



# **Plan Comptable Forestier National de la France incluant le Niveau de Référence pour les Forêts (FRL) pour les périodes 2021-2025 et 2026-2030**

*Version française*

Décembre 2019 **modifiée en Juin 2020**

***Projections & modélisation, biomasse vivante***

Bastick, C. (IGN); Colin, A. (IGN); ROBERT, C. (Citepa) ; MATHIAS, E. (Citepa).

***Calculs et projections pour l'ensemble des réservoirs et établissement du FRL***

ROBERT, C. (Citepa) ; MATHIAS, E. (Citepa).

***Rédaction du Plan Comptable Forestier National***

ROBERT, C. (Citepa) ; BASTICK, C. (IGN); COLIN, A. (IGN); PAGNAC-FARBIAS E. (MTES); FAVRE P. (MAA) ;  
CHARRIER A. (MTES), DUHALDE M. (MTES)

*Décembre 2019*

## SOMMAIRE

<b>1</b>	<b>INTRODUCTION GÉNÉRALE .....</b>	<b>4</b>
1.1	DESCRIPTION GÉNÉRALE DU NIVEAU DE RÉFÉRENCE POUR LES FORÊTS DE LA FRANCE.....	5
1.2	CONSIDÉRATIONS SUR LES CRITÈRES ET ORIENTATIONS VISÉS À L'ANNEXE IV-A DU RÈGLEMENT 2018/84 .....	6
<b>2</b>	<b>PRÉAMBULE AU NIVEAU DE RÉFÉRENCE POUR LES FORÊTS.....</b>	<b>15</b>
2.1	RÉSERVOIRS DE CARBONE ET GAZ À EFFET DE SERRE INCLUS DANS LE FRL.....	15
2.2	DÉMONSTRATION DE LA COHÉRENCE ENTRE LES RÉSERVOIRS INCLUS DANS LE FRL.....	17
2.3	DESCRIPTION DE LA STRATÉGIE FORESTIÈRE À LONG TERME .....	17
<b>3</b>	<b>DESCRIPTION DES APPROCHES, MÉTHODES ET MODÈLES.....</b>	<b>21</b>
3.1	DESCRIPTION DE L'APPROCHE GÉNÉRALE APPLIQUÉE POUR ESTIMER LE NIVEAU DE RÉFÉRENCE POUR LES FORÊTS ..	21
3.2	DOCUMENTATION DES DONNÉES SOURCES UTILISÉES POUR ESTIMER LE FRL.....	28
3.3	DESCRIPTION DÉTAILLÉE DU MODÈLE APPLIQUÉ POUR ESTIMER LE NIVEAU DE RÉFÉRENCE POUR LES FORÊTS .....	34
<b>4</b>	<b>NIVEAU DE RÉFÉRENCE POUR LES FORÊTS .....</b>	<b>39</b>
4.1	FRL ET DESCRIPTION DÉTAILLÉE DE L'ESTIMATION DE CHAQUE RÉSERVOIR DE CARBONE .....	39
4.2	COHÉRENCE ENTRE LE FRL ET LE DERNIER RAPPORT D'INVENTAIRE NATIONAL .....	42
4.3	FRL ESTIMÉ POUR CHAQUE RÉSERVOIR DE CARBONE ET CHAQUE GAZ À EFFET DE SERRE .....	48
<b>ANNEXES.....</b>		<b>52</b>
	RÉFÉRENCES.....	53
	LISTE DES 58 STRATES FORESTIÈRES ET LEUR TAUX DE PRÉLÈVEMENT .....	54
	EXEMPLES DE PARAMÈTRES DE DYNAMIQUES FORESTIÈRES POUR QUELQUES STRATES .....	58
	RÉSULTATS DÉTAILLÉS .....	61
	CALCUL DU RATIO ENTRE USAGE SOLIDE ET ÉNERGÉTIQUE DU BOIS.....	68
	DÉTAIL DES RÉCOLTES DE BOIS PAR USAGE .....	69
	NOTE EXPLICATIVE SUR LA PRISE EN COMPTE DES RECOMMANDATIONS .....	71

# 1 INTRODUCTION GÉNÉRALE

---

Au titre du règlement (UE) 2018/841 relatif à l'inclusion des émissions et absorptions de gaz à effet de serre résultant de l'utilisation des terres, des changements d'affectation des terres et de la foresterie (UTCATF en français/LULUCF en anglais) dans le cadre d'action en matière de climat et d'énergie à l'horizon 2030, les États-membres de l'Union européenne comptabilisent les émissions et absorptions résultant des terres forestières gérées pour les périodes d'engagement 2021-2025 et 2026-2030 sur la base d'un niveau de référence pour les forêts (NFP/FRL pour Forestry Reference Level en anglais). Les États-membres soumettent à la Commission européenne avant le 31 décembre 2018 pour la période 2021-2025 et avant le 30 juin 2023 pour la période 2026-2030, des plans comptables forestiers nationaux (PCFN/NFAP pour National Forestry Accounting Plan en anglais) contenant les NFP/FRL.

Au cours de deux périodes d'engagement, la comparaison entre le bilan des émissions et des absorptions issues des terres forestières gérées tel qu'estimé dans l'inventaire national et le NFP/FRL permettra de comptabiliser un débit comptable ou crédit comptable, calculé sur chaque période d'engagement. La construction des PCFN/NFAP, contenant les NFP/FRL, est sujette à différentes règles et critères, précisés à l'article 8 et à l'annexe IV du règlement 2018/841.

Le présent document a été élaboré sur la base des dispositions visées par le règlement 2018/841 et sur la base des recommandations issues des « orientations sur le développement et le rapportage des niveaux de référence pour les forêts conformément au règlement (UE) 2018/841 » (Forsell, et al. 2018) établies pour la Commission européenne.

Pour cet exercice, réalisé en novembre-décembre 2019, le niveau de référence pour les forêts (FRL) a été calculé pour les deux périodes 2021-2025 et 2026-2030, pour la partie européenne de la France, à savoir la France métropolitaine ainsi que les 5 départements et régions d'outre-mer (DROM) : la Guadeloupe, la Guyane, la Martinique, Mayotte et La Réunion.

Attendu que le FRL doit être basé sur la poursuite des pratiques de gestion durable des forêts, telles que documentées sur la période entre 2000 et 2009, le FRL est un calcul issu d'une projection théorique uniquement destiné à évaluer les crédits ou débits comptables des émissions et absorptions résultant des terres forestières gérées. Le FRL est un instrument de comptabilité, et ne constitue pas une politique climatique et/ou forestière. En particulier, il ne saurait constituer une référence de pratiques de gestion qu'il serait souhaitable d'atteindre.

En termes de politique climatique, les textes de référence en vigueur sont la loi relative à la transition énergétique pour la croissance verte (LTECV) publiée au Journal Officiel du 18 août 2015, la 1<sup>ère</sup> stratégie nationale bas-carbone (SNBC), approuvée par le décret n° 2015-1491 du 18 novembre 2015, et la loi relative à l'énergie et au climat publiée au Journal Officiel du 9 novembre 2019. Le projet de 2<sup>ème</sup> stratégie nationale bas-carbone (SNBC 2) a été rendu public le 6 décembre 2018 et son adoption est prévue début 2020.

En termes de politique forestière, les textes de référence en vigueur sont la loi d'avenir pour l'agriculture, l'alimentation et la forêt (LAAAF) du 13 octobre 2014 et le programme national de la forêt et du bois 2016-2026, approuvé par le décret n° 2017-155 du 8 février 2017.

## 1.1 DESCRIPTION GÉNÉRALE DU NIVEAU DE RÉFÉRENCE POUR LES FORÊTS DE LA FRANCE

### 1.1.1 Description du niveau de référence pour les forêts de la France

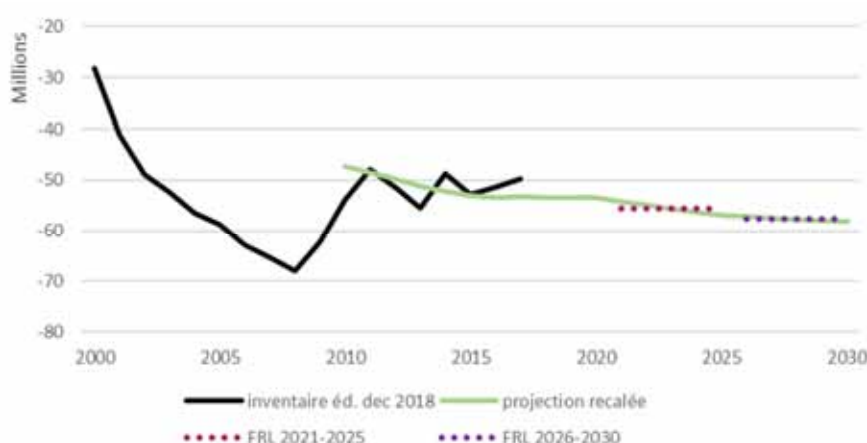
Le niveau de référence pour les forêts (FRL) de la France se décline par territoire : la France métropolitaine et les régions d'Outre-mer. Pour la France métropolitaine, l'Institut National de l'Information Géographique et Forestière (IGN) réalise un inventaire forestier, utilisé comme base pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre. Pour le calcul du FRL, un modèle de croissance forestière, MARGOT (voir section 3.3), a été utilisé. Il repose sur les données de ce même inventaire forestier. Le modèle a été calibré de sorte à ce qu'il simule, à partir de 2010, l'évolution de la forêt (croissance, mortalité, prélèvements) sur la base de la continuation des pratiques de gestion forestière telles que documentées pour la période de référence (2000-2009). Selon les résultats de cette simulation, la croissance nette de la biomasse vivante est en hausse sur la période projetée (2010-2030), malgré des prélèvements eux aussi en hausse. Néanmoins, un écart important en niveau et en tendance est constaté sur la période 2010-2017, entre cette modélisation et le puits réellement mesuré et rapporté dans l'inventaire national de GES. Compte tenu de l'incapacité du modèle à reproduire le niveau réel du puits observé entre 2010 et 2017, un recalage a été effectué (voir section 4.2) afin de remettre en cohérence le niveau du FRL.

Le FRL de la France entière est présenté dans le tableau ci-dessous :

FRL (tCO <sub>2</sub> e/an)	Métropole	Outre-mer	France entière (Métropole et Outre-mer)
2021-2025	-55 581 825	182 535	-55 399 290
2026-2030	-57 711 441	182 535	-57 528 906

Les résultats détaillés par territoire et par compartiments sont présentés dans la section 4.2

**Figure 1 Présentation du FRL en relation avec la projection et l'inventaire historique, en millions de tCO<sub>2</sub>e (Métropole)**



### 1.1.2 Différence entre le FRL et le FMRL

Pour information, ce FRL (rapporté dans le cadre du règlement UE 2018/841) diffère du FMRL (voir encadré ci-dessous) rapporté dans le cadre du Protocole de Kyoto. En effet, le FMRL estimé dans le cadre de la réglementation portant sur les règles comptables UTCATF/LULUCF pour la période 2013-2020 est de - 45 615 kt CO<sub>2</sub>e. Il était de - 67 410 kt CO<sub>2</sub>e en 2015, date à laquelle il a fait l'objet d'une correction technique de 21 795 kt CO<sub>2</sub>e.

#### ***Différence d'approche entre le FMRL et le FRL***

Le Niveau de Référence de Gestion Forestière (FMRL) pour la France, ainsi que pour de nombreux États membres de l'Union européenne, a été déterminé par le Joint Research Center (JRC). Pour l'établir, le JRC s'était appuyé sur deux approches : un modèle de croissance forestière basé sur les inventaires forestiers des États membres, et la méthode gains-pertes du GIEC basé sur les données historiques des caractéristiques des forêts. Ce FMRL de la France soumis en 2011 est disponible sur le site de la CCNUCC<sup>1</sup>. Des informations sur la méthode de calcul et les paramètres se trouvent dans le rapport d'évaluation de 2011 (TAR<sup>2</sup>).

Le FMRL repose sur des données de modélisation forestière différente des données forestières utilisées dans l'inventaire. Néanmoins, une procédure de calibration (dite aussi *postadjustment*) a permis de remettre en cohérence le FM historique et le FMRL. Cette approche est mentionnée dans le rapport d'évaluation (TAR<sup>3</sup>) du FMRL français (paragraphes 9 et 10)<sup>4</sup>.

Le FRL calculé ici, en revanche, s'appuie sur un modèle français, développé par l'IGN, organisation en charge des inventaires forestiers en France (voir chapitre 3).

## 1.2 CONSIDÉRATIONS SUR LES CRITÈRES ET ORIENTATIONS VISÉS À L'ANNEXE IV-A DU RÈGLEMENT 2018/84

L'annexe IV-A du règlement n°2018/841 stipule les critères et orientations pour déterminer les FRL :

### 1.2.1 Compatibilité du FRL avec l'objectif de neutralité

« a) le niveau de référence est compatible avec l'objectif consistant à parvenir à un équilibre entre les émissions anthropiques par les sources et les absorptions anthropiques par les puits de gaz à effet de serre au cours de la seconde moitié de ce siècle, y compris en améliorant le potentiel d'absorption des forêts vieillissantes qui, à défaut, peuvent progressivement devenir des puits en déclin. »

Le scénario proposé pour le calcul du niveau de référence des forêts de la France, fondé sur la poursuite, jusqu'en 2030, des pratiques de gestion durable de la forêt mise en évidence pour la période 2000-2009,

---

<sup>1</sup> [http://unfccc.int/files/meetings/ad\\_hoc\\_working\\_groups/kp/application/pdf/awgkp\\_france\\_2011.pdf](http://unfccc.int/files/meetings/ad_hoc_working_groups/kp/application/pdf/awgkp_france_2011.pdf)

<sup>2</sup> <http://unfccc.int/resource/docs/2011/tar/fra01.pdf>

<sup>3</sup> <http://unfccc.int/resource/docs/2011/tar/fra01.pdf>

<sup>4</sup> [Data and models] used for the construction of the FMRL are different from those used in the GHG inventory. (...) In order to make [FMRL] consistent with the historical data, a postadjustment/calibration was applied. Historical data from reporting on forest land remaining forest land under the Convention are used for post-calibration of the model results (...) by using the average of the period 2000 to 2008 from the 2010 national GHG inventory. (§9 and 10 of the TAR).

peut être considéré comme compatible avec l'objectif fixé par l'accord de Paris de parvenir à un équilibre entre les émissions anthropiques par les sources et les absorptions anthropiques par les puits de gaz à effet de serre au cours de la seconde moitié de ce siècle. La gestion forestière intégrée dans le scénario conduit en effet à un renforcement du puits forestier par rapport aux niveaux observés actuellement. Cette dynamique de gestion forestière prend en compte la politique de récolte de bois, de renouvellement des forêts anciennes et peu gérées afin d'éviter le phénomène de déclin du rôle de puits des forêts vieillissantes.

Entre 2000 et 2009, les pratiques de gestion durable des forêts en France ont été intégrées dans les premiers instruments de politique climatique. En 2004, la France s'est dotée de son premier plan stratégique climatique, le Plan Climat de 2004-2012, afin d'atteindre les objectifs qui avaient été assignés par le protocole de Kyoto. Ce plan regroupait différentes actions dans tous les secteurs de l'économie, visant à stabiliser les émissions de gaz à effet de serre en 2010 à leur niveau de 1990. Il prévoyait en outre une division par quatre des émissions pour 2050. Certaines actions visaient spécifiquement les forêts, en particulier la conservation et le renforcement des puits de carbone forestier, suite aux accords de Marrakech de la COP 7 de la CCNUCC en 2001.

Les différentes dispositions forestières du Plan Climat de 2004-2012 peuvent être considérées comme incluses dans les pratiques de gestion durable des forêts utilisées pour la construction du FRL, sans que cela remette en cause la règle d'élaborer le FRL sur la poursuite des pratiques de gestion durable telles que documentées entre 2000 et 2009.

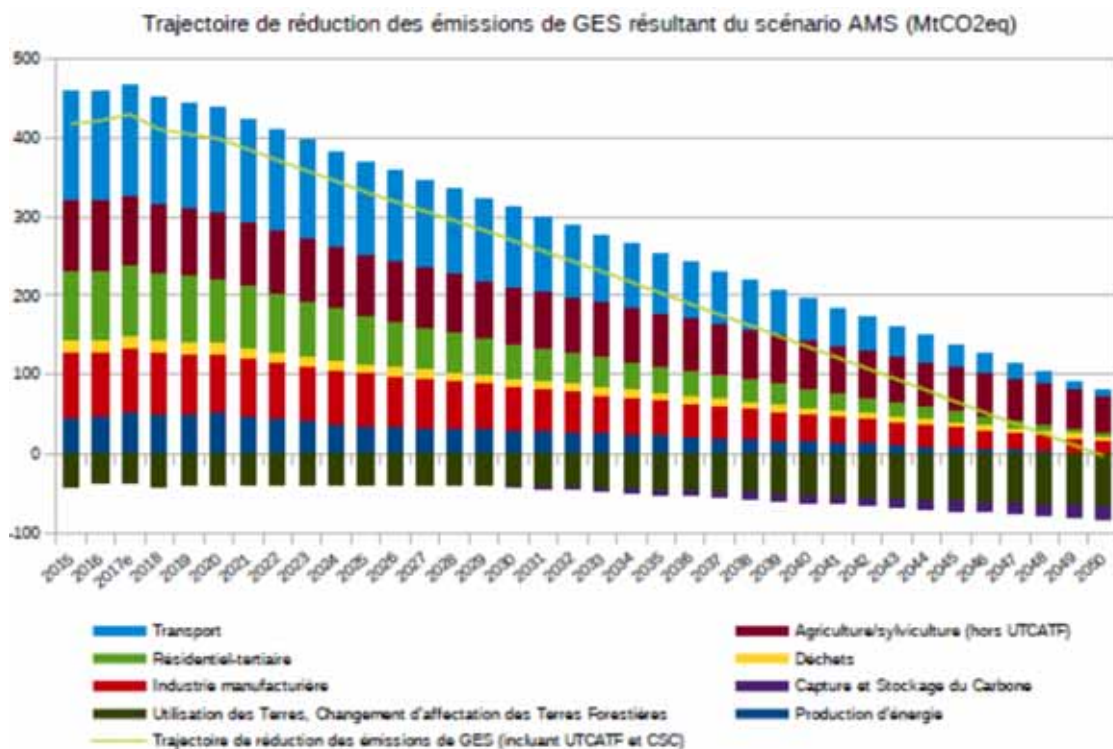
Concernant l'atteinte de la neutralité carbone en 2050 telle que la France l'envisage dans sa stratégie nationale, il convient de se replacer dans une perspective plus globale, élargie à l'ensemble des secteurs d'activités et conforme aux exercices prospectifs les plus récents.

L'objectif de neutralité carbone à l'horizon 2050, traduction ambitieuse de l'objectif de neutralité carbone de l'accord de Paris, a été introduit récemment dans la politique climatique française, notamment avec le Plan climat du 6 juillet 2017. La 2ème stratégie nationale bas-carbone (SNBC 2), dont le projet a été rendu public le 6 décembre 2018, vise l'atteinte d'un objectif de neutralité carbone en 2050 sur le territoire national et détaille les mesures et actions envisagées par le gouvernement pour la transition écologique et solidaire pour atteindre cet objectif. Ce projet a été soumis en 2019 à l'avis de l'Autorité environnementale, du Haut Conseil pour le Climat, du Conseil Économique, Social et Environnemental et fera l'objet d'une consultation publique début 2020 avant son adoption.

Avec la Programmation Pluriannuelle de l'Énergie, la SNBC 2 est constitutive du plan national intégré énergie-climat de la France dont le projet a été présenté à la Commission en février 2019.

Lors du travail de révision en 2018 de la Stratégie Nationale Bas-Carbone, la France a conduit un exercice de scénarisation prospective. Le scénario dit « avec mesures supplémentaires » (AMS) vise à respecter les objectifs que la France s'est fixés en termes d'énergie et de climat, à court, moyen et long termes. Il dessine une trajectoire possible de réduction des émissions de gaz à effet de serre jusqu'à l'objectif structurant de neutralité carbone en 2050.

Le scénario repose sur une hypothèse de diminution drastique des émissions de gaz à effet de serre dans tous les secteurs (voir graphique et tableau ci-dessous). En termes quantitatifs, les réductions d'émissions attendues par rapport à l'année 2015 dépassent les 90% pour les trois secteurs du transport, du bâtiment résidentiel-tertiaire et de la production d'énergie. Le secteur de l'agriculture (hors UTCATF), du fait du caractère incompressible de ses émissions, serait celui pour lequel la diminution serait la moins forte.



Secteurs	Réduction des émissions par secteur du scénario AMS par rapport à 2015
Transports	-97%
Bâtiment	-95%
Agriculture/sylviculture (hors UTCATF)	-46%
Industrie	-81%
Production d'énergie	-95%
Déchets	-66%
<b>Total (hors UTCATF)</b>	<b>-83%</b>
<b>UTCATF</b>	<b>64%</b>

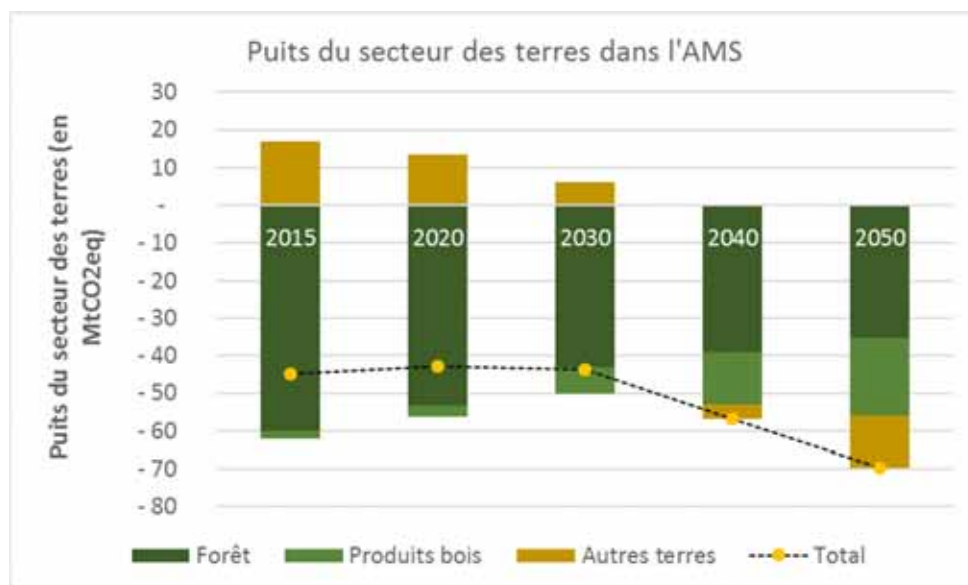
En complément de cette diminution des émissions, en matière de puits de carbone, la SNBC 2 cherche à améliorer l'efficacité du secteur forêt-bois. En effet, ce dernier est stratégique car il répond au besoin d'alimenter l'économie en énergie et produits biosourcés et renouvelables, et en même temps, contribue fortement au puits de carbone du secteur des terres via la séquestration du carbone en forêt et dans les produits bois.

Ainsi, toujours dans le scénario AMS, une gestion intelligente et durable de la forêt permet d'optimiser la pompe à carbone tout en améliorant sa résilience face aux risques climatiques et en préservant mieux la



biodiversité. La surface forestière s'accroît, encouragée par l'afforestation. La récolte augmente progressivement pour passer de 44 Mm<sup>3</sup> en 2015 à 59 Mm<sup>3</sup> en 2030 et 75 Mm<sup>3</sup> en 2050, ce qui demande des efforts importants de mobilisation en rupture avec la tendance actuelle, notamment dans la forêt privée. L'usage du bois comme matériau est très fortement encouragé par rapport à l'usage énergétique pour le bois sortant de forêt. La production de produits bois à longue durée de vie (notamment utilisés dans la construction) triple entre 2015 et 2050, ce qui augmente le puits de carbone des produits bois. En aval, une meilleure collecte des produits bois en fin de vie permet d'améliorer la valorisation de ce type de biomasse au détriment de l'enfouissement. Au final, le puits de la filière forêt-bois est maintenu malgré une baisse du puits dans les forêts actuelles engendrée par l'augmentation de récolte, grâce au puits des produits bois et des nouvelles forêts.

Le graphique ci-dessous indique l'évolution du puits du secteur des terres dans son ensemble englobant les terres forestières ainsi que les autres terres (cultures, prairies, terres artificialisées...). Grâce à la gestion forestière, l'hypothèse d'atteinte de l'objectif de zéro artificialisation nette en 2050 et à la prise en compte du carbone stocké dans les terres agricoles, ce puits net augmente entre 2030 et 2050, après avoir peu évolué entre 2015 et 2030.



La gestion forestière envisagée dans la SNBC est donc plus dynamique que celle envisagée dans le FRL de la France afin notamment de renouveler les forêts en les rendant plus résilientes aux changements climatiques, de diriger plus de matériaux biosourcés en direction de l'économie en profitant des effets associés de stockage temporaire et de substitution à des matériaux plus émetteurs et à des énergies fossiles. Elle permet de mieux préserver le carbone stocké dans les sols. Elle repose également sur une afforestation accrue et une réduction des défrichements afin de renforcer le puits du secteur des terres.

Les différentes orientations de la nouvelle SNBC pour les forêts ne sont pas intégrées dans les pratiques de gestion utilisées pour construire le FRL car elles sont, par définition, postérieures à la date de 2009. Toutes ces orientations s'appliquent bien, en revanche, aux orientations sylvicoles actuelles.

Enfin, le scénario AMS mobilise de manière modérée la technologie de capture et stockage du carbone (CSC) pour accroître le puits. En 2050, elles permettraient d'éviter environ 6 MtCO<sub>2</sub>/an dans l'industrie et de réaliser annuellement une dizaine de MtCO<sub>2</sub> d'émissions négatives sur des installations de production d'énergie à partir de biomasse.

L'ensemble de ces hypothèses seront développées dans le plan national intégré énergie climat de la France.

### **1.2.2 Non prise en compte des stocks de carbone**

« b) le niveau de référence garantit que la simple présence de stocks de carbone n'est pas prise en considération dans la comptabilité »

Le calcul du FRL de la France est cohérent avec les principes de calcul de l'inventaire, et ne prend en compte que les différents flux (production brute, mortalité, prélèvement, décomposition) pour en déduire un bilan net. La simple présence de stocks de carbone, pour l'ensemble des réservoirs de carbone, n'est donc pas prise en considération dans la comptabilité du FRL de la France.

### **1.2.3 Fiabilité et crédibilité de la comptabilité**

« c) le niveau de référence devrait garantir un système de comptabilité fiable et crédible, qui garantisse la prise en compte appropriée des émissions et des absorptions résultant de l'utilisation de la biomasse »

Le FRL repose sur un système de comptabilité cohérent avec l'inventaire national de la France, dont la fiabilité et la crédibilité sont assurées par le respect des lignes directrices du GIEC de 2006 et les différentes revues d'experts.

Les émissions et absorptions résultant de l'utilisation de la biomasse sont prises en compte de manière appropriée grâce à l'utilisation des taux de récoltes de l'IGN, recalées sur les statistiques de récoltes de bois (Enquêtes annuelles de branche, EAB), et par le calcul d'un module dédié aux produits ligneux récoltés.

### **1.2.4 Prise en compte des produits ligneux récoltés**

« d) le niveau de référence tient compte du réservoir de carbone que constituent les produits ligneux récoltés, afin de permettre une comparaison entre l'hypothèse d'une oxydation instantanée de ceux-ci et l'application de la fonction de dégradation de premier ordre et des valeurs de demi-vie »

Le réservoir des produits ligneux récoltés est pris en compte dans le calcul du FRL de la France. La méthode d'estimation des produits ligneux récoltés est présentée dans la section 3.1.1.6. Cette méthode applique une fonction de dégradation de premier ordre et des valeurs de demi-vie (GIEC, 2006), en cohérence avec les calculs de récolte de bois pris en compte dans le FRL. Les valeurs de demi-vies utilisées sont aussi présentées dans cette section.

Par ailleurs, les tableaux fournis dans la section 4.3 présentent les résultats selon deux modalités :

- en tenant en compte des Produits Ligneux Récoltés
- en prenant en compte l'hypothèse d'une oxydation instantanée de ceux-ci.

### **1.2.5 Rapport constant entre utilisation solide et énergétique du bois**

« e) l'hypothèse d'un rapport constant entre l'utilisation solide et énergétique de la biomasse forestière, tel qu'il a été observé pendant la période allant de 2000 à 2009, est employée »

Pour la projection du FRL, ont été appliqués : i) le taux de récolte moyen observé pour la période de référence (hors effets de tempêtes, soit 2003-2009 sans les produits accidentels) et ii) le ratio d'utilisation

entre bois d'œuvre et d'industrie (utilisation solide) et bois énergie (utilisation énergétique) tel qu'observé pour la période de référence (2000-2009).

i) taux de récolte

Le taux de récolte moyen observé pour la période de référence a été calculé à partir des données AGRESTE (voir paragraphe 3.2.3.1) – soit les mêmes données sources que celles utilisées dans l'inventaire GES national. Le taux moyen correspond au taux de récolte, hors phénomène exceptionnel. Les récoltes exceptionnelles ont été exclues afin de retenir le niveau de récolte correspondant à une gestion sylvicole hors crise durant la période de référence et calibrer le modèle avec des données représentatives des pratiques courantes de gestion. Pour la tempête de 1999, qui a donné lieu à des récoltes exceptionnelles de chablis sur plusieurs années, les années 2000 à 2002 ont simplement été exclues du calcul de la moyenne du taux de récolte de la période de référence. Pour 2009, la part des récoltes correspondant à ces chablis exceptionnels étant connue, seule cette part a été retranchée.

Un taux de récolte représentatif de la période de référence a ainsi été estimé pour chaque strate du modèle forestier. Ce taux est maintenu constant durant la période de projection. Le paragraphe 3.2.3.1 présente plus en détail la méthode employée. Les annexes présentent le taux de récolte pour chaque strate.

ii) ratio entre utilisation solide et énergétique du bois

La projection des produits bois est directement calculée à partir de la projection des récoltes totales, conservant ainsi un rapport constant entre utilisation solide et utilisation énergétique.

La répartition entre usage solide et énergétique du bois se base sur le ratio moyen, estimé dans l'inventaire national d'émission des GES, entre récolte de Bois d'œuvre et d'Industrie (BO-BI) et de Bois Energie (BE), durant la période de référence (2000-2009). Ce ratio moyen observé durant la période de référence (2000-2009) est de 58% pour l'usage solide et 42% pour l'usage énergétique. Ce ratio entre usage solide et énergétique est ensuite appliqué directement à la projection, à partir de 2000, de la récolte de bois. Les annexes présentent les données historiques et le calcul de ce ratio.

### **1.2.6 Compatibilité du FRL avec les objectifs de biodiversité et de durabilité (Annexe II)**

« f) le niveau de référence devrait être compatible avec les objectifs de conservation de la biodiversité et d'utilisation durable des ressources naturelles, tels qu'énoncés dans la stratégie de l'Union européenne pour les forêts, dans les politiques forestières nationales des États membres et dans la stratégie de l'Union européenne pour la biodiversité »

Les pratiques de gestion durable des forêts entre 2000 et 2009 sont en grande partie encadrées par la loi d'orientation sur la forêt<sup>5</sup> publiée en 2001, faisant de la multifonctionnalité le principe fondamental de la politique forestière. Elle s'inscrit dans le cadre international des recommandations sur la gestion durable des forêts, s'agissant notamment des résolutions des conférences ministérielles pour la protection et la valorisation des forêts en Europe, un processus désormais connu sous le nom de « Forest Europe ». Cette loi a apporté des réponses aux nouvelles attentes de la société vis-à-vis des forêts, notamment en termes de biodiversité avec l'introduction dans le code forestier des principes fondamentaux de la politique forestière<sup>6</sup>, et en particulier, « la gestion durable des forêts garantit leur diversité biologique, leur

---

5 Loi d'orientation de la forêt n°2001-602 du 9 juillet 2001

6 Article 1 de la LOF 2001-602

productivité, leur capacité de régénération, leur vitalité et leur capacité à satisfaire, actuellement et pour l'avenir, les fonctions économiques, écologique et sociale pertinentes, aux niveaux local, national et international ». La loi d'orientation sur la forêt a été élaborée en conjonction avec la 1ère stratégie forestière de l'Union européenne, du 3 novembre 1998, et est de fait, pleinement compatible avec elle.

La première stratégie nationale pour la biodiversité 2004-2010 est la concrétisation de l'engagement français au titre de la Convention sur la diversité biologique (CDB), ratifiée par la France en 1994 avec pour objectif de « stopper la perte de biodiversité d'ici 2010 », comme s'y sont engagés tous les pays de l'Union européenne. Cette finalité a été déclinée pour chacune des composantes essentielles du vivant : les gènes, les espèces, les habitats, les écosystèmes, et leur traduction dans une trame écologique. La mise en œuvre de la stratégie a débuté avec l'adoption en novembre 2005 d'une première série de plans d'action, complétée en 2006, par trois autres plans d'action dont celui sur les forêts et celui sur les outre-mer. Celle-ci contenait plusieurs éléments sur les forêts, dont notamment l'objectif de promouvoir la conservation et le renforcement approprié de la diversité biologique comme élément essentiel de la gestion durable des forêts aux niveaux national, régional et planétaire.

La déclinaison opérationnelle de loi d'orientation sur la forêt s'est notamment effectuée par le programme forestier national (PFN) 2006-2015 qui a fait de la préservation de la biodiversité forestière, remarquable ou ordinaire, un enjeu majeur de la politique forestière nationale. Le PFN accordait une attention particulière aux écosystèmes forestiers à haute valeur biologique, aux habitats fragiles et aux peuplements présentant des caractéristiques remarquables en termes de naturalité. Pour les forêts d'outre-mer, le PFN a là-aussi fait de la diversité biologique un enjeu majeur. Même en dehors des espaces dédiés à la protection de la nature, le PFN a conduit à ce que la gestion forestière courante garantisse la préservation de la diversité biologique.

L'ensemble des dispositions relatives à la durabilité et à la diversité biologique contenues dans la loi d'orientation sur la forêt du 9 juillet 2001 et reprises dans le PFN 2006-2015, ainsi que dans la stratégie nationale pour la biodiversité 2004-2010, peuvent être considérées comme compatibles avec les stratégies européennes associées de l'époque. Toutes les mesures associées peuvent être considérées comme incluses dans les pratiques de gestion durable des forêts utilisées pour la construction du FRL, sans que cela remette en cause la règle d'élaborer le FRL sur la poursuite des pratiques de gestion durable telles que documentées entre 2000 et 2009.

