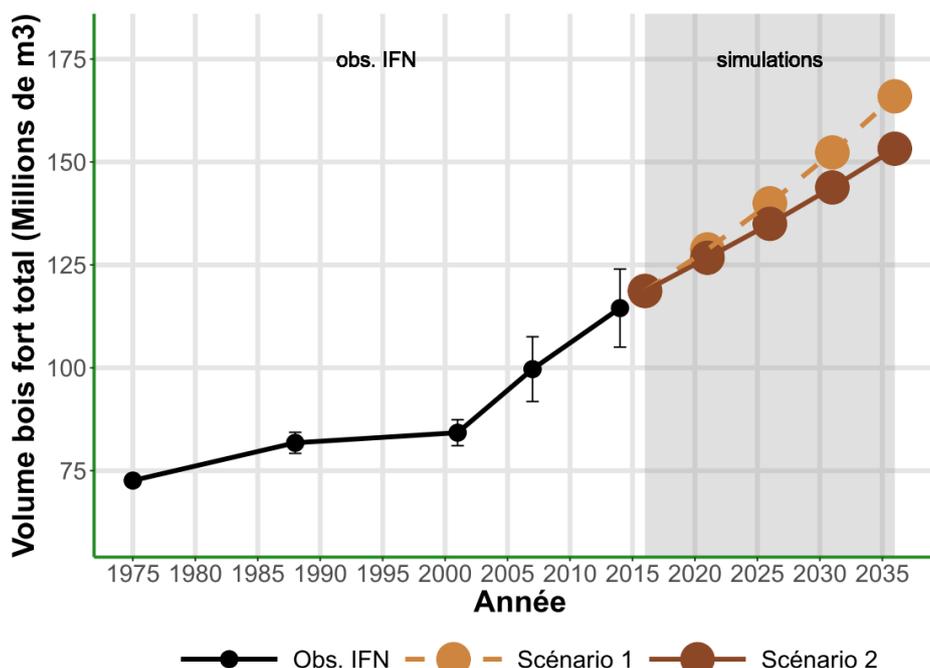


Figure 36 : Evolution des volumes sur pied de bois fort (bois de diamètre > 7 cm dans la tige et dans les branches) en Normandie à l'horizon 2036 simulés selon les 2 scénarios de gestion.

Toutefois, comme pour les disponibilités en bois, l'évolution du stock sur pied prévue par les simulations contraste fortement entre la forêt domaniale et la forêt privée (Figure 37). En forêt domaniale, les simulations prévoient ainsi une stagnation du stock sur pied, alors qu'en forêt privées le stock poursuit l'expansion constatée ces 40 dernières années.

Stock sur pied de bois fort tige en Normandie – Par type de propriété

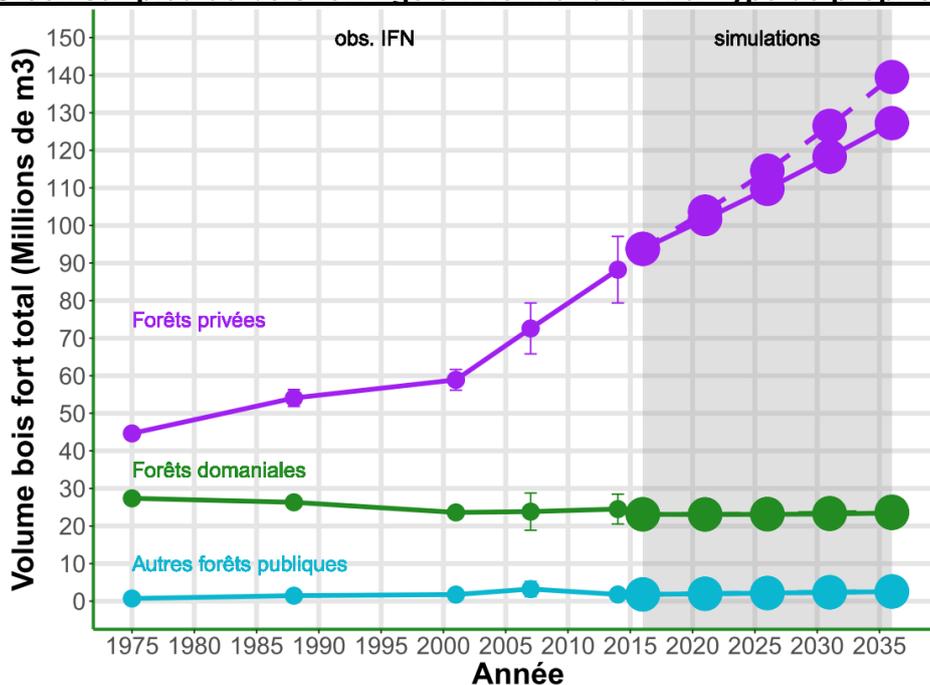


Figure 37 : Evolution des volumes sur pied de bois fort (bois de diamètre > 7 cm dans la tige et dans les branches) en Normandie à l'horizon 2036 simulés selon les 2 scénarios de gestion, avec une ventilation par type de propriété forestière.

La hausse de stock la plus forte est simulée pour le domaine d'étude « Autres feuillus toutes propriétés » (**Annexe 6**). Des hausses également importantes sont simulées pour les domaines d'étude relatifs au chêne en forêts privées. A l'inverse, une stagnation voire un déclin du stock sur pied sont simulés pour les domaines d'étude propres à la forêt domaniale (chênaie ou hêtraie en forêts domaniales) ainsi que pour le domaine relatif au sapin et aux épicéas

Enfin, le domaine d'étude de la frênaie pure constitue un cas particulier, puisque dans le cadre du scénario 2 l'intégralité du domaine d'étude est rasée sur la période de simulation. Dans ce cas, le stock sur pied tombe à 0 à l'horizon 2036 (**Annexe 6**).

VII- Test d'un troisième scénario pour deux domaines d'étude

La DRAAF Normandie a souhaité tester un troisième scénario pour le DE « Chênaie pauvre en forêts privées avec PSG » et pour la partie « forêt privée » du DE « Autres feuillus toutes propriétés ». Ce troisième scénario correspond à une dynamisation plus importante que celle envisagée initialement dans le scénario 2 « Dynamisation + expansion gestion actuelle ». Ces domaines d'étude concernent en effet des peuplements dont on dit qu'ils sont "en impasse sylvicole", et qui constituent par conséquent un enjeu de renouvellement prioritaire. Or le scénario 2 continuait d'accroître très sensiblement le volume sur pied et l'âge moyen de ces domaines d'étude

Pour le domaine d'étude « Chênaie pauvre en forêts privées avec PSG », cette dynamisation plus forte se traduit essentiellement *via* une hausse des taux de réalisation de coupes de régénération, couplée à une hausse des flux de surface et de la part de reconstitution de domaine dans d'autres domaines d'étude.

Pour la partie « forêt privée » du domaine d'étude « Autres feuillus toutes propriétés » également, la dynamisation plus forte se traduit *via* une hausse des taux de réalisation de coupes de régénération et une hausse des flux de surface, mais aussi *via* les paramètres de l'itinéraire technique (baisse du diamètre d'exploitabilité, de l'âge de 1^{ère} éclaircie, de la durée de rotation et hausse du nombre d'éclaircies). De plus, pour ce troisième scénario il est procédé à une séparation des forêts avec/sans PSG : la hausse des taux de réalisation et des flux de surface est plus conséquente pour les forêts avec PSG.

Le détail sur les paramètres de scénarisation de ce troisième scénario sont présentés en [annexe 7](#).

VII -1 Disponibilités annuelles totales pour la région Normandie – Avec scénario 3

Au total pour la région Normandie, le scénario 3 génère sur la période de simulation (2016-2036) une disponibilité supplémentaire de 1 053 400 m³/an, la disponibilité technique passant de 1 743 100 en 2016 à 2 796 500 m³/an en 2036 (+60 % ; [Figure 38](#)). Par comparaison, les scénarios 1 et 2 généraient des disponibilités supplémentaires de 274 500 (+16 %) et 866 000 m³/an (+50 %).

De la même façon qu'avec les scénarios 1 et 2, la disponibilité annuelle simulée par le scénario 3 représente moins de 2 % du stock sur pied régional.

Disponibilités techniques annuelles en bois fort en Normandie – Totaux régionaux – Avec scénario 3

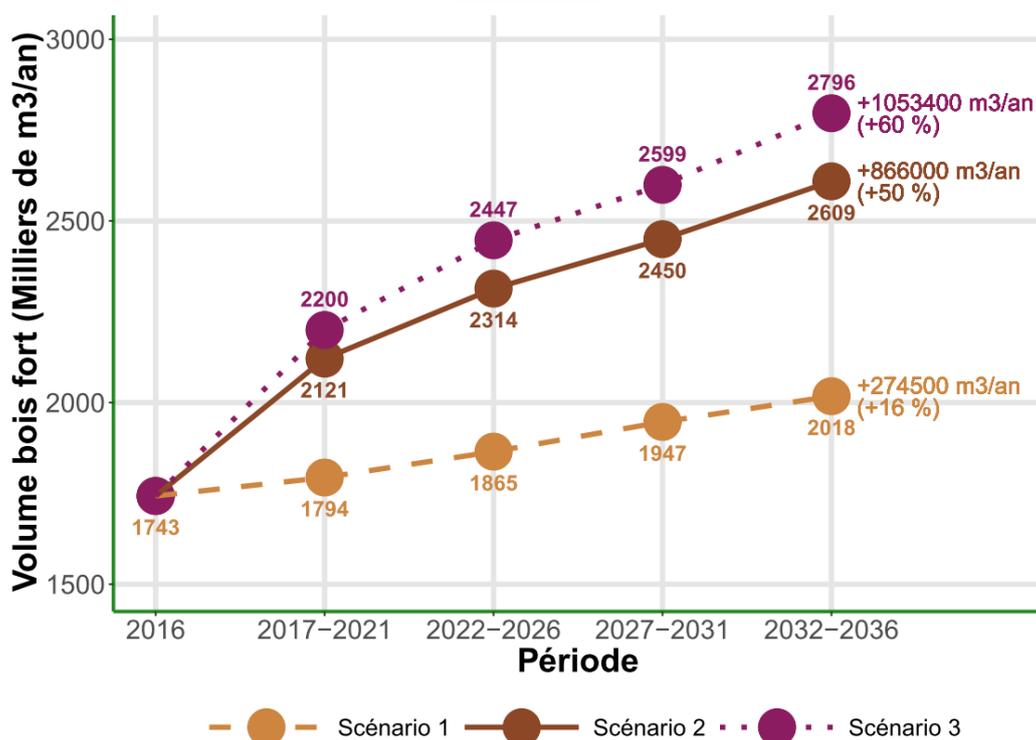


Figure 38 : Evolution des volumes de disponibilités techniques annuelles en bois fort total (bois de diamètre > 7 cm dans la tige et les branches) en Normandie à l'horizon 2036 simulés selon les 2 scénarios initialement définis plus le scénario 3.

Les chiffres écrits à droite sur le graphique correspondent aux disponibilités supplémentaires annuelles calculées pour la période 2032-2036 (en soustrayant les disponibilités techniques de la période 2016).

VII -2 Disponibilités annuelles par type de propriété forestière – Avec scénario 3

La hausse des disponibilités prévue par le scénario 3 concerne exclusivement la forêt privée, puisque c'est dans cette catégorie de propriété forestière que la dynamisation est simulée. Ainsi, au total pour la forêt privée, le scénario 3 génère une disponibilité supplémentaire de 1 050 500 m³/an pour la période 2032-2036 par rapport à 2016, dont 585 200 m³/an pour les forêts privées sans PSG et 465 300 m³/an pour les forêts privées avec PSG (Figure 39).