Après la loi d'orientation sur la forêt du 9 juillet 2001, la loi d'avenir pour l'agriculture, l'alimentation et la forêt (LAAAF) du 13 octobre 2014 est devenue le nouveau cadre législatif de référence pour la politique forestière française. À la suite du PFN de 2006-2015, le programme national de la forêt et du bois (PNFB) définit la stratégie forestière française sur la période 2016-2026. Cette stratégie rappelle que la biodiversité forestière, qu'elle soit dite « ordinaire » ou « patrimoniale », est un atout majeur pour une sylviculture durable et efficace. Le PNFB et les programmes régionaux de la forêt et du bois (PRFB, déclinaisons régionales du PNFB) en cours de déploiement, proposent des actions permettant le renforcement des connaissances en matière de biodiversité ; la préservation de la biodiversité en forêt et la préservation et la remise en état des continuités écologiques forestières. Plus précisément, parmi les pratiques pouvant être valorisées dans les PRFB, on peut citer, à titre d'exemple, le maintien des souches et des rémanents sur place ; la conservation du bois mort en forêt sur pied et/ou au sol ; la création des îlots, des réseaux et des continuités de sénescence ; des mesures de veille sur la diversité des essences dans les peuplements et/ou par massif. Dans les DROM, de nouveaux outils sont développés en utilisant l'analyse d'imagerie afin de maintenir un haut niveau de surveillance et de police de l'environnement en forêt. La restauration par

boisement des sites dégradés est encouragée, tandis que la protection des écosystèmes forestiers particulièrement sensibles, notamment des mangroves, est renforcée.

Le PNFB s'est construit en conjonction avec la nouvelle stratégie forestière de l'UE pour les forêts et le secteur forestier, du 20 septembre 2013, et lui est pleinement compatible. En particulier, les deux documents ont en commun les mêmes principes directeurs, notamment celui d'une gestion durable des forêts et de leur rôle multifonctionnel, se reflétant dans les principes de « Forest Europe ».

Après la première phase 2004-2010 basée sur des plans d'actions sectoriels, la nouvelle stratégie nationale pour la biodiversité (SNB) 2011-2020 est désormais le texte programmatique de référence pour la politique française de biodiversité. Cette stratégie, présentée le 19 mai 2011, est une application des objectifs d'Aichi du plan stratégie de la Convention sur la diversité biologique, et vise un engagement plus important des acteurs dans tous les secteurs d'activité, à toutes les échelles territoriales, en métropole et outre-mer. La SNB a également été construite en étroite interaction avec la nouvelle stratégie de l'Union européenne pour la biodiversité à l'horizon 2020, suite à la communication de la Commission européenne du 3 mai 2011.

Les différentes dispositions du PNFB et de l'actuelle SNB ne sont pas intégrées dans les pratiques de gestion utilisées pour construire le FRL car elles sont, par définition, postérieures à 2009. Toutes ces dispositions s'appliquent bien, en revanche, aux orientations sylvicoles actuelles.

### **1.2.7 Cohérence avec les projections nationales**

« g) le niveau de référence est cohérent avec les projections nationales relatives aux émissions anthropiques de gaz à effet de serre par les sources et aux absorptions par les puits communiquées en vertu du règlement (UE) n°525/2013 »

#### **Cohérence méthodologique**

Du point de vue méthodologique, le calcul de projections établies dans le cadre du règlement UE n° 525/2013 et le calcul d'un niveau de référence forestier (FRL) établi dans le cadre du règlement UE n° 2018/841 sont deux exercices très différents. Le FRL repose sur un modèle forestier. Les projections ne reposent pas sur un modèle, mais sur des hypothèses à dire d'experts sur l'évolution de la forêt, des pratiques sylvicoles et sur des scénarios.

Les projections d'émissions et d'absorptions de GES réalisées dans le cadre du règlement (UE) n° 525/2013 sont réalisées selon deux scénarios : avec mesures existantes et avec mesures additionnelles. Dans les deux cas, la part de forêt (périmètre différent de celui utilisé pour le FRL qui ne concerne que la forêt restant forêt) est projetée jusqu'en 2035, à partir d'un point de départ connu en 2015. Ce point de départ est donc différent de celui du FRL (2010).

Aucun modèle forestier n'est utilisé pour le calcul des projections. En revanche, les données de base utilisées pour les projections et pour le FRL sont les mêmes : données de croissance, mortalité et prélèvement de l'IGN.

#### **Cohérence des résultats**

Dans l'élaboration des projections des hypothèses fortes ont été prises en compte et notamment une hypothèse de stabilité de la production brute et de la mortalité jusqu'en 2035. Ce choix permet de se focaliser sur les effets des pratiques de récoltes. Dans le cadre des travaux sur le FRL le modèle utilisé par l'IGN donne une augmentation conjointe de la production brute et de la mortalité sur la période modélisée jusqu'en 2030. Les dynamiques de production et de mortalité demeurent incertaines car très dépendantes

des conditions météorologiques non modélisées pour ces travaux. Ce choix explique en grande partie la tendance à la baisse du puits dans le cadre des projections tandis que le puits demeure à la hausse dans le cadre du FRL.

Ensuite, dans le scénario de projection avec mesures existantes, sont intégrées des politiques visant une récolte forestière accrue. Ce n'est pas le cas pour le FRL dans lequel les pratiques sylvicoles sont celles observées sur la période 2000-2009. Par conséquent, la hausse de la récolte prise en compte dans les projections est plus forte que celle modélisée dans le cadre du FRL.

### **1.2.8 Cohérence avec l'inventaire national d'émissions de GES**

« h) le niveau de référence est cohérent avec les inventaires des gaz à effet de serre et les données historiques pertinentes, et est fondé sur des informations transparentes, exhaustives, cohérentes, comparables et exactes. En particulier, le modèle utilisé pour établir le niveau de référence est capable de reproduire les données historiques issues de l'inventaire national des gaz à effet de serre. »

#### **Cohérence méthodologique**

Le calcul du FRL se base sur les mêmes approches méthodologiques (méthodes des gains et des pertes pour le bilan de la biomasse forestière, application de la cinétique d'ordre 1 du GIEC pour les produits bois, hypothèse d'un stock à l'équilibre pour les autres réservoirs) et les mêmes données sources (inventaire forestier de l'IGN, données de récolte de bois issus d'enquêtes statistiques et recalées sur le prélèvement global de l'IGN) que l'inventaire national. Ce rapport, ainsi que l'ensemble des documents et fichiers fournis dans le cadre de la soumission de l'inventaire national de la France, fournit toutes les informations méthodologiques propres à garantir la transparence des calculs et de justifier leur pertinence.

#### **Cohérence des résultats**

Néanmoins, un écart est observé, pour les années 2010 à 2017, entre le modèle appliqué pour le FRL et l'inventaire national. En effet, selon les résultats de cette simulation, la croissance nette de la biomasse vivante est en hausse sur la période projetée (2010-2030), malgré des prélèvements eux aussi en hausse. Le bilan net des gains et pertes pour la biomasse vivante donne, d'après le modèle, une hausse du puits de 2010 à 2030. Or, dans le même temps, le puits réellement observé, d'après résultats de l'inventaire forestier, montre une tendance à la baisse de ce puits, de 2010 à 2017. Plusieurs explications possibles à cet écart sont proposées dans la section 4.2.

#### **Recalage**

Afin de remettre en cohérence la projection avec l'inventaire national, un recalage est appliqué, conformément aux préconisations du guide méthodologique (Forsell, et al. 2018) (voir section 4.2.1).

## 2 PRÉAMBULE AU NIVEAU DE RÉFÉRENCE POUR LES FORÊTS

### 2.1 RÉSERVOIRS DE CARBONE ET GAZ À EFFET DE SERRE INCLUS DANS LE FRL

#### 2.1.1 Réservoirs de carbone

Le calcul du FRL de la France, en cohérence avec l'inventaire national, prend en compte les flux liés aux réservoirs de carbone suivants, en forêt restant forêt :

	biomasse aérienne	biomasse souterraine	bois mort	litière	carbone organique du sol	produits ligneux récoltés
France métropolitaine	E	E	E	E (0)*	E (0)*	E
Guyane	E (0) <sup>7</sup>	E (0)*	E (0)*	E (0)*	NE	NE
Guadeloupe	E (0)*	E (0)*	E (0)*	E (0)*	NE	NE
Martinique	E (0)*	E (0)*	E (0)*	E (0)*	NE	NE
La Réunion	E (0)*	E (0)*	E (0)*	E (0)*	NE	NE
Mayotte	E (0)*	E (0)*	E (0)*	E (0)*	NE	NE

E = Estimé; NE = Non estimé; E(0) = estimé à zéro pour le bilan de la biomasse forestière (production, mortalité, prélèvements), hors feux de forêt. Voir le paragraphe 3.1.2.1

#### 2.1.2 Gaz à effet de serre

Le calcul du FRL de la France, en cohérence avec l'inventaire national, estime les flux de gaz à effet de serre suivants :

	Bilan forêt			Brûlage de résidus de récolte de bois			Feux de forêt		
	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O
France métropolitaine	E	NE	NE	IE	E	E	E	E	E
Guyane	E (0)*	NE	NE	IE	E	E	E	E	E
Guadeloupe	E (0)*	NE	NE	IE	E	E	E	E	E
Martinique	E (0)*	NE	NE	IE	E	E	E	E	E

<sup>7</sup> Une estimation à zéro signifie que la variation de stock de ce réservoir est nulle, et que les gains et les pertes de carbone (flux d'émission et de séquestration) se compensent. Cette hypothèse est appuyée par les connaissances scientifiques, et les incertitudes sur les données actuelles (voir sections 3.1.1.5 et 3.1.2).

La Réunion	E (0)*	NE	NE	IE	E	E	E	E	E
Mayotte	E (0)*	NE	NE	IE	E	E	E	E	E

E = Estimé; NE = Non estimé; IE = inclus ailleurs



## 2.2 DÉMONSTRATION DE LA COHÉRENCE ENTRE LES RÉSERVOIRS INCLUS DANS LE FRL

Le calcul du FRL prend en compte tous les réservoirs de carbone de façon cohérente :

- la biomasse aérienne fait l'objet d'une modélisation;
- la biomasse racinaire est directement calculée en fonction de cette biomasse aérienne;
- le bois mort est supposé à l'équilibre, et ce en cohérence avec le flux de mortalité de la biomasse – sauf pour les émissions du bois mort exceptionnel liés à la décomposition, sur plusieurs années, des chablis de tempêtes;
- la litière et le sol sont aussi supposés à l'équilibre, en cohérence avec l'hypothèse du bois mort et en cohérence avec l'inventaire national;
- les produits bois sont directement projetés en fonction de la modélisation des futures récoltes de bois, conformément au guide.

L'approche de comptabilisation mise en œuvre pour le calcul du FRL reprend les mêmes règles et hypothèse que pour l'inventaire national de GES. Les flux de carbone sont comptabilisés pour chaque compartiment, sans double compte :

- **Biomasse vivante** : croissance, mortalité de fond, mortalité exceptionnelle (tempêtes, feux), prélèvements (récolte de bois et pertes d'exploitation).
- **Bois mort** : gains exceptionnels lors de chablis de tempête (l'année de la tempête) ; pertes exceptionnelles lors de la décomposition des chablis (pertes étalées sur plusieurs années).
- **Litière et sol** : hypothèse de neutralité : équilibre entre pertes et gains.
- **Produits bois** : gains via les récoltes de bois, et pertes via la fin de vie des produits.

## 2.3 DESCRIPTION DE LA STRATÉGIE FORESTIÈRE À LONG TERME

### 2.3.1 Description générale des forêts et de la gestion forestière en France et politiques nationales adoptées

#### 2.3.1.1 Métropole

Avec 10 % de la surface des forêts de l'Union européenne (UE), la forêt de France métropolitaine se place au quatrième rang derrière la Suède, la Finlande et l'Espagne. En tenant compte du volume de bois sur pied, elle se situe à la troisième place avec 2,5 milliards de m<sup>3</sup> derrière l'Allemagne (3,6 milliards) et la Suède (2,9 milliards). Elle couvre aujourd'hui 16,5 millions d'hectares en métropole (soit 30 % du territoire). Les forêts constituent ainsi un élément majeur de nos paysages. En métropole, elles sont principalement implantées sur le pourtour méditerranéen, dans le massif landais, dans l'est du pays et dans les régions montagneuses.

La forêt française présente trois caractéristiques importantes :

- elle est diversifiée : elle présente des écosystèmes variés (forêts humides, de montagne, tropicales). Majoritairement composée de feuillus en métropole (deux tiers de la forêt), on y trouve également des résineux de façon prédominante en montagne et sur les sols pauvres.

- en métropole, elle appartient pour les ¾ à des propriétaires privés. Si l'on dénombre plus de 3 millions de propriétaires français, 2,2 millions d'entre eux possèdent moins d'un hectare, tandis qu'environ 380 000 possèdent plus de 4 hectares et totalisent 76 % de la surface forestière privée. Les 50 000 propriétaires possédant plus de 25 hectares réunissent quant à eux environ 52 % de la surface forestière privée et assurent les ¾ de la commercialisation de bois des forêts privées. La forêt publique (domaniale, communale) représente quant à elle ¼ de la forêt métropolitaine et joue un rôle particulier en matière de services d'intérêt général et d'accueil du public. Elle fournit près de 40 % de la récolte de bois ;
- elle est en phase de capitalisation dans les peuplements les plus jeunes, non encore matures, mais aussi structurellement sous-exploitée, notamment dans sa partie la moins productive ou la moins accessible et dans de nombreux peuplements parvenus au stade du renouvellement. Ainsi, alors que la récolte commercialisée est stable depuis la fin des années 1980, la production biologique de bois en forêt augmente au cours de cette même période. En moyenne, sur la période 2005-2013, le prélèvement métropolitain s'élève à 50 % environ de la production biologique nette (mortalité des peuplements déduite), avec toutefois une situation très différenciée selon les régions, en lien avec l'ancienneté des déprises agricoles et rurales, les reliefs, le type de propriété, l'âge des peuplements et les essences.

Suite à la loi d'avenir pour l'agriculture, l'alimentation et la forêt (LAAAF) du 13 octobre 2014 et le programme national de la forêt et du bois 2016-2026, approuvé par le décret n° 2017-155 du 8 février 2017, la politique nationale actuellement adoptée pour dynamiser la gestion forestière s'articule autour de 5 axes majeurs :

- Favoriser le regroupement des propriétaires forestiers (constitution de groupements d'intérêt économique et environnemental forestiers, mise en place d'organisations de producteurs, mutualisation des chantiers d'exploitation entre forêt privée et forêt publique...)
- Améliorer le partage d'information via le numérique (développement d'une plateforme informatique d'échange entre les acteurs économiques de la filière forêt bois : dispositif « La forêt bouge »)
- Optimiser l'efficacité des documents de gestion durable (rationalisation des documents de gestion afin de les rendre plus lisibles et plus opérationnels, dématérialisation des demandes d'autorisation de coupe etc.)
- Accompagner des sylvicultures plus dynamiques (élaboration d'itinéraires sylvicoles innovants, plus productifs)
- Améliorer l'accessibilité des massifs (mobilisation de moyens financiers pour la création de dessertes, promotion de méthodes de débardages innovantes comme par exemple les dirigeables)

En matière de politique climatique, le projet de stratégie nationale bas carbone révisée identifie les principaux leviers suivants pour le secteur forestier :

- Améliorer la pompe à carbone par une meilleure gestion sylvicole qui permette à la fois l'adaptation de la forêt au changement climatique et la préservation des stocks de carbone dans les sols (dont l'observation et le suivi statistique doit être garanti et amélioré). Le renforcement des puits de carbone dans le secteur forêt-bois passera également par le développement du boisement et la réduction des défrichements.
- Maximiser les effets de substitution et le stockage de carbone dans les produits bois, grâce à :
  - une récolte accrue du bois (avec notamment un objectif d'augmentation de la commercialisation de bois fixé par le Programme National de la Forêt et du Bois pour la période 2016-2026) tout en veillant à la préservation de la biodiversité ;

- une orientation vers des usages à longue durée de vie (en particulier massification du recours au bois dans la construction) et un développement du recyclage et de la valorisation énergétique des produits en fin de vie.
- Évaluer la mise en œuvre des politiques induites et les ajuster régulièrement en conséquence, pour garantir l'atteinte des résultats, notamment en termes de biodiversité.

Ces politiques s'articulent avec le Programme National de la Forêt et du Bois qui encadre la politique forestière pour la période 2016-2026 et fixe un objectif de mobilisation supplémentaire de bois dans le cadre d'une gestion durable et multifonctionnelle de la forêt (enjeux de protection de la biodiversité, des sols, des ressources en eaux et des paysages). L'une des particularités du secteur est son inscription dans un horizon temporel particulièrement long. Il est nécessaire de conjuguer les actions d'atténuation, d'adaptation au changement climatique et de gestion des risques liés aux aléas naturels en forêt pour répondre à tous les enjeux tout en préservant la haute valeur économique du secteur.

### **2.3.1.2 Outre-Mer**

La forêt française des régions ultra-périphériques occupe 8,3 Mha dont 8 Mha en Guyane (représentant 96% de la superficie guyanaise). On trouve des mangroves sur les littoraux antillais, d'immenses forêts tropicales en Guyane et des forêts de montagne à la Réunion ainsi que sur les pentes volcaniques de Martinique et de Guadeloupe.

Dans chaque territoire, la politique d'atténuation du changement climatique nécessite de préserver au mieux les écosystèmes séquestrant du carbone et de lutter contre leur dégradation. Les politiques d'aménagement du territoire sont ici cruciales pour maîtriser l'artificialisation des sols. La préservation de ces écosystèmes doit être pensée de manière adaptée aux effets du changement climatique.

L'ordonnance du 28 juillet 2005 a étendu le Code forestier à la Guyane en l'adaptant au contexte et aux enjeux spécifiques de ce département. En conséquence, la politique forestière définie à l'échelon national se déploie selon les mêmes principes dans l'ensemble des départements et régions d'outre-mer. Tout comme en métropole, les spécificités des systèmes de gestion des forêts d'outre-mer sont prises en compte dans le cadre des programmes régionaux de la forêt et du bois (PRFB, déclinaisons régionales du PNFB).

La forêt guyanaise est une forêt primaire, riche en biodiversité, voire exceptionnelle, et stockant beaucoup de carbone (de l'ordre de 1000 tCO<sub>2</sub>eq/ha stockés).

Le caractère primaire de la forêt guyanaise doit être pris en compte : les enjeux en termes de biodiversité nécessitent de garantir la viabilité des écosystèmes actuels, sans leur substituer massivement d'autres systèmes forestiers.

Ainsi en Guyane, la forêt est exploitée selon une gestion à faible impact : 5 tiges à l'hectare tous les 65 ans, avec environ 5 000 hectares exploités chaque année.

La gestion forestière doit toutefois concilier des impératifs de préservation de la forêt primaire avec ceux de développement. En effet, la démographie guyanaise est très dynamique. Il y a une volonté politique forte et partagée d'accélérer le développement économique du territoire, en particulier l'agriculture, en visant à terme l'autonomie alimentaire. La Guyane étant à 96 % couverte par la forêt, ce développement agricole ne peut se faire sans certains défrichements, ce qui doit être pris en compte dans le bilan comptable du secteur des terres.

Le défrichement en Guyane est un processus multifactoriel : y contribuent l'urbanisation des sols, le développement agricole, l'orpaillage illégal et l'exploitation aurifère industrielle. Le défrichement représente 3 000 ha /an (0,0375 % du territoire), à destination de l'agriculture (60 %), des infrastructures (15 %) et de l'orpaillage illégal (25 %).

La lutte contre la déforestation illégale en Guyane (environ 800 ha/an) est également une priorité.

Les spécificités géographiques et climatiques de chaque territoire jouent un rôle important sur le secteur des terres. La Guyane doit être particularisée dans l'analyse, les dynamiques étant très différentes de celles de la métropole.

### **2.3.2 Description des futurs taux de récoltes en fonction de différents scénarios politiques**

La 2<sup>ème</sup> stratégie nationale bas-carbone (SNBC 2), en cohérence avec le Programme national de la forêt et du bois, prévoit le passage d'un taux de prélèvement annuel ramené à l'accroissement naturel net de la mortalité de 55% en 2013, à 65% en 2026 et 69% en 2030.

Le scénario tendanciel réalisé dans le cadre de l'élaboration de la stratégie (scénario dit AME, avec mesures existantes, qui prend en compte l'ensemble des mesures existantes en 2017) prévoit un taux de prélèvement inférieur, de 64% en 2030. En comparaison, le Plan National Comptable Forestier prend en considération un taux de prélèvement de 48% entre 2015 et 2030.

Les prélèvements mentionnés incluent la biomasse aérienne et racinaire récoltée ainsi que l'ensemble des pertes d'exploitation, y compris la biomasse laissée en forêt.

À noter que les hypothèses de l'évolution du périmètre des forêts gérées et de l'évolution de l'accroissement biologique sont différentes entre le scénario de la SNBC 2, le scénario tendanciel et celui du Plan National Comptable Forestier. En particulier, l'accroissement biologique étant sensible à l'effet du changement climatique, avec toutefois de fortes incertitudes à ce stade sur la quantification de ces effets, différentes hypothèses ont été prises selon les scénarios, en lien avec une action plus ou moins volontariste d'adaptation de la forêt au changement climatique. À noter également que le périmètre des forêts considérées varie également entre les différents scénarios, en lien avec une action plus ou moins volontariste concernant l'afforestation.

## 3 DESCRIPTION DES APPROCHES, MÉTHODES ET MODÈLES

### 3.1 DESCRIPTION DE L'APPROCHE GÉNÉRALE APPLIQUÉE POUR ESTIMER LE NIVEAU DE RÉFÉRENCE POUR LES FORÊTS

#### 3.1.1 France Métropolitaine

##### 3.1.1.1 Définition de la forêt

En application des accords de Marrakech (2001), et conformément aux valeurs indiquées dans l'annexe II du règlement (UE) n°2018/841, la France retient, pour sa définition de la forêt, les valeurs minimales suivantes :

	Couverture du sol par les houppiers	Superficie	Hauteur des arbres à maturité	Largeur
Seuil	10 %	0,5 ha	5 m	20 m

Une forêt peut être constituée soit de formations denses dont les divers étages arborés couvrent une forte proportion du sol, soit de formations claires. Les jeunes peuplements naturels et toutes les plantations composées d'essences ligneuses susceptibles d'atteindre 5 mètres de hauteur à maturité mais dont le houppier ne couvre pas encore 10% de la superficie sont classés dans la catégorie « Forêt », de même que les zones faisant normalement partie des terres forestières, temporairement déboisées par suite d'une intervention humaine ou de phénomènes naturels, mais qui devraient redevenir des forêts dans la limite de 5 ans suivant le déboisement. En revanche, les peuplements d'arbres respectant les seuils définis mais dont l'affectation est majoritairement non-forestière (vergers, parcs urbains, jardins etc.) sont exclus de la catégorie « Forêt ».

##### 3.1.1.2 Définition de la forêt gérée

Le FRL n'est calculé que pour les terres forestières gérées. Pour la France, une forêt est gérée au sens de la CCNUCC lorsqu'elle fait l'objet d'opérations de gestion forestière visant à administrer ses fonctions écologiques, économiques et sociales. Le terme « opération de gestion forestière » recouvre les actions de coupes ou de travaux forestiers mais également les actions de planification forestière, d'accueil du public en forêt ou de protection des écosystèmes forestiers. Seules les forêts exclusivement soumises aux processus naturels, en raison notamment d'une accessibilité limitée, sont considérées comme non gérées, elles sont estimées à partir des surfaces des « autres forêts » définies par l'IGN qui représentent environ 5% des forêts métropolitaines.

##### 3.1.1.3 Prise en compte des boisements et déboisements

Le FRL de la France métropolitaine est estimé sur la base d'une surface évolutive avec une approche dynamique, prenant en compte une estimation des boisements ayant eu lieu pendant la période de référence (2000-2009) qui entraînent une hausse de la superficie forestière, ces boisements arrivant à plus de 20 ans progressivement chaque année au cours des périodes de 2011 à 2030. Cette surface évolutive

n'intègre pas les éventuels déboisements, qui, sitôt qu'ils seront connus, seront intégrés *a posteriori* lors de corrections.

#### **3.1.1.4 Calcul du bilan forestier : biomasse vivante**

La biomasse vivante constitue la composante principale du bilan forestier, du secteur UTCATF/LULUCF français et donc du calcul du FRL. Le modèle mis en œuvre permet de modéliser la biomasse vivante aérienne et racinaire, pour estimer la production biologique brute des arbres, de leur mortalité et les prélèvements de bois (voir section 3.2.1.1).

#### **3.1.1.5 Calcul du bilan forestier : bois mort, litière et sol**

- le réservoir de **bois-mort** est estimé à l'équilibre, en cohérence avec l'inventaire national. Le stock est considéré constant, les flux entrants (mortalité) étant compensés par les flux sortants (décomposition et transfert dans la litière), sauf pour les émissions du bois mort exceptionnel liés à la décomposition, sur plusieurs années, des chablis de tempêtes, pour lesquels de faibles flux de CO<sub>2</sub> sont estimés;

- le réservoir de **litière** est estimé à l'équilibre, en cohérence avec l'inventaire national. Le stock est considéré constant, les flux entrants (apports de branches, feuilles; mortalité) étant compensés par les flux sortants (décomposition et transfert dans le sol). Aucun flux de CO<sub>2</sub> n'est donc quantifié sur ce réservoir;

- le réservoir de **carbone organique** du sol est estimé à l'équilibre, en cohérence avec l'inventaire national. Le stock est considéré constant, les flux entrants (apports par la litière) étant compensés par les flux sortants (minéralisation). Aucun flux de CO<sub>2</sub> n'est donc quantifié sur ce réservoir, étant estimé à 0. En effet, le GIEC propose une estimation des stocks de carbone sur la base de stocks de référence associé à des facteurs correcteurs liés à la gestion. Or, aucune information n'a été identifiée permettant de traduire l'évolution de ces modes de gestion en forêt, les stocks de carbone des sols sont donc stables au cours du temps en l'absence de changement d'utilisation des terres. Il est considéré que le stock de carbone de ce réservoir n'évolue pas au cours du temps. Le caractère conservateur de cette hypothèse a été renforcé par une étude menée par l'ONF et l'université de Louvain (Jonard, et al. 2013) sur les placettes du réseau de suivi forestier RENECOR. Cette étude a été lancée par le ministère de l'Agriculture français en vue de répondre aux exigences de rapportage du Protocole de Kyoto sur le suivi des différents réservoirs de carbone du sol. Cette étude conclut que les sols forestiers français peuvent être considérés de manière significative comme des puits de carbone même si elle ne permet pas d'élaborer des facteurs d'absorption qui auraient pu être exploités dans les inventaires de GES.

#### **3.1.1.6 Calcul du bilan forestier : produits ligneux récoltés**

Le réservoir de produits ligneux récoltés est estimé sur la base de la méthode développée dans le guide (Forsell, et al. 2018). Les prélèvements totaux de bois sur la période de référence (en l'occurrence 2003-2008, les récoltes de 2000 à 2002 et de 2009 étant trop élevées, en raison des effets des tempêtes de 1999 et de 2009, et donc non représentatives d'un niveau classique de référence) sont estimés directement dans l'inventaire national de gaz à effet de serre. Un niveau moyen sur cette période est calculé. Les niveaux de prélèvements modélisés dans le cadre du FRL à partir de 2010 jusqu'en 2030 sont comparés à ce niveau moyen de référence. Le différentiel, observé chaque année projetée, avec la valeur historique de référence est ensuite appliquée aux productions des différents produits ligneux récoltés. Pour chacun de ces produits, l'évolution des stocks est estimée conformément à la méthode du GIEC appliquée dans l'inventaire.

### 3.1.1.7 Calcul des émissions liées au brûlage sur site de résidus de récolte de bois

Le brûlage sur site réalisé au cours de la récolte de bois est pris en compte et génère différents gaz à effet de serre (N<sub>2</sub>O, CH<sub>4</sub>) en plus du CO<sub>2</sub>. Le volume de bois brûlé sur site est mal connu : il est donc estimé à partir des données par défaut du GIEC en supposant que 10% de la biomasse aérienne est laissée en décomposition et que le reste des rémanents est brûlé ce qui correspond à une fourchette de 4% à 15% de la biomasse aérienne totale selon les essences. Ces émissions sont estimées à partir des facteurs d'émission du GIEC 2006. La projection de ces émissions repose sur une continuation de la moyenne observée lors des 5 dernières années calculées dans l'inventaire (de 2012 à 2016).

### 3.1.1.8 Calcul des émissions liées aux feux de forêt

En France métropolitaine, pour estimer les émissions des incendies de forêt, on considère séparément deux grandes zones : la zone méditerranéenne, qui est plus sujette aux incendies de forêt que le reste du territoire, et qui présente une densité de biomasse inférieure aux autres forêts métropolitaines. Pour cette zone, les surfaces brûlées annuellement proviennent de la base *Prométhée* (2018). Pour le reste de la France, les surfaces brûlées proviennent du Ministère chargé de l'agriculture (2018).

Surface brûlée (ha/an)	Zone méditerranéenne	Reste du territoire	Total
2000	18 860	5 218	24 078
2001	17 965	2 677	20 642
2002	6 298	23 871	30 169
2003	61 424	7 798	73 000
2004	10 596	1 804	13 700
2005	17 356	3 144	22 400
2006	5 483	1 417	7 400
2007	6 485	1 315	8 500
2008	3 746	640	6 006
2009	11 113	4 917	17 000
2010	5 453	1 337	10 300
2011	4 492	3 808	9 400
2012	4 392	3 208	8 600
2013	1 922	948	3 230
2014	4 113	2 227	7 440
2015	3 111	6 474	11 160
2016	12 128	3 122	16 100

2017	20 825	2 407	24 500
------	--------	-------	--------

Les émissions sont estimées au moyen de facteurs d'émission spécifiques à chacune de ces deux zones pour refléter les différences de type de végétation et leur densité. La combustion lors des incendies de forêt n'étant par nature pas maîtrisée, la représentation des émissions reste imprécise. L'équation ci-dessous, inspirée de l'équation 2.14 du GIEC (2006), est appliquée :

$$L_{\text{feux}} = \sum_i A_{\text{burnt}(i)} \times BW_i \times \text{Frac\_burn}_i \times CF$$

Avec :

$L_{\text{feux}}$	=	Pertes de carbone annuelle liée aux feux, t C/an
$A_{\text{burnt}(i)}$	=	Surface brûlée annuelle dans la zone géographique i, ha
i	=	Zone géographique ( <i>Zone méditerranéenne</i> et <i>Autres</i> )
$BW_i$	=	Stock de biomasse sur les surfaces brûlées dans la zone géographique i, t MS/ha
Frac_burn	=	Fraction de la biomasse effectivement brûlée dans la zone géographique i
CF	=	Fraction en carbone de la biomasse, t C/t MS

Les facteurs d'émissions utilisés pour l'inventaire national et le FRL en métropole sont les suivants :

Paramètres	Zone méditerranéenne	Reste du territoire
Stock de biomasse aérienne (en tMS/ha)	30	150
Efficacité de la combustion (Frac_burn)	0,25	0,20

Pour la projection des années 2021 à 2030, on utilise la moyenne des surfaces observée lors des 5 dernières années calculées dans l'inventaire (de 2012 à 2016).

### 3.1.2 Outre-Mer

#### 3.1.2.1 Calcul du bilan forestier : biomasse vivante

Pour rester en cohérence avec l'inventaire national, le FRL des forêts d'Outre-mer prend en compte une hypothèse de neutralité. Les fortes incertitudes qui concernent les forêts ultramarines, et l'absence de suivi aussi précis et complet que l'inventaire forestier métropolitain ne permettent pas de bien quantifier leur bilan. En particulier, la question de savoir si la forêt guyanaise (hors défrichements) représente un puits net et, si oui, si elle le restera, n'est pas encore tranchée. Ainsi, dans l'inventaire national, pour tous les réservoirs et pour tous les départements d'Outre-mer, des hypothèses de neutralité ou d'équilibre sont retenues pour les terres concernées par le niveau de référence pour les forêts.

(tCO <sub>2</sub> e/an)	Guyane	Guadeloupe	Martinique	La Réunion	Mayotte
Biomasse vivante aérienne	0	0	0	0	0



Biomasse vivante racinaire	0	0	0	0	0
----------------------------	---	---	---	---	---

### 3.1.2.2 Calcul du bilan forestier : bois mort, litière et sol

Pour rester en cohérence avec l'inventaire national, les hypothèses projetées restent les mêmes :

(tCO2e/an)	Guyane	Guadeloupe	Martinique	La Réunion	Mayotte
Bois mort	0	0	0	0	0
Litière	0	0	0	0	0
Sol	0	0	0	0	0

### 3.1.2.3 Calcul du bilan forestier : produits ligneux récoltés

Pour rester en cohérence avec l'inventaire national, les hypothèses projetées restent les mêmes :

(tCO2e/an)	Guyane	Guadeloupe	Martinique	La Réunion	Mayotte
Produits ligneux récoltés	0	0	0	0	0

Des prélèvements existent pour ces territoires mais ils sont très faibles et supposés être intégralement compensés par la production brute.

### 3.1.2.4 Calcul des émissions liées au brûlage sur site de résidus de récolte de bois

Lors d'une récolte, la totalité du CO2 émis est supposée être compensée par la production brute. En revanche, les émissions de gaz autres que le CO2 sont estimées lors du brûlage sur site de résidus de récolte de bois. Cette pratique est uniquement comptabilisée en Guyane.

	Guyane	Source
Récolte de grumes en (m3/an)	249 400	D'après Guitet, et al. 2006
Récolte – bio. Aér.. (tC/an)	124 628	Citepa (facteurs d'expansion)
Part brûlée sur site	41%	D'après Guitet, et al. 2006 et Giec, 2003 (3.187)
Fraction oxydée	30%	Giec, 2003 (3.93)

Pour les autres départements d'Outre-mer, aucune émission n'est associée à cette pratique.

### 3.1.2.5 Calcul des émissions liées aux feux de forêt

Les émissions liées aux feux de forêts, contrairement aux autres pertes en forêt (mortalité, prélèvement), ne sont pas supposés être compensées. Elles sont estimées en fonction d'une estimation des superficies brûlées :

Surface brûlée (ha/an)	Guyane	Guadeloupe	Martinique	La Réunion	Mayotte
2000	1000	0	0	10	11
2001	1000	0	0	82	11
2002	1000	0	0	69	11
2003	1000	0	0	1	11
2004	1000	0	0	7	11
2005	1000	0	0	56	11
2006	1000	0	0	70	11
2007	1000	0	0	2	11
2008	1000	0	0	40	11
2009	1000	0	0	34	31
2010	1000	0	0,1	937	51
2011	1000	0	0	2718	11
2012	1661	0	0	154	11
2013	279	0	0	375	77
2014	1318	0	0	245	11
2015	1318	0	0	85	11
2016	1000	0	0	301	11
2017	1000	0	0	83	11
Sources	Pref. De Guyane et hypothèse Citepa	BDIFF	BDIFF	BDIFF	BDIFF

Les facteurs d'émissions utilisés sont estimés selon la même approche que pour la métropole. Les paramètres spécifiquement utilisés pour l'Outre-mer sont présentés ci-dessous :

Paramètres	Guyane	Guadeloupe	Martinique	La Réunion	Mayotte
Stock de biomasse aérienne (en tMS/ha)	350	189	256	103	159
Efficacité de la combustion (Frac_burn)	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25

La projection des superficies brûlées prend l'hypothèse d'une continuation des tendances observées sur la période historique :

Surface brûlée (ha/an)	Guyane	Guadeloupe	Martinique	La Réunion	Mayotte
2021-2025	1000	0	0	157	11
2026-2030	1000	0	0	157	11

Pour La Réunion, la valeur projetée correspond à la moyenne des valeurs historiques, hors l'année 2011 considérée comme exceptionnelle est non représentative d'un niveau de fond.

### 3.1.2.6 Cohérence du traitement des compartiments carbone entre Métropole et Outre-mer

Pour l'Outre-mer, l'hypothèse qui est faite dans l'inventaire, et qui est appuyée par des dires d'experts et de la littérature scientifique, est celle de la neutralité de la biomasse vivante, du bois mort, de la litière et des sols en forêt restant forêt ; à l'exception de pertes exceptionnelles liées aux feux de forêt et au brûlage de résidus de récolte ; phénomènes pour lesquels des gaz autres que le CO<sub>2</sub> sont aussi émis.

En Outre-mer (zone Kyoto), il n'existe pas de résultats similaires issus d'inventaires forestiers en raison de la faible exploitation forestière et du type de forêt. Des estimations ont donc été produites à partir des données par défaut du GIEC sur les accroissements forestiers. Ces résultats donnent un accroissement supérieur aux pertes dans tous les territoires, il a donc été choisi de manière conservatrice de conserver une hypothèse de stabilité de la biomasse forestière dans ces territoires en considérant que l'accroissement permet seulement de compenser les récoltes et ne génère pas de puits supplémentaire.

Cette hypothèse de neutralité s'appuie sur l'expertise de Guitet et al. (2006) [328]. L'accroissement est donc indirectement estimé à partir du taux de prélèvement, et s'élève à 0.02tC/ha (aérien + racinaire). Pour les terres ayant été boisées depuis moins de 20 ans, la valeur de 1tC/ha comme en métropole est utilisée, en cohérence avec Guitet et al. 2006 (valeur d'accroissement après récolte entre 1.5tC et 2tC/ha).

#### Incertitudes sur le rôle de puits de la forêt guyanaise

Le bilan carbone de l'écosystème forestier en Amazonie est incertain. Certaines études tendent à montrer que la forêt amazonienne, en général, aurait un rôle de puits, d'autres montrent qu'il s'agirait plutôt d'une source. Ces résultats dépendent de multiples paramètres (périmètre, mesure ou estimation, région, échantillonnage, période...).

La prise en compte des phénomènes de surmortalité liée à la variabilité pluvio-climatique ainsi qu'à la dégradation forestière (au-delà de la déforestation) induit des estimations qui remettent parfois en question le rôle de puits de carbone de la forêt amazonienne. Au niveau mondial, à partir de mesures satellitaires couplées aux données de terrain (Baccini et al., 2017) concluent que les espaces forestiers tropicaux seraient une légère source et non un puits. La croissance ne compenserait pas la déforestation ni la dégradation et perturbation (69% des pertes).

L'analyse des données forestières historiques montre que si l'Amazonie joue un rôle de puits de carbone, une tendance au déclin de cette accumulation est observée à long terme (Brienen et al., 2015). Le taux d'accroissement dans la biomasse aérienne a diminué de 2/3 entre les années 1990 et les années 2010. On observe un récent phénomène de stagnation (atteinte d'un plateau) dans la croissance, alors que la mortalité a continué d'augmenter.

D'après Philips et Brienen (2017), en Amazonie, la forêt constitue un puits persistant, même s'il s'est affaibli depuis les années 2000. En Guyane, ce puits serait d'ampleur à compenser l'intégralité des émissions générées, y compris par la déforestation et les changements d'occupation des terres. Les forêts de Guyane n'ont pas forcément la même sensibilité aux hausses de mortalité que celles du reste de la région amazonienne. Cette sensibilité reste corrélée à la quantité de biomasse aérienne présente (Johnson, et al. 2016).

## **3.2 DOCUMENTATION DES DONNÉES SOURCES UTILISÉES POUR ESTIMER LE FRL**

### **3.2.1 Documentation de la stratification des forêts gérées**

#### **3.2.1.1 France métropolitaine**

L'IGN est l'établissement public chargé de produire des informations de référence sur l'état des forêts françaises, leurs dynamiques et leur diversité (Hervé, 2016 ; Hervé et al., 2014). Ces informations servent la définition et l'évaluation des politiques publiques relatives aux écosystèmes forestiers.

A ce titre, l'IGN réalise l'inventaire forestier national (IFN), enquête statistique permanente de la forêt française qui consiste à mesurer, suivant des protocoles et des définitions publiques et normées, les états et les évolutions de la forêt en surface, volume et production biologique aux échelles nationales et régionales. Depuis 2005, l'ensemble des forêts métropolitaines publiques et privées est inventorié tous les ans. Chaque année, un échantillon de 7500 nouveaux points répartis sur tout le territoire est inventorié dans les forêts disponibles pour la production de bois (équivalentes aux forêts gérées au sens de la CCNUCC).

La modélisation a été réalisée sur la base d'une partition des forêts françaises en 56 strates pour les peuplements forestiers (voir annexe) et 2 strates pour les peupleraies cultivées.

Le principe de la stratification est que tous les peuplements d'une même strate présentent des caractéristiques semblables et peuvent donc se voir appliquer les mêmes scénarios de croissance, de mortalité, et de prélèvement. Chaque strate est composée d'au moins 200 points d'inventaire différents, ce qui permet de décrire la ressource actuelle et les dynamiques naturelles avec une bonne précision statistique.

Les strates de peupleraies cultivées distinguent les deux grands bassins de production populiicole nationaux, avec une zone "Nord" constituée des Grandes Régions Écologiques (GRECO) B, C, D et E, et une zone "Sud

et Ouest” correspondant aux GRECO A, F, G, H, I et J. Ces deux grandes zones se démarquent principalement par leurs conditions climatiques et par les cultivars de peupliers plantés.

Les 56 strates forestières sont définies comme le regroupement des 116 strates présentées dans les études nationales précédentes (Colin & Thivolle-Cazat, 2016 ; Roux & Dhôte, 2017). Chaque strate regroupe des peuplements comparables en termes d’essence, de propriété, de conditions de milieu et de sylviculture. Plus précisément, ces domaines d’études sont issus d’une combinaison à dire d’expert des quatre facteurs suivants déterminés à partir des données IFN :

- Le type de couverture boisée, avec une distinction entre les forêts fermées (53 strates) et les forêts ouvertes où le taux de couvert des ligneux est inférieur à 40 % (3 strates);
- L’essence objectif pour le gestionnaire. Elle est définie à dire d’expert. Une vingtaine de groupes d’essences feuillues et résineuses sont distingués. 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 des collectivités et les forêts privées;
- Les 11 Grandes Régions Écologiques françaises (IFN, 2011), qui distinguent les types de sols, de reliefs et de climats en France, soit des facteurs stationnels ayant un impact sur la productivité des forêts.

Pour améliorer la robustesse de la calibration des dynamiques naturelles, les 116 strates initiales ont été regroupées en 56 selon la proximité statistique et la proximité des critères descriptifs des strates. Par exemple les hêtraies domaniales des GRECO Vosges (D) et Jura (E) ont été fusionnées.

Finalement, chaque placette IFN est affectée à une strate, et pour chaque strate les estimateurs de l’IFN renseignent :

- des variables d’état comme la surface, le nombre d’arbres et le stock de bois sur pied par classe de diamètre pour l’année 2010. L’état en 2010 est calculé comme la moyenne des 5 campagnes IFN annuelles 2008 à 2012, après exclusion sur la campagne 2008 des arbres chablis de la tempête Klaus de janvier 2009 ;
- des variables de dynamiques nécessaires à la simulation de l’évolution de la ressource, comme la production biologique, la mortalité naturelle, et le recrutement en effectif par classe de diamètre. Les dynamiques forestières sont également calculées sur le même échantillon statistique que le stock initial (campagnes annuelles IFN 2008 à 2012), ce qui correspond à des flux survenus au cours de la période 2003-2011.

### **3.2.1.2 Outre-mer**

En Outre-mer, aucune stratification des forêts gérées n’est appliquée.

## **3.2.2 Documentation du périmètre des forêts gérées**

### **3.2.2.1 France métropolitaine**

L’inventaire forestier national fournit une estimation de la superficie des forêts disponibles pour la production de bois au début de l’année 2010. Cette superficie inclut les boisements de moins de 20 ans qui ne répondent pas à la définition des forêts gérées au sens de la CCNUCC. Pour le calcul du FRL, les

projections étant effectuées en considérant tous les peuplements de 2010, sans expansion ni régression forestière, il convient d'exclure de la superficie de 2020 les boisements qui avaient moins de 10 ans en 2010, de celle de 2025 les boisements qui avaient moins de 5 ans en 2010, et plus aucun pour la superficie de 2030. Un traitement spécifique visant à exclure la part des jeunes boisements de moins de 20 ans dans le puits de carbone projeté a été mis en place.

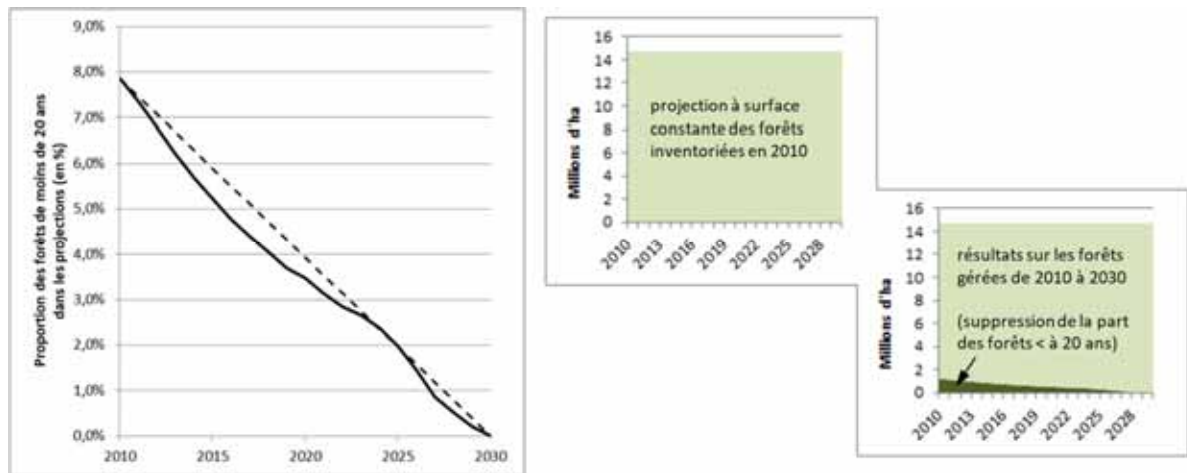


Figure 2 : Contribution des forêts de moins de 20 ans au calcul des projections

L'enquête sur l'occupation du sol du ministère de l'agriculture (enquête Teruti-Lucas) donne chaque année les flux de surfaces forestières en distinguant les boisements, les défrichements et les forêts restant forêts. Cette matrice permet de connaître la part des boisements de moins de 20 ans en 2010 c'est-à-dire de tous les boisements qui sont intervenus depuis 1990, dans la surface boisée 2010 de Teruti-Lucas. Les jeunes boisements représentent ainsi 7,9 % de la surface en 2010.

La matrice Teruti-Lucas donne également l'évolution des superficies boisées pour toutes les années comprises entre 1990 et 2010. On en dérive la surface annuelle d'incorporation des boisements dans la catégorie des forêts gérées. Le trait plein dans le graphique de droite montre la décroissance du pool de surface des jeunes boisements au cours des temps.

La contribution de ces jeunes boisements au puits de CO<sub>2</sub> dans la biomasse vivante est estimée selon la méthode définie par le CITEPA pour l'inventaire CCNUCC de la France. L'écart entre la production à l'hectare des jeunes boisements et celle des forêts gérées est considéré comme stable sur toute la période. Connaissant cet écart et la proportion annuelle des jeunes boisements, il est possible de calculer la contribution de ces boisements dans la production totale annuelle. Cette contribution des boisements de moins de 20 ans à l'année X est finalement retranchée au gain de carbone total projeté pour cette même année X. Concernant les pertes en carbone, la même méthode est appliquée pour la mortalité, en revanche la part des jeunes boisements dans les prélèvements est considérée comme nulle dans l'inventaire GES de la France (pas de coupes dans ce type de peuplement).

	Forêt non-gérée (non disponible pour la production de bois)	Forêt gérée (au sens CCNUCC, prises en compte dans le FRL)	Boisements de moins de 20 ans	Forêt devenant non-forêt	
Inventaire GES éd. déc. 2018 pour la France métropolitaine seulement	2000	761 873 ha	13 413 124 ha	1 213 478 ha	733 718 ha
	2001	761 873 ha	13 422 079 ha	1 225 938 ha	728 614 ha
	2002	761 873 ha	13 431 471 ha	1 230 535 ha	723 104 ha
	2003	761 873 ha	13 447 249 ha	1 220 304 ha	711 241 ha
	2004	761 873 ha	13 483 619 ha	1 197 340 ha	697 201 ha
	2005	761 873 ha	13 488 185 ha	1 214 210 ha	704 652 ha
	2006	761 873 ha	13 487 371 ha	1 244 308 ha	713 530 ha
	2007	761 873 ha	13 471 799 ha	1 298 230 ha	732 586 ha
	2008	761 873 ha	13 467 855 ha	1 294 220 ha	751 020 ha
	2009	761 873 ha	13 480 715 ha	1 277 447 ha	763 291 ha
2010	761 873 ha	13 517 020 ha	1 237 771 ha	760 942 ha	
Projection pour la France métropolitaine seulement	2011		13 590 524 ha		
	2012		13 675 213 ha		
	2013		13 764 056 ha		
	2014		13 847 257 ha		
	2015		13 918 569 ha		
	2016		13 989 221 ha		
	2017		14 044 367 ha		
	2018		14 097 799 ha		
	2019		14 153 973 ha		
	2020		14 190 274 ha	Seule la part des boisements antérieurs à 2010 est estimée pour les soustraire de la projection (les boisements apparaissant entre 2010 et 2030 ne sont pas estimés)	
	2021	Non estimé en projection	14 241 227 ha		Non estimé en projection
	2022		14 284 451 ha		
	2023		14 312 971 ha		
2024		14 359 129 ha			
2025		14 422 053 ha			
2026		14 500 655 ha			
2027		14 594 346 ha			
2028		14 645 784 ha			
2029		14 693 461 ha			
2030		14 726 526 ha			

\* En 2010, la forêt gérée (dans le sens CCNUCC, prises en compte dans le FRL) représente 8 183 858 ha pour les départements d'outre-mer inclus dans l'UE.

### 3.2.2.2 Régions ultrapériphériques françaises (Régions d'Outre-mer)

Dans les régions ultrapériphériques (Guyane, Guadeloupe, Martinique, Réunion, Mayotte), toute la superficie est considérée comme gérée au regard de la définition de la CCNUCC. En 2010, la superficie totale de «forêt restant forêt» dans les régions ultrapériphériques considérées dans le PCFN est de 8 183 858 ha, dont la superficie «forêt restant forêt» de Guyane représente 7 982 688 ha.

### 3.2.2.3 Surface totale couverte par les forêts gérées

En 2010, la superficie gérée « forêt restant forêt» utilisée dans le PCFN est de 21 700 878 ha. Elle correspond à la zone déclarée dans l'inventaire national des GES à la CCNUCC sur le périmètre du Protocole de Kyoto,

c'est-à-dire la France métropolitaine et les régions ultrapériphériques (qui correspondent à la partie de la France incluse dans l'UE).

Les superficies non gérées ne sont pas prises en compte dans le PCFN et elles ne sont pas considérées comme des superficies associées à des émissions dans le rapport d'inventaire des GES.

Les superficies forestières des territoires d'outre-mer qui ne font pas partie de l'UE (Nouvelle Calédonie, Polynésie Française, Terres Australes et Antarctiques françaises, Wallis et Futuna, Saint-Pierre et Miquelon) ne sont pas non plus prises en compte dans le PCFN (ces territoires représentent 982 000 ha de forêts gérées).

Superficies de la forêt en 2010 selon l'inventaire GES CCNUCC (soumission mars 2019)											
			Forêt								
			Forêt restant forêt			Terres converties en forêt			Total Forêt		
			Forêt gérée	Forêt non gérée	Total	Forêt gérée	Forêt non gérée	Total	Forêt gérée	Forêt non gérée	Total
France	UE	Métropole	13 517 020	761 873	14 278 893	1 237 771	0	1 237 771	14 754 791	761 873	15 516 663
		Régions d'Outre-Mer	8 183 858	0	8 183 858	26 545	0	26 545	8 210 403	0	8 210 403
		Métropole + régions d'Outre-Mer	21 700 878	761 873	22 462 751	1 264 316	0	1 264 316	22 965 194	761 873	23 727 067
	Non UE	Territoires d'Outre-Mer	982 000	0	982 000	0	0	0	982 000	0	982 000
		Total UE + Non UE	22 682 878	761 873	23 444 751	1 264 316	0	1 264 316	23 947 194	761 873	24 709 067
		Valeurs reportées dans la Table 4.A dans le FRK reporting									
		Valeurs reportées dans la Table 4.A dans le FRA reporting									
		Valeur pour le niveau de référence des forêts									

**Figure : Récapitulatif des superficies forestières considérées dans le PCFN et comparaison avec les superficies considérées dans les inventaires d'émissions de GES**

### 3.2.3 Documentation des pratiques de gestion durables des forêts appliquées pour estimer le niveau de référence pour les forêts

#### 3.2.3.1 France métropolitaine

Le règlement UTCATF/LULUCF précise que le FRL doit être élaboré sur la base des pratiques de gestion durable des forêts telles que documentées sur la période 2000 -2009. Compte tenu des caractéristiques du modèle MARGOT utilisé pour les projections, le scénario de gestion forestière de la période de référence est défini comme un taux de prélèvement en effectif par classe de diamètre.

Depuis 2010, l'IGN mesure les prélèvements dans les forêts disponibles pour la production de bois en ré-inventoriant tous les points IFN qui ont été visités 5 ans auparavant (Hervé et al., 2014). Les prélèvements sont connus par strate et par classe de diamètre, et ils sont conformes avec tous les autres estimateurs dendrométriques de l'IFN.

Toutefois, ces données ne sont pas directement exploitables pour définir le scénario de référence car la première période de mesure directe des prélèvements de bois dans les forêts françaises concerne la période 2005-2010. De plus, ces résultats restent fragiles sur le plan statistique car ils reposent sur un seul échantillon de mesure. En revanche, des taux de prélèvements utilisables par le modèle MARGOT peuvent être calculés de façon robuste grâce aux observations IFN par strate et par classe de diamètre sur la période 2005-2014.

Une méthode originale a été mise au point pour définir un scénario de gestion forestière sur la période de référence à partir de ces données IFN compatibles avec le modèle MARGOT. Elle consiste à utiliser les



évolutions temporelles et géographiques observées dans les données AGRESTE comme un proxy pour recalculer les taux de prélèvement IFN de la période 2005-2014 sur la période de référence.

Le ministère de l'agriculture réalise chaque année depuis 1948 une enquête sur l'exploitation forestière (Agreste, 2018). Tous les exploitants y déclarent chaque année les volumes de bois récoltés et commercialisés en distinguant les essences, les catégories de produits et les régions d'origine. Ces données ont été complétées par une valeur de bois énergie non commercialisé par région et essence issue de la comparaison des données AGRESTE avec la récolte totale observée en forêt par l'IGN. Depuis 2000, la récolte de bois énergie (commercialisée et non commercialisée) est estimée stable.

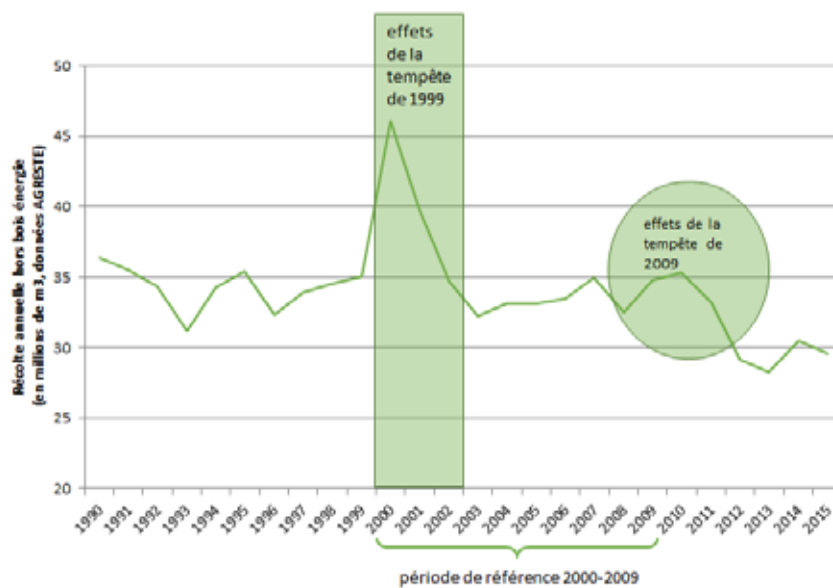


Figure 3 : Évolution de la récolte de 1990 à 2015 d'après les données Agreste (hors bois énergie)

Au cours de la période de référence la récolte de bois dans les forêts françaises a été sévèrement affectée par les tempêtes Lothar et Martin de décembre 1999. Ces tempêtes ont balayé la quasi-totalité du pays et le volume des chablis a été estimé à plus de 140 millions de m<sup>3</sup> (IFN, 2003). Cet événement climatique d'une ampleur inédite ayant eu un impact significatif sur la récolte des années 2000, 2001 et 2002, il a été décidé d'exclure ces 3 années exceptionnelles du calcul des récoltes totales sur la période de référence. De même, en janvier 2009, le massif Aquitain a été de nouveau frappé par la tempête Klaus. Pour cette tempête plus récente et plus localisée, les données Agreste distinguent les volumes issus de récoltes « normales » et ceux issus des produits accidentels. Les produits accidentels ont été exclus du calcul des taux de prélèvement. Ces choix permettent de définir un scénario reflétant les pratiques de gestion usuelles sur la période de référence et non des pratiques liées à une gestion de crise exceptionnelle.

Les volumes de récolte observés par AGRESTE sur les périodes 2003-2009 et 2005-2014 ont été comparés aux stocks mesurés par l'IFN sur les mêmes périodes (soit respectivement les années centrales 2006 et 2010). Afin de rendre ces taux de coupes définis à partir des données AGRESTE comparables à ceux utilisés en entrée du modèle MARGOT, ces taux par région/essence/produit ont été convertis en taux par strate et classe de diamètre via une clé de répartition entre ces différents critères.

L'évolution des taux de coupe observée avec AGRESTE entre les périodes 2003-2009 et 2005-2014 a finalement été appliquée aux taux de prélèvement mesurés par l'IFN sur la période 2005-2014 pour estimer les taux de prélèvement sur la période de référence 2003-2009. Ainsi, le FRL se base sur une continuation des pratiques forestières « normales » documentées pour la période de référence. Ces taux de prélèvement sont exprimés en nombre de tiges par classe de diamètre et par strate par rapport au stock sur pied. Ils sont ainsi compatibles avec le modèle de dynamique forestière, et appliqués tels quels aux différentes périodes de projection.



NB : tous les taux (Agreste et IFN) sont hors volumes récoltés liés aux tempêtes exceptionnelles.

**Figure 4 : Méthode de construction du scénario de gestion sur la période de référence**

L'analyse de la durabilité des pratiques de gestion forestière sur la période de référence a été faite à l'aune de l'indicateur de gestion durable « taux de prélèvement » (Forest Europe, 2015), qui consiste à rapporter les prélèvements sur la production biologique nette de la mortalité. Au niveau de l'ensemble des forêts françaises, ce taux est de l'ordre de 50%, et à l'échelle des strates, il est toujours inférieur à 100 %, indiquant que les prélèvements n'obèrent pas la production de la forêt. Seule fait exception la strate des peupleraies du Nord de la France où il atteint 102 %. Ces peuplements qui représentent moins de 1 % de la superficie forestière nationale souffrent en effet d'un déséquilibre des classes d'âge au profit des classes les plus âgées qui font actuellement l'objet de coupe. Le scénario de coupe de cette strate a été conservé en l'état.

### 3.2.3.2 Outre-mer

En Outre-mer, l'hypothèse de neutralité se justifie par les pratiques de gestion durable des forêts puisque tout prélèvement est intégralement compensé par la croissance d'autres arbres (Guitet, et al. 2006).

## 3.3 DESCRIPTION DÉTAILLÉE DU MODÈLE APPLIQUÉ POUR ESTIMER LE NIVEAU DE RÉFÉRENCE POUR LES FORÊTS

### 3.3.1.1 France métropolitaine – Bilan forestier (croissance, mortalité, prélèvements)

Le modèle de ressource MARGOT (*M*atrix *M*odel of *f*orest *R*esource *G*rowth and *d*ynamics *O*n the *T*erritory *s*cale), mis en œuvre par l'IGN pour les projections sur les ressources forêt-bois françaises (Wernsdörfer et

al., 2012 ; Colin *et al.*, 2017), est l'outil principal de simulation utilisé pour simuler l'évolution des 56 strates de forêts hors peupleraies.

Il s'agit d'un modèle de dynamique de la ressource forestière par classe de diamètre, qui simule de manière itérative la croissance, la mortalité et la sylviculture (les prélèvements) à l'échelle de strates et pour des périodes successives de 5 ans. Il permet d'estimer l'état futur de la ressource (et du stock de carbone), et de simuler les prélèvements futurs en bois et la mortalité.

Le modèle est générique, c'est-à-dire qu'il est paramétrable et applicable quel que soit le type de peuplement. Passant par une modélisation du diamètre (paramètre étant une variable clé de la croissance des arbres et de l'exploitation forestière), il peut être utilisé autant pour les peuplements équiens (futaies régulières) que pour les peuplements hétérogènes (futaies irrégulières), ces derniers étant majoritaires en France (Morneau *et al.*, 2008).

Le modèle est de type matriciel, dans lequel la ressource et les paramètres sont décrits par strate, par classe de surface terrière à l'hectare et par classe de diamètre. L'ajustement de la production, du recrutement et de la mortalité par classe de surface terrière permet de prendre en compte l'effet de la densité des peuplements sur la variation de ces paramètres.

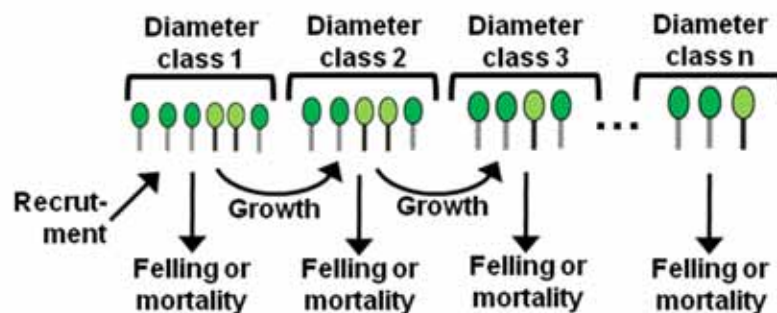


Figure 5 : Principe de fonctionnement d'une itération du modèle MARGOT (en effectif par classe de diamètre)

A chaque itération, les 3 matrices suivantes sont associées pour calculer l'évolution démographique de chaque strate :

- Une matrice d'état, décrivant la ressource par classe de diamètre au début et à la fin de chaque pas de simulation. La matrice se compose, pour chaque classe de diamètre de 5 cm d'amplitude, (1) d'un nombre d'arbres qui évolue au cours du temps en fonction de la croissance (passage dans la classe de diamètre suivante) et des disparitions (prélèvement, mortalité), et (2) de coefficients permettant de calculer le stock de carbone dans la biomasse des arbres de la classe de diamètre (stock de la classe  $i$  = effectif dans  $i$  multiplié par le stock moyen d'un arbre de la classe  $i$ ).
- Une matrice de transition, décrivant la **croissance** des arbres. Elle est exprimée sous la forme d'un **taux de passage** correspondant à la probabilité sur 5 ans qu'un arbre de la classe de diamètre  $i$  passe dans la classe de diamètre  $i+1$ . Le **recrutement** correspond spécifiquement au flux d'effectifs dans la première classe de diamètre, c'est-à-dire aux arbres qui deviennent recensables sur la période dans les peuplements déjà existants (cas des surfaces en régénération). Il est exprimé sous la forme d'un nombre de tiges à l'hectare.
- Une matrice de disparition, représentant la **mortalité naturelle** et les **prélèvements** liés aux pratiques sylvicoles. La mortalité correspond à la probabilité qu'un arbre d'une classe de diamètre donnée meure au cours de la période de 5 ans. Elle est exprimée sous la forme d'un **taux de**

**mortalité.** Les prélèvements dans une classe de diamètre sont exprimés comme un **taux de prélèvement** en effectif, rapport entre le nombre d'arbres coupés et le nombre d'arbres vifs.

L'évolution des deux strates de peupleraies a été projetée via le modèle de dynamique forestière par classe d'âge développé par l'IGN (Colin *et al.*, 2017), fonctionnant également par itérations de 5 ans. Ce modèle est particulièrement bien adapté aux plantations, dans lesquelles les arbres ont le même âge et présentent des caractéristiques de croissance homogènes. La ressource est décrite par strate grâce à une surface et un volume moyen à l'hectare par classe d'âge. Les dynamiques forestières sont représentées pour chaque classe d'âge par une production biologique à l'hectare, une mortalité naturelle à l'hectare, un taux de prélèvement du volume en éclaircie et un taux de surface passée en coupe rase sur la période de 5 ans.

Les valeurs des paramètres de ces modèles sont établies statistiquement à partir des données collectées sur le dispositif IFN, soit un très grand nombre d'observations. Cela confère aux modèles une grande robustesse pour des projections à court et moyen terme. Les modèles sont ajustés sur des données de type transversal, c'est-à-dire où toutes les classes de diamètre sont mesurées la même année.

La ressource initiale est calculée à l'aide des 5 campagnes d'inventaire de 2008 à 2012 correspondant à l'année moyenne 2010. Les paramètres de croissance et de mortalité sont issus des observations réalisées sur ce même échantillon d'inventaire, et les taux de prélèvements sont calculés sur la période de référence (hors années exceptionnelles impactées par la tempête) selon la méthode décrite au paragraphe 3.2.3.1. Les valeurs moyennes par strate de ces différents paramètres de dynamique forestière sont présentées en Annexe.

Les coefficients permettant de convertir le nombre de tige par classe de diamètre (ou le volume par classe d'âge pour les peupleraies) en un stock de carbone dans la biomasse des arbres sont calculés à partir des tarifs de cubage et des valeurs d'infra-densité issus du projet CARBOFOR (Vallet *et al.*, 2006 ; Loustau, 2010). Ces coefficients sont légèrement différents pour les arbres sur pied et les arbres récoltés afin de prendre en compte « l'effet technique ». À des fins de cohérence avec la méthodologie adoptée dans l'inventaire GES, le calcul des gains de carbone dans la biomasse (production ou croissance) correspond à la somme de la production des arbres vivants entre deux itérations et celle des arbres récoltés entre le début de l'itération et leur date de coupe (la production des arbres morts est supposée nulle).

### **3.3.1.2 France métropolitaine – Produits ligneux récoltés (PLR)**

#### **Méthode générale**

Les produits ligneux récoltés sont comptabilisés selon une approche de production, qui prend en compte les produits bois fabriqués avec la récolte française, qu'ils soient destinés au marché français ou exportés. Les importations ne sont pas prises en compte. Les données d'activité (production aux différentes étapes de la chaîne industrielle) proviennent notamment des enquêtes de branche du Service de la Statistique et de la Prospective du ministère de l'Agriculture. Afin de prendre en compte les produits bois produits avant 2000, mais encore en cours de décomposition pendant les années de projection, le calcul des PLR démarre dès 1900.

Les produits bois sont estimés dans l'inventaire sur la base des travaux menés au niveau national spécifiquement pour l'inventaire de GES de la France et avec l'aide des lignes directrices du GIEC 2006 et du guide révisé du GIEC 2013. Les produits bois sont comptabilisés selon une approche de production, qui prend en compte les produits bois fabriqués avec la récolte française, qu'ils soient destinés au marché français ou exportés. Les importations ne sont pas prises en compte. Les données d'activité (production aux

différentes étapes de la chaîne industrielle) proviennent notamment des enquêtes de branche du SSP, du ministère de l'Agriculture.

### **Reconstitution des flux entrant**

#### *Récupération des données disponibles*

Dans un premier temps, les données d'entrée disponibles dans les différentes bases de données source sont directement recopiées, dans l'unité correcte.

#### *Estimation des valeurs non disponibles*

Certaines valeurs ne sont plus disponibles. Des estimations sont faites à partir de ratio d'évolution à l'aide des autres données.

#### *Facteurs de conversion et paramètres*

Ces données sources sont combinées et converties avec différents paramètres :

- facteurs de conversion (0,675 t de bois de trituration/m<sup>3</sup> de bois brut ; 0,5t de panneaux /m<sup>3</sup>) [674]
- taux de rendement (0,5 m<sup>3</sup> sciage/m<sup>3</sup> de bois rond sur écorce ; 0,47m<sup>3</sup> de contreplaqué /m<sup>3</sup> de grume ; 50% de rendement pour le papier journal et 25% pour le papier ramette) [674] ;
- répartition entre feuillus et résineux des produits issus du sciage [674] ;
- répartition des papiers entre journal (65%) et ramette (35%) [674].

#### *Durée de demi-vies*

**Tableau 1 : Durées de demi-vie des produits bois**

<b>Catégorie</b>	<b>Demi-vie</b>	<b>Source</b>
Panneaux	25 ans	Décision (UE) n°529/2013 du 21/05/2013
Contreplaqués	30 ans	IPCC, 2003
Papier journal et ramette	7 ans	Calcul Carbone 4 prenant en compte le recyclage, d'après IPCC, 2006 et COPACEL
Emballages	3 ans	IPCC, 2003
Ameublement	10 ans	Carbone 4 d'après la durée de vie moyenne (FCBA 2008)
Agencement et menuiseries	15 ans	
Couverture/Charpente	50 ans	
Parquets/lambris	30 ans	

### **Gestion des imports et des exports**

Les flux entrants permettent de distinguer :

- les produits bois issus de bois récolté en France.
- les produits bois issus de bois importé
- le bois exporté.

Les statistiques de récolte de bois traitent de l'ensemble du bois commercial récolté, qu'il s'agisse de bois en forêt ou hors forêt. Les statistiques de récolte de bois et de sciages sont cohérentes avec les statistiques de récolte de bois utilisés pour estimer les prélèvements en forêt.

#### ***Projection du compartiment des produits Bois pour le FRL***

Pour le FRL, on calcule d'abord la différence, pour les prélèvements, entre chaque année projetée (2010 à 2030) et la moyenne de la période de référence (2000-2009) dans l'inventaire. On applique ensuite ce différentiel pour estimer les entrées en produits bois à partir de 2010.

#### ***3.3.1.3 Outre-mer***

En Outre-mer, aucun modèle n'est appliqué.