Disponibilités techniques annuelles en bois fort en Normandie – Par type de propriété – Avec scénario 3

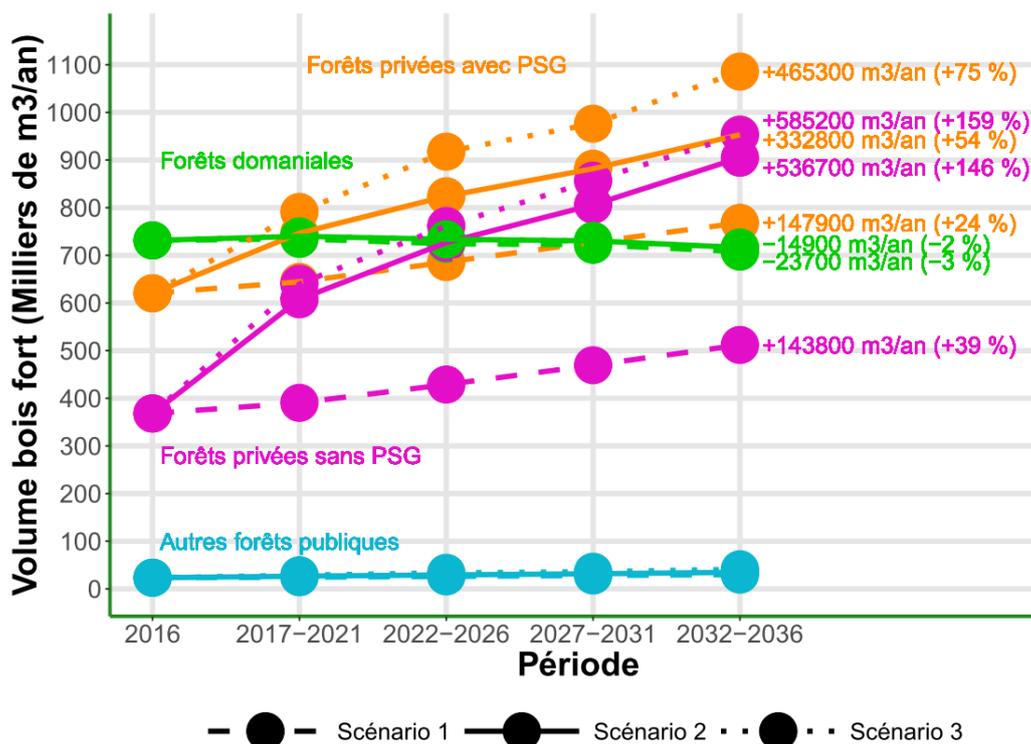


Figure 39 : Evolution des volumes de disponibilités techniques annuelles en bois fort total (bois de diamètre > 7 cm dans la tige et les branches) en Normandie à l'horizon 2036 simulés selon les 2 scénarios initialement définis plus le scénario 3, avec une ventilation par type de propriété forestière.

Les chiffres écrits à droite sur le graphique correspondent aux disponibilités supplémentaires annuelles calculées pour la période 2032-2036 (en soustrayant les disponibilités techniques de la période 2016).

VII -3 Disponibilités annuelles par essence – Avec scénario 3

La dynamisation simulée par le scénario 3 étant appliquée aux DE « Chênaie pauvre en forêts privées avec PSG » et « Autres feuillus toutes propriétés », c'est logiquement pour les chênes et les autres feuillus que les disponibilités subissent la plus forte hausse.

Ainsi pour les chênes, avec le scénario 3 la disponibilité passe de 581 100 m³/an à 826 300 m³/an sur la période de simulation, soit une disponibilité supplémentaire de 245 100 m³/an pour la période 2032-2036 (+42 % ; **Figure 40**). Par contraste, la disponibilité supplémentaire était de 59 600 m³/an avec le scénario 1 (+10 %) et 205 100 m³/an avec le scénario 2 (+35 %).

Pour les autres feuillus, avec le scénario 3 la disponibilité passe de 147 500 m³/an à 403 600 m³/an sur la période de simulation, soit une disponibilité supplémentaire de 256 100 m³/an pour la période 2032-2036 (+174 % ; **Figure 40**). Par contraste, la disponibilité supplémentaire était de 52 800 m³/an avec le scénario 1 (+36 %) et 150 100 m³/an avec le scénario 2 (+102 %).

Disponibilités techniques annuelles en bois fort en Normandie – Par essence – Avec scénario 3

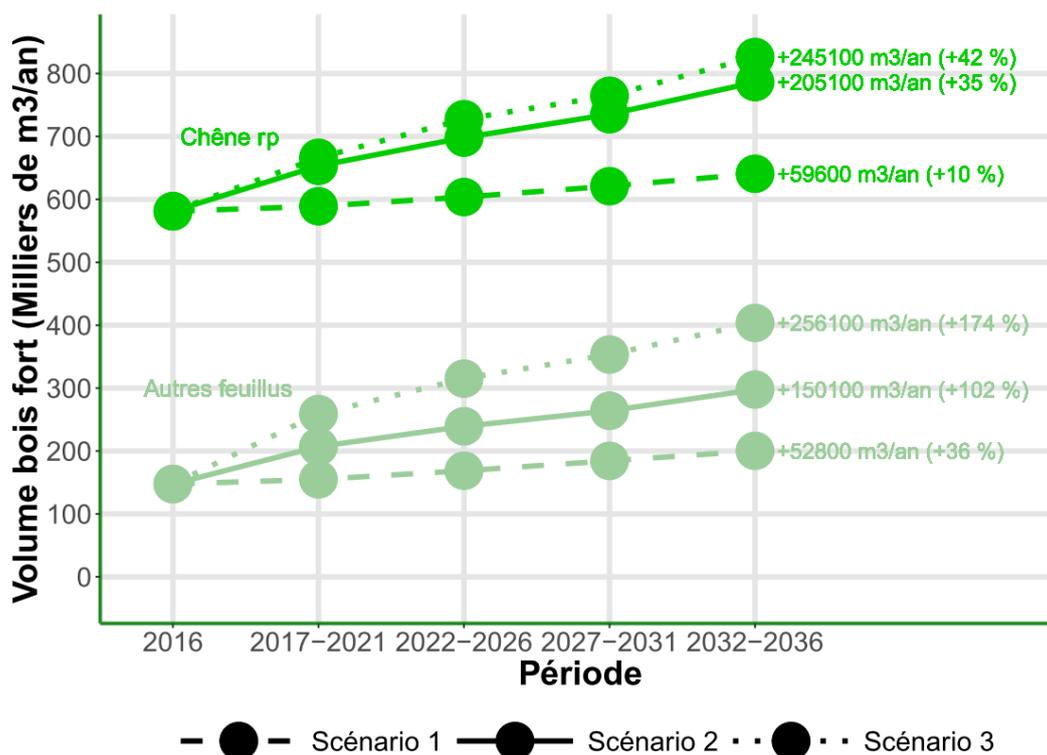


Figure 40 : Evolution des volumes de disponibilités techniques annuelles en bois fort total (bois de diamètre > 7 cm dans la tige et les branches) en Normandie à l'horizon 2036 simulés selon les 2 scénarios initialement définis plus le scénario 3, avec une ventilation par essence.