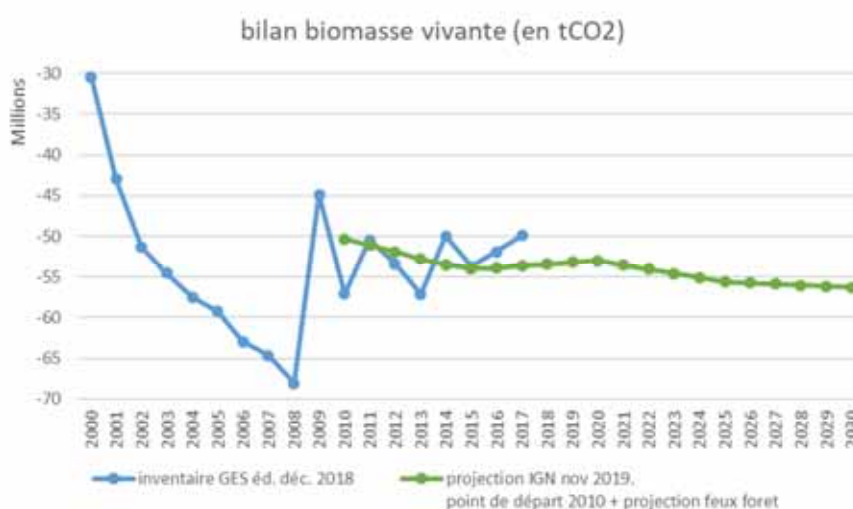
## 4 NIVEAU DE RÉFÉRENCE POUR LES FORÊTS

### 4.1 FRL ET DESCRIPTION DÉTAILLÉE DE L'ESTIMATION DE CHAQUE RÉSERVOIR DE CARBONE

#### 4.1.1 France métropolitaine

##### 4.1.1.1 Biomasse vivante aérienne et souterraine

Le graphique ci-dessous présente les résultats de la modélisation, après recalage, pour la biomasse vivante.



Le détail des résultats se trouve en annexe.

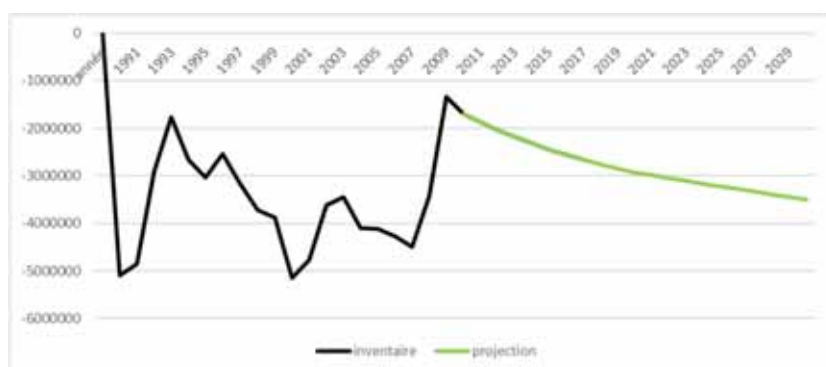
##### 4.1.1.2 Bois mort, litière et sol

Parmi ces réservoirs, seules des émissions du bois mort exceptionnel liés à la décomposition, sur plusieurs années, des chablis de tempêtes sont rapportées. Les autres réservoirs sont estimés à l'équilibre.

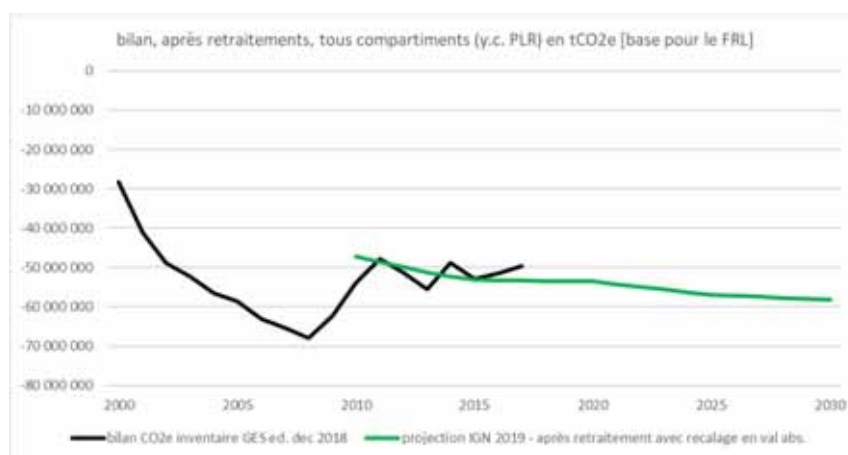
##### 4.1.1.3 Produits ligneux récoltés

Les produits ligneux récoltés représentent un puits net pendant la période de référence et la période projetée. La projection réalisée pour l'estimation du FRL est basée sur l'évolution du niveau global de récolte de bois, à la hausse, avec une répartition égale entre utilisation énergétique et solide. La tendance d'évolution, à la hausse, des récoltes, est appliquée au niveau de flux entrants dans le calcul du bilan net de ce réservoir.

Ainsi, alors que ce bilan tend à diminuer dans l'inventaire, l'application de l'augmentation des récoltes de bois dans la modélisation permet de simuler une hausse du puits net du réservoir des PLR.



#### 4.1.1.4 Bilan total



#### 4.1.2 Outre-mer

Les estimations des différents réservoirs sont présentées dans les tableaux ci-dessous :

<b>Biomasse aérienne</b>					
<i>tCO2e/an</i>	<b>Guyane</b>	<b>Guadeloupe</b>	<b>Martinique</b>	<b>La Réunion</b>	<b>Mayotte</b>
<i>2021-2025</i>	168 705	0	1	12 970	859
<i>2026-2030</i>	168 705	0	1	12 970	859

<b>Biomasse racinaire</b>					
	<b>Guyane</b>	<b>Guadeloupe</b>	<b>Martinique</b>	<b>La Réunion</b>	<b>Mayotte</b>
<i>2021-2025</i>	0	0	0	0	0
<i>2026-2030</i>	0	0	0	0	0



<b>Bois-mort, litière, sol</b>					
	<b>Guyane</b>	<b>Guadeloupe</b>	<b>Martinique</b>	<b>La Réunion</b>	<b>Mayotte</b>
<i>2021-2025</i>	0	0	0	0	0
<i>2026-2030</i>	0	0	0	0	0

<b>Produits ligneux récoltés</b>					
	<b>Guyane</b>	<b>Guadeloupe</b>	<b>Martinique</b>	<b>La Réunion</b>	<b>Mayotte</b>
<i>2021-2025</i>	0	0	0	0	0
<i>2026-2030</i>	0	0	0	0	0

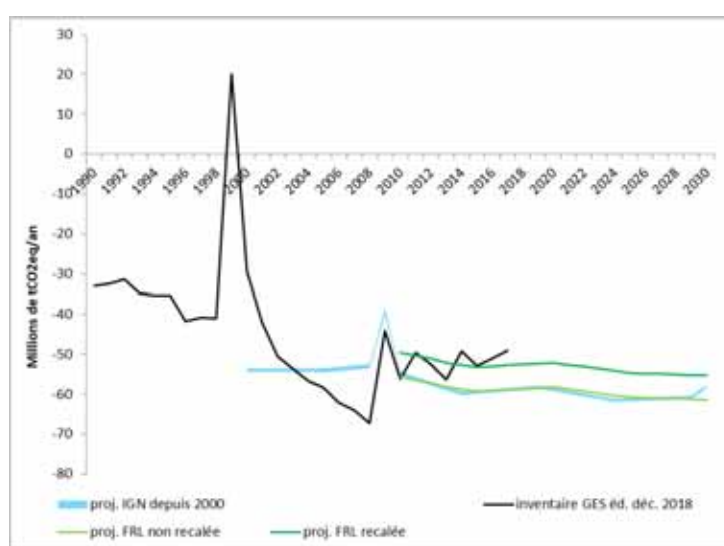
## 4.2 COHÉRENCE ENTRE LE FRL ET LE DERNIER RAPPORT D'INVENTAIRE NATIONAL

### 4.2.1 France métropolitaine

#### 4.2.1.1 Analyse des écarts entre la projection pour le FRL et les données d'inventaire GES

Sur la période récente, les projections réalisées pour le FRL présentent un écart avec le dernier rapport d'inventaire GES sur le plan du bilan de la biomasse forestière. Une analyse de ce différentiel a été réalisée en détaillant les gains en biomasse (croissance) et les pertes (mortalité et prélèvement), à la fois sur la période récente (2010-2017) et sur la période de référence (2000-2009). Pour prolonger l'analyse sur cette dernière période, une projection spécifique partant d'une reconstitution de l'état en 2000 (estimation peu robuste) a été réalisée.

**Bilans dans la biomasse vivante projetés et historiques (en tCO<sub>2</sub>eq/an)**



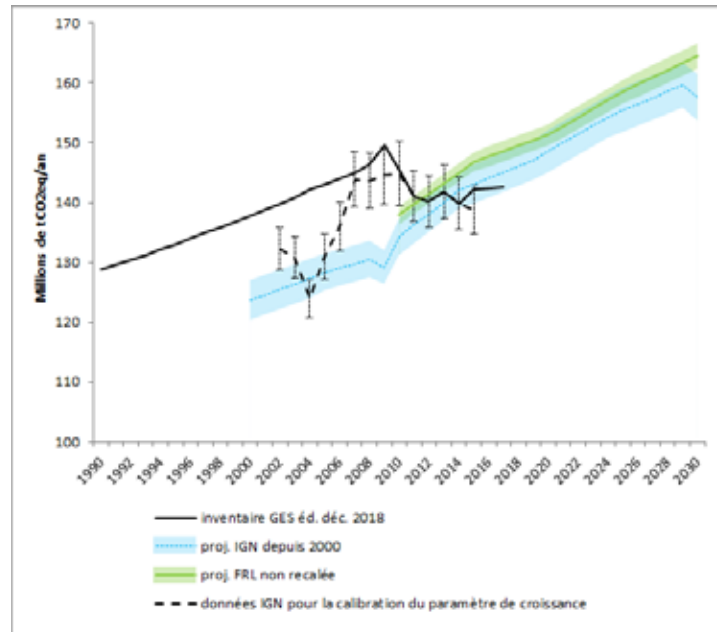
Sur la période de référence (2000-2009), si la projection donne un puits forestier moyen à peu près équivalent au puits historique, cette moyenne cache des désaccords sur la tendance dans l'évolution du puits et sur la contribution des différents phénomènes (croissance, mortalité, prélèvement) à ce puits dans la biomasse vivante.

L'écart est essentiellement dû aux gains dans la biomasse vivante. Plus spécifiquement, les gains projetés sont plus de 10MtCO<sub>2</sub>/an inférieurs à ceux de l'inventaire GES historique entre 2000-2009. Les hypothèses d'explications de ce différentiel sont multiples :

- la comparaison de résultats (historiques vs. projetés), qui sont issus d'échantillons de l'inventaire forestier national différents. Ces différences entraînent nécessairement un écart purement statistique qui s'avère être non négligeable. Notamment l'incertitude liée à l'échantillonnage, évaluée sur les données historiques de production ainsi que sur les résultats de projection (par approche « bootstrap ») est de l'ordre de  $\pm 4\text{MtCO}_2/\text{an}$  (cf. intervalles de confiance sur le graphique ci-dessous). En projection, une erreur liée aux effets de modélisation des paramètres de dynamique forestière augmenterait en théorie encore l'amplitude de l'incertitude autour des résultats.

- l'absence de données IFN sur l'état de la forêt en 2000 rend les projections réalisées depuis ce point de départ particulièrement fragiles. Pour effectuer cette projection, l'état initial à l'année 2000 a été reconstitué à partir (1) de données d'inventaire forestier national de 2005, soit une seule campagne d'inventaire (c'est-à-dire relativement peu de point, ce qui diminue la robustesse), (2) des mesures d'accroissement pour rétrooper les diamètres et des observations de souches pour déterminer les arbres récoltés (observations très imprécises avec une tendance à l'oubli de souches), et (3) en évaluant approximativement l'expansion forestière à partir de l'information de l'historique du peuplement sur les placettes d'inventaire (information difficile à apprécier et qui a tendance à sous-estimer l'expansion). Cette reconstitution, réalisée faute de données plus adaptées et plus précises, rend le point de départ des projections et les résultats sur la période 2000-2009 incertains.
- les gains en biomasse historiques de l'inventaire GES sont issus des données de production de l'inventaire forestier national à partir de 2007, et d'interpolations pour la période comprise entre 1990 et 2007. Le paramètre de croissance du modèle est quant à lui calibré sur des données de l'inventaire forestier national correspondantes à la période de référence. Ces données IFN sont légèrement différentes de l'inventaire GES avant 2007 (cf. graphique ci-dessous), d'où également une part d'écart entre la production projetée et la production historique telle que décrite dans l'inventaire GES.
- les paramètres de dynamiques forestières du modèle (et notamment le paramètre de croissance) représentent une moyenne des données de production sur l'ensemble de la période de référence. Par ailleurs, la projection fournit des résultats par période de 5 ans qui sont annualisés *a posteriori*. Cette méthode de projection a mécaniquement tendance à lisser les résultats et ne peut pas reproduire des variations interannuelles.
- la prise en compte de l'expansion forestière a été réalisée via une projection à surface constante à partir de 2010, faute de connaissance de la réelle évolution de la surface forestière d'ici 2030. En supprimant *a posteriori* la contribution des jeunes boisements, cette méthode permet de se rapprocher des surfaces de forêts gérées prises en compte dans l'inventaire gaz à effet de serre. Cependant, les défrichements qui auront lieu d'ici 2030 ne sont pas comptabilisés (ils le seront dans les corrections techniques ultérieures) et la méthode diffère légèrement de ce qui est classiquement réalisé dans l'inventaire GES où l'évolution réelle des surfaces forestières est connue. Cela peut avoir un léger impact, notamment sur la tendance de la courbe des gains dans la biomasse vivante.
- le fait de « figer » les strates et le paramètre de croissance au cours du temps sont des hypothèses contraignantes du modèle qui engendrent un écart notamment sur la tendance de la courbe de production. Considérer que la croissance est stable dans le temps pour une strate, une classe de diamètre et une classe de surface terrière, est une simplification de la réalité entraînant un écart en projection. En effet, l'évolution du climat, des conditions de fertilité, les changements d'essences, etc. jouent aussi des rôles majeurs qui ne peuvent être pris en compte dans la version actuelle du modèle, faute de connaissances consolidées, mais qui ont certainement tendance à réduire la production réelle. L'assouplissement de ces hypothèses fait encore l'objet de travaux de recherche actuellement, et n'est donc pas opérationnel pour le moment. Cela nécessiterait sans doute une scénarisation.

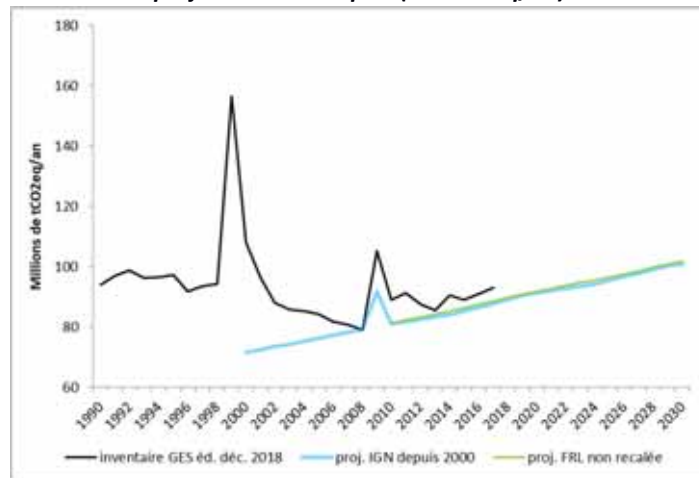
### Gains dans la biomasse vivante (croissance) projetés et historiques (en tCO<sub>2</sub>eq/an)



Certaines de ces causes d'écart sont également valables pour les pertes dans la biomasse vivante (mortalité et prélèvements). Notamment, l'incertitude liée à l'utilisation de données issues d'un échantillonnage statistique, la fragilité de la reconstitution du point de départ en 2000, le lissage produit par la projection qui travaille sur des périodes de 5 ans sont également importantes dans la différence entre données de pertes projetées et historiques. À ces raisons, s'ajoutent :

- la non prise en compte des tempêtes Lothar et Martin de décembre 1999. Ces tempêtes ont eu un effet majeur sur la dynamique des prélèvements des années suivant la tempête (2000 à 2002) avec des récoltes supplémentaires liées à cette crise exceptionnelle augmentant d'autant les pertes dans la biomasse vivante. L'effet de cette tempête n'est pas pris en compte dans la simulation puisque cette dernière se base sur un point de départ post-tempête et que le scénario de référence qui lui est appliqué est calculé sans ces années. Pour la tempête Klaus, des prélèvements exceptionnels ont été simulés sur l'année 2009 de la projection partant de 2000 uniquement.
- le fonctionnement du paramètre de prélèvement en taux dans le modèle. Le scénario de référence est exprimé dans la projection sous la forme d'un taux de prélèvement dépendant du stock. Alors que les stocks de bois sur pied augmentent sur la période 2000-2009, les volumes récoltés observés diminuent légèrement, le geste de coupe n'étant pas uniquement lié au stock de bois disponible. L'application d'un scénario sous forme d'un taux de prélèvement fixe ne permet donc pas de reproduire la tendance de l'évolution des prélèvements sur la période 2000-2009.

**Pertes dans la biomasse vivante (prélèvements et mortalité)  
projetés et historiques (en tCO<sub>2</sub>eq/an)**



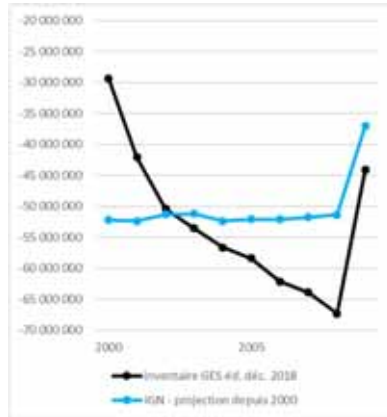
Sur la période récente (2010-2017), il subsiste aussi un écart entre les projections et l'inventaire GES, essentiellement dû aux gains dans la biomasse vivante, pour lesquels les tendances diffèrent. La projection depuis 2000 donne des résultats très similaires à la projection depuis 2010 et la plupart des hypothèses explicatives de l'écart restent valables pour cette période récente.

Cette analyse montre que les écarts ne sont pas liés à un différentiel de gestion mais aux contraintes de l'exercice de modélisation. Par ailleurs, le manque de robustesse et les limites de la projection réalisée à partir de 2000 ne permettent pas une utilisation de ces données dans les calculs, notamment de recalage.

**4.2.1.2 Recalage de la projection pour le FRL**

Le différentiel entre les résultats du modèle et l'inventaire national ne reflète pas des différences de gestion forestière mais reflète la calibration du modèle. Ainsi, un recalage permet de mettre en cohérence ces deux résultats. Un recalage est alors réalisé pour remettre les résultats de la projection depuis 2010 en phase avec l'inventaire GES. Pour cela, le recalage aurait pu être réalisé sur 2000-2009 ou sur 2000-2017. Mais, sur la période 2000-2009, les deux courbes, ayant des tendances opposées, sont trop incohérentes pour être utilisées comme base pour le recalage. En début de période, le modèle est en dessous des résultats de l'inventaire, puis au-dessus. Ainsi, l'écart moyen sur la période se compense et n'est plus que de 1%, alors que les deux courbes ne sont en réalité pas en accord. Il n'est donc pas pertinent de retenir cette période pour le recalage.

**Comparaison du bilan biomasse vivante  
entre la projection depuis 2000 et l'inventaire  
(en tCO<sub>2</sub>/an)**

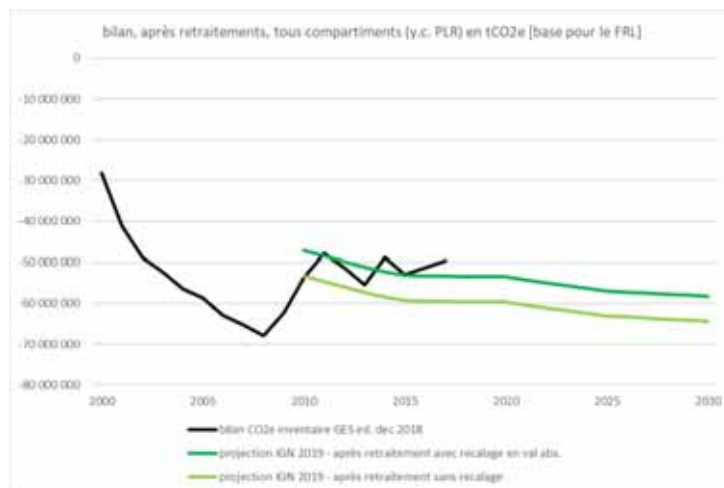


**Modalité retenue : recalage sur la période 2010-2017**

Il a été retenu de recalibrer les résultats du modèle sur la base de l'écart constaté entre celui-ci et l'inventaire national de GES, basé sur les valeurs observées par l'IGN.

Le recalage consiste à modifier le niveau modélisé du bilan de la biomasse forestière de 2010 à 2017 pour le translater à un niveau comparable avec celui observé sur la même période. Ce recalage est réalisé en calculant la moyenne des écarts annuels sur la période, en valeurs absolues (en tC/an) et en ajoutant ce différentiel moyen à toutes les années modélisées, de 2010 à 2030. L'écart appliqué est de -1 672 002 tC/an (soit un puits de 6 130 672 MtCO<sub>2e</sub>/an moins faible).

**Impact du recalage**



Les valeurs annuelles du bilan avant et après recalage sont fournies en annexe.

#### **4.2.2 Outre-mer**

Pour les forêts d'Outre-mer, les mêmes hypothèses sont appliquées pour le calcul du FRL que pour la réalisation de l'inventaire national, à savoir une neutralité pour le bilan forêt et seulement des émissions uniquement liées au brûlage des résidus de récolte de bois et aux feux de forêt.

### 4.3 FRL ESTIMÉ POUR CHAQUE RÉSERVOIR DE CARBONE ET CHAQUE GAZ À EFFET DE SERRE

#### 4.3.1 France métropolitaine

France métropolitaine									
2021-2025	biomasse vivante aérienne	biomasse vivante souterraine	total biomasse vivante	bois mort	litière	carbone organique du sol	produits ligneux récoltés	FRL	FRL avec oxy. Instantanée des PLR
tCO2	-42 358 495	-12 193 153	-54 551 647	1 106 878	NE	NE	-3 106 740	<b>-56 551 509</b>	-53 444 769
CH4 (en tCO2e)	634 745	0	634 745	0	NE	NE	0	<b>634 745</b>	634 745
N2O (en tCO2e)	334 940	0	334 940	0	NE	NE	0	<b>334 940</b>	334 940
total (en tCO2e)	-41 388 810	-12 193 153	-53 581 963	1 106 878	NE	NE	-3 106 740	<b>-55 581 825</b>	-52 475 084

France métropolitaine									
2026-2030	biomasse vivante aérienne	biomasse vivante souterraine	total biomasse vivante	bois mort	litière	carbone organique du sol	produits ligneux récoltés	FRL	FRL avec oxy. Instantanée des PLR
tCO2	-43 497 947	-12 516 519	-56 014 466	671 356	NE	NE	-3 386 830	<b>-58 729 940</b>	-55 343 110
CH4 (en tCO2e)	666 799	0	666 799	0	NE	NE	0	<b>666 799</b>	666 799
N2O (en tCO2e)	351 700	0	351 700	0	NE	NE	0	<b>351 700</b>	351 700
total (en tCO2e)	-42 479 448	-12 516 519	-54 995 967	671 356	NE	NE	-3 386 830	<b>-57 711 441</b>	-54 324 612

#### 4.3.2 Outre-Mer : Guadeloupe

Guadeloupe									
2021-2025	biomasse vivante aérienne	biomasse vivante souterraine	total biomasse vivante	bois mort	litière	carbone organique du sol	produits ligneux récoltés	FRL	FRL avec oxy. Instantanée des PLR
tCO2	0	0	0	NE	NE	NE	NE	<b>0</b>	0
CH4 (en tCO2e)	0	0	0	NE	NE	NE	NE	<b>0</b>	0
N2O (en tCO2e)	0	0	0	NE	NE	NE	NE	<b>0</b>	0
total (en tCO2e)	0	0	0	0	0	0	0	<b>0</b>	0

Guadeloupe									
2026-2030	biomasse vivante aérienne	biomasse vivante souterraine	total biomasse vivante	bois mort	litière	carbone organique du sol	produits ligneux récoltés	FRL	FRL avec oxy. Instantanée des PLR
tCO2	0	0	0	NE	NE	NE	NE	<b>0</b>	0
CH4 (en tCO2e)	0	0	0	NE	NE	NE	NE	<b>0</b>	0
N2O (en tCO2e)	0	0	0	NE	NE	NE	NE	<b>0</b>	0
total (en tCO2e)	0	0	0	0	0	0	0	<b>0</b>	0



### 4.3.3 Outre-Mer : Guyane

Guyane									
2021-2025	biomasse vivante aérienne	biomasse vivante souterraine	total biomasse vivante	bois mort	litière	carbone organique du sol	produits ligneux récoltés	FRL	FRL avec oxy. Instantanée des PLR
<i>tCO2</i>	148 334	0	148 334	NE	NE	NE	NE	148 334	148 334
<i>CH4 (en tCO2e)</i>	16 704	0	16 704	NE	NE	NE	NE	16 704	16 704
<i>N2O (en tCO2e)</i>	3 668	0	3 668	NE	NE	NE	NE	3 668	3 668
<i>total (en tCO2e)</i>	168 705	0	168 705	0	0	0	0	168 705	168 705

Guyane									
2026-2030	biomasse vivante aérienne	biomasse vivante souterraine	total biomasse vivante	bois mort	litière	carbone organique du sol	produits ligneux récoltés	FRL	FRL avec oxy. Instantanée des PLR
<i>tCO2</i>	148 334	0	148 334	NE	NE	NE	NE	148 334	148 334
<i>CH4 (en tCO2e)</i>	16 704	0	16 704	NE	NE	NE	NE	16 704	16 704
<i>N2O (en tCO2e)</i>	3 668	0	3 668	NE	NE	NE	NE	3 668	3 668
<i>total (en tCO2e)</i>	168 705	0	168 705	0	0	0	0	168 705	168 705

### 4.3.4 Outre-Mer : Martinique

Martinique									
2021-2025	biomasse vivante aérienne	biomasse vivante souterraine	total biomasse vivante	bois mort	litière	carbone organique du sol	produits ligneux récoltés	FRL	FRL avec oxy. Instantanée des PLR
<i>tCO2</i>	1	0	1	NE	NE	NE	NE	1	1
<i>CH4 (en tCO2e)</i>	0	0	0	NE	NE	NE	NE	0	0
<i>N2O (en tCO2e)</i>	0	0	0	NE	NE	NE	NE	0	0
<i>total (en tCO2e)</i>	1	0	1	0	0	0	0	1	1

Martinique									
2026-2030	biomasse vivante aérienne	biomasse vivante souterraine	total biomasse vivante	bois mort	litière	carbone organique du sol	produits ligneux récoltés	FRL	FRL avec oxy. Instantanée des PLR
<i>tCO2</i>	1	0	1	NE	NE	NE	NE	1	1
<i>CH4 (en tCO2e)</i>	0	0	0	NE	NE	NE	NE	0	0
<i>N2O (en tCO2e)</i>	0	0	0	NE	NE	NE	NE	0	0
<i>total (en tCO2e)</i>	1	0	1	0	0	0	0	1	1

#### 4.3.5 Outre-Mer : Mayotte

Mayotte									
2021-2025	biomasse vivante aérienne	biomasse vivante souterraine	total biomasse vivante	bois mort	litière	carbone organique du sol	produits ligneux récoltés	FRL	FRL avec oxy. Instantanée des PLR
<i>tCO2</i>	732	0	732	NE	NE	NE	NE	732	732
<i>CH4 (en tCO2e)</i>	52	0	52	NE	NE	NE	NE	52	52
<i>N2O (en tCO2e)</i>	76	0	76	NE	NE	NE	NE	76	76
<i>total (en tCO2e)</i>	859	0	859	0	0	0	0	859	859

Mayotte									
2026-2030	biomasse vivante aérienne	biomasse vivante souterraine	total biomasse vivante	bois mort	litière	carbone organique du sol	produits ligneux récoltés	FRL	FRL avec oxy. Instantanée des PLR
<i>tCO2</i>	732	0	732	NE	NE	NE	NE	732	732
<i>CH4 (en tCO2e)</i>	52	0	52	NE	NE	NE	NE	52	52
<i>N2O (en tCO2e)</i>	76	0	76	NE	NE	NE	NE	76	76
<i>total (en tCO2e)</i>	859	0	859	0	0	0	0	859	859

#### 4.3.6 Outre-Mer : la Réunion

La Réunion									
2021-2025	biomasse vivante aérienne	biomasse vivante souterraine	total biomasse vivante	bois mort	litière	carbone organique du sol	produits ligneux récoltés	FRL	FRL avec oxy. Instantanée des PLR
<i>tCO2</i>	11 599	0	11 599	NE	NE	NE	NE	11 599	11 599
<i>CH4 (en tCO2e)</i>	826	0	826	NE	NE	NE	NE	826	826
<i>N2O (en tCO2e)</i>	545	0	545	NE	NE	NE	NE	545	545
<i>total (en tCO2e)</i>	12 970	0	12 970	0	0	0	0	12 970	12 970

La Réunion									
2026-2030	biomasse vivante aérienne	biomasse vivante souterraine	total biomasse vivante	bois mort	litière	carbone organique du sol	produits ligneux récoltés	FRL	FRL avec oxy. Instantanée des PLR
<i>tCO2</i>	11 599	0	11 599	NE	NE	NE	NE	11 599	11 599
<i>CH4 (en tCO2e)</i>	826	0	826	NE	NE	NE	NE	826	826
<i>N2O (en tCO2e)</i>	545	0	545	NE	NE	NE	NE	545	545
<i>total (en tCO2e)</i>	12 970	0	12 970	0	0	0	0	12 970	12 970

#### 4.3.7 Outre-Mer : total

Total Outre-mer									
2021-2025	biomasse vivante aérienne	biomasse vivante souterraine	total biomasse vivante	bois mort	litière	carbone organique du sol	produits ligneux récoltés	FRL	FRL avec oxy. Instantanée des PLR
<i>tCO2</i>	160 665	0	160 665	0	0	0	0	160 665	160 665
<i>CH4 (en tCO2e)</i>	17 582	0	17 582	0	0	0	0	17 582	17 582
<i>N2O (en tCO2e)</i>	4 288	0	4 288	0	0	0	0	4 288	4 288
<i>total (en tCO2e)</i>	182 535	0	182 535	0	0	0	0	182 535	182 535

Total Outre-mer									
2026-2030	biomasse vivante aérienne	biomasse vivante souterraine	total biomasse vivante	bois mort	litière	carbone organique du sol	produits ligneux récoltés	FRL	FRL avec oxy. Instantanée des PLR
<i>tCO2</i>	160 665	0	160 665	0	0	0	0	160 665	160 665
<i>CH4 (en tCO2e)</i>	17 582	0	17 582	0	0	0	0	17 582	17 582
<i>N2O (en tCO2e)</i>	4 288	0	4 288	0	0	0	0	4 288	4 288
<i>total (en tCO2e)</i>	182 535	0	182 535	0	0	0	0	182 535	182 535

#### 4.3.8 France entière (métropole et Outre-mer)

France entière									
2021-2025	biomasse vivante aérienne	biomasse vivante souterraine	total biomasse vivante	bois mort	litière	carbone organique du sol	produits ligneux récoltés	FRL	FRL avec oxy. Instantanée des PLR
<i>tCO2</i>	-42 197 829	-12 193 153	-54 390 982	1 106 878	0	0	-3 106 740	-56 390 844	-53 284 104
<i>CH4 (en tCO2e)</i>	652 327	0	652 327	0	0	0	0	652 327	652 327
<i>N2O (en tCO2e)</i>	339 227	0	339 227	0	0	0	0	339 227	339 227
<i>total (en tCO2e)</i>	-41 206 275	-12 193 153	-53 399 428	1 106 878	0	0	-3 106 740	-55 399 290	-52 292 549

France entière									
2026-2030	biomasse vivante aérienne	biomasse vivante souterraine	total biomasse vivante	bois mort	litière	carbone organique du sol	produits ligneux récoltés	FRL	FRL avec oxy. Instantanée des PLR
<i>tCO2</i>	-43 337 282	-12 516 519	-55 853 801	671 356	0	0	-3 386 830	-58 569 275	-55 182 445
<i>CH4 (en tCO2e)</i>	684 381	0	684 381	0	0	0	0	684 381	684 381
<i>N2O (en tCO2e)</i>	355 988	0	355 988	0	0	0	0	355 988	355 988
<i>total (en tCO2e)</i>	-42 296 913	-12 516 519	-54 813 432	671 356	0	0	-3 386 830	-57 528 906	-54 142 076

# **ANNEXES**

---

## **Références**

**Liste des 58 strates forestières et leur taux de prélèvement**

**Exemples de paramètres de dynamiques forestières pour quelques strates**

**Résultats détaillés par compartiment, par flux et comparaison entre l'inventaire et les projections**

**Calcul du ratio entre usage solide et énergétique du bois**

**Détail des récoltes de bois par usage**

**Détail du recalage**

## RÉFÉRENCES

Agreste (2018). Chiffres et Données Agriculture n°249 - Récolte de bois et production de sciages en 2017.

BDIFF : base de données sur les feux de forêt. [bdiff.ifn.fr](http://bdiff.ifn.fr)

Citepa, 2017 Rapport National d'Inventaire pour la France au titre de la Convention cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques et du Protocole de Kyoto

Colin, A., and Thivolle-Cazat, A. (2016). Disponibilités forestières pour l'énergie et les matériaux à l'horizon 2035 (IGN, FCBA, ADEME).

Colin, A., Wernsdörfer, H., Thivolle-Cazat, A., and Bontemps, J.-D. (2017). France. In *Forest Inventory-Based Projection Systems for Wood and Biomass Availability*, S. Barreiro, M.-J. Schelhaas, R.E. McRoberts, and G. Kändler, eds. (Cham: Springer International Publishing), pp. 159–174.

Forest Europe (2015). *State of Europe's Forests 2015*.

Forsell N, Korosuo A, Federici S, Gusti M, Rincón-Cristóbal J-J, Rüter S, Sánchez-Jiménez B, Dore C, Brajterman O, Gardiner J. Guidance on developing and reporting the Forest Reference Levels in accordance with Regulation (EU) 2018/841.

Giec, 2006, Lignes directrices 2006 du GIEC pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre; Volume 4 : Agriculture, foresterie et autres affectations des terres; chapitre 12 : Produits ligneux récoltés.

Guitet, et al. 2006. Expertises sur les références dendrométriques nécessaires au renseignement de l'inventaire GES pour la forêt guyanaise. CONVENTION N° 59.02. G 18 / 05 du 19/12/2005 entre le Ministère de l'Agriculture et de la Pêche et l'Office National des Forêts Direction régionale de Guyane. Rapport final.

Hervé, J.-C. (2016). France. In *National Forest Inventories*, C. Vidal, I.A. Alberdi, L. Hernández Mateo, and J.J. Redmond, eds. (Cham: Springer International Publishing), pp. 385–404.

Hervé, J.-C., Wurpillot, S., Vidal, C., and Roman-Amat, B. (2014). L'inventaire des ressources forestières en France : un nouveau regard sur de nouvelles forêts. *Rev. For. Fr.* LXVI, 247–260.

IFN (2011). Une nouvelle partition écologique et forestière du territoire métropolitain : les sylvoécorégions (SER). L'IF n°26.

IFN, 2011. Une nouvelle partition écologique et forestière du territoire métropolitain : les sylvoécorégions (SER). L'IF numéro 26, premier trimestre 2011. Edition IFN. ISSN : 1769-6755. 8p

IGN 2018 : Méthodologie – pour bien comprendre les résultats publiés.

Jonard M., Caignet I., Ponette Q., Nicolas M., 2013 : Evolution du carbone des sols forestiers de France métropolitaine – Détection et quantification à partir des données mesurées sur le réseau RENECOFOR, Rapport préliminaire du 29/04/2013, 31p.

Ministère de l'Agriculture, 2018. Dossier de presse « Prévention des incendies de forêt ».

Morneau, F., Duprez, C., and Hervé, J.-C. (2008). Les forêts mélangées en France métropolitaine. Caractérisation à partir des résultats de l'Inventaire forestier national.

Préfecture de Guyane, 2017. Feux de végétation - d'après l'Etat major de la zone de défense de Guyane – non daté. Les-feux-de-végétations-en-Guyane-et-retour-d'expérience.

Prométhée, 2018. Base de données sur les incendies en zone méditerranéenne sur [www.promethee.com](http://www.promethee.com)

Roux, A., Dhôte, J.-F., Bastick, C., Colin, A., Bailly, A., Bastien, J.-C., Berthelot, A., Bréda, N., Caurla, S., Carnus, J.-M., et al. (2017). Quel rôle pour les forêts et la filière forêt-bois française dans l'atténuation du changement climatique ? (INRA, IGN).

Wernsdörfer, H., Colin, A., Bontemps, J.-D., Chevalier, H., Pignard, G., Caurla, S., Leban, J.-M., Hervé, J.-C., and 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. *Ann. For. Sci.* 69, 829–844.

## LISTE DES 58 STRATES FORESTIÈRES ET LEUR TAUX DE PRÉLÈVEMENT

Caractéristiques, ressource initiale, paramètres du scénario de référence

Nom	Lien avec les 116 strates des études nationales précédentes	Type de forêt	Essence objectif	Propriété	GRECO	Modèle utilisé
FEU_01	FF01-FF02	Fermée feuillue	Châtaignier	Privé	A&B&C&D&E&G(Est)	par classe de diamètre
FEU_02	FF03	Fermée feuillue	Châtaignier	Privé	F&G(Ouest)	
FEU_03	FF04-FF05-FF06	Fermée feuillue	Robinier	Privé	A&B&C&D&E&F&G	
FEU_04	FF07-FF08-FF10-FF67	Fermée feuillue	Autres feuillus	Public	A&B&C&F	
FEU_05	FF09-FF17	Fermée feuillue	Autres feuillus	Public&Privé	D&E	
FEU_06	FF10-FF19-FF66	Fermée feuillue	Autres feuillus	Public&Privé	G	
FEU_07	FF11-FF12-FF20-FF21	Fermée feuillue	Autres feuillus	Public&Privé	H&I	
FEU_08	FF13-FF22-FF44	Fermée feuillue	Autres feuillus et chêne pubescent	Public&Privé	J	
FEU_09	FF14-FF15-FF65	Fermée feuillue	Autres feuillus	Privé	A&B(Centre)	
FEU_10	FF15-FF65	Fermée feuillue	Autres feuillus	Privé	B(Nord)	
FEU_11	FF16-FF65	Fermée feuillue	Autres feuillus	Privé	C	
FEU_12	FF18-FF66	Fermée feuillue	Autres feuillus	Privé	F	
FEU_13	FF23-FF45-FF48	Fermée feuillue	Tous feuillus	Public&Privé	K	
FEU_14	FF24-FF25-FF30	Fermée feuillue	Chênes nobles	Domanial	A&B&F&G(sauf Bourgogne)	
FEU_15	FF26-FF29	Fermée feuillue	Chênes nobles	Public	C&D&E&G(Bourgogne)	
FEU_16	FF27-FF28-FF30	Fermée feuillue	Chênes nobles	Communal	A&B&F&G(sauf Bourgogne)	
FEU_17	FF31	Fermée feuillue	Chênes nobles	Privé	A	
FEU_18	FF32	Fermée feuillue	Chênes nobles	Privé	B(Centre)	
FEU_19	FF33	Fermée feuillue	Chênes nobles	Privé	B(Nord)	
FEU_20	FF34	Fermée feuillue	Chênes nobles	Privé	C&D	
FEU_21	FF35-FF38-FF39-FF43	Fermée feuillue	Chênes nobles et pubescent	Privé	E&H&I	
FEU_22	FF36	Fermée feuillue	Chênes nobles	Privé	F	
FEU_23	FF37	Fermée feuillue	Chênes nobles	Privé	G	
FEU_24	FF40-FF42	Fermée feuillue	Chêne pubescent	Privé	A&B&F(Nord)&G	
FEU_25	FF41	Fermée feuillue	Chêne pubescent	Privé	F(Sud)	
FEU_26	FF46-FF47	Fermée feuillue	Chêne vert	Public&Privé	G&H&I&J	
FEU_27	FF49-FF50-FF67	Fermée feuillue	Frêne commun	Public&Privé	A&B&C	
FEU_28	FF51-FF53	Fermée feuillue	Hêtre	Public	C	
FEU_29	FF52-FF54	Fermée feuillue	Hêtre	Public	D&E	

FEU_30	FF55-FF59	Fermée feuillue	Hêtre	Public&Privé	A&B	
FEU_31	FF56-FF62	Fermée feuillue	Hêtre	Public&Privé	F&G	
FEU_32	FF57-FF63	Fermée feuillue	Hêtre	Public&Privé	H	
FEU_33	FF58-FF64	Fermée feuillue	Hêtre	Public&Privé	I	
FEU_34	FF60-FF61	Fermée feuillue	Hêtre	Privé	C&D&E	
RES_01	FR01-FR05-FR29	Fermée résineuse	Autres résineux et pin sylvestre	Public&Privé	A&B	par classe de diamètre
RES_02	FR01-FR06-FR27-FR30	Fermée résineuse	Autres résineux et pin sylvestre	Public&Privé	C&D&E	
RES_03	FR01-FR03-FR07-FR10	Fermée résineuse	Autres résineux	Public&Privé	F&I	
RES_04	FR01-FR08-FR25-FR28	Fermée résineuse	Autres résineux	Public&Privé	G	
RES_05	FR02-FR09-FR17-FR25	Fermée résineuse	Autres résineux	Public&Privé	H	
RES_06	FR04-FR11-FR33-FR34	Fermée résineuse	Autres résineux	Public&Privé	J&K	
RES_07	FR12-FR13-FR14	Fermée résineuse	Douglas	Public&Privé	A&B&C&D&E	
RES_08	FR12-FR15	Fermée résineuse	Douglas	Public&Privé	F&G&I	
RES_09	FR18-FR19	Fermée résineuse	Pin d'alep	Public&Privé	H&I&J&K	
RES_10	FR20-FR23	Fermée résineuse	Pins laricio et maritime	Privé	A&B	
RES_11	FR21-FR22-FR26-FR28	Fermée résineuse	Pins maritime et sylvestre	Public	A&B&F	
RES_12	FR24	Fermée résineuse	Pin maritime	Privé	F	
RES_13	FR31	Fermée résineuse	Pin sylvestre	Privé	F&G	
RES_14	FR32	Fermée résineuse	Pin sylvestre	Privé	H	
RES_15	FR35-FR36-FR38	Fermée résineuse	Sapin et épicéa	Public	D&E	
RES_16	FR37-FR41	Fermée résineuse	Sapin et épicéa	Public&Privé	A&B&C	
RES_17	FR39-FR44	Fermée résineuse	Sapin et épicéa	Public&Privé	F&G	
RES_18	FR42-FR43	Fermée résineuse	Sapin et épicéa	Privé	D&E	
RES_19	FR10-FR16-FR40-FR45-FR46	Fermée résineuse	Sapin et épicéa	Public&Privé	H&I	
OUV_01	OF01	Ouverte feuillue	Feuillus	Public&Privé	A&B&C&F	par classe de diamètre
OUV_02	OF02	Ouverte feuillue	Feuillus	Public&Privé	D&E&G&H&I	
OUV_03	OR01	Ouverte résineuse	Résineux	Public&Privé	A&B&C&D&E&F&G&H&I	
PEU_01		Peupleraie	Peuplier	Public&Privé	A&F&G&I&J	par classe d'âge
PEU_02		Peupleraie	Peuplier	Public&Privé	B&C&D&E	

Nom	Ressource initiale en 2010				Paramètres du scénario de référence				Taux de prélèvement projeté (en % de la production entre 2010 et 2030)
	Nombre de points	Répartition des points par classe de surface terrière (sous-strates <20 / 20-30 / >30 m²/ha) **	Volume en 2010 (en milliers de m3 bois fort tige)	Répartition du volume par structure (équien / inéquien) ***	Param. moy. de production (en % des tiges ou en m3/ha) *	Param. moy. de recrutement (en tiges/ha/5ans) *	Param. moy. de mortalité (en % des tiges ou en m3/ha) *	Param. moy. de prélèvement (en % des tiges, du volume ou de la surface) *	
FEU_01	770	29% / 24% / 48%	68 886	42% / 58%	33%	160	4%	4%	50%

FEU_02	653	38% / 25% / 37%	49 376	43% / 57%	36%	234	3%	7%	56%
FEU_03	428	52% / 26% / 22%	26 473	47% / 53%	37%	162	2%	8%	50%
FEU_04	828	57% / 28% / 15%	46 432	54% / 46%	33%	116	1%	9%	65%
FEU_05	368	48% / 26% / 26%	22 899	44% / 56%	33%	149	2%	8%	31%
FEU_06	573	53% / 23% / 24%	34 237	40% / 58%	31%	137	3%	3%	29%
FEU_07	478	52% / 24% / 24%	31 487	47% / 51%	30%	118	4%	1%	9%
FEU_08	735	69% / 20% / 12%	31 519	48% / 48%	22%	79	4%	1%	17%
FEU_09	548	57% / 22% / 22%	27 542	50% / 50%	38%	205	3%	4%	29%
FEU_10	578	55% / 23% / 22%	31 342	56% / 44%	48%	175	1%	5%	32%
FEU_11	531	53% / 24% / 23%	31 811	46% / 53%	41%	141	2%	5%	39%
FEU_12	400	58% / 21% / 21%	20 992	50% / 50%	44%	157	2%	2%	18%
FEU_13	403	53% / 22% / 25%	26 153	39% / 59%	24%	130	3%	0%	7%
FEU_14	618	38% / 37% / 25%	57 039	84% / 16%	34%	94	1%	10%	88%
FEU_15	1350	39% / 40% / 21%	105 673	69% / 31%	32%	90	1%	10%	83%
FEU_16	313	41% / 36% / 22%	24 784	58% / 42%	35%	91	1%	7%	57%
FEU_17	533	41% / 29% / 30%	37 025	64% / 36%	38%	108	2%	4%	36%
FEU_18	1744	42% / 34% / 24%	140 794	43% / 57%	35%	91	2%	6%	46%
FEU_19	846	38% / 36% / 26%	71 621	71% / 29%	37%	80	1%	8%	68%
FEU_20	896	39% / 32% / 29%	70 565	59% / 41%	34%	92	1%	5%	45%
FEU_21	516	49% / 29% / 22%	31 166	53% / 47%	28%	80	3%	1%	24%
FEU_22	841	51% / 28% / 22%	59 359	69% / 31%	35%	87	2%	6%	48%
FEU_23	1212	35% / 30% / 35%	101 576	55% / 44%	33%	87	2%	5%	44%
FEU_24	503	57% / 25% / 18%	24 640	43% / 57%	19%	79	2%	5%	32%
FEU_25	860	56% / 24% / 20%	49 128	59% / 41%	23%	77	1%	4%	34%
FEU_26	701	71% / 19% / 10%	20 558	65% / 33%	16%	104	1%	1%	21%
FEU_27	803	45% / 28% / 27%	58 099	62% / 38%	41%	141	2%	7%	43%
FEU_28	596	52% / 33% / 15%	41 341	86% / 14%	37%	94	1%	13%	78%
FEU_29	368	36% / 34% / 30%	35 878	86% / 14%	36%	91	1%	13%	84%
FEU_30	375	48% / 30% / 22%	28 805	88% / 12%	44%	66	1%	12%	92%
FEU_31	575	29% / 21% / 50%	62 095	59% / 41%	29%	73	2%	5%	46%
FEU_32	340	21% / 26% / 52%	39 706	69% / 30%	31%	82	3%	2%	23%
FEU_33	406	29% / 30% / 41%	39 795	64% / 35%	27%	67	1%	1%	12%
FEU_34	403	31% / 28% / 41%	41 816	82% / 17%	36%	60	1%	6%	49%
RES_01	390	36% / 24% / 40%	33 197	92% / 8%	46%	83	2%	10%	83%
RES_02	369	34% / 26% / 40%	33 883	91% / 9%	34%	113	2%	8%	77%
RES_03	242	45% / 19% / 36%	16 580	63% / 37%	30%	70	3%	1%	21%
RES_04	313	36% / 22% / 41%	34 023	82% / 18%	36%	78	3%	10%	52%



RES_05	507	45% / 28% / 28%	37 970	74% / 25%	17%	57	3%	1%	24%
RES_06	324	57% / 18% / 25%	24 861	47% / 50%	27%	78	2%	2%	15%
RES_07	332	34% / 24% / 41%	35 077	96% / 4%	59%	86	2%	12%	69%
RES_08	698	41% / 18% / 41%	77 704	93% / 7%	68%	82	2%	10%	58%
RES_09	372	69% / 18% / 12%	16 235	53% / 43%	35%	50	2%	2%	20%
RES_10	451	37% / 29% / 34%	36 680	89% / 11%	47%	86	1%	7%	49%
RES_11	299	56% / 28% / 16%	18 874	94% / 6%	43%	63	1%	10%	70%
RES_12	1133	72% / 17% / 11%	73 471	95% / 5%	48%	55	2%	20%	82%
RES_13	473	40% / 22% / 38%	40 088	87% / 12%	28%	56	2%	5%	44%
RES_14	347	45% / 27% / 27%	21 881	76% / 23%	11%	61	3%	1%	23%
RES_15	593	21% / 22% / 56%	77 640	84% / 16%	50%	110	1%	14%	88%
RES_16	333	29% / 26% / 45%	35 296	93% / 7%	48%	104	2%	14%	77%
RES_17	772	20% / 17% / 63%	114 666	89% / 10%	50%	97	2%	15%	96%
RES_18	388	22% / 17% / 61%	57 997	80% / 20%	51%	109	1%	14%	91%
RES_19	666	16% / 20% / 64%	102 044	63% / 37%	38%	88	2%	5%	50%
OUV_01	220	non concerné	2 184	non déterminé	29%	58	2%	5%	37%
OUV_02	235	non concerné	2 136	non déterminé	16%	45	5%	2%	18%
OUV_03	263	non concerné	4 905	non déterminé	44%	40	2%	4%	35%
PEU_01	387	non concerné	8 941	100% / 0%	15 m3/ha/an	non concerné	0,6 m3/ha/an	1% / 18%	69%
PEU_02	1011	non concerné	20 619	100% / 0%	14 m3/ha/an	non concerné	1,6 m3/ha/an	11% / 29%	102%

*Précisions sur les tables par strates :*

\* Les valeurs présentées correspondent à la moyenne des paramètres de dynamique forestière de l'ensemble des classes de diamètre ou d'âge et de surface terrière. Les unités de ces paramètres dépendent du type de modèle utilisé :

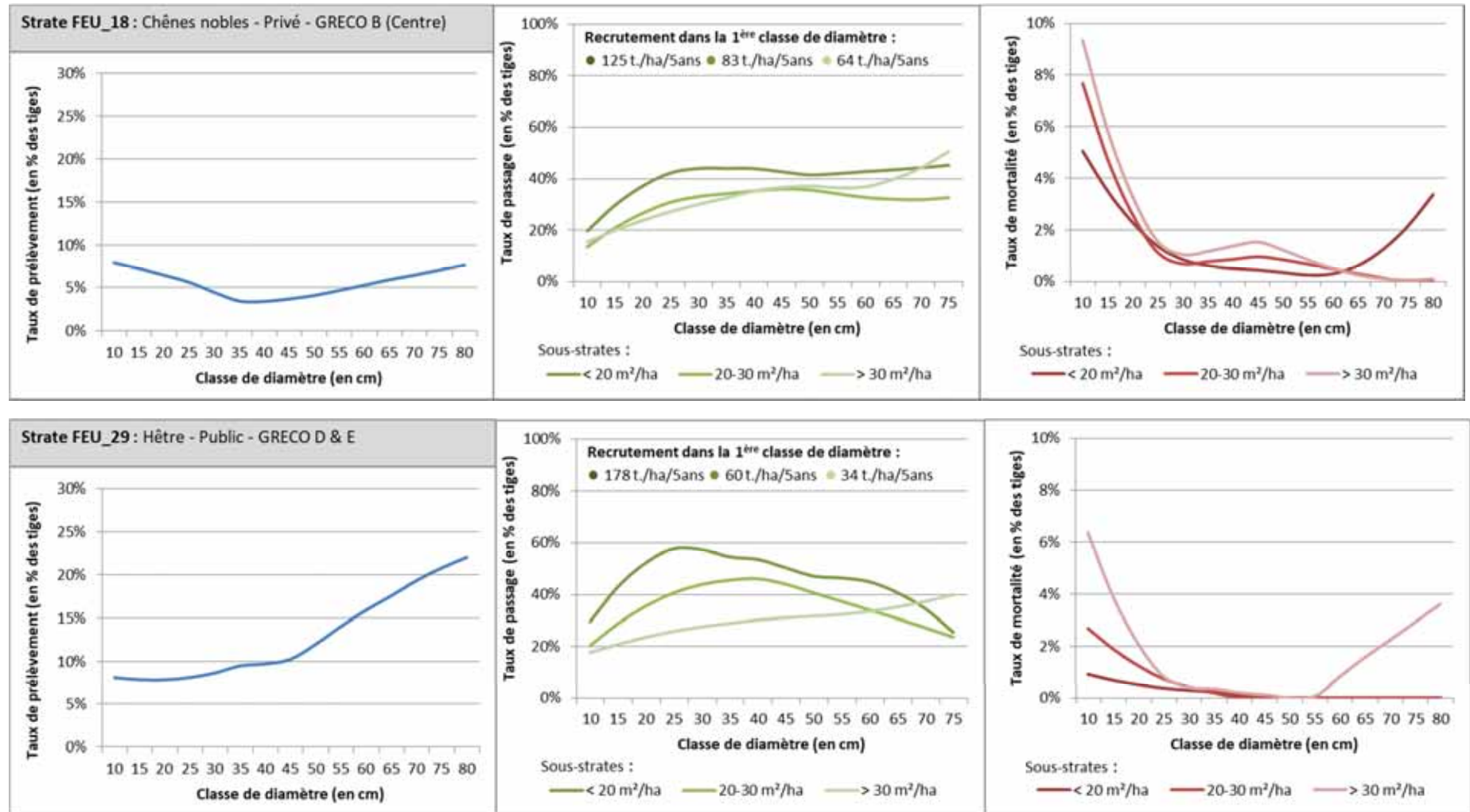
- Pour le modèle par classe de diamètre, le paramètre de production correspond à un taux de passage des tiges dans la classe de diamètre supérieure sur une période de 5 ans (en %) ; le paramètre de recrutement à un nombre de tiges arrivant dans la première classe de diamètre par hectare sur 5 ans ; le paramètre de mortalité à la proportion de tiges mourant sur une période de 5 ans (en %) ; et le paramètre de prélèvement à la proportion de tiges coupées sur une période de 5 ans (en %).

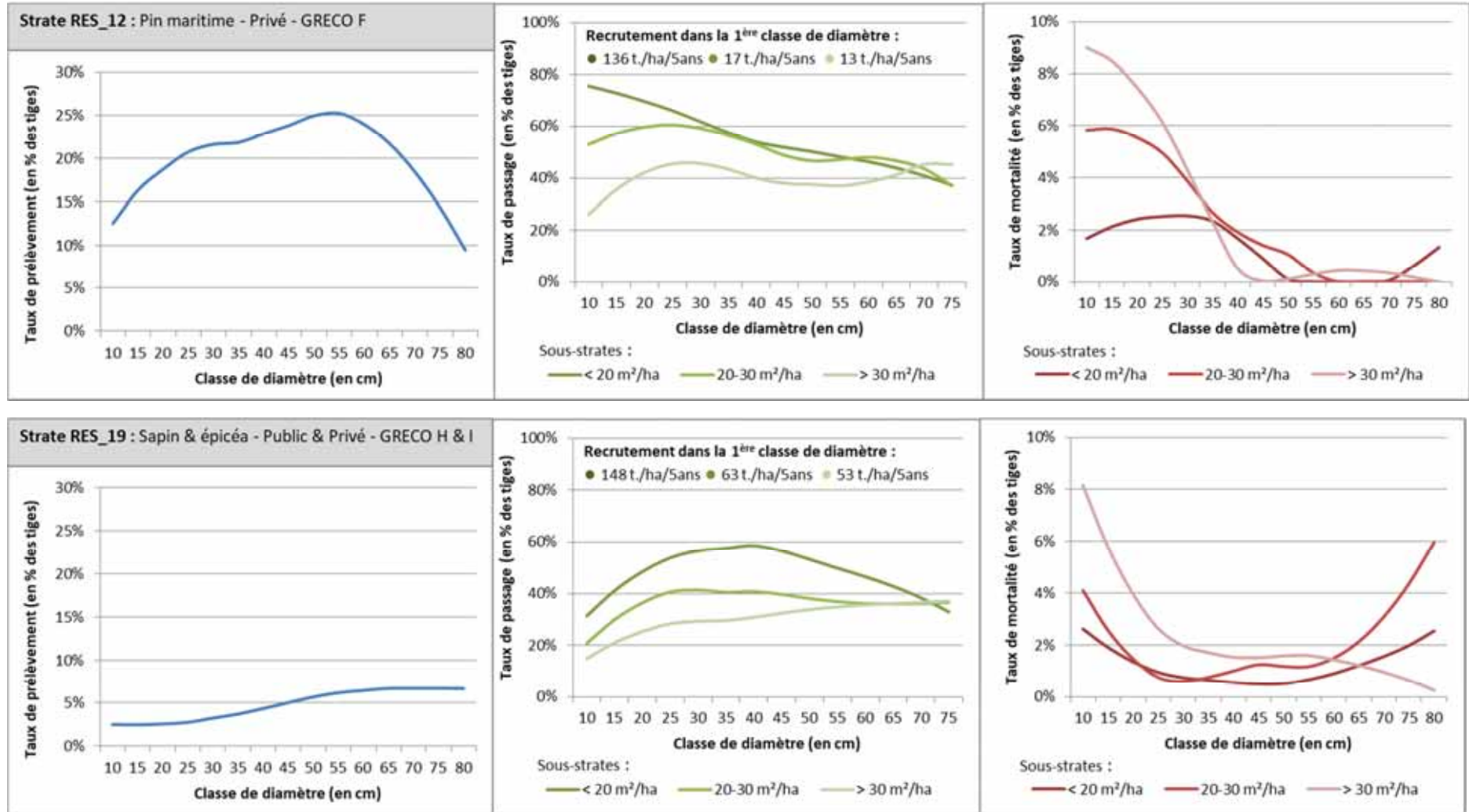
- Pour le modèle par classe d'âge, le paramètre de production est exprimé en m3/ha/an bois fort tige, de même pour le paramètre de mortalité ; le paramètre de prélèvement est constitué de 2 valeurs : en premier, le taux de prélèvement en éclaircie (en % du volume sur 5 ans) et en second, le taux de prélèvement en coupe rase (en % de la surface sur 5 ans).

\*\* La sous-stratification en 3 classes de surface terrière (inférieur à 20 m<sup>2</sup>/ha, de 20 à 30 m<sup>2</sup>/ha et supérieur à 30 m<sup>2</sup>/ha) permet de prendre en compte l'effet de la densité sur les paramètres de production, de recrutement et de mortalité. La répartition des points dans les différentes sous-strates évolue au cours de la projection (seule la répartition initiale est indiquée ici).

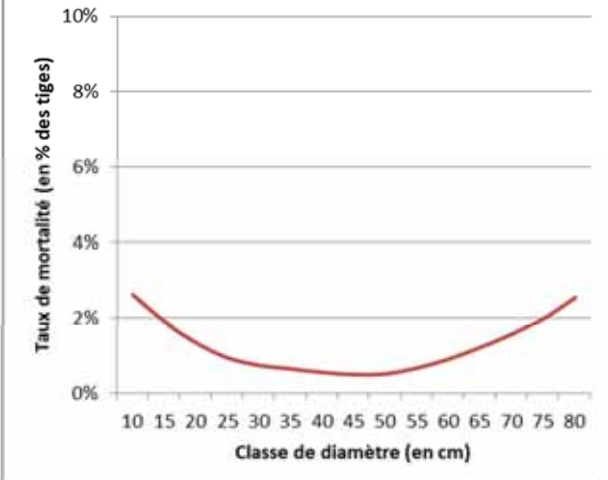
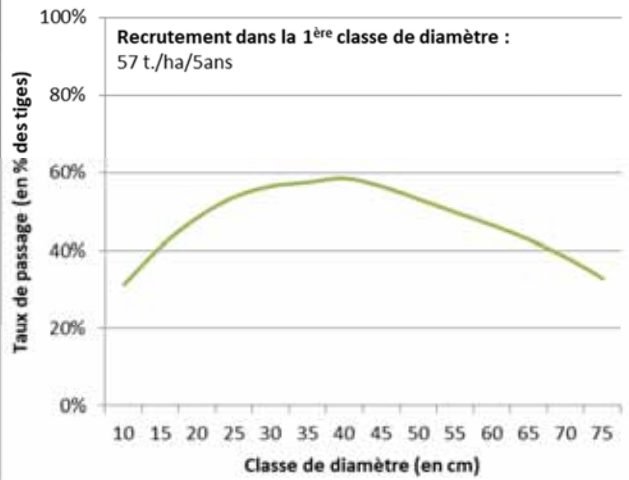
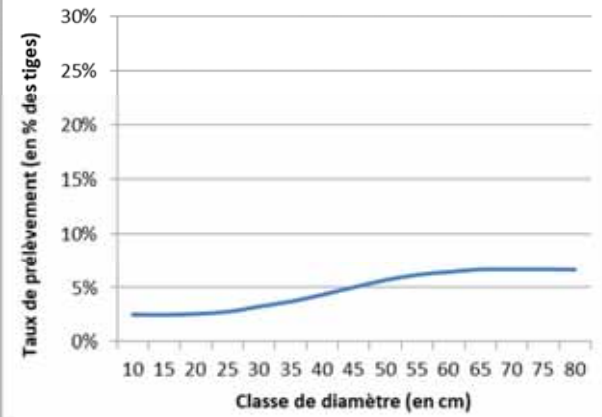
\*\*\* Le caractère équien / inéquien a été approché avec un indicateur de structure forestière du peuplement. Y ont été considérés comme équiens les peuplements de taillis et les futaies régulières au sens d'une faible hétérogénéité des hauteurs des arbres (des âges différents peuvent y co-exister).

## EXEMPLES DE PARAMÈTRES DE DYNAMIQUES FORESTIÈRES POUR QUELQUES STRATES

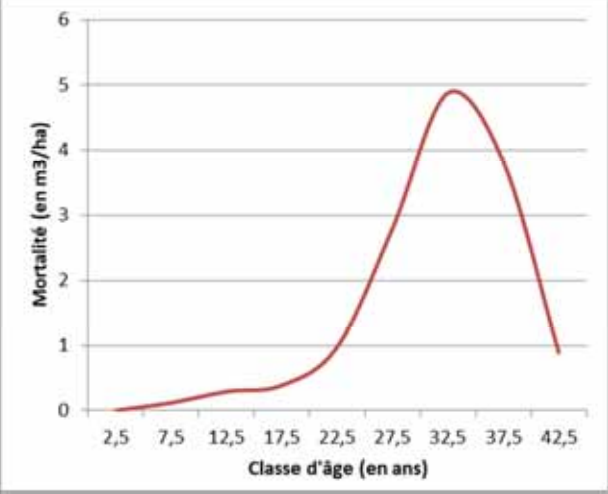
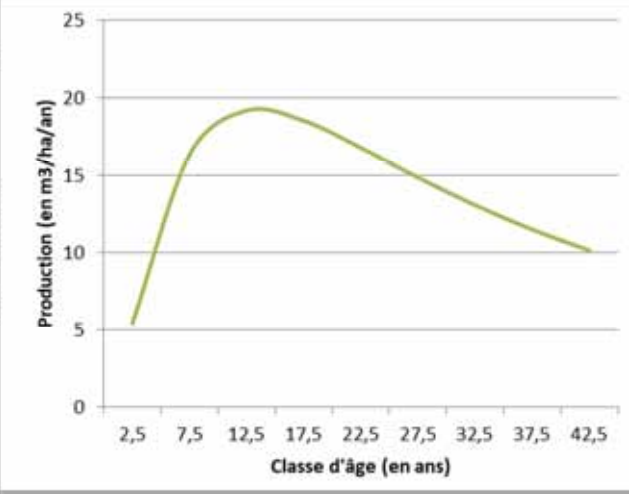
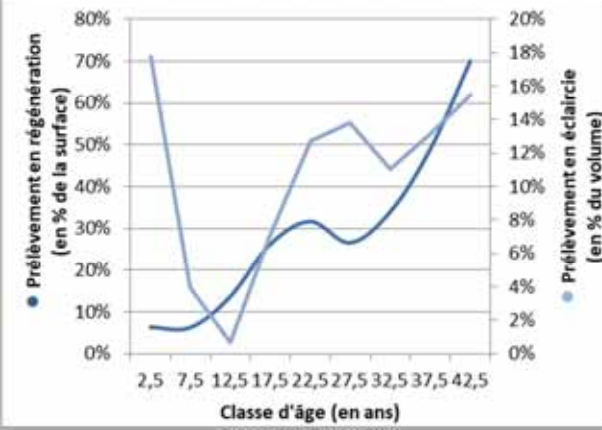




**Strate OUV\_01 : Ouvert - Feuillus - GRECO A & B & C & F**



**Strate PEU\_02 : Peupleraies - GRECO B & C & D & E**



## RÉSULTATS DÉTAILLÉS

croissance				
inventaire GES éd. déc. 2018		projection IGN nov 2019. point de départ 2010 avant recalage		
	a é r i e n	r a c i n a i r e	a é r i e n	r a c i n a i r e
année	tCO2e	tCO2e	tCO2e	tCO2e
1990	-100 144 395	-28 631 629		
1991	-100 767 933	-28 812 751		
1992	-101 423 098	-29 002 516		
1993	-102 109 628	-29 200 862		
1994	-102 772 945	-29 391 736		
1995	-103 462 937	-29 592 496		
1996	-104 181 409	-29 800 581		
1997	-104 922 933	-30 014 894		
1998	-105 669 467	-30 230 058		
1999	-106 345 066	-30 425 615		
2000	-107 155 844	-30 658 792		
2001	-107 924 117	-30 880 609		
2002	-108 661 804	-31 092 793		
2003	-109 493 835	-31 332 068		
2004	-110 497 017	-31 619 507		
2005	-111 262 097	-31 837 339		
2006	-111 999 658	-32 046 316		
2007	-112 676 538	-32 235 136		
2008	-113 812 426	-32 564 416		
2009	-116 444 251	-33 274 161		
2010	-113 131 331	-32 382 510	-107 286 062	-30 635 967
2011	-109 655 121	-31 381 325	-108 673 831	-31 036 154
2012	-109 076 361	-31 194 331	-110 061 601	-31 436 341
2013	-110 222 569	-31 538 106	-111 449 371	-31 836 527
2014	-108 751 100	-31 143 879	-112 837 141	-32 236 714
2015	-110 617 942	-31 659 743	-114 224 911	-32 636 901
2016	-110 742 896	-31 696 490	-114 925 716	-32 834 415
2017	-110 808 768	-31 715 986	-115 626 521	-33 031 929
2018			-116 327 326	-33 229 443
2019			-117 028 132	-33 426 958
2020			-117 728 937	-33 624 472
2021			-118 853 450	-33 947 083
2022			-119 977 963	-34 269 695
2023			-121 102 476	-34 592 306
2024			-122 226 989	-34 914 918
2025			-123 351 502	-35 237 529
2026			-124 276 534	-35 500 285
2027			-125 201 566	-35 763 042
2028			-126 126 597	-36 025 798
2029			-127 051 629	-36 288 554
2030			-127 976 661	-36 551 310
2000-2009	-110 989 759	-31 754 114		
2021-2025			-121 102 476	-34 592 306
2026-2030			-126 126 597	-36 025 798

mortalité de fond				
inventaire GES éd. déc. 2018 (1)			projection IGN nov 2019. point de départ 2010 avant recalage	
	a é r i e n	r a c i n a i r e	a é r i e n	r a c i n a i r e
année	tCO2e	tCO2e	tCO2e	tCO2e
1990	9 107 572	2 593 723		
1991	9 149 795	2 605 748		
1992	9 194 294	2 618 421		
1993	9 240 938	2 631 705		
1994	9 294 355	2 646 917		
1995	9 357 588	2 664 925		
1996	9 413 868	2 680 953		
1997	9 471 923	2 697 486		
1998	9 526 836	2 713 125		
1999	9 578 035	2 727 705		
2000	9 648 005	2 747 632		
2001	9 711 437	2 765 697		
2002	9 772 892	2 783 198		
2003	9 840 024	2 802 317		
2004	9 926 849	2 827 044		
2005	9 989 125	2 844 779		
2006	10 049 662	2 862 019		
2007	10 096 486	2 875 354		
2008	11 420 195	3 252 330		
2009	11 287 257	3 214 471		
2010	10 746 797	3 060 554	12 798 506	3 646 078
2011	12 744 261	3 629 407	12 945 109	3 687 616
2012	12 610 499	3 591 314	13 091 712	3 729 154
2013	12 563 029	3 577 795	13 238 314	3 770 693
2014	13 176 349	3 752 461	13 384 917	3 812 231
2015	12 418 950	3 536 763	13 531 520	3 853 770
2016	12 430 639	3 540 092	13 750 327	3 916 129
2017	12 436 021	3 541 625	13 969 134	3 978 488
2018			14 187 941	4 040 847
2019			14 406 748	4 103 206
2020			14 625 555	4 165 566
2021			14 762 952	4 204 478
2022			14 900 349	4 243 390
2023			15 037 746	4 282 302
2024			15 175 143	4 321 214
2025			15 312 540	4 360 126
2026			15 494 973	4 411 955
2027			15 677 405	4 463 784
2028			15 859 838	4 515 614
2029			16 042 270	4 567 443
2030			16 224 703	4 619 272
2000-2009	10 174 193	2 897 484		
2021-2025			15 037 746	4 282 302
2026-2030			15 859 838	4 515 614