Les chiffres écrits à droite sur le graphique correspondent aux disponibilités supplémentaires annuelles calculées pour la période 2032-2036 (en soustrayant les disponibilités techniques de la période 2016).

VII -4 Disponibilités annuelles pour le domaine d'étude « Chênaie pauvre en forêts privées avec PSG » – Avec scénario 3

Pour le domaine d'étude « Chênaie pauvre en forêts privées avec PSG », avec le scénario 3 la disponibilité passe de 77 200 m³/an à 174 300 m³/an sur la période de simulation, soit une disponibilité supplémentaire de 97 000 m³/an pour la période 2032-2036 (Figure 41). Par contraste, la disponibilité supplémentaire était de 24 000 m³/an avec le scénario 1 et 58 000 m³/an avec le scénario 2.

Disponibilités techniques annuelles en bois fort en Normandie – « Chênaie pauvre en forêts privées avec PSG » – Avec scénario 3

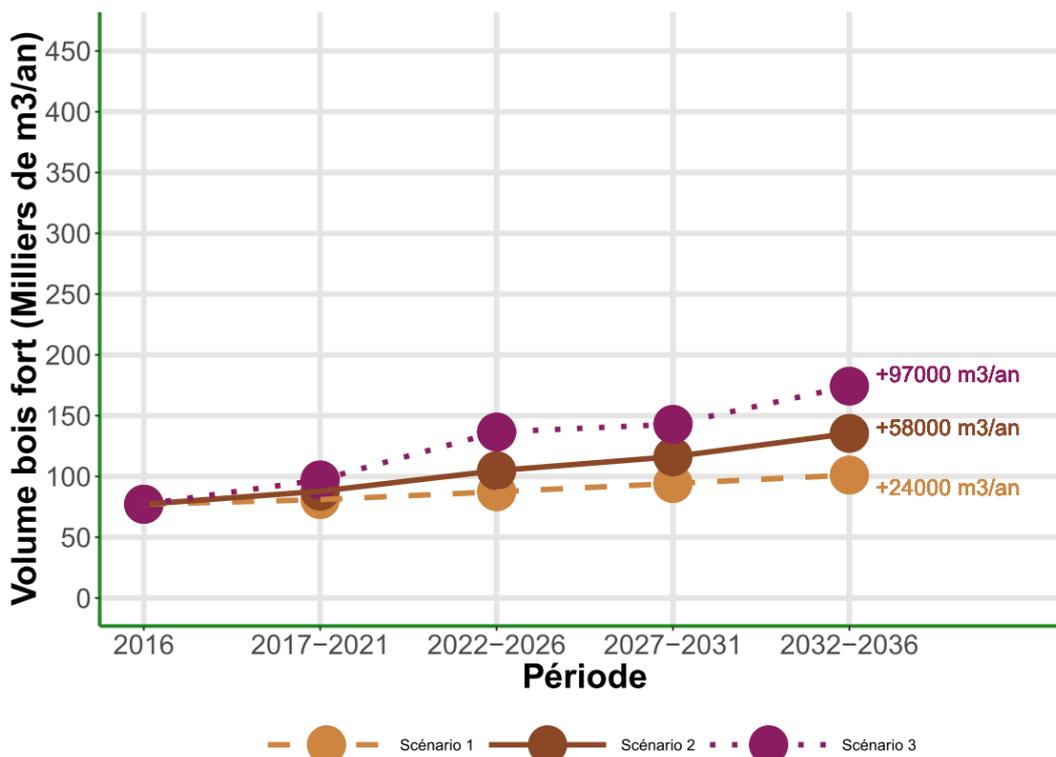


Figure 41 : Evolution des volumes de disponibilités techniques annuelles en bois fort total (bois de diamètre > 7 cm dans la tige et les branches) en Normandie à l'horizon 2036 simulés selon les 2 scénarios initialement définis plus le scénario 3, pour le domaine d'étude « Chênaie pauvre en forêts privées avec PSG ».

Les chiffres écrits à droite sur le graphique correspondent aux disponibilités supplémentaires annuelles calculées pour la période 2032-2036 (en soustrayant les disponibilités techniques de la période 2016).

VII -5 Disponibilités annuelles pour le domaine d'étude « Autres feuillus toutes propriétés » – Avec scénario 3

Pour le domaine d'étude «Autres feuillus toutes propriétés », avec le scénario 3 la disponibilité passe de 44 100 m³/an à 263 500 m³/an sur la période de simulation, soit une disponibilité supplémentaire de 219 000 m³/an pour la période 2032-2036 (Figure 42). Par contraste, la disponibilité supplémentaire était de 32 000 m³/an avec le scénario 1 et 72 000 m³/an avec le scénario 2.

Les 219 000 m³/an de disponibilité supplémentaire prévus par le scénario 3 se trouvent majoritairement en forêt privée avec PSG (117 000 m³/an ; Figure 43), c'est-à-dire là où l'effort de dynamisation simulé est le plus fort.

Disponibilités techniques annuelles en bois fort en Normandie – « Autres feuillus toutes propriétés » – Avec scénario 3