**mortalité exceptionnelle**

		tempête		feux de forêt	
		inventaire GES éd. déc. 2018 (1)		inventaire GES éd. déc. 2018	projection Citepa
		a é r i e n	r a c i n a i r e	é m i s s i o n s (a é r i e n)	é m i s s i o n s (a é r i e n)
année	tCO2e	tCO2e	tCO2e	tCO2e	tCO2e
1990				1782 375	
1991				288 827	
1992				388 511	
1993				430 189	
1994				445 078	
1995				589 250	
1996				501507	
1997				685 973	
1998				600 527	
1999	51437 381	14 648 728		349 781	
2000				549 786	
2001				396 758	
2002				1408 393	
2003				1490 670	
2004				318 425	
2005				519 343	
2006				181975	
2007				201264	
2008				176 924	
2009	16 519 501	4 704 549		479 616	
2010				343 734	
2011				333 812	
2012				293 684	
2013				98 992	
2014				241060	
2015				488 555	
2016				387 667	
2017				491572	
2018					454 388
2019					454 388
2020					454 388
2021					454 388
2022					454 388
2023					454 388
2024					454 388
2025					454 388
2026					454 388
2027					454 388
2028					454 388
2029					454 388
2030					454 388
2000-2009	1 651 950	470 455		572 316	
2021-2025					454 388
2026-2030					454 388

prélèvement (récoltes+pertes) (en forêt)					
inventaire GES éd. déc. 2018					
	Récoltes, aérien	Récoltes, racinaire	pertes : décomposition	pertes : brûlage in situ (aérien)	total prélèvements dont pertes
année	tCO2e	tCO2e	tCO2e	tCO2e	tCO2e
1990	48 370 755	19 149 214	6 576 305	8 154 992	82 251 267
1991	49 968 164	19 749 045	6 782 328	8 705 001	85 204 538
1992	50 953 486	20 096 992	6 899 601	8 906 052	86 856 131
1993	49 447 547	19 460 137	6 675 598	8 618 354	84 201 636
1994	49 617 587	19 603 432	6 723 641	8 506 859	84 451 518
1995	50 014 374	19 801 776	6 790 416	8 561 551	85 168 117
1996	46 788 922	18 501 635	6 344 354	8 024 952	79 659 863
1997	47 742 004	18 898 432	6 481 296	8 172 536	81 294 268
1998	48 208 894	19 104 225	6 549 236	8 215 819	82 078 175
1999	45 815 337	18 206 756	6 243 701	7 767 048	78 032 842
2000	56 329 274	22 480 228	7 689 616	8 999 005	95 498 123
2001	49 441 142	19 763 036	6 753 947	7 903 187	83 861 311
2002	44 409 449	17 733 221	6 060 940	7 200 416	75 404 026
2003	43 022 231	17 118 902	5 858 113	7 132 188	73 131 434
2004	42 608 647	16 977 607	5 809 342	7 006 268	72 401 864
2005	41 971 479	16 721 114	5 725 984	6 959 133	71 377 709
2006	40 500 125	16 192 674	5 539 966	6 573 436	68 806 202
2007	39 928 146	16 008 251	5 478 410	6 433 167	67 847 973
2008	37 747 221	15 126 511	5 178 821	6 165 358	64 217 912
2009	40 884 117	16 490 879	5 621 202	6 401 986	69 398 185
2010	44 310 492	17 782 385	6 063 681	7 021 933	75 178 491
2011	44 018 329	17 569 275	6 000 857	7 158 150	74 746 611
2012	41 883 184	16 621 552	5 686 155	7 029 419	71 220 311
2013	40 712 721	16 172 230	5 529 317	6 790 497	69 204 765
2014	43 287 025	17 197 064	5 882 372	7 214 334	73 580 796
2015	42 910 525	17 029 250	5 826 270	7 195 819	72 961 864
2016	44 109 120	17 494 259	5 986 690	7 472 625	75 062 694
2017	45 287 520	17 959 804	6 143 430	7 652 825	77 043 578
2018					
2019					
2020					
2021					
2022					
2023					
2024					
2025					
2026					
2027					
2028					
2029					
2030					
2000-2009	43 684 183	17 461 242	5 971 634	7 077 414	74 194 474
2021-2025					
2026-2030					



<b>prélèvement (récoltes+pertes) (en forêt)</b>						
<i>projection IGN nov 2019.</i>						
<i>point de départ 2010</i>						
<i>avant recalage</i>						
	<b>Prélèvement aérien (dont pertes)</b>	<b>Prélèvement racinaire (dont pertes)</b>	<b>total (dont pertes)</b>	<b>dont pertes : brûlage in situ (aérien) (2)</b>	<b>dont pertes : décompo</b>	<b>pertes totales IGN</b>
année	tCO2e	tCO2e	tCO2e	tCO2e	tCO2e	tCO2e
1990						
1991						
1992						
1993						
1994						
1995						
1996						
1997						
1998						
1999						
2000						
2001						
2002						
2003						
2004						
2005						
2006						
2007						
2008						
2009						
2010	50 278 453	14 400 945	64 679 398	801 463	8 493 945	13 887 618
2011	50 936 463	14 588 692	65 525 155	811 943	8 423 417	13 887 618
2012	51 594 473	14 776 440	66 370 913	822 423	8 352 889	13 887 618
2013	52 252 483	14 964 187	67 216 670	832 903	8 282 360	13 887 618
2014	52 910 493	15 151 934	68 062 427	843 383	8 211 832	13 887 618
2015	53 568 503	15 339 682	68 908 185	853 863	8 141 303	13 887 618
2016	54 206 634	15 522 420	69 729 054	864 035	8 072 850	13 887 618
2017	54 844 766	15 705 158	70 549 924	874 207	8 004 397	13 887 618
2018	55 482 897	15 887 897	71 370 794	884 378	7 935 944	13 887 618
2019	56 121 028	16 070 635	72 191 664	894 550	7 867 491	13 887 618
2020	56 759 160	16 253 373	73 012 533	904 722	7 799 038	13 887 618
2021	57 345 439	16 421 235	73 766 674	914 067	7 736 149	13 887 618
2022	57 931 718	16 589 097	74 520 815	923 411	7 673 261	13 887 618
2023	58 517 996	16 756 959	75 274 955	932 756	7 610 373	13 887 618
2024	59 104 275	16 924 820	76 029 096	942 101	7 547 484	13 887 618
2025	59 690 554	17 092 682	76 783 236	951 446	7 484 596	13 887 618
2026	60 320 521	17 273 085	77 593 606	961 487	7 417 018	13 887 618
2027	60 950 488	17 453 488	78 403 976	971 529	7 349 441	13 887 618
2028	61 580 455	17 633 890	79 214 345	981 570	7 281 863	13 887 618
2029	62 210 422	17 814 293	80 024 715	991 612	7 214 286	13 887 618
2030	62 840 389	17 994 696	80 835 085	1 001 653	7 146 708	13 887 618
2000-2009						
2021-2025	58 517 996	16 756 959	75 274 955	932 756	7 610 373	13 887 618
2026-2030	61 580 455	17 633 890	79 214 345	981 570	7 281 863	13 887 618

bilan biomasse vivante <u>après recalage</u>						
inventaire GES éd. déc. 2018			projection			
	a é r i e n	r a c i n a i r e	t o t a l a é r i e n + r a c i n a i r e	a é r i e n	r a c i n a i r e	a é r i e n + r a c i n a i r e
année	tCO2e	tCO2e	tCO2e	tCO2e	tCO2e	tCO2e
1990	-26 152 396	-6 888 691	-33 041 087			
1991	-25 873 818	-6 457 958	-32 331 776			
1992	-25 081 154	-6 287 103	-31 368 257			
1993	-27 697 001	-7 109 021	-34 806 022			
1994	-28 185 425	-7 141 387	-35 326 813			
1995	-28 149 758	-7 125 795	-35 275 553			
1996	-33 107 805	-8 617 994	-41 725 799			
1997	-32 369 201	-8 418 976	-40 788 177			
1998	-32 568 153	-8 412 709	-40 980 862			
1999	14 846 217	5 157 574	20 003 791			
Période de référence	2000	-23 940 158	-5 430 931	-29 371 089		
	2001	-33 717 645	-8 351 876	-42 069 522		
	2002	-39 809 714	-10 576 374	-50 386 088		
	2003	-42 150 609	-11 410 850	-53 561 459		
	2004	-44 827 486	-11 814 857	-56 642 343		
	2005	-46 097 033	-12 271 446	-58 368 479		
	2006	-49 154 494	-12 991 623	-62 146 117		
	2007	-50 539 065	-13 351 532	-63 890 597		
	2008	-53 123 906	-14 185 575	-67 309 480		
	2009	-35 220 571	-8 864 263	-44 084 833		
	2010	-44 644 694	-11 539 571	-56 184 265	-38 292 059	-11 230 118
2011	-39 399 712	-10 182 643	-49 582 355	-38 875 059	-11 400 618	-50 275 677
2012	-41 573 421	-10 981 465	-52 554 885	-39 488 256	-11 571 128	-51 059 384
2013	-44 528 013	-11 788 082	-56 316 095	-40 256 006	-11 741 648	-51 997 653
2014	-38 949 959	-10 194 354	-49 144 313	-40 686 986	-11 912 177	-52 599 163
2015	-41 777 823	-11 093 731	-52 871 554	-41 012 531	-12 082 716	-53 095 247
2016	-40 356 156	-10 662 139	-51 018 295	-40 946 874	-12 035 373	-52 982 247
2017	-38 797 401	-10 214 557	-49 011 957	-40 676 422	-11 988 032	-52 664 454
2018				-40 547 057	-11 940 692	-52 487 749
2019				-40 380 507	-11 893 354	-52 273 861
2020				-40 213 955	-11 846 018	-52 059 973
FRL (1)	2021			-40 605 576	-11 961 726	-52 567 303
	2022			-40 997 195	-12 077 438	-53 074 633
	2023			-41 388 812	-12 193 151	-53 581 963
	2024			-41 780 427	-12 308 866	-54 089 293
	2025			-42 172 039	-12 424 584	-54 596 623
FRL (2)	2026			-42 274 508	-12 455 229	-54 729 738
	2027			-42 376 978	-12 485 875	-54 862 852
	2028			-42 479 448	-12 516 520	-54 995 967
	2029			-42 581 918	-12 547 164	-55 129 082
	2030			-42 684 389	-12 577 807	-55 262 197
2000-2009	-41 858 068	-10 924 933	-52 783 001			
2021-2025				-41 388 810	-12 193 153	-53 581 963
2026-2030				-42 479 448	-12 516 519	-54 995 967

	croissance		mortalité de fond		tempête	feux de forêt		prélèvements		bilan net	
	<i>inventaire GES éd. déc. 2018</i>	<i>projection IGN</i>	<i>inventaire GES éd. déc. 2018</i>	<i>projection IGN</i>	<i>inventaire GES éd. déc. 2018</i>	<i>inventaire GES éd. déc. 2018</i>	<i>projection Citepa</i>	<i>inventaire GES éd. déc. 2018</i>	<i>projection IGN</i>	<i>inventaire GES éd. déc. 2018</i>	<i>projection</i>
	total aérien + racinaire	total aérien + racinaire	aérien + racinaire	aérien + racinaire	aérien + racinaire	émissions (aérien)	émissions (aérien)	total prélèvements dont	total (dont pertes)	total aérien + racinaire	aérien + racinaire
année	tCO2e	tCO2e	tCO2e	tCO2e	tCO2e	tCO2e	tCO2e	tCO2e	tCO2e	tCO2e	tCO2e
1990	-128 776 024		11 701 295			1 782 375		82 251 267		-33 041 087	
1991	-129 580 684		11 755 543			288 827		85 204 538		-32 331 776	
1992	-130 425 613		11 812 715			388 511		86 856 131		-31 368 257	
1993	-131 310 490		11 872 643			430 189		84 201 636		-34 806 022	
1994	-132 164 682		11 941 272			445 078		84 451 518		-35 326 813	
1995	-133 055 433		12 022 513			589 250		85 168 117		-35 275 553	
1996	-133 981 990		12 094 821			501 507		79 659 863		-41 725 799	
1997	-134 937 826		12 169 409			685 973		81 294 268		-40 788 177	
1998	-135 899 525		12 239 961			600 527		82 078 175		-40 980 862	
1999	-136 770 681		12 305 740		66 086 109	349 781		78 032 842		20 003 791	
2000	-137 814 635		12 395 637			549 786		95 498 123		-29 371 089	
2001	-138 804 725		12 477 134			396 758		83 861 311		-42 069 522	
2002	-139 754 598		12 556 090			1 408 393		75 404 026		-50 386 088	
2003	-140 825 903		12 642 340			1 490 670		73 131 434		-53 561 459	
2004	-142 116 524		12 753 893			318 425		72 401 864		-56 642 343	
2005	#####		12 833 904			519 343		71 377 709		-58 368 479	
2006	-144 045 974		12 911 681			18 1975		68 806 202		-62 146 117	
2007	-144 911 674		12 971 840			201 264		67 847 973		-63 890 597	
2008	-146 376 841		14 672 525			176 924		64 217 912		-67 309 480	
2009	-149 688 412		14 501 728		21 224 049	479 616		69 398 185		-44 084 833	
2010	-145 513 841	-13 792 029	13 807 351	16 444 584		343 734		75 178 491	64 679 398	-56 184 265	-49 522 178
2011	-141 036 446	-139 709 985	16 373 668	16 632 725		333 812		74 746 611	65 525 155	-49 582 355	-50 275 677
2012	-140 270 692	-141 497 942	16 201 812	16 820 866		293 684		71 220 311	66 370 913	-52 554 885	-51 059 384
2013	-141 760 675	-143 285 899	16 140 823	17 009 007		98 992		69 204 765	67 216 670	-56 316 095	-51 997 653
2014	-139 894 978	-145 073 855	16 928 809	17 197 148		241 060		73 580 796	68 062 427	-49 144 313	-52 599 163
2015	-142 277 685	-146 861 812	15 955 712	17 385 289		488 555		72 961 864	68 908 185	-52 871 554	-53 095 247
2016	#####	-147 760 131	15 970 730	17 666 455		387 667		75 062 694	69 729 054	-51 018 295	-52 982 247
2017	-142 524 754	-148 658 450	15 977 646	17 947 622		491 572		77 043 578	70 549 924	-49 011 957	-52 664 454
2018		-149 556 770		18 228 788			454 388		71 370 794		-52 487 749
2019		-150 455 089		18 509 954			454 388		72 191 664		-52 273 861
2020		-151 353 409		18 791 121			454 388		73 012 533		-52 059 973
2021		-152 800 533		18 967 430			454 388		73 766 674		-52 567 303
2022		-154 247 658		19 143 739			454 388		74 520 815		-53 074 633
2023		-155 694 782		19 320 048			454 388		75 274 955		-53 581 963
2024		-157 141 907		19 496 357			454 388		76 029 096		-54 089 293
2025		-158 589 032		19 672 666			454 388		76 783 236		-54 596 623
2026		-159 776 819		19 906 928			454 388		77 593 606		-54 729 738
2027		-160 964 607		20 141 190			454 388		78 403 976		-54 862 852
2028		-162 152 395		20 375 451			454 388		79 214 345		-54 995 967
2029		-163 340 183		20 609 713			454 388		80 024 715		-55 129 082
2030		-164 527 971		20 843 975			454 388		80 835 085		-55 262 197
2000-2009	-142 743 872		13 071 677		2 122 405	572 316		74 194 474		-52 783 001	
2021-2025		-155 694 782		19 320 048			454 388		75 274 955		-53 581 963
2026-2030		-162 152 395		20 375 451			454 388		79 214 345		-54 995 967

## CALCUL DU RATIO ENTRE USAGE SOLIDE ET ÉNERGÉTIQUE DU BOIS

		Récoltes de bois en volume (m <sup>3</sup> /an)		ratio historique, en %		ratio utilisé pour le FRL, en %		
		Usage	Usage	Usage	Usage	Usage	Usage	
		1990	36 418	24 987	57%	43%		
		1991	35 518	27 304	54%	46%		
		1992	34 355	29 004	52%	48%		
		1993	31 176	29 912	48%	52%		
		1994	34 252	27 935	52%	48%		
		1995	35 458	26 453	55%	45%		
		1996	32 370	26 105	53%	47%		
		1997	33 928	25 902	54%	46%		
		1998	34 540	25 604	55%	45%		
		1999	35 061	24 079	56%	44%		
Période de référence		2000	46 121	23 258	65%	35%		
		2001	39 859	22 568	62%	38%		
		2002	34 693	21 760	59%	41%		
		2003	32 264	21 897	57%	43%		
		2004	33 093	21 914	57%	43%		
		2005	33 097	22 294	55%	45%		
		2006	33 471	21 537	56%	44%		
		2007	34 955	20 496	58%	42%		
		2008	32 502	20 134	56%	44%		
		2009	34 792	20 680	58%	42%		
	2010	35 315	22 772	57%	43%	58%	42%	
	2011	33 181	23 366	56%	44%	58%	42%	
	2012	29 189	24 388	51%	49%	58%	42%	
	2013	28 238	23 970	51%	49%	58%	42%	
	2014	30 465	24 565	52%	48%	58%	42%	
	2015	29 614	24 890	51%	49%	58%	42%	
	2016	29 919	26 171	50%	50%	58%	42%	
	2017	30 221	27 255	49%	51%	58%	42%	
	2018					58%	42%	
	2019					58%	42%	
	2020					58%	42%	
FRL (1)		2021				58%	42%	
		2022				58%	42%	
		2023				58%	42%	
		2024				58%	42%	
		2025				58%	42%	
FRL (2)		2026				58%	42%	
		2027				58%	42%	
		2028				58%	42%	
		2029				58%	42%	
		2030				58%	42%	
		2000-2009	35 485	21 654	58%	42%		
		2021-2025					58%	42%
		2026-2030					58%	42%

## DÉTAIL DES RÉCOLTES DE BOIS PAR USAGE

Projection récoltes									
	en m3 récoltés			en tC			en tCO2		
	usage solide	usage énergétique	total	usage solide	usage énergétique	total	usage solide	usage énergétique	total
année	m3	m3	m3	tC	tC	tC	tCO2	tCO2	tCO2
1990									
1991									
1992									
1993									
1994									
1995									
1996									
1997									
1998									
1999									
2000									
2001									
2002									
2003									
2004									
2005									
2006									
2007									
2008									
2009									
2010	33 857 968	24 229 756	58 087 725	-8 074 182	-5 778 122	-13 852 304	29 605 334	21 186 446	50 791 780
2011	34 168 311	24 451 847	58 620 158	-8 208 629	-5 874 336	-14 082 965	30 098 306	21 539 231	51 637 537
2012	34 478 654	24 673 937	59 152 591	-8 343 076	-5 970 550	-14 313 626	30 591 278	21 892 017	52 483 295
2013	34 788 997	24 896 027	59 685 024	-8 477 523	-6 066 764	-14 544 287	31 084 250	22 244 802	53 329 052
2014	35 099 340	25 118 118	60 217 458	-8 611 970	-6 162 978	-14 774 948	31 577 222	22 597 587	54 174 809
2015	35 409 683	25 340 208	60 749 891	-8 746 417	-6 259 192	-15 005 609	32 070 194	22 950 372	55 020 566
2016	35 870 648	25 670 088	61 540 736	-8 876 907	-6 352 575	-15 229 483	32 548 660	23 292 776	55 841 436
2017	36 331 613	25 999 969	62 331 581	-9 007 398	-6 445 958	-15 453 356	33 027 125	23 635 180	56 662 306
2018	36 792 578	26 329 849	63 122 426	-9 137 888	-6 539 341	-15 677 230	33 505 591	23 977 585	57 483 176
2019	37 253 543	26 659 729	63 913 271	-9 268 379	-6 632 724	-15 901 103	33 984 057	24 319 989	58 304 045
2020	37 714 508	26 989 609	64 704 117	-9 398 870	-6 726 107	-16 124 977	34 462 522	24 662 393	59 124 915
2021	38 008 987	27 200 347	65 209 333	-9 518 753	-6 811 899	-16 330 652	34 902 093	24 976 962	59 879 056
2022	38 303 466	27 411 084	65 714 550	-9 638 636	-6 897 691	-16 536 326	35 341 664	25 291 532	60 633 196
2023	38 597 945	27 621 822	66 219 767	-9 758 519	-6 983 482	-16 742 001	35 781 235	25 606 102	61 387 337
2024	38 892 424	27 832 560	66 724 984	-9 878 402	-7 069 274	-16 947 676	36 220 806	25 920 672	62 141 478
2025	39 186 902	28 043 298	67 230 200	-9 998 285	-7 155 066	-17 153 350	36 660 377	26 235 242	62 895 618
2026	39 599 685	28 338 697	67 938 382	-10 127 106	-7 247 254	-17 374 360	37 132 722	26 573 266	63 705 988
2027	40 012 467	28 634 096	68 646 563	-10 255 927	-7 339 443	-17 595 370	37 605 067	26 911 290	64 516 357
2028	40 425 250	28 929 495	69 354 745	-10 384 749	-7 431 631	-17 816 380	38 077 413	27 249 314	65 326 727
2029	40 838 032	29 224 894	70 062 926	-10 513 570	-7 523 820	-18 037 390	38 549 758	27 587 339	66 137 097
2030	41 250 814	29 520 294	70 771 108	-10 642 392	-7 616 008	-18 258 400	39 022 104	27 925 363	66 947 466
2000-2009									
2021-2025	38 597 945	27 621 822	66 219 767	-9 758 519	-6 983 482	-16 742 001	35 781 235	25 606 102	61 387 337
2026-2030	40 425 250	28 929 495	69 354 745	-10 384 749	-7 431 631	-17 816 380	38 077 413	27 249 314	65 326 727



# NOTE EXPLICATIVE SUR LA PRISE EN COMPTE DES RECOMMANDATIONS

## Récapitulatif

### Principe de cette note explicative

La France a soumis dans le cadre de l'article 8 du Règlement 2018/841 une première version de son Plan National Comptable Forestier réalisé en 2018. Ce document et le calcul du Niveau de Référence Forestier (Forest Reference Level ou FRL) ont été revus par des experts et par la Commission européenne en 2019. Des recommandations ont été formulées dans le Staff Working Document SWD(2019) 213 final - Assessment of the national forestry accounting plans, 18/06/2018. France: pages 19-20<sup>8</sup>. Ce document de la Commission reprend, synthétise et complète les évaluations du groupe d'expert (Synthèse du 5 avril 2019. France : pages 48-58<sup>9</sup>).

Le Plan National Comptable Forestier et le FRL qui y figurent ont été mis à jour pour tenir compte de ces recommandations. La présente note explicite les paragraphes où des modifications apportées, et à quelles recommandations ces modifications répondent. Il s'agit à la fois de points de transparence et de points techniques qui mettent à jour aussi bien le texte du plan comptable que les valeurs chiffrées qui y figurent.

Ce nouveau Plan comptable modifié seul fait foi.

---

<sup>8</sup> [https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/staff\\_working\\_documet\\_en\\_212.pdf](https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/staff_working_documet_en_212.pdf)

<sup>9</sup> <http://ec.europa.eu/transparency/regexpert/index.cfm?do=groupDetail.groupMeetingDoc&docid=30965>

## Prise en compte des recommandations

### 1. Démontrer que le FRL se base sur une continuation des pratiques forestières documentées pour 2000-2009.

**Recommandation** Demonstrate that the approach used in the determination of the FRL ensures the continuation of forest management practices as documented in the period 2000-2009 and revise the FRL if applicable.

**Item** Article 8(5) Principes. 1)

**Modification du calcul du FRL** non

**Modifications du plan Comptable** La section 3.2.3.1 du Plan Comptable a été complétée.

**Explications détaillées** Section 3.2.3.1 du PCFN :

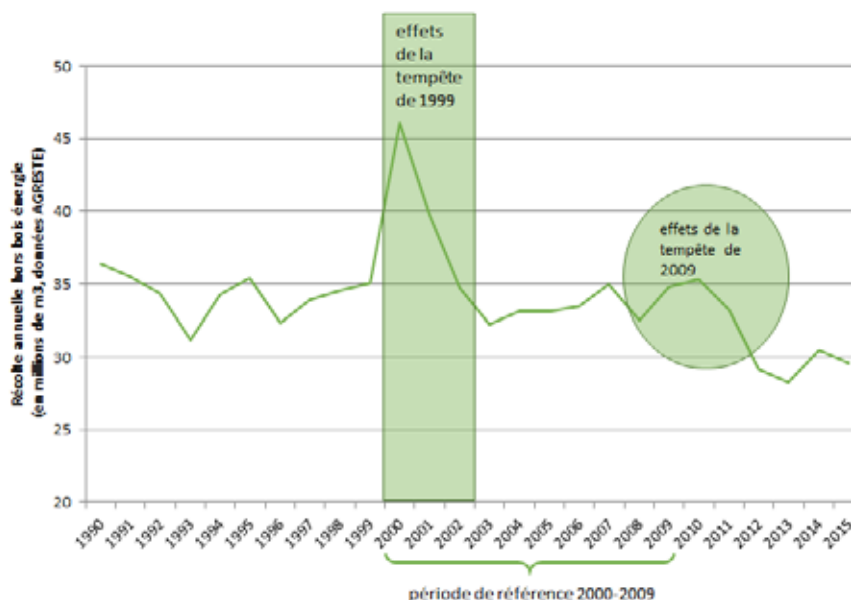
« Le règlement UTCATF/LULUCF précise que le FRL doit être élaboré sur la base des pratiques de gestion durable des forêts telles que documentées sur la période 2000 -2009. Compte tenu des caractéristiques du modèle MARGOT utilisé pour les projections, le scénario de gestion forestière de la période de référence est défini comme un taux de prélèvement en effectif par classe de diamètre.

Depuis 2010, l'IGN mesure les prélèvements dans les forêts disponibles pour la production de bois en ré-inventoriant tous les points IFN qui ont été visités 5 ans auparavant [Hervé et al., 2014]. Les prélèvements sont connus par strate et par classe de diamètre, et ils sont conformes avec tous les autres estimateurs dendrométriques de l'IFN.

Toutefois, ces données ne sont pas directement exploitables pour définir le scénario de référence car la première période de mesure directe des prélèvements de bois dans les forêts françaises concerne la période 2005-2010. De plus, ces résultats restent fragiles sur le plan statistique car ils reposent sur un seul échantillon de mesure. En revanche, des taux de prélèvements utilisables par le modèle MARGOT peuvent être calculés de façon robuste grâce aux observations IFN par strate et par classe de diamètre sur la période 2005-2014.

Une méthode originale a été mise au point pour définir un scénario de gestion forestière sur la période de référence à partir de ces données IFN compatibles avec le modèle MARGOT. Elle consiste à utiliser les évolutions temporelles et géographiques observées dans les données AGRESTE comme un proxy pour recalibrer les taux de prélèvement IFN de la période 2005-2014 sur la période de référence.

Le ministère de l'agriculture réalise chaque année depuis 1948 une enquête sur l'exploitation forestière [Agreste, 2018]. Tous les exploitants y déclarent chaque année les volumes de bois récoltés et commercialisés en distinguant les essences, les catégories de produits et les régions d'origine. Ces données ont été complétées par une valeur de bois énergie non commercialisé par région et essence issue de la comparaison des données AGRESTE avec la récolte totale observée en forêt par l'IGN. Depuis 2000, la récolte de bois énergie (commercialisée et non commercialisée) est estimée stable.

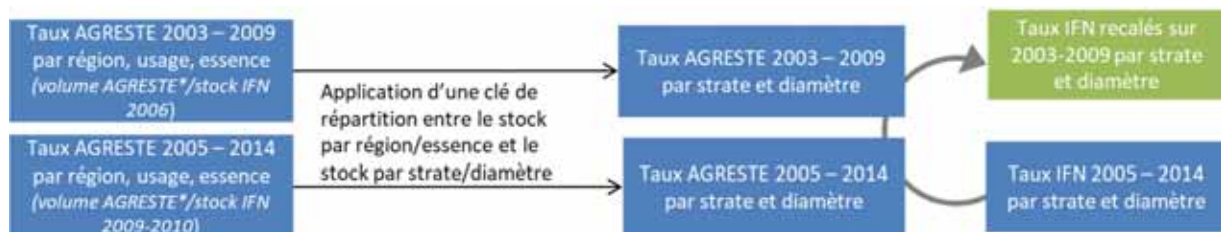


Au cours de la période de référence la récolte de bois dans les forêts françaises a été sévèrement affectée par les tempêtes Lothar et Martin de décembre 1999. Ces tempêtes ont balayé la quasi-totalité du pays et le volume des chablis a été estimé à plus de 140 millions de m<sup>3</sup> [IFN, 2003]. Cet évènement climatique d'une ampleur inédite ayant eu un impact significatif sur la récolte des années 2000, 2001 et 2002, il a été décidé d'exclure ces 3 années exceptionnelles du calcul des récoltes totales sur la période de référence. De même, en janvier 2009, le massif Aquitain a été de nouveau frappé par la tempête Klaus. Pour cette tempête plus récente et plus localisée, les données Agreste distinguent les volumes issus de récoltes « normales » et ceux issus des produits accidentels. Les produits accidentels ont été exclus du calcul des taux de prélèvement. Ces choix permettent de définir un scénario reflétant les pratiques de gestion usuelles sur la période de référence et non des pratiques liées à une gestion de crise exceptionnelle.

Les volumes de récolte observés par AGRESTE sur les périodes 2003-2009 et 2005-2014 ont été comparés aux stocks mesurés par l'IFN sur les mêmes périodes (soit respectivement les années centrales 2006 et 2010). Afin de rendre ces taux de coupes définis à partir des données AGRESTE comparables à ceux utilisés en entrée du modèle MARGOT, ces taux par région/essence/produit ont été convertis en taux par strate et classe de diamètre via une clé de répartition entre ces différents critères.



L'évolution des taux de coupe observée avec AGRESTE entre les périodes 2003-2009 et 2005-2014 a finalement été appliquée aux taux de prélèvement mesurés par l'IFN sur la période 2005-2014 pour estimer les taux de prélèvement sur la période de référence 2003-2009. Ainsi, le FRL se base sur une continuation des pratiques forestières « normales » documentées pour la période de référence. Ces taux de prélèvement sont exprimés en nombre de tiges par classe de diamètre et par strate par rapport au stock sur pied. Ils sont ainsi compatibles avec le modèle de dynamique forestière, et appliqués tels quels aux différentes périodes de projection.



\* Volume issu de l'enquête annuelle de branche [Ageste, 2018] pour le bois d'œuvre et le bois d'industrie, et d'une estimation fixe de la récolte de bois énergie issue des données Agreste et IFN.

L'analyse de la durabilité des pratiques de gestion forestière sur la période de référence a été faite à l'aune de l'indicateur de gestion durable « taux de prélèvement » [Forest Europe, 2015], qui consiste à rapporter les prélèvements sur la production biologique nette de la mortalité. Au niveau de l'ensemble des forêts françaises, ce taux est de l'ordre de 50%, et à l'échelle des strates, il est toujours inférieur à 100 %, indiquant que les prélèvements n'obèrent pas la production de la forêt. Seule fait exception la strate des peupleraies du Nord de la France où il atteint 102 %. Ces peuplements qui représentent moins de 1 % de la superficie forestière nationale souffrent en effet d'un déséquilibre des classes d'âge au profit des classes les plus âgées qui font actuellement l'objet de coupe. Le scénario de coupe de cette strate a été conservé en l'état.

## 2. Préciser comment les dynamiques d'âges ont été prises en compte

**Recommandation** *Demonstrate how dynamic age-related forest characteristics have been taken into account and revise the FRL, if applicable.*

**Item** Article 8(5) Principles. 1)

**Modification du calcul du FRL** non

**Modifications du plan Comptable** La section 3.3.1.1 a été complétée. Des annexes sur les dynamiques forestières par strate ont été ajoutées.

**Explications détaillées** La projection de l'évolution de la biomasse forestière a été effectuée via des modèles démographiques à large-échelle par classe de diamètre pour les 56 strates forestières et par classe d'âge pour les 2 strates de peupleraies [Wernsdörfer et al., 2012 ; Colin et al., 2017]. Les paramètres de dynamique forestière (croissance, mortalité, prélèvements) sont exprimés et appliqués par classe de diamètre ou par classe d'âge, reflétant ainsi les évolutions de dynamique liées au niveau de maturité des peuplements (cf. graphiques en annexe).

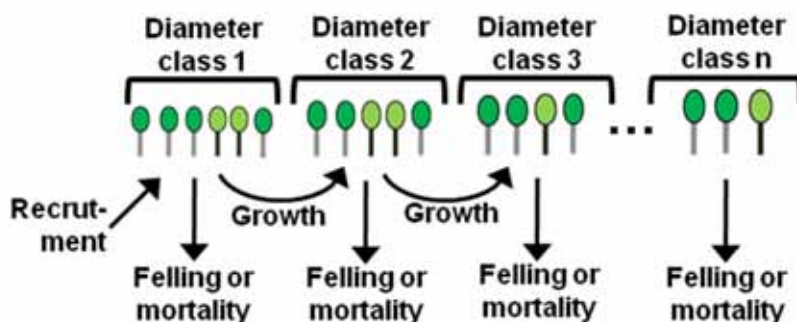
*Section 3.3.1.1 du PCFN :*

Le modèle de ressource MARGOT (MAtrix model of forest Resource Growth and dynamics On the Territory scale), mis en œuvre par l'IGN pour les projections sur les ressources forêt-bois françaises [Wernsdörfer et al., 2012 ; Colin et al., 2017], est l'outil principal de simulation utilisé pour simuler l'évolution des 56 strates de forêts hors peupleraies.

Il s'agit d'un modèle de dynamique de la ressource forestière par classe de diamètre, qui simule de manière itérative la croissance, la mortalité et la sylviculture (les prélèvements) à l'échelle de strates et pour des périodes successives de 5 ans. Il permet d'estimer l'état futur de la ressource (et du stock de carbone), et de simuler les prélèvements futurs en bois et la mortalité.

Le modèle est générique, c'est-à-dire qu'il est paramétrable et applicable quel que soit le type de peuplement. Passant par une modélisation du diamètre (paramètre étant une variable clé de la croissance des arbres et de l'exploitation forestière), il peut être utilisé autant pour les peuplements équiens (futaies régulières) que pour les peuplements hétérogènes (futaies irrégulières), ces derniers étant majoritaires en France [Morneau et al., 2008].

Le modèle est de type matriciel, dans lequel la ressource et les paramètres sont décrits par strate, par classe de surface terrière à l'hectare et par classe de diamètre. L'ajustement de la production, du recrutement et de la mortalité par classe de surface terrière permet de prendre en compte l'effet de la densité des peuplements sur la variation de ces paramètres.



Principe de fonctionnement d'une itération du modèle MARGOT (en effectif par classe de diamètre)

L'évolution des deux strates de peupleraies a été projetée via le modèle de dynamique forestière par classe d'âge développé par l'IGN [Colin et al., 2017], fonctionnant également par itérations de 5 ans. Ce modèle est particulièrement bien adapté aux plantations, dans lesquelles les arbres ont le même âge et présentent des caractéristiques de croissance homogènes. La ressource est décrite par strate grâce à une surface et un volume moyen à l'hectare par classe d'âge. Les dynamiques forestières sont représentées pour chaque classe d'âge par une production biologique à l'hectare, une mortalité naturelle à l'hectare, un taux de prélèvement du volume en éclaircie et un taux de surface passée en coupe rase sur la période de 5 ans.

### 3. Expliquer la raison de l'écart entre les gains de biomasse du modèle et de l'inventaire national d'émissions de gaz à effet de serre

Recommandation

*Specifically, clarify why there is a discrepancy in biomass gain between model output and greenhouse gas inventory for the period 2010-2016. Describe how the model used input data and model calibration, thereby minimizing this gap.*

Item

Article 8(5) Principes. 1)

Modification du calcul du FRL

Le modèle a été corrigé pour être plus réaliste.

Modifications du plan Comptable

Le paragraphe 4.2. du Plan Comptable a été revu et le paragraphe 3.3.1.1. a été complété.

Explications détaillées

#### **Reparamétrage du modèle pour réduire l'écart avec les résultats de l'inventaire**

Dans une précédente version du calcul du FRL, soumis en 2018, sur la période 2010-2015, il y avait un écart d'environ 8 MtCO<sub>2</sub>/an entre l'inventaire GES historique et la projection. Cet écart était essentiellement dû à la production (gains dans la biomasse vivante), pour lequel les données historiques et la projection n'avaient ni la même valeur absolue initiale, ni la même tendance sur les années récentes. Certaines causes ont été identifiées et ont pu être prises en compte pour réviser le FRL :

- la méthode pour convertir le nombre de tiges par classe de diamètre (unité de calcul dans le modèle) en volume et en carbone (unité pour le FRL) utilisée a été revue pour mieux correspondre aux données de l'inventaire forestier national. Concrètement, un volume unitaire moyen est calculé par classe de diamètre. Les corrections de ces volumes unitaires moyens portent sur la prise en compte d'un léger biais lié à la répartition inégale des tiges au sein d'une classe de diamètre, et sur celle de « l'effet technique » qui engendre un volume unitaire moyen spécifique et différent pour les arbres coupés. Ces corrections font baisser la production issue du modèle de l'ordre de 1,5 MtCO<sub>2</sub>/an ;

- la méthode de calcul de la production en sortie du modèle a été modifiée pour plus de cohérence avec l'inventaire GES. Deux méthodes de calcul de la production (gains en biomasse) sont possibles avec les résultats de la modélisation : 1/ en réalisant la différence entre deux états de stock simulés et en y ajoutant les pertes ; 2/ en déterminant directement l'accroissement des arbres durant une période de projection. La première méthode avait été utilisée dans la précédente version du calcul du FRL mais la seconde méthode est plus cohérente avec la méthode utilisée dans le cadre l'inventaire GES qui se base sur des données d'accroissements mesurées sur les arbres. Ce point est la cause majeure de l'écart en absolu sur les gains dans la biomasse avec environ 5-6 MtCO<sub>2</sub>/an de différence.

Ces évolutions permettent d'harmoniser un peu plus la projection du FRL avec l'inventaire GES, et consistent en une amélioration de la représentation de la dynamique forestière par le modèle.

#### **Nouveaux résultats, persistance d'un écart**

Le paramétrage du modèle a été modifié afin que les résultats soient le plus réaliste possible. Néanmoins, il reste un écart, en tendance et en niveau, sur les gains en biomasse entre les données historiques et projetées sur la période 2010-2017. Une projection débutant en 2000 a également été effectuée afin de prolonger l'analyse sur la période 2000-2009. Sur cette période (période de référence), les gains en biomasse projetés sont inférieurs de plus de 10 MtCO<sub>2</sub>/an par rapport aux données GES historiques. Les hypothèses d'explications de ce différentiel sont multiples :

- la comparaison de résultats (historiques vs. projetés), qui sont issus d'échantillons de l'inventaire forestier national différents. Ces différences entraînent nécessairement un écart purement statistique qui s'avère être non négligeable. Notamment l'incertitude liée à l'échantillonnage, évaluée sur les données historiques de production ainsi que sur les résultats de projection (par approche « bootstrap ») est de l'ordre de  $\pm 4$  MtCO<sub>2</sub>/an (cf. intervalles de confiance sur le graphique ci-dessous). En projection, une erreur liée aux effets de modélisation des paramètres de dynamique forestière augmenterait en théorie encore l'amplitude de l'incertitude autour des résultats.

- l'absence de données IFN sur l'état de la forêt en 2000 rend les projections réalisées depuis ce point de départ particulièrement fragiles. Pour effectuer cette projection, l'état initial à l'année 2000 a été reconstitué à partir (1) de données d'inventaire forestier national de 2005, soit une seule campagne d'inventaire (c'est-à-dire relativement peu de point ce qui diminue la robustesse). (2) des mesures d'accroissement pour rétopoler les diamètres et des observations de souches pour déterminer les arbres récoltés (observations très imprécises avec une tendance à l'oubli de souches), et (3) en évaluant approximativement l'expansion forestière à partir de l'information de l'historique du peuplement sur les placettes d'inventaire (information difficile à apprécier et qui a tendance à sous-estimer l'expansion). Cette reconstitution, réalisée faute de données plus adaptées et plus précises, rend le point de départ des projections et les résultats sur la période 2000-2009 incertains.

- les gains en biomasse historiques de l'inventaire GES sont issus des données de production de l'inventaire forestier national à partir de 2007, et d'interpolations pour la période comprise entre 1990 et 2007. Le paramètre de croissance du modèle est quant à lui calibré sur des données de l'inventaire forestier national correspondantes à la période de référence. Ces données IFN sont légèrement différentes de l'inventaire GES avant 2007 (cf. graphique ci-dessous), d'où également une part d'écart entre la production projetée et la production historique telle que décrite dans l'inventaire GES.

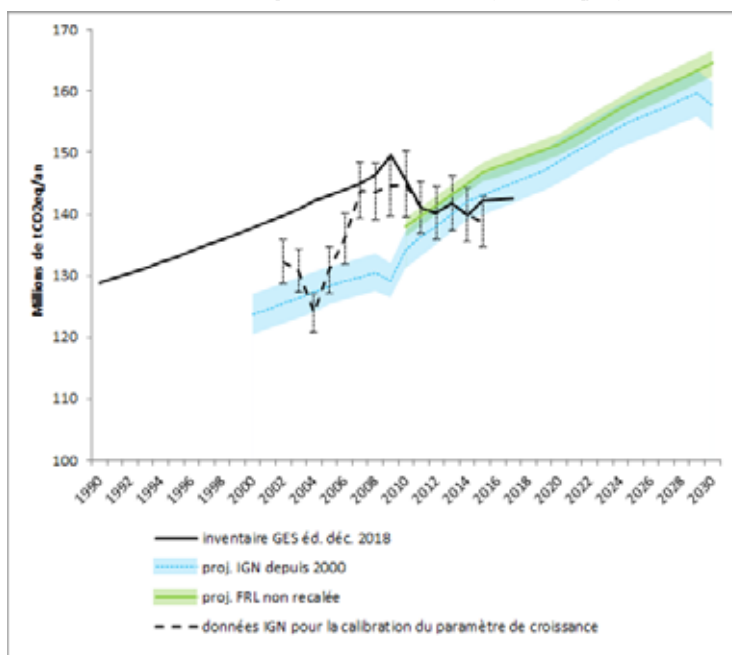
- les paramètres de dynamiques forestières du modèle (et notamment le paramètre de croissance) représentent une moyenne des données de production sur l'ensemble de la période de référence. Par ailleurs, la projection fournit des résultats par période de 5 ans qui sont annualisés a posteriori. Cette méthode de projection a mécaniquement tendance à lisser les résultats et ne peut pas reproduire des variations interannuelles.

- la prise en compte de l'expansion forestière a été réalisée via une projection à surface constante à partir de 2010, faute de connaissance de la réelle évolution de la surface forestière d'ici 2030. En supprimant a posteriori la contribution des jeunes boisements, cette méthode permet de se rapprocher des surfaces de forêts gérées prises en compte dans l'inventaire gaz à effet de serre. Cependant, les défrichements qui auront lieu d'ici 2030 ne sont pas comptabilisés (ils le seront dans les corrections techniques ultérieures) et la méthode diffère légèrement de ce qui est classiquement réalisé dans l'inventaire GES où l'évolution

réelle des surfaces forestières est connue. Cela peut avoir un léger impact, notamment sur la tendance de la courbe des gains dans la biomasse vivante.

- le fait de « figer » les strates et le paramètre de croissance au cours du temps sont des hypothèses contraignantes du modèle qui engendrent un écart notamment sur la tendance de la courbe de production. Considérer que la croissance est stable dans le temps pour une strate, une classe de diamètre et une classe de surface terrière, est une simplification de la réalité entraînant un écart en projection. En effet, l'évolution du climat, des conditions de fertilité, les changements d'essences, etc. jouent aussi des rôles majeurs qui ne peuvent être pris en compte dans la version actuelle du modèle, faute de connaissances consolidées, mais qui ont certainement tendance à réduire la production réelle. L'assouplissement de ces hypothèses fait encore l'objet de travaux de recherche actuellement, et n'est donc pas opérationnel pour le moment. Cela nécessiterait sans doute une scénarisation.

**Ecarts pour les gains dans la biomasse vivante (croissance aérien+racinaire) entre les projections et les données historiques de l'inventaire GES (en tCO2eq/an)**



**4. Démontrer comment l'objectif de neutralité carbone 2050 sera atteint**

*Recommandation* Demonstrate how the goal of achieving a balance between anthropogenic emissions and removals will be achieved in the second half of the century. Provide qualitative and quantitative information until at least 2050 consistent with the long-term strategy required under Regulation (EU) 2018/1999.

*Item* Ann. IV, A. a)

*Modification du calcul du FRL* du non

*Modifications du plan Comptable* du La section 2.3.1 du Plan Comptable a été revue.

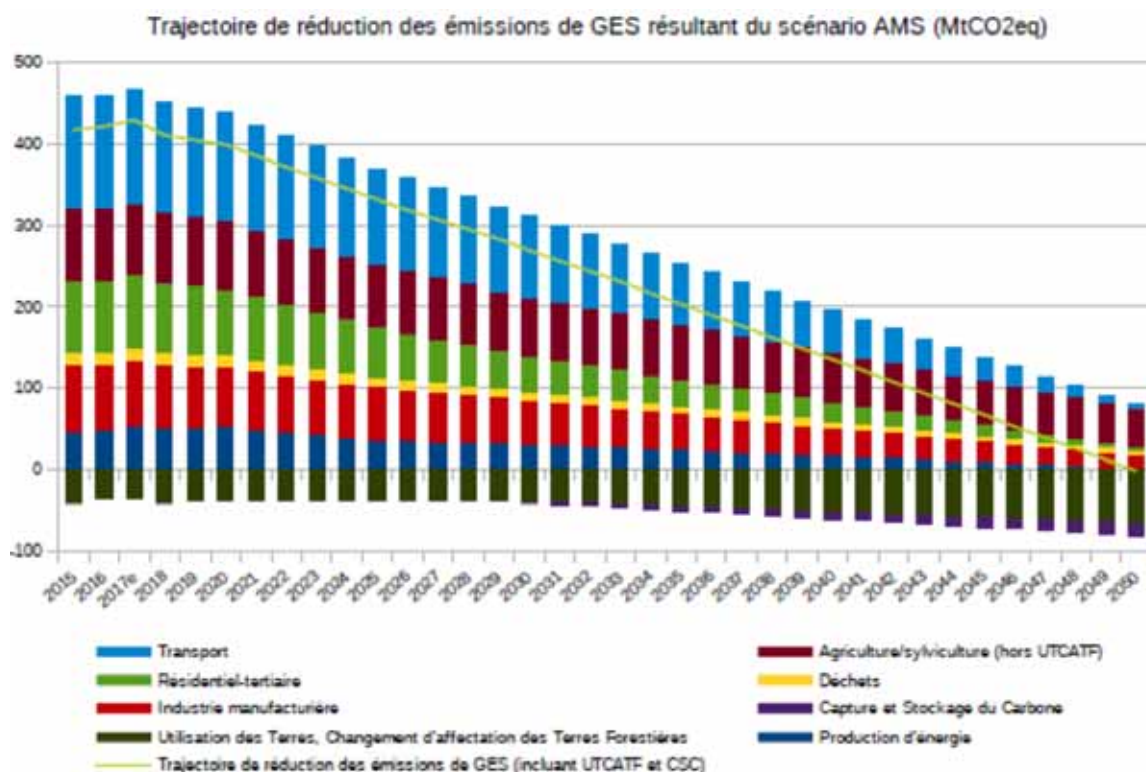
*Explications détaillées* Concernant l'atteinte de la neutralité carbone en 2050 telle que la France l'envisage dans sa stratégie nationale, il convient de se replacer dans une perspective plus globale, élargie à l'ensemble des secteurs d'activités et conforme aux exercices prospectifs les plus récents.

L'objectif de neutralité carbone à l'horizon 2050, traduction ambitieuse de l'objectif de neutralité carbone de l'accord de Paris, a été introduit récemment dans la politique climatique française, notamment avec le Plan climat du 6 juillet 2017. La 2ème stratégie nationale bas-carbone (SNBC 2), dont le projet a été rendu public le 6 décembre 2018, vise l'atteinte d'un objectif de neutralité carbone en 2050 sur le territoire national et détaille les mesures et actions envisagées par le gouvernement pour la transition écologique et solidaire pour atteindre cet objectif. Ce projet a été soumis en 2019 à l'avis de l'Autorité environnementale, du Haut Conseil pour le Climat, du Conseil Economique, Social et Environnemental et fera l'objet d'une consultation publique début 2020 avant son adoption.

Avec la Programmation Pluriannuelle de l'Énergie, la SNBC 2 est constitutive du plan national intégré énergie-climat de la France dont le projet a été présenté en février 2019

Lors du travail de révision en 2018 de la Stratégie Nationale Bas-Carbone, la France a conduit un exercice de scénarisation prospective. Le scénario dit « avec mesures supplémentaires » (AMS) vise à respecter les objectifs que la France s'est fixés en termes d'énergie et de climat, à court, moyen et long terme. Il dessine une trajectoire possible de réduction des émissions de gaz à effet de serre jusqu'à l'objectif structurant de neutralité carbone en 2050.

Le scénario repose sur une hypothèse de diminution drastique des émissions de gaz à effet de serre dans tous les secteurs (voir graphique et tableau ci-dessous). En termes quantitatifs, les réductions d'émissions attendues par rapport à l'année 2015 dépassent les 90% pour les trois secteurs du transport, du bâtiment résidentiel-tertiaire et de la production d'énergie. Le secteur de l'agriculture (hors UTCATF), du fait du caractère incompressible de ses émissions, serait celui pour lequel la diminution serait la moins forte.



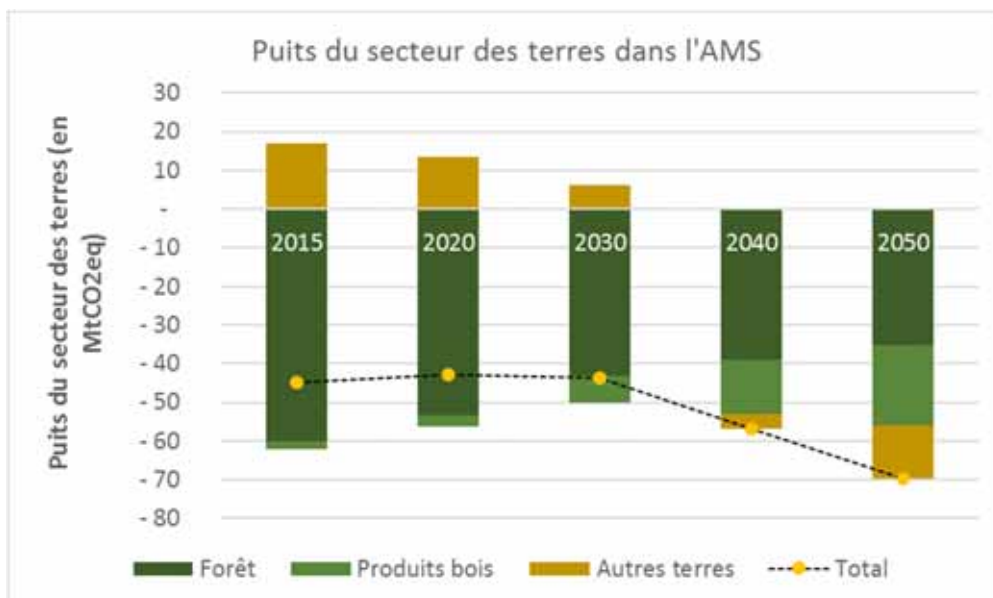
Secteurs	Réduction des émissions par secteur du scénario AMS par rapport à 2015
<b>Transports</b>	-97%
<b>Bâtiment</b>	-95%
<b>Agriculture/sylviculture (hors UTCATF)</b>	-46%
<b>Industrie</b>	-81%
<b>Production d'énergie</b>	-95%
<b>Déchets</b>	-66%
<b>Total (hors UTCATF)</b>	-83%
<b>UTCATF</b>	64%

En complément de cette diminution des émissions, en matière de puits de carbone, la SNBC 2 cherche à améliorer l'efficacité du secteur forêt-bois. En effet, ce dernier est stratégique car il répond au besoin d'alimenter l'économie en énergie et produits biosourcés et renouvelables, et en même temps, contribue fortement au puits de carbone du secteur des terres via la séquestration du carbone en forêt et dans les produits bois.

Ainsi, toujours dans le scénario AMS, une gestion intelligente et durable de la forêt permet d'optimiser la pompe à carbone tout en améliorant sa résilience face aux risques climatiques et en préservant mieux la biodiversité. La surface forestière s'accroît, encouragée par l'afforestation. La récolte augmente progressivement pour passer de 44 Mm<sup>3</sup> en 2015 à 59 Mm<sup>3</sup> en 2030 et 75 Mm<sup>3</sup> en 2050, ce qui demande des efforts importants de mobilisation en rupture avec la tendance actuelle, notamment dans la forêt privée. L'usage du bois comme matériau est très fortement encouragé par rapport à l'usage énergétique pour le bois sortant de forêt. La production de produits bois à longue durée de vie (notamment utilisés dans la construction) triple entre 2015 et 2050, ce qui augmente le puits de carbone des produits bois. En aval, une meilleure collecte des produits bois en fin de vie permet d'améliorer la valorisation de ce type de biomasse au détriment de l'enfouissement. Au final, le puits de la filière forêt-bois est maintenu malgré une baisse du puits dans les forêts actuelles engendrée par l'augmentation de récolte, grâce au puits des produits bois et des nouvelles forêts.

Le graphique ci-dessous indique l'évolution du puits du secteur des terres dans son ensemble englobant les terres forestières ainsi que les autres terres (cultures, prairies, terres artificialisées...). Grâce à la gestion forestière, l'hypothèse d'atteinte de l'objectif de zéro

artificialisation nette en 2050 et à la prise en compte du carbone stocké dans les terres agricoles, ce puits net augmente entre 2030 et 2050, après avoir peu évolué entre 2015 et 2030.



La gestion forestière envisagée dans la SNBC est donc plus dynamique que celle envisagée dans le FRL de la France afin notamment de renouveler les forêts en les rendant plus résilientes aux changements climatiques, de diriger plus de matériaux biosourcés en direction de l'économie en profitant des effets associés de stockage temporaire et de substitution à des matériaux plus émetteurs et à des énergies fossiles. Elle permet de mieux préserver le carbone stocké dans les sols. Elle repose également sur une afforestation accrue et une réduction des défrichements afin de renforcer le puits du secteur des terres.

Les différentes orientations de la nouvelle SNBC pour les forêts ne sont pas intégrées dans les pratiques de gestion utilisées pour construire le FRL car elles sont, par définition, postérieures à la date de 2009, Toutes ces orientations s'appliquent bien, en revanche, aux orientations sylvicoles actuelles.

Enfin, le scénario AMS mobilise de manière modérée la technologie de capture et stockage du carbone (CSC) pour accroître le puits. En 2050, elles permettraient d'éviter environ 6 MtCO2/an dans l'industrie et de réaliser annuellement une dizaine de MtCO2 d'émissions négatives sur des installations de production d'énergie à partir de biomasse.

L'ensemble de ces hypothèses seront développées dans le plan national intégré énergie climat de la France.

## 5. Fournir les données post-2010 utilisées pour le recalage

### Recommandation

*Provide data from the reference period to the dataset used for the ex-post adjustment, since this has an impact on the accuracy of the FRL. As France did not use the entire reference period consistently, additional available data from the reference period to the dataset used for the ex-post adjustment should be used.*

### Item

Ann. IV, A. c)

### Modification du calcul du FRL

oui

### Modifications du plan Comptable

Le Plan Comptable ainsi que les Annexes ont été revues.

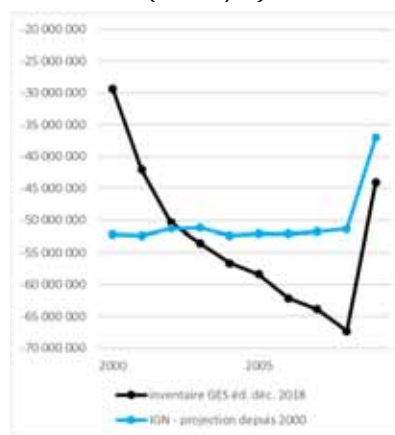
### Explications détaillées

Le différentiel entre les résultats du modèle et l'inventaire national ne reflète pas des différences de gestion forestière mais reflète la calibration du modèle. Ainsi, un recalage permet de mettre en cohérence ces deux résultats.

### Choix de la période utilisée pour le recalage

Un recalage est alors réalisé pour remettre les résultats de la projection depuis 2010 en phase avec l'inventaire GES. Pour cela, le recalage aurait pu être réalisé sur 2000-2009 ou sur 2000-2017. Mais sur la période 2000-2009, les deux courbes, ayant des tendances opposées, sont trop incohérentes pour être utilisées comme base pour le recalage (voir point 9). En début de période, le modèle est en dessous des résultats de l'inventaire, puis au-dessus. Ainsi, l'écart moyen sur la période se compense et n'est plus que de 1%, alors que les deux courbes ne sont en réalité pas en accord.

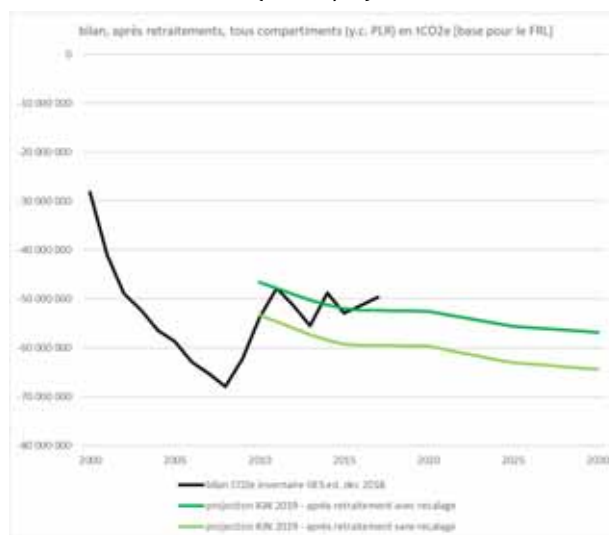
**Comparaison du bilan biomasse vivante  
entre la projection depuis 2000 et l'inventaire  
(en tCO2/an)**



**Recalage sur la base de l'écart moyen sur la période 2010-2017**

Le recalage choisi a donc été réalisé sur la période de recouvrement 2010-2017.

**Comparaison du bilan biomasse vivante  
entre la projection depuis 2010 et l'inventaire GES  
(en tCO2/an)**



Voir le tableau détaillé en Annexe sur le recalage.

**6. Documenter le ratio entre usage solide et énergétique de la biomasse**

*Recommandation* Provide more detailed documentation of data source(s) used for the ratio between solid and energy use of forest biomass.

*Item* Ann. IV, A. e)

*Modification du calcul du FRL* Oui – le calcul du ratio a été corrigé dans la nouvelle version du FRL.

*Modifications du plan Comptable* le paragraphe 1.2.5 du Plan Comptable a été revu. Un tableau a été ajouté en Annexe.

*Explications détaillées* La répartition entre usage solide et énergétique provient des résultats de l'inventaire national de GES. Ces données sont obtenues à partir des statistiques nationales. Ainsi, nous disposons, pour la période de référence, des données de récoltes de bois, en volume (m3 de bois), et en carbone, réparti selon l'usage solide (bois d'œuvre et d'industrie) et l'usage énergétique (bois énergie). Le ratio moyen, pour la période de référence 2000-2009 entre ces deux usages, est calculé. Ce ratio est ensuite appliqué aux récoltes de bois issues du modèle.

**Section 1.2.5 du PCFN :**

« La répartition entre usage solide et énergétique du bois se base sur le ratio moyen, estimé dans l'inventaire national d'émission des GES, entre récolte de Bois d'œuvre et d'Industrie (BO-BI) et de Bois Energie (BE), durant la période de référence (2000-2009). Ce ratio moyen observé durant la période de référence (2000-2009) est de 58% pour l'usage solide et 42% pour l'usage énergétique. Ce ratio entre usage solide et énergétique est ensuite appliqué directement à la projection, à partir de 2000, de la récolte de bois. Le tableau en Annexe présente les données historiques et le calcul de ce ratio. »

**Annexe du PCFN : Calcul du ratio entre usage solide et énergétique du bois**

	Récoltes de bois en volume (m3/an)		ratio historique, en %		ratio utilisé pour le FRL, en %	
	Usage solide	Usage énergie	Usage solide	Usage énergie	Usage solide	Usage énergie
1990	36 418	24 987	57%	43%		
1991	35 518	27 304	54%	46%		
1992	34 355	29 004	52%	48%		
1993	31 176	29 912	48%	52%		
1994	34 252	27 935	52%	48%		
1995	35 458	26 453	55%	45%		
1996	32 370	26 105	53%	47%		
1997	33 928	25 902	54%	46%		
1998	34 540	25 604	55%	45%		
1999	35 061	24 079	56%	44%		
2000	46 121	23 258	65%	35%		
2001	39 859	22 568	62%	38%		
2002	34 693	21 760	59%	41%		
2003	32 264	21 897	57%	43%		
2004	33 093	21 914	57%	43%		
2005	33 097	22 294	55%	45%		
2006	33 471	21 537	56%	44%		
2007	34 955	20 496	58%	42%		
2008	32 502	20 134	56%	44%		
2009	34 792	20 680	58%	42%		
2010	35 315	22 772	57%	43%	58%	42%
2011	33 181	23 366	56%	44%	58%	42%
2012	29 189	24 388	51%	49%	58%	42%
2013	28 238	23 970	51%	49%	58%	42%
2014	30 465	24 565	52%	48%	58%	42%
2015	29 614	24 890	51%	49%	58%	42%
2016	29 919	26 171	50%	50%	58%	42%
2017	30 221	27 255	49%	51%	58%	42%
2018					58%	42%
2019					58%	42%
2020					58%	42%
2021					58%	42%
2022					58%	42%
2023					58%	42%
2024					58%	42%
2025					58%	42%
2026					58%	42%
2027					58%	42%
2028					58%	42%
2029					58%	42%
2030					58%	42%
2000-2009	35 485	21 654	58%	42%		
2021-2025					58%	42%
2026-2030					58%	42%

**Méthode de l'inventaire national (NIR éd. 2019) :**

Calcul des prélèvements de bois des forêts restant forêts (P FFij) - Métropole

Dans l'inventaire français, il est considéré que tous les prélèvements ont lieu sur les forêts restant forêt, les prélèvements de bois ne sont donc pas répartis entre forêts restant forêts et terres devenant forêts.

Méthode « directe » de mesure des prélèvements par l'IGN

Les prélèvements sont estimés dans un premier temps avec une donnée issue de l'IGN : l'estimation des « prélèvements directs » en forêt [202], disponibles en volume (bois fort tige IGN), en biomasse totale et en carbone total (grâce à l'utilisation de tarifs de cubage (Vallet, 2006) et de facteurs de conversion spécifiques), et sur des périodes de 5 ans.

**Méthodologie de l'IFN : mesure des prélèvements**



« Pour estimer les prélèvements, l'IGN revient sur toutes les placettes « forêt » et « peupleraie » inventoriées cinq ans auparavant et sur lesquelles des arbres vivants avaient été observés. Le choix du pas de temps de cinq ans correspond à la période d'évaluation des autres flux (croissance des arbres et mortalité). [...] Sur les points où au moins un prélèvement de moins de 5 ans est signalé, chaque arbre qui était vivant et inventorié au passage précédent est noté comme coupé ou non. Un arbre est noté coupé, que la grume soit vidangée ou non et que la souche soit déracinée ou non. » [594]

Cette donnée n'est disponible que depuis la mise à jour méthodologique de l'IFN de 2005, et donc est disponible pour des périodes de 5 ans (2005-2009, 2006-2010, 2007-2011, etc.). Elle comptabilise les arbres prélevés en forêt entre deux campagnes d'inventaire forestiers et permet d'évaluer, avec une incertitude faible, les volumes de bois récoltés en forêt.

Ces données de prélèvement concernent à la fois les forêts restant forêt que les forêts qui seront finalement défrichées. La part des prélèvements issue défrichements (P\_Défrichement IGN), d'environ 1,5 Mm3 de bois fort tige sur les années couvertes est ainsi retranchée de ce niveau de prélèvement général en forêt. Ainsi, la perte de biomasse n'est pas double-comptée avec celle des défrichements.

#### Équation 1 (Forêts)

$$P_{\text{Forêt\_IGN}} = P_{\text{Total\_IGN}} - P_{\text{Défrichement\_IGN}}$$

Avec :

$P_{\text{Forêt\_IGN}}$  = Prélèvement dans les forêts, t C/an

$P_{\text{Total\_IGN}}$  = Prélèvement dans les forêts et sur les terres défrichées selon l'IGN, t C/an

$P_{\text{Défrichement\_IGN}}$  = Prélèvement sur les terres défrichées selon l'IGN, t C/an

Ce niveau général de prélèvement ( $P_{\text{Forêt\_IGN}}$ ) est utilisé en complément de données statistiques sur les récoltes de bois, obtenues via la méthode « modèle » (§ 2.3.3.1.2). En effet, cette donnée IGN sert uniquement, comme donnée de calage », à fixer le niveau général de prélèvement pour toutes les années disponibles depuis 2005, pour chacune des 5 interrégions (§2.2.2.2). Ce niveau général est calculé avec une moyenne pondérée, en prenant en compte le fait que les années centrales participent au calcul de plusieurs périodes quinquennales et donc « pèsent » davantage que les années extrêmes. Ces données ne sont donc pas encore utilisées pour estimer la tendance des prélèvements en forêt ni pour estimer le type de forêt dans lequel ont lieu les prélèvements.

#### Méthode « modèle » - approche générale

En second temps, le niveau de prélèvement annuel est estimé à partir de différentes statistiques de vente de bois d'œuvre et de consommation de bois énergie, via un modèle qui permet d'estimer la récolte de bois et sa destination. Cette approche « modèle » est ensuite recalée sur le niveau général de prélèvement mesuré en forêt via la méthode « directe » (§ 2.3.2.3.1.2). L'approche modèle est toujours nécessaire car elle permet d'estimer les prélèvements depuis 1990 et appréhender le devenir du bois prélevé (savoir s'il est récolté, brûlé sur site, laissé en décomposition), la méthode directe servant de valeur de référence pour les années les plus récentes. Les prélèvements de bois en forêt rapportés dans l'inventaire UTCATF sont donc cohérents avec les résultats de l'IGN obtenus par la méthode « directe », mais il est nécessaire de conserver la méthode « modèle » pour avoir un ensemble cohérent sur l'ensemble de la période inventaire et des données adaptées au rapportage dans les inventaires d'émissions. La méthode « modèle » correspond à la méthode GIEC d'estimation des prélèvements.

#### Équation 2 (Forêts) (inspirée de l'équation 2.12 du GIEC 2006 [672])

$$L_{\text{wood-removals}} = H \bullet D \bullet BEF_R \bullet (1+R) \bullet CF$$

Avec :

$L_{\text{wood-removals}}$  = Perte annuelle de carbone due aux récoltes de bois commercial, tC/an

H = Volume de bois commercial récolté annuellement, m<sup>3</sup>/an

D = Densité du bois, t MS/m<sup>3</sup>

$BEF_R$  = Facteur d'expansion applicable aux volumes récoltés, sans unité

R = ratio racine/aérien, sans unité

$f_{BL}$  = fraction laissée en décomposition

CF = Fraction en carbone de la matière sèche, t C/t MS

#### Équation 3 (Forêts) (inspirée de l'équation 2.13 du GIEC 2006 [672])

$$L_{\text{fuelwood}} = FG \bullet D \bullet BEF_R \bullet (1+R) \bullet CF$$

Avec :

$L_{\text{fuelwood}}$  = Perte annuelle de carbone due aux récoltes de bois énergie, t C/an

FG = Volume de bois énergie récolté annuellement, m<sup>3</sup>/an

D = Densité du bois, t MS/m<sup>3</sup>

$BEF_R$  = Facteur d'expansion applicable aux volumes récoltés, sans unité

R = ratio racine/aérien, sans unité

CF = Fraction en carbone de la matière sèche, t C/t MS

La méthode « modèle » est basée sur l'estimation de deux valeurs : les récoltes commerciales (bois d'œuvre et d'industrie principalement) et les récoltes non commerciales (bois de feu principalement).

#### Méthode « modèle » - Récoltes commerciales – Bois d'œuvre et d'industrie

Les récoltes commerciales sont issues des statistiques de ventes de bois d'œuvre et d'industrie. En métropole, l'enquête annuelle de branche sur « exploitation forestière et scierie » du SSP (EAB) fournit les volumes de récoltes commerciales de bois à l'échelle régionale [200].

#### Méthode « modèle » - Récoltes non commerciales - Bois énergie

Il s'agit essentiellement de prélèvement pour le **bois de feu**, (soit une partie du prélèvement de bois énergie), qui doit spécifiquement être estimée, bien que l'évaluation des volumes transitant par cette filière soit difficile de par la nature diffuse de l'activité.

#### *Utilisation du bilan de l'énergie.*

L'utilisation de bilans de consommation de biomasse à des fins énergétiques (résidentiel, tertiaire, chauffage urbain, industrie, etc.) permet de disposer d'une estimation réaliste des volumes prélevés. Ainsi, la consommation globale de bois énergie est fournie par le SOeS [1] mais cette donnée doit être adaptée pour estimer la récolte de bois énergie sur les terres forestières.

#### *Retranchement du bois énergie provenant de produits bois recyclés*

Tout d'abord une partie du bois utilisé comme bois de feu provient d'une seconde vie d'un bois commercial (par exemple, brûlage d'une table en bois), une estimation du taux de recyclage des produits bois est donc prise en compte afin de ne pas effectuer de double comptage. Ce taux est estimé à 5% du bois énergie consommé dans le résidentiel sur la base d'une étude réalisée en 2000 pour l'Ademe [596].

#### *Distinction entre bois de feu provenant de forêt et d'autres origines*

L'étude Andersen (1999) [596] estime également que 70% du bois de feu consommé par les ménages est issu de forêt, les 25% restant représentant un prélèvement sur une autre ressource (agriculture, etc.). Combinées avec des résultats de l'INESTENE [201], il a été possible de ventiler les quantités en fonction de leur provenance (forêts, bosquets ou haies, vergers et vignes) par région [493].