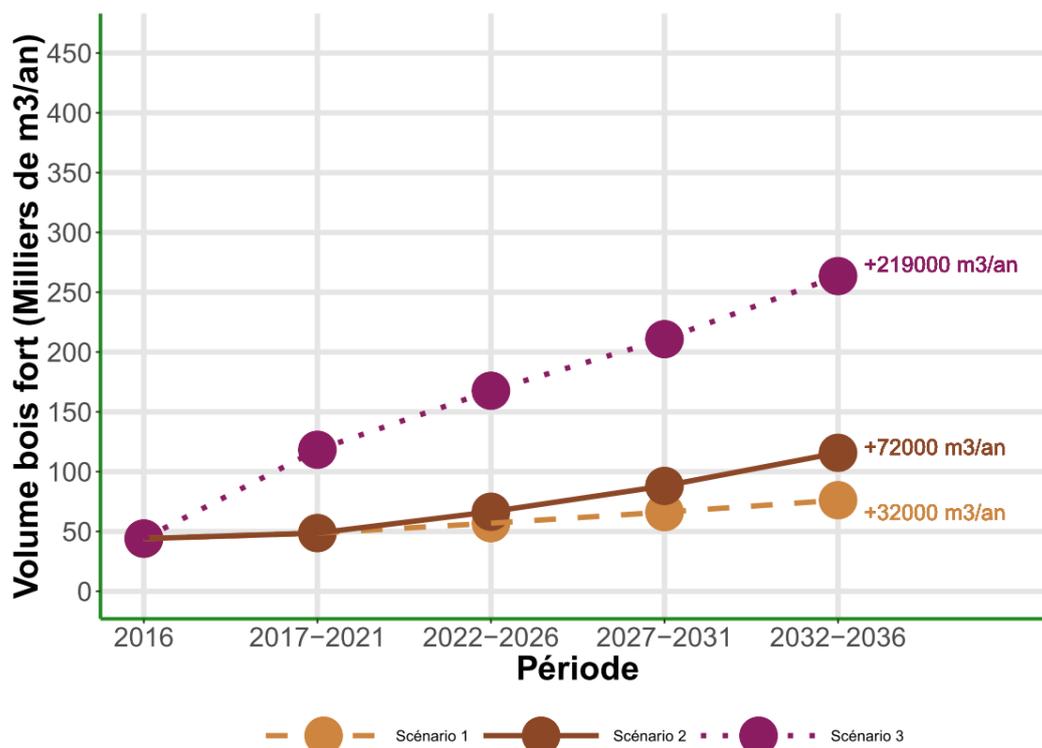


Figure 42 : Evolution des volumes de disponibilités techniques annuelles en bois fort total (bois de diamètre > 7 cm dans la tige et les branches) en Normandie à l'horizon 2036 simulés selon les 2 scénarios initialement définis plus le scénario 3, pour le domaine d'étude « Autres feuillus toutes propriétés ».

Les chiffres écrits à droite sur le graphique correspondent aux disponibilités supplémentaires annuelles calculées pour la période 2032-2036 (en soustrayant les disponibilités techniques de la période 2016).

Disponibilités techniques annuelles en bois fort en Normandie – « Autres feuillus toutes propriétés » – Avec scénario 3

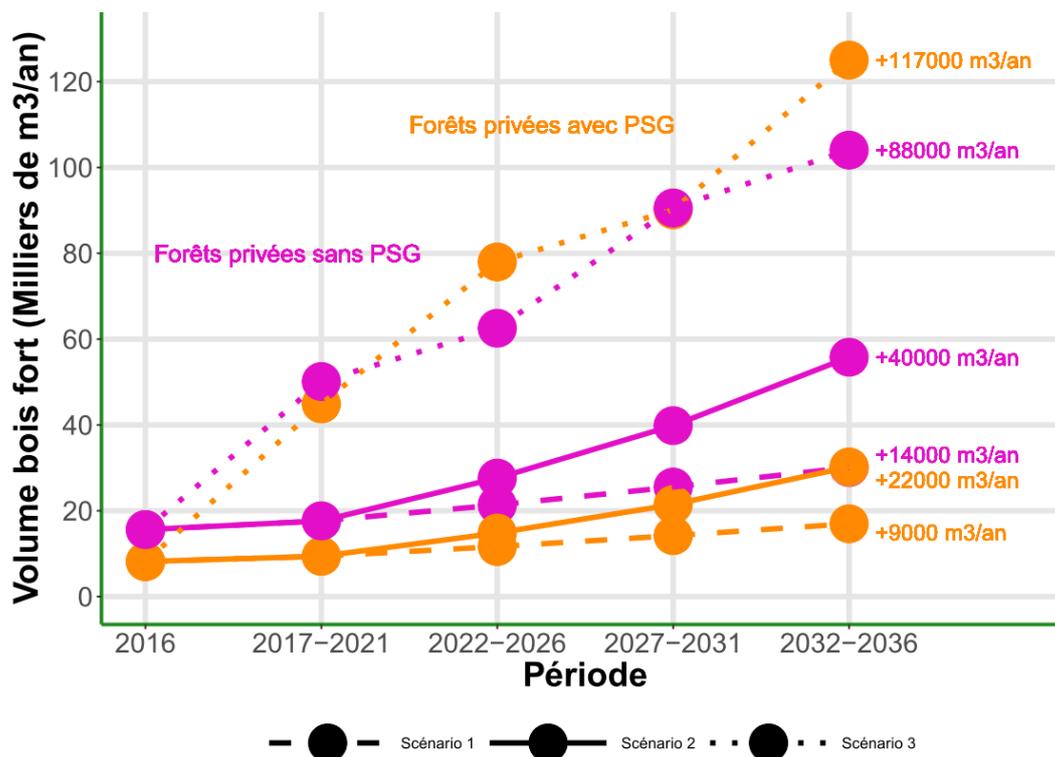


Figure 43 : Evolution des volumes de disponibilités techniques annuelles en bois fort total (bois de diamètre > 7 cm dans la tige et les branches) en Normandie à l'horizon 2036 simulés selon les 2 scénarios initialement définis plus le scénario 3, pour le domaine d'étude « Autres feuillus toutes propriétés » et en distinguant les forêts privées selon l'absence ou la présence d'un PSG.

Les chiffres écrits à droite sur le graphique correspondent aux disponibilités supplémentaires annuelles calculées pour la période 2032-2036 (en soustrayant les disponibilités techniques de la période 2016).

VIII- Conclusions

Les capacités de la forêt en Normandie permettent une augmentation potentielle de la récolte en bois à l'horizon 2036, jusqu'à +866 000 m³/an (hors menus bois). En outre, la hausse continue du stock de bois sur pied simulée malgré la hausse des prélèvements suggère que l'on reste dans un cadre de développement durable en dépit de la hausse des prélèvements. Quel que soit le scénario envisagé, la récolte potentielle annuelle représente moins de 2 % du stock sur pied. Toutefois, la hausse de la récolte potentielle prévue par cette étude est basée sur un certain nombre d'hypothèses et dépend de la levée de plusieurs freins.

Concernant les hypothèses, si les scénarios définis en concertation avec les professionnels locaux ont été jugés envisageables, ils impliquent une dynamisation modérée mais rapide et continue de la gestion pour arriver à la hausse simulée des prélèvements. Le scénario le plus dynamique fait de plus l'hypothèse que l'intégralité des frênaies seront coupées d'ici 20 ans, ce qui contribue de façon majeure à la hausse des disponibilités envisagée. Enfin, les simulations font l'hypothèse que la capitalisation du stock sur pied observée par l'IFN en Normandie sur la période récente se poursuit à l'identique sur la période de projection, et que le stock arrivant à maturité se voit appliquer les mêmes règles de gestion que la ressource initiale.

Au niveau des freins à lever, les simulations montrent que la hausse des disponibilités et du stock sur pied se cantonne exclusivement à la forêt privée, alors qu'en forêt domaniale les simulations prévoient plutôt une stagnation voire un déclin des volumes sur pied et de la récolte. Il apparaît ainsi que l'intégralité des volumes potentiellement mobilisables en plus par rapport à la récolte actuelle se trouve dans des propriétés privées, dont une grande partie sont de petite taille et non dotées de plan de gestion. L'atteinte effective d'une récolte supplémentaire en bois à l'horizon 2036 dépendra donc pour une grande part de la capacité à mobiliser effectivement les bois dans les propriétés privées de petite taille.

IX- Liste des figures

Figure 1 : Evolution des volumes de disponibilités techniques annuelles en bois fort total (bois de diamètre > 7 cm dans la tige et les branches) en Normandie à l'horizon 2036 simulés selon les 2 scénarios.	7
Figure 2 : Evolution des volumes de disponibilités techniques annuelles en bois fort total (bois de diamètre > 7 cm dans la tige et les branches) en Normandie à l'horizon 2036 simulés selon les 2 scénarios, avec une ventilation par type de propriété forestière.	7
Figure 3 : Evolution des volumes de disponibilités techniques annuelles en bois fort total (bois de diamètre > 7 cm dans la tige et les branches) en Normandie à l'horizon 2036 simulés selon les 2 scénarios, avec une ventilation par essence et type de propriété forestière.	8
Figure 4 : Evolution des volumes sur pied de bois fort total (bois de diamètre > 7 cm dans la tige et les branches) en Normandie, avec les observations historiques de l'IFN et les simulations à l'horizon 2036 selon les 2 scénarios ventilées par type de propriété forestière.	9
Figure 5 : Carte de la répartition des 1326 placettes d'inventaire incluses dans l'étude.	14
Figure 6 : Arbres recensés et volumes calculés.	16
Figure 7: Principales étapes de calcul de la disponibilité appliquées à chaque domaine d'étude pour une période donnée, depuis les données d'inventaire à la disponibilité supplémentaire.	18
Figure 8 : Carte des essences « objectifs » associées aux placettes d'inventaire incluses dans l'étude.	21
Figure 9 : Proportion de frênes très attaqués par la chalarose (source MAA - département de la santé des forêts 2017)	25
Figure 10 : Carte des types de propriétés associés aux placettes d'inventaire incluses dans l'étude.	29
Figure 11 : Types de propriétés associés aux placettes d'inventaire incluses dans l'étude.	29
Figure 12 : Carte des conditions d'exploitabilité physique associées aux placettes d'inventaire incluses dans l'étude.	31
Figure 13 : Répartition de la ressource par catégorie d'exploitabilité physique pour les forêts disponibles pour la production de bois en Normandie.	31
Figure 14 : Carte des enjeux de gestion spécifiques associés aux placettes d'inventaire incluses dans l'étude.	33
Figure 15 : Répartition de la ressource en fonction des enjeux de gestion spécifiques pour les forêts disponibles pour la production de bois en Normandie.	33
Figure 16 : Evolutions récentes de la surface de forêt de production et du volume sur pied de bois fort total (bois de diamètre > 7 cm dans la tige et dans les branches) en Normandie.	35
Figure 17 : Evolutions récentes de la surface de forêt de production et du volume sur pied de bois fort total (bois de diamètre > 7 cm dans la tige et dans les branches) en Normandie par grand type de propriété forestière.	35
Figure 18 : Evolutions récentes du volume sur pied de bois fort tige (bois de diamètre > 7 cm dans la tige) en Normandie par grand type d'essence et pour les essences emblématiques de la région.	36
Figure 19 : Diagramme récapitulatif des disponibilités par compartiment à l'état initial 2016.	37
Figure 20 : Volumes de disponibilités brutes en bois fort total (bois de diamètre > 7 cm dans la tige et les branches) en Normandie par groupe d'essence pour la période 2016, avec la distinction BO/BIBE selon les 2 systèmes de classement de l'usage de bois (IFN/ONF).	38
Figure 21 : Evolution des volumes de disponibilités techniques annuelles en bois fort total (bois de diamètre > 7 cm dans la tige et les branches) en Normandie à l'horizon 2036 simulés selon les 2 scénarios.	40
Figure 22 : Evolution des volumes de disponibilités techniques annuelles en bois fort total (bois de diamètre > 7 cm dans la tige et les branches) en Normandie à l'horizon 2036 simulés selon les 2 scénarios, avec une ventilation par type de propriété forestière.	42
Figure 23 : Répartition de la disponibilité supplémentaire en bois fort total à l'horizon 2036 par catégorie de propriété selon les 2 scénarios.	42
Figure 24 : Evolution des volumes de disponibilités techniques annuelles en bois fort total (bois de diamètre > 7 cm dans la tige et les branches) en Normandie à l'horizon 2036 simulés selon les 2 scénarios de gestion, avec la distinction feuillus/résineux et une ventilation selon l'usage des bois.	45
Figure 25 : Répartition de la disponibilité supplémentaire en bois fort total à l'horizon 2036 par groupe d'essence et usage des bois selon les 2 scénarios.	46
Figure 26 : Evolution des volumes de disponibilités techniques annuelles en bois fort total (bois de diamètre > 7 cm dans la tige et les branches) en Normandie à l'horizon 2036 simulés selon les 2 scénarios de gestion, avec une ventilation par type d'essence.	48
Figure 27 : Evolution des volumes de disponibilités techniques annuelles en bois fort total (bois de diamètre > 7 cm dans la tige et les branches) en Normandie à l'horizon 2036 simulés selon les 2 scénarios de gestion, avec une ventilation par essence.	49
Figure 28 : Répartition de la disponibilité supplémentaire en bois fort total à l'horizon 2036 par essence selon les 2 scénarios.	50
Figure 29 : Evolution des volumes de disponibilités techniques annuelles en bois fort total (bois de diamètre > 7 cm dans la tige et les branches) en Normandie à l'horizon 2036 simulés selon les 2 scénarios, avec une ventilation par essence et type de propriété forestière.	51
Figure 30 : Evolution des volumes de disponibilités techniques annuelles en bois fort total (bois de diamètre > 7 cm dans la tige et les branches) en Normandie à l'horizon 2036 simulés selon les 2 scénarios de gestion, avec une ventilation par catégorie d'exploitabilité physique.	52
Figure 31 : Répartition de la disponibilité supplémentaire en bois fort total à l'horizon 2036 par catégorie d'exploitabilité physique selon les 2 scénarios.	53
Figure 32 : Evolution des volumes de disponibilités techniques annuelles en bois fort total (bois de diamètre > 7 cm dans la tige et les branches) en Normandie à l'horizon 2036 simulés selon les 2 scénarios de gestion, avec une ventilation par type de zonage environnemental.	56
Figure 33 : Répartition de la disponibilité supplémentaire en bois fort total à l'horizon 2036 par type de zonage environnemental selon les 2 scénarios.	57
Figure 34 : Evolution des volumes de disponibilités techniques annuelles en bois fort total (bois de diamètre > 7 cm dans la tige et les branches) en Normandie à l'horizon 2036 simulés selon les 2 scénarios de gestion, avec une ventilation par catégorie de dimension des bois.	60

Figure 35 : Répartition de la disponibilité supplémentaire en bois fort total à l'horizon 2036 par classe de dimension des bois selon les 2 scénarios.	61
Figure 36 : Evolution des volumes sur pied de bois fort (bois de diamètre > 7 cm dans la tige et dans les branches) en Normandie à l'horizon 2036 simulés selon les 2 scénarios de gestion.	64
Figure 37 : Evolution des volumes sur pied de bois fort (bois de diamètre > 7 cm dans la tige et dans les branches) en Normandie à l'horizon 2036 simulés selon les 2 scénarios de gestion, avec une ventilation par type de propriété forestière.	64
Figure 38 : Evolution des volumes de disponibilités techniques annuelles en bois fort total (bois de diamètre > 7 cm dans la tige et les branches) en Normandie à l'horizon 2036 simulés selon les 2 scénarios initialement définis plus le scénario 3.	67
Figure 39 : Evolution des volumes de disponibilités techniques annuelles en bois fort total (bois de diamètre > 7 cm dans la tige et les branches) en Normandie à l'horizon 2036 simulés selon les 2 scénarios initialement définis plus le scénario 3, avec une ventilation par type de propriété forestière.	68
Figure 40 : Evolution des volumes de disponibilités techniques annuelles en bois fort total (bois de diamètre > 7 cm dans la tige et les branches) en Normandie à l'horizon 2036 simulés selon les 2 scénarios initialement définis plus le scénario 3, avec une ventilation par essence.	69
Figure 41 : Evolution des volumes de disponibilités techniques annuelles en bois fort total (bois de diamètre > 7 cm dans la tige et les branches) en Normandie à l'horizon 2036 simulés selon les 2 scénarios initialement définis plus le scénario 3, pour le domaine d'étude « Chênaie pauvre en forêts privées avec PSG ».	70
Figure 42 : Evolution des volumes de disponibilités techniques annuelles en bois fort total (bois de diamètre > 7 cm dans la tige et les branches) en Normandie à l'horizon 2036 simulés selon les 2 scénarios initialement définis plus le scénario 3, pour le domaine d'étude « Autres feuillus toutes propriétés ».	71
Figure 43 : Evolution des volumes de disponibilités techniques annuelles en bois fort total (bois de diamètre > 7 cm dans la tige et les branches) en Normandie à l'horizon 2036 simulés selon les 2 scénarios initialement définis plus le scénario 3, pour le domaine d'étude « Autres feuillus toutes propriétés » et en distinguant les forêts privées selon l'absence ou la présence d'un PSG.	72

X- Liste des tableaux

Tableau 1 : Superficie et volume (en bois fort total) des différents types de forêt en Normandie.	15
Tableau 2 : Liste simplifiée des 14 principaux domaines d'études définis pour la Normandie.	20
Tableau 3 : Evolution de la part de surface forestière gérée à l'horizon 2036 et du taux de prélèvement selon les deux scénarios de gestion.	24
Tableau 4 : Taux de réalisation des coupes prévus pour la période 2032-2036 pour chaque scénario dans chaque domaine d'étude.	24
Tableau 5 : Catégories de propriété forestière retenues dans l'étude.	28
Tableau 6 : Matrice de définition de la donnée d'exploitabilité physique des peuplements forestiers par croisement des 5 critères collectés directement sur les placettes d'inventaire par les agents de l'IGN.	30
Tableau 7 : Classement hiérarchique des zonages réglementaires selon les enjeux de gestion spécifiques utilisés dans l'étude.	32
Tableau 8 : Comparaison entre les volumes de prélèvements annuels en bois fort total (bois de diamètre > 7 cm dans la tige et dans les branches) observés par l'IFN sur la période 2005-2006 et ceux simulés par le simulateur pour la période initiale (2016).	39
Tableau 9 : Volumes de disponibilités techniques annuelles en bois fort (bois de diamètre > 7 cm dans la tige et dans les branches) en Normandie à l'horizon 2036 simulés selon les 2 scénarios de gestion.	40
Tableau 10 : Volumes de disponibilités supplémentaires annuelles en bois fort (bois de diamètre > 7 cm dans la tige et dans les branches) en Normandie à l'horizon 2036 simulés selon les 2 scénarios de gestion.	41
Tableau 11 : Volumes de disponibilités techniques annuelles en bois fort (bois de diamètre > 7 cm dans la tige et dans les branches) en Normandie à l'horizon 2036 simulés selon les 2 scénarios de gestion, avec une ventilation par type de propriété forestière.	43
Tableau 12 : Volumes de disponibilités supplémentaires annuelles en bois fort (bois de diamètre > 7 cm dans la tige et dans les branches) en Normandie à l'horizon 2036 simulés selon les 2 scénarios de gestion, avec une ventilation par type de propriété forestière.	44
Tableau 13 : Volumes de disponibilités techniques annuelles en bois fort (bois de diamètre > 7 cm dans la tige et dans les branches) en Normandie à l'horizon 2036 simulés selon les 2 scénarios de gestion, avec une ventilation par type d'essence.	46
Tableau 14 : Volumes de disponibilités supplémentaires annuelles en bois fort (bois de diamètre > 7 cm dans la tige et dans les branches) en Normandie à l'horizon 2036 simulés selon les 2 scénarios de gestion, avec une ventilation par type d'essence.	47
Tableau 15 : Volumes de disponibilités techniques annuelles en bois fort (bois de diamètre > 7 cm dans la tige et dans les branches) en Normandie à l'horizon 2036 simulés selon les 2 scénarios de gestion, avec une ventilation par catégorie d'exploitabilité physique.	54
Tableau 16 : Volumes de disponibilités supplémentaires annuelles en bois fort (bois de diamètre > 7 cm dans la tige et dans les branches) en Normandie à l'horizon 2036 simulés selon les 2 scénarios de gestion, avec une ventilation par catégorie d'exploitabilité physique.	55
Tableau 17 : Volumes de disponibilités techniques annuelles en bois fort (bois de diamètre > 7 cm dans la tige et dans les branches) en Normandie à l'horizon 2036 simulés selon les 2 scénarios de gestion, avec une ventilation par catégorie d'exploitabilité physique.	58
Tableau 18 : Volumes de disponibilités supplémentaires annuelles en bois fort (bois de diamètre > 7 cm dans la tige et dans les branches) en Normandie à l'horizon 2036 simulés selon les 2 scénarios de gestion, avec une ventilation par catégorie d'exploitabilité physique.	59
Tableau 19 : Volumes de disponibilités techniques annuelles en bois fort (bois de diamètre > 7 cm dans la tige et dans les branches) en Normandie à l'horizon 2036 simulés selon les 2 scénarios de gestion, avec une ventilation par catégorie de dimension des bois.	62
Tableau 20 : Volumes de disponibilités supplémentaires annuelles en bois fort (bois de diamètre > 7 cm dans la tige et dans les branches) en Normandie à l'horizon 2036 simulés selon les 2 scénarios de gestion, avec une ventilation par catégorie de dimension des bois.	63

XI- Bibliographie

- Colin, A. (2014). Émissions et absorptions de gaz à effet de serre liées au secteur forestier dans le contexte d'un accroissement possible de la récolte aux horizons 2020 et 2030. Contribution de l'IGN aux projections du puits de CO₂ dans la biomasse des forêts gérées de France métropolitaine en 2020 et 2030, selon différents scénarios d'offre de bois. Rapport final, mars 2014. Convention MEDDE.DGEC/IGN n°2200682886 (IGN n°10998). 58 p. Rapport téléchargeable via le lien http://inventaire-forestier.ign.fr/spip/IMG/pdf/1_projections_GES2030_foret_IGN_resultats_biomasse_2014.pdf.
- Colin, A., & Thivolle-Cazat, A. (2016). Disponibilités forestières pour l'énergie et les matériaux à l'horizon 2035. Etude réalisée en 2016 par l'IGN et le FCBA, avec le soutien financier de l'ADEME, de l'IGN et de la COPACEL. 91 pages + annexes. Rapport téléchargeable sur le site <http://inventaire-forestier.ign.fr/spip/spip.php?rubrique204>.
- Colin, A., Wernsdörfer, H., Thivolle-Cazat, A., & Bontemps, J.-D. (2017). France. In S. Barreiro, M.-J. Schelhaas, R. E. McRoberts, & G. Kändler (Eds.), *Forest Inventory-based Projection Systems for Wood and Biomass Availability* (pp. 159-174): Springer.
- Hervé, J.-C. (2016). France. In C. Vidal, I. Alberdi, L. Hernández, & J. J. Redmond (Eds.), *National Forest Inventories* (pp. 385-404): Springer.
- Hervé, J.-C., Wurpillot, S., Vidal, C., & Roman-Amat, B. (2014). L'inventaire des ressources forestières en France : un nouveau regard sur de nouvelles forêts. *Revue Forestière Française*, 3, 247-260.
- IGN. (2011a). Prélèvements de bois en forêt et production biologique : des estimations directes et compatibles. IF n°28. Document téléchargeable sur le site <http://inventaire-forestier.ign.fr/spip/spip.php?rubrique33>.
- IGN. (2011b). Volume de bois sur pied dans les forêts françaises : 650 millions de mètres cubes supplémentaires en un quart de siècle. IF n°27. Document téléchargeable sur le site <http://inventaire-forestier.ign.fr/spip/spip.php?rubrique33>.
- IGN. (2014a). Les données de l'inventaire forestier : état des lieux et évolution. IF n°34., Document téléchargeable sur le site <http://inventaire-forestier.ign.fr/spip/spip.php?rubrique33>.
- IGN. (2014b). Un inventaire annuel sur la France entière. Document téléchargeable sur le site <http://inventaire-forestier.ign.fr/spip/spip.php?rubrique25>.
- IGN. (2016a). La forêt en chiffres et en cartes – édition 2016. Document téléchargeable sur le site <http://inventaire-forestier.ign.fr/spip/spip.php?article583>.
- IGN. (2016b). La mortalité. Document téléchargeable sur le site <http://inventaire-forestier.ign.fr/spip/?article765>.
- IGN. (2016c). La production annuelle en volume. Document téléchargeable sur le site <http://inventaire-forestier.ign.fr/spip/?article765>.
- IGN. (2016d). Les flux de bois en forêt. Document téléchargeable sur le site <http://inventaire-forestier.ign.fr/spip/?article765>.
- IGN. (2016e). Les prélèvements de bois en forêt. Document téléchargeable sur le site <http://inventaire-forestier.ign.fr/spip/?article765>.
- IGN. (2016f). Résultats d'inventaire forestier – Pour bien comprendre les résultats publiés. Document téléchargeable via <http://inventaire-forestier.ign.fr/ocre-gp/docs/methodologie.pdf>.
- Morneau, F., & Hervé, J.-C. (2010). Note technique : Tarifs de cubage à l'Inventaire forestier national. Document téléchargeable sur le site http://sife.ign.fr/?page_id=1356.

- R Core Team. (2016). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.
- Vallet, P., Dhôte, J.-F., Le Moguédec, G., Ravat, M., & Pignard, G. (2006). Development of total aboveground volume equations for seven important forest tree species in France. *Forest Ecology and Management*, 229, 98-110.
- Wernsdörfer, H., Colin, A., Bontemps, J.-D., Chevalier, H., Pignard, G., Caurla, S., . . . Fournier, M. (2012). Large-scale dynamics of a heterogeneous forest resource are driven jointly by geographically varying growth conditions, tree species composition and stand structure. *Annals of Forest Science*, 68, 829-844.