#### *Retranchement du bois énergie consommé en industrie provenant de produits connexes de scieries*

Ensuite, dans le bilan de l'énergie, pour le bois-énergie consommé dans l'industrie, on distingue :

- une part, majoritaire, correspondant à des produits connexes de scieries (écorces, sciures, copeaux, plaquettes de scierie...). On considère que la totalité du bois énergie consommé en industrie provient de cette source jusqu'en 2007. Ce bois n'est donc pas décompté de la récolte en forêt pour éviter un double compte.

- une part correspondant à un prélèvement de bois en forêt, qui correspond à un surplus de consommation de bois énergie en industrie observée depuis 2007, due à l'usage croissant de plaquettes forestières.

#### *Correction de l'effet de décalage entre récolte et consommation de bois de feu*

Enfin il existe un décalage entre la consommation de bois dans le résidentiel et sa récolte en forêt. En moyenne on considère que le bois énergie est conservé entre 2 et 3 ans

#### **Méthode (non appliquée) d'estimation de la récolte de bois prenant en compte ce décalage**

La récolte de bois de feu d'une année  $i$  pourrait être estimée en fonction de la consommation de bois de feu des années suivantes, selon l'équation ci-après :

#### *Équation 4 (Forêts)*

$Récolte\_BE_{(i)} = (Frac1 \bullet Conso\_BE_{(i+2)} + Frac2 \bullet Conso\_BE_{(i+3)}) \bullet FCV$

Avec :

$Récolte\_BE_{(i)}$  = Récolte de bois énergie l'année  $i$ , m<sup>3</sup>

$Frac1$  = Part de la consommation de l'année  $i+2$  correspondant à du bois récolté l'année  $i$

$Frac2$  = Part de la consommation de l'année  $i+3$  correspondant à du bois récolté l'année  $i$

$Conso\_BE_{(i+2)}$  = consommation de bois énergie de l'année  $i+2$ , tep

$Conso\_BE_{(i+3)}$  = consommation de bois énergie de l'année  $i+3$ , tep

$FCV$  = Facteur de conversion en volume, m<sup>3</sup>/tep

Malheureusement, Il n'est pas possible aux exploitants forestiers de prévoir quelle sera la consommation de bois énergie dans les années futures  $i+2$  ou  $i+3$ , cette méthode ne permet donc pas d'estimer la récolte de bois énergie de manière fiable. Par conséquent, une autre approche a été privilégiée.

Il a été supposé que les exploitants forestiers constituent des stocks permettant d'assurer deux années successives avec des consommations de bois très fortes. Ces stocks leur permettent donc de satisfaire la demande en bois et de reconstituer ces derniers en fonction de la consommation de l'année en cours et de l'année précédente. Il a ainsi été estimé que la récolte annuelle de bois énergie pouvait être approchée en moyennant les deux dernières années de consommation de bois énergie.

#### *Équation 5 (Forêts)*

$Récolte\_BE_{(i)} = (Conso\_BE_{(i)} + Conso\_BE_{(i-1)}) / 2 \bullet FCV$

Avec :

$Récolte\_BE_{(i)}$  = Récolte de bois énergie l'année  $i$

$Conso\_BE_{(i)}$  = consommation de bois énergie de l'année  $i$

$Conso\_BE_{(i-1)}$  = consommation de bois énergie de l'année  $i-1$

$FCV$  = Facteur de conversion en volume, m<sup>3</sup>/tep

Dans l'inventaire actuel, le facteur de conversion en volume (FCV) est estimé à 4,5 m<sup>3</sup>/tep sur la base des estimations suivantes pour le bois énergie : 18GJ/t et 0.147 tep/stère et un facteur de densité moyen de 0.51 t/m<sup>3</sup> obtenu à partir de CARBOFOR [204]. Pour l'industrie la consommation de bois est supposée essentiellement composée de sous-produits de l'industrie du bois (déjà pris en compte dans les récoltes de bois (grumes et industrie) sauf sur les années récentes pour lesquelles le développement du bois énergie génère un prélèvement additionnel sur la ressource.

- les récoltes de bois d'œuvre et le bois énergie ne sont pas indépendantes (une partie des arbres coupés pour produire du bois d'œuvre ou d'industrie part en bois énergie)

- les statistiques de récolte de bois ne différencient pas les récoltes de bois issues de terres forestières ou de terres défrichées,
- les statistiques de consommation de bois énergie ne distinguent pas la source du bois énergie consommé.

**Tableau 2 : Récoltes de bois matériau et de bois énergie en Métropole depuis 1990.**

rapportageUTCATF.xls /OMINEA

ANNEE	BOIS	D'OEUVRE	BOIS	D'OEUVRE	BOIS	D'INDUSTRIE	BOIS	D'INDUSTRIE	BOIS ENERGIE (ktep)
	(feuillus)		(résineux)		(feuillus)	(résineux)	(résineux)		
	(1000 m <sup>3</sup> )		(1000 m <sup>3</sup> )		(1000 m <sup>3</sup> )		(1000 m <sup>3</sup> )		
1990	10 156		15 260		5 194		5 808		7 965
1991	9 724		14 077		5 435		6 283		8 452
1992	9 043		13 340		5 459		6 513		9 231
1993	8 033		12 509		4 732		5 901		9 356
1994	8 131		13 767		5 479		6 876		8 807
1995	8 290		14 374		5 523		7 271		8 155
1996	7 771		13 649		4 820		6 130		8 100
1997	7 845		14 245		5 342		6 495		8 237
1998	7 863		15 107		5 228		6 342		7 899
1999	7 952		15 240		5 366		6 503		7 544
2000	9 598		22 619		5 342		8 561		7 245
2001	7 642		18 952		4 788		8 477		6 981
2002	6 002		16 631		4 913		7 146		6 826
2003	5 719		15 120		5 142		6 283		6 726
2004	5 671		15 240		5 355		6 826		6 851
2005	6 076		14 803		5 413		6 805		6 948
2006	5 854		15 633		5 166		6 818		6 977
2007	6 343		16 427		5 344		6 840		6 606
2008	6 086		15 048		4 983		6 384		6 677
2009	5 228		17 216		4 113		8 235		6 863
2010	5 164		15 922		4 411		9 819		7 514
2011	5 479		15 427		4 418		7 857		7 717
2012	4 924		13 216		4 636		6 414		7 328
2013	4 809		13 624		4 089		5 716		7 791
2014	5 209		14 135		4 726		6 395		8 195
2015	5 127		13 785		4 663		6 039		7 892
2016	5 393		13 696		4 615		6 215		8 200
2017	5 304		14 127		4 584		6 206		8 768

Les prélèvements sont estimés par la méthode « modèle » avec l'équation suivante.

Équation

6

(Forêts)

$$P_{\text{modèle}_i} = \text{Récoltes\_SSP}_i \bullet \text{BEF} + \text{Récolte\_BE}_{(i)} \bullet (1 - \% \text{hors\_forêt} - \% \text{houppiers}) \bullet \text{BEF\_BE} - R_{\text{Défrichement\_Modele}_i}$$

Avec :

$P_{\text{modèle}_i}$  = Prélèvement de bois l'année i estimé par la méthode « modèle »

$\text{Récoltes\_SSP}_i$  = Récoltes commerciale de bois matériau estimée par le SSP pour l'année i

$\text{BEF}$  = Facteur d'expansion de biomasse applicable aux récoltes de bois matériau

$\text{Récolte\_BE}_{(i)}$  = Récolte de bois énergie estimée pour l'année i

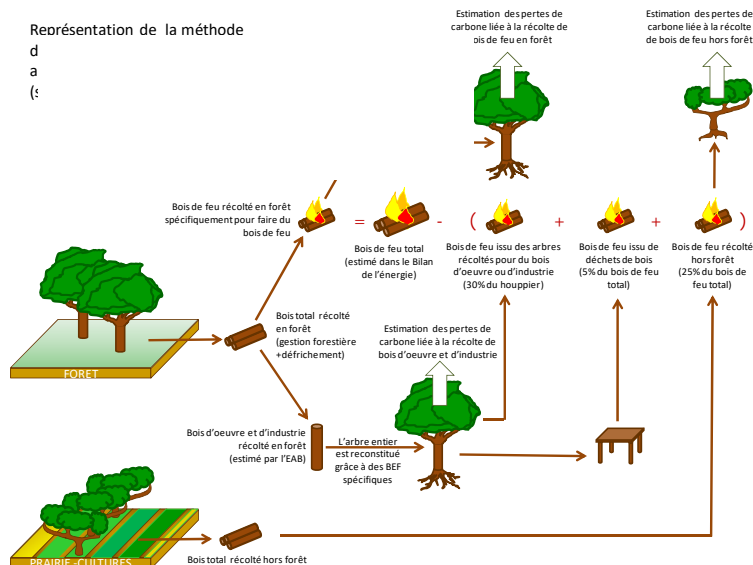
$\% \text{hors\_forêt}$  = Part du bois énergie récolté en forêt

$\% \text{houppiers}$  = Part des houppiers exploités pour du bois énergie

$\text{BEF\_BE}$  = Facteur d'expansion de biomasse applicable aux récoltes de bois énergie

$R_{\text{Défrichement\_Modele}_i}$  = Prélèvement de bois estimé pour l'année i sur les terres défrichées par la méthode basée sur les matrices de changement d'utilisation des terres

**Figure 6 : Représentation schématique de la méthode (dite « modèle ») d'estimation des émissions liées aux récoltes de bois**



**Méthode « modèle » - facteurs d'expansion et de conversion du bois**

Pour les résultats produits par l'IGN, les volumes de biomasse totale sont obtenus par des tarifs de cubage [595] à savoir des équations qui peuvent s'appliquer aux caractéristiques de chaque arbre (espèce, circonférence, hauteur). Dans la méthode « modèle » il n'est pas possible d'utiliser ces tarifs de cubage, le GIEC propose donc l'utilisation de facteurs d'expansion de biomasse (BEF). Malheureusement ces BEF sont très difficiles à appliquer en dehors de leur propre périmètre d'étude. Pour cette raison, dans la méthode « modèle » les BEF utilisés sont des BEF spécifiques à la forêt française calculés à partir de la ressource sur pied et des tarifs de cubage utilisés par l'IGN. Les facteurs actuellement utilisés dans l'inventaire sont fournis par l'IGN, ils sont très proches des résultats disponibles dans le rapport CARBOFOR [204].

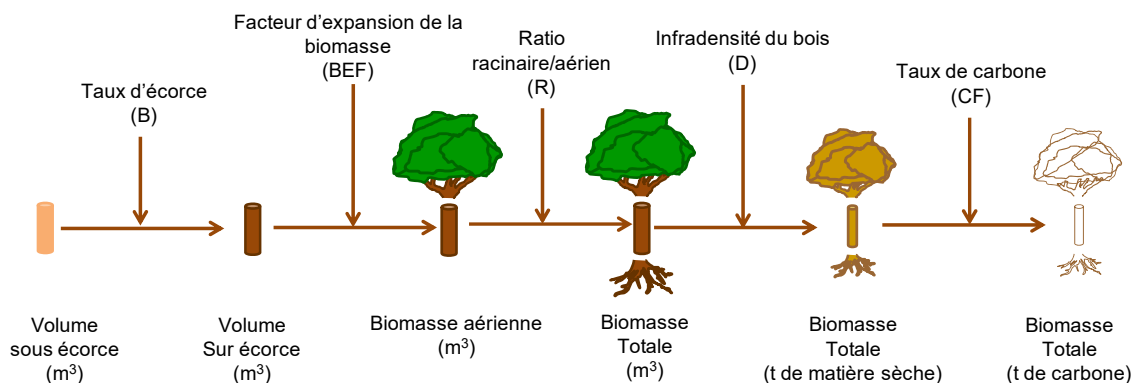
**Tableau 3 : Facteurs d'expansion utilisés pour les prélèvements de bois matériau**

	PUREMENT FEUILLU	MIXTE	PUREMENT CONIFERE	PEUPLERAIE
CENTRE-EST	1.65	1.45	1.27	1,42
NORD-EST	1.56	1.47	1.25	1,42
NORD-OUEST	1.59	1.53	1.30	1,42
SUD-EST	1.94	1.62	1.39	1,42
SUD-OUEST	1.66	1.52	1.31	1,42
<b>FRANCE</b>	<b>1.63</b>	<b>1.50</b>	<b>1.30</b>	<b>1,42</b>

Pour les facteurs d'expansion souterraine, plusieurs classes sont également distinguées. Les valeurs de 1,28 et 1,30 ont respectivement été retenues pour les peuplements anciens de feuillus et de conifères et les valeurs de 1,48 et 1,37 pour les jeunes peuplements de feuillus et de conifères [204].

Dans le cas du bois de feu, dans la mesure où la composition des essences récoltées n'est pas connue, les facteurs d'expansion retenus sont une valeur moyenne pondérée des facteurs d'expansion pour les feuillus et les conifères. Ces valeurs sont sensiblement variables suivant les années et valent approximativement 1,5 pour le facteur d'expansion branches et 1,29 pour le facteur d'expansion racine. Il en est de même pour la valeur d'infradensité.

**Figure 7 : Conversion de volumes de bois commercialisés en carbone**



Les données sur l'infradensité de la biomasse sont spécifiques à chaque essence, aussi bien pour l'estimation de l'accroissement que pour les prélèvements.

**Tableau 4 : Infradensité utilisées pour les principales essences [598]**

Essence	Densité en tMS/m <sup>3</sup>	Essence	Densité en tMS/m <sup>3</sup>
---------	-------------------------------	---------	-------------------------------

chêne	0.56	sapin, épicéa	0.38
hêtre	0.56	douglas	0.41
châtaignier	0.50	pin maritime	0.44
peuplier	0.36	pin sylvestre	0.43

Les travaux conduits dans le cadre du projet CARBOFOR ont également permis de retenir une valeur de teneur en carbone de la biomasse ligneuse plus adaptée au cas français. La valeur retenue dans les inventaires est de 0,475 très proche de la valeur de 0.47 retenue par le GIEC 2006 par défaut.

*Combinaison de l'approche « modèle » et de l'approche « directe »*

Il existe donc deux méthodes pour estimer les prélèvements en forêt, la méthode « modèle » basée sur les lignes directrices du GIEC 2006 et la méthode « directe » de mesure des prélèvements par l'IGN. Ces deux méthodes sont combinées dans l'inventaire de GES actuel et les prélèvements sont estimés à partir de l'équation suivante.

*Équation 7 (Forêts)*

$$\text{Prélèvement}_i = P_{\text{modèle}_i} + P_{\text{Foret\_IGN}_{2005/20xx}} - P_{\text{modèle}_{2005/20xx}}$$

Avec :

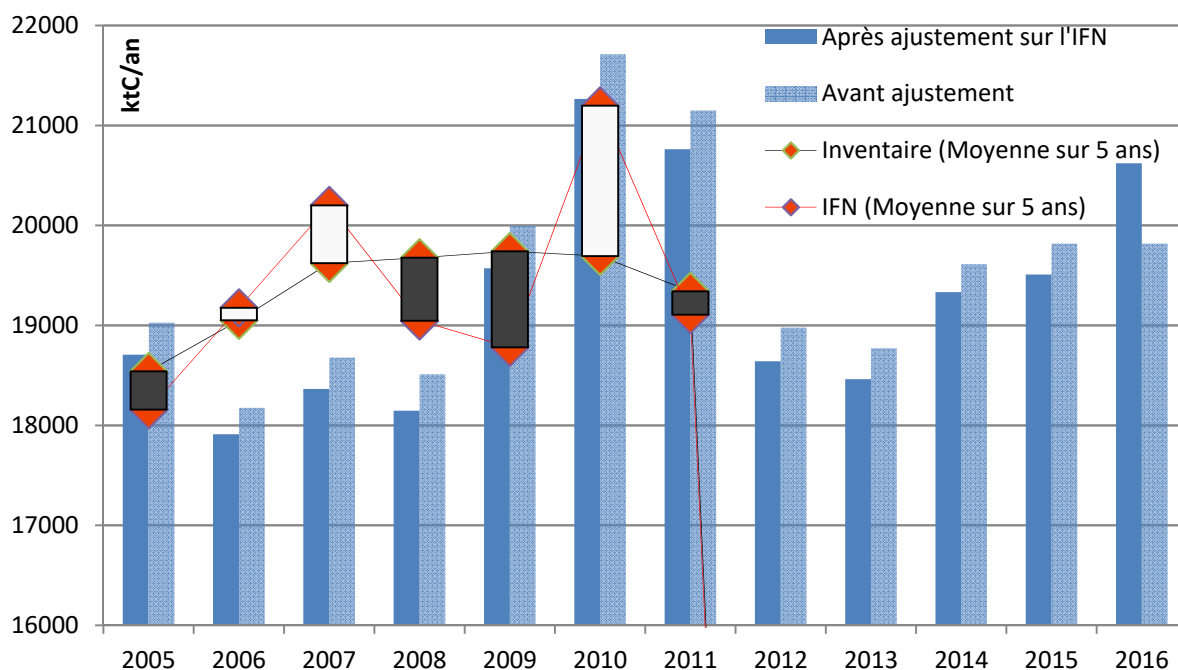
$\text{Prélèvement}_i$  = Prélèvement de bois estimé pour l'année i

$P_{\text{modèle}_i}$  = Prélèvement de bois estimé pour l'année i à partir des données commerciales de bois matériau et des consommations de bois énergie

$P_{\text{Foret\_IGN}_{2005/20xx}}$  = Prélèvement de bois estimé sur la période 2005-20xx par la méthode directe de l'IGN

$P_{\text{modèle}_{2005/20xx}}$  = Prélèvement de bois estimé sur la période 2005-20xx à partir des données commerciales de bois matériau et des consommations de bois énergie.

**Figure 8 : Représentation de l'ajustement sur la base des données de prélèvement direct issues de l'IFN**



*Équation 8 (Forêts)*

$$P_{\text{FF}_{ij}} = \text{Prélèvement}_{ij}$$

Avec :

$P_{\text{FF}_{ij}}$  = Prélèvement de bois estimé en forêt restant forêt, par type de forêt (i = 1 to n) et par zone climatique (j = 1 to m)

$\text{Prélèvement}_{ij}$  = Prélèvement de bois estimé, par type de forêt (i = 1 to n) et par zone climatique (j = 1 to m)

## 7. Démontrer la cohérence entre les projections et le FRL

*Recommandation* Demonstrate the consistency with the national projections of anthropogenic greenhouse gas emissions reported under Regulation (EU) No 525/2013. Provide explanations for possible differences between national projections and the proposed FRL

*Item* Ann. IV, A. g)

*Modification du calcul du FRL* non

*Modifications du plan Comptable* le Plan Comptable a été revu.

*Explications détaillées*

Cohérence méthodologique

Du point de vue méthodologique, le calcul de projections établies dans le cadre du règlement UE n° 525/2013 et le calcul d'un niveau de référence forestier (FRL) établi dans le cadre du règlement UE n° 2018/841 sont deux exercices très différents. Le FRL repose sur un modèle forestier. Les projections ne reposent pas sur un modèle, mais sur des hypothèses à dire d'experts sur l'évolution de la forêt, des pratiques sylvicoles et sur des scénarios.

Les projections d'émissions et d'absorptions de GES réalisées dans le cadre du règlement (UE) 525/2013 sont réalisées selon deux scénarios : avec mesures existantes et avec mesures additionnelles. Dans les deux cas, la part de Forêt (périmètre différent de celui utilisé pour le FRL qui ne concerne que la forêt restant forêt) est projetée jusqu'en 2035, à partir d'un point de départ connu en 2015. Ce point de départ est donc différent de celui du FRL (2010).

Aucun modèle forestier n'est utilisé pour le calcul des projections. En revanche, les données de base utilisées pour les projections et pour le FRL sont les mêmes : données de croissance, mortalité et prélèvement de l'IGN.

Cohérence des résultats

Dans l'élaboration des projections des hypothèses fortes ont été prises en compte et notamment une hypothèse de stabilité de la production brute et de la mortalité jusqu'en 2035. Ce choix permet de se focaliser sur les effets des pratiques de récoltes. Dans le cadre des travaux sur le FRL le modèle utilisé par l'IGN donne une augmentation conjointe de la production brute et de la mortalité sur la période modélisée jusqu'en 2030. Les dynamiques de production et de mortalité demeurent incertaines car très dépendantes des conditions météorologiques non modélisées pour ces travaux. Ce choix explique en grande partie la tendance à la baisse du puits dans le cadre des projections tandis que le puits demeure à la hausse dans le cadre du FRL.

Ensuite, dans le scénario de projection avec mesures existantes, sont intégrées des politiques visant une récolte forestière accrue. Ce n'est pas le cas pour le FRL dans lequel les pratiques sylvicoles sont celles observées sur la période 2000-2009. Par conséquent, la hausse de la récolte prise en compte dans les projections est plus forte que celle modélisée dans le cadre du FRL.

## 8. Utiliser la surface en Forêt gérée telle qu'indiquée dans l'Annexe IV, Part B (e) i.

*Recommandation* Estimate the FRL based on the area under forest management as indicated in Annex IV, Part B (e) i. [The total area of managed forest land included under the accounting category (as defined in Art 2(1) of the LULUCF Regulation) must be consistent with the latest national GHG inventory. Member States may choose to provide a dynamic development of managed forest land area taking into account afforested and deforested land moving between accounting categories during the compliance period]

*Item* Ann. IV, A. h)

*Modification du calcul du FRL* non

*Modifications du plan Comptable* La section 3.2.2 du Plan Comptable a été complétée.

*Explications détaillées*

*Section 3.1.1 du PCFN :*

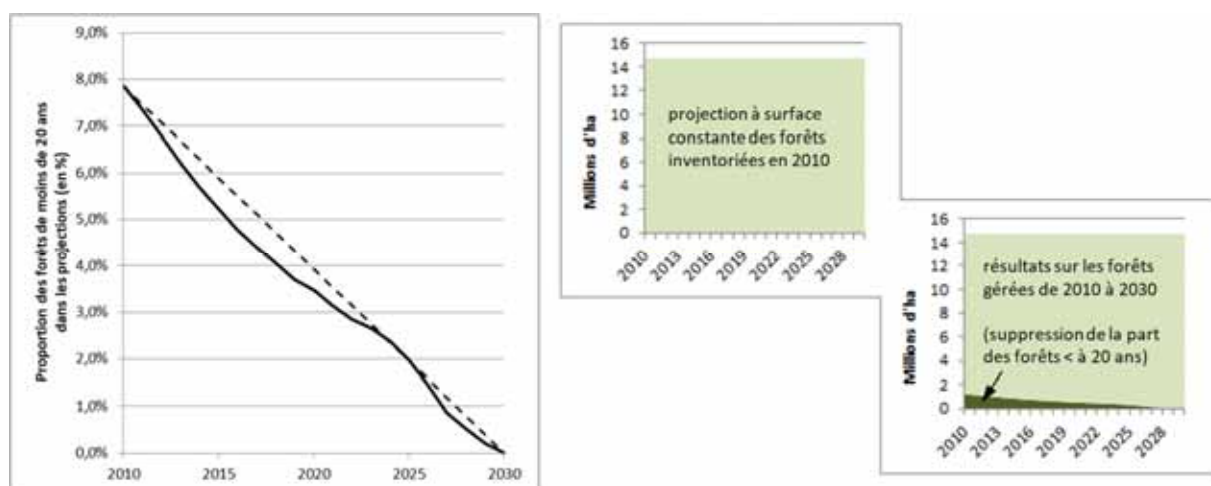
« Le FRL n'est calculé que pour les terres forestières gérées. Pour la France, une forêt est gérée au sens de la CCNUCC lorsqu'elle fait l'objet d'opérations de gestion forestière visant à administrer ses fonctions écologiques, économiques et sociales. Le terme « opération de gestion forestière » recouvre les actions de coupes ou de travaux forestiers mais également les actions de planification forestière, d'accueil du public en forêt ou de protection des écosystèmes forestiers. Seules les forêts exclusivement soumises aux processus naturels, en raison notamment d'une accessibilité limitée, sont considérées comme non gérées, elles sont estimées à partir des surfaces des « autres forêts » définies par l'IGN qui représentent environ 5% des forêts métropolitaines.

Le FRL de la France métropolitaine est estimé sur la base d'une surface évolutive, prenant en compte une estimation des boisements ayant eu lieu pendant la période de référence (2000-2009) qui entraînent une hausse de la superficie forestière, ces boisements arrivant à plus de 20 ans progressivement chaque année au cours des périodes de 2021 à 2030. Cette surface évolutive n'intègre pas les éventuels déboisements, qui, sitôt qu'ils seront connus, seront intégrés a posteriori lors de corrections. »

*Section 3.2.2 du PCFN :*

« L'inventaire forestier national fournit une estimation de la superficie des forêts disponibles pour la production de bois au début de l'année 2010. Cette superficie inclut les boisements de moins de 20 ans qui ne répondent pas à la définition des forêts gérées au sens de la CCNUCC. Pour le calcul du FRL, les projections étant effectuées en considérant tous les peuplements de 2010, sans expansion ni

régression forestière, il convient d'exclure de la superficie de 2020 les boisements qui avaient moins de 10 ans en 2010, de celle de 2025 les boisements qui avaient moins de 5 ans en 2010, et plus aucun pour la superficie de 2030. Un traitement spécifique visant à exclure la part des jeunes boisements de moins de 20 ans dans le puits de carbone projeté a été mis en place.



**Figure 9 : Contribution des forêts de moins de 20 ans au calcul des projections**

L'enquête sur l'occupation du sol du ministère de l'agriculture (enquête Teruti-Lucas) donne chaque année les flux de surfaces forestières en distinguant les boisements, les défrichements et les forêts restant forêts. Cette matrice permet de connaître la part des boisements de moins de 20 ans en 2010 c'est-à-dire de tous les boisements qui sont intervenus depuis 1990, dans la surface boisée 2010 de Teruti-Lucas. Les jeunes boisements représentent ainsi 7,9 % de la surface en 2010.

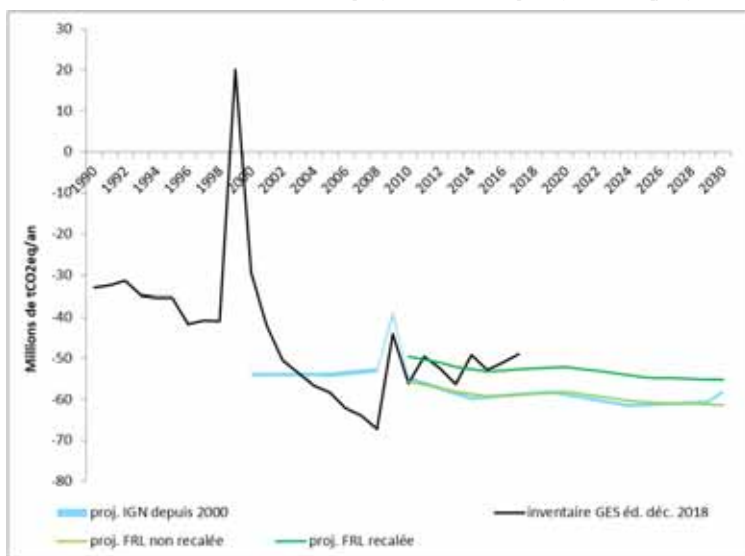
La matrice Teruti-Lucas donne également l'évolution des superficies boisées pour toutes les années comprises entre 1990 et 2010. On en dérive la surface annuelle d'incorporation des boisements dans la catégorie des forêts gérées. Le trait plein dans le graphique de droite montre la décroissance du pool de surface des jeunes boisements au cours des temps.

La contribution de ces jeunes boisements au puits de CO<sub>2</sub> dans la biomasse vivante est estimée selon la méthode définie par le CITEPA pour l'inventaire CCNUCC de la France. L'écart entre la production à l'hectare des jeunes boisements et celle des forêts gérées est considéré comme stable sur toute la période. Connaissant cet écart et la proportion annuelle des jeunes boisements, il est possible de calculer la contribution de ces boisements dans la production totale annuelle. Cette contribution des boisements de moins de 20 ans à l'année X est finalement retranchée au gain de carbone total projeté pour cette même année X. Concernant les pertes en carbone, la même méthode est appliquée pour la mortalité, en revanche la part des jeunes boisements dans les prélèvements est considérée comme nulle dans l'inventaire GES de la France (pas de coupes dans ce type de peuplement).

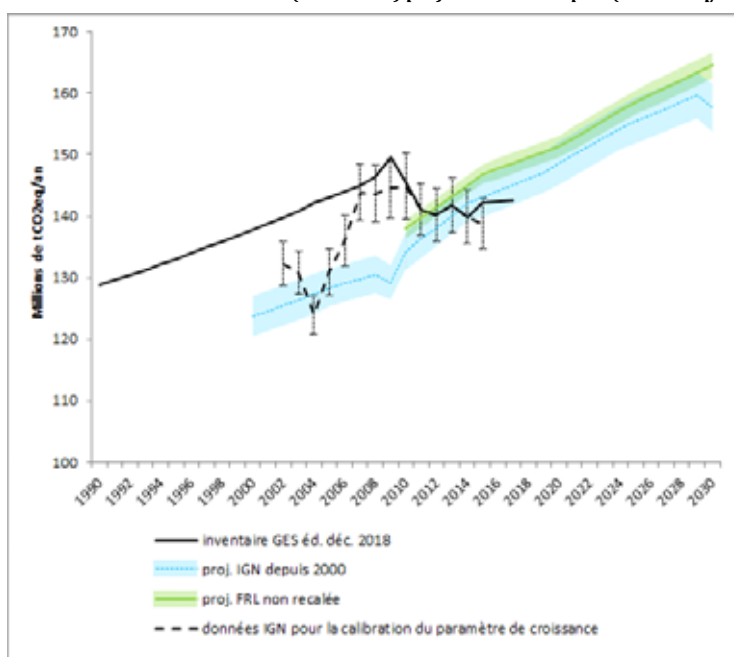
## 9. Démontrer la capacité du modèle à reproduire l'historique de l'inventaire GES

<i>Recommandation</i>	Demonstrate the ability of the model used to construct the FRL to reproduce historical data from the national GHG inventory.
<i>Item</i>	Ann. IV, A. h)
<i>Modification du calcul du FRL</i>	non
<i>Modifications du plan Comptable</i>	le paragraphe 4.2. du Plan Comptable a été revu.
<i>Explications détaillées</i>	Afin d'évaluer la « capacité du modèle à reproduire les données historiques de l'inventaire GES sur la période de référence », une reconstitution de l'état en 2000 (estimation peu robuste), puis une projection à partir de cette date ont été réalisées. Si la projection donne un puits forestier moyen à peu près équivalent au puits historique sur la période 2000-2009, cette moyenne cache des désaccords sur la tendance dans l'évolution du puits et sur la contribution des différents phénomènes (croissance, mortalité, prélèvement) à ce puits dans la biomasse vivante.

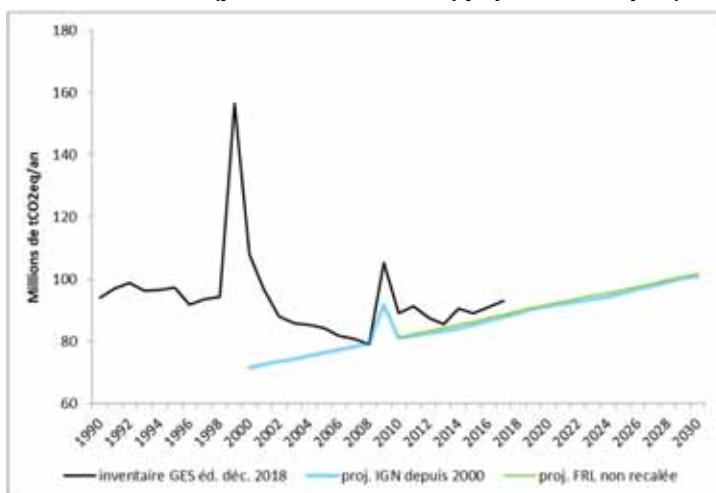
**Bilans dans la biomasse vivante projetés et historiques (en tCO2eq/an)**



**Gains dans la biomasse vivante (croissance) projetés et historiques (en tCO2eq/an)**



**Pertes dans la biomasse vivante (prélèvements et mortalité) projetés et historiques (en tCO2eq/an)**



Plus spécifiquement, les gains dans la biomasse vivante projetés sont plus de 10MtCO2/an inférieurs à ceux de l'inventaire GES historique entre 2000-2009. Les causes de cet écart sont décrites au point 3 du présent document.



Certaines de ces causes d'écart sont également valables pour les pertes dans la biomasse vivante (mortalité et prélèvements). Notamment, l'incertitude liée à l'utilisation de données issues d'un échantillonnage statistique, la fragilité de la reconstitution du point de départ en 2000, le lissage produit par la projection qui travaille sur des périodes de 5 ans sont également importantes dans la différence entre données de pertes projetées et historiques. A ces raisons, s'ajoutent :

- la non prise en compte des tempêtes Lothar et Martin de décembre 1999. Ces tempêtes ont eu un effet majeur sur la dynamique des prélèvements des années suivant la tempête (2000 à 2002) avec des récoltes supplémentaires liées à cette crise exceptionnelle augmentant d'autant les pertes dans la biomasse vivante. L'effet de cette tempête n'est pas pris en compte dans la simulation puisque cette dernière se base sur un point de départ post-tempête et que le scénario de référence qui lui est appliqué est calculé sans ces années. Pour la tempête Klaus, des prélèvements exceptionnels ont été simulés sur l'année 2009 de la projection partant de 2000 uniquement.
- le fonctionnement du paramètre de prélèvement en taux dans le modèle. Le scénario de référence est exprimé dans la projection sous la forme d'un taux de prélèvement dépendant du stock. Alors que les stocks de bois sur pied augmentent sur la période 2000-2009, les volumes récoltés observés diminuent légèrement, le geste de coupe n'étant pas uniquement lié au stock de bois disponible. L'application d'un scénario sous forme d'un taux de prélèvement fixe ne permet donc pas de reproduire la tendance de l'évolution des prélèvements sur la période 2000-2009.

## 10. Démontrer la cohérence entre l'historique et le FRL

<i>Recommandation</i>	<i>Demonstrate the consistency between historical data from the national GHG inventory and modelled data for estimating the FRL for the reference period.</i>
<i>Item</i>	Ann. IV, A. h)
<i>Modification du calcul du FRL</i>	non
<i>Modifications du plan Comptable</i>	le paragraphe 4.2. du Plan Comptable a été revu.
<i>Explications détaillées</i>	L'analyse de la cohérence entre données historiques et projetées est fournie dans les points 3 et 10 du présent document. La proximité des courbes issues de la projection depuis le point de départ 2000 et celle utilisée pour le FRL depuis le point de départ 2010 rend l'analyse valable pour les deux projections.

## 11. Cohérence sur la comptabilisation des compartiments carbone

<i>Recommandation</i>	<i>Ensure consistent modelling of carbon pools, in particular across the time series and between Metropolitan France and Overseas Territories.</i>
<i>Item</i>	Ann. IV, B. b)
<i>Modification du calcul du FRL</i>	non
<i>Modifications du plan Comptable</i>	Le Plan Comptable a été revu.
<i>Explications détaillées</i>	<b>Cohérence générale sur la cohérence entre compartiments carbone</b>

L'approche de comptabilisation mise en œuvre pour le calcul du FRL reprend les mêmes règles et hypothèse que pour l'inventaire national de GES. Les flux de carbone sont comptabilisés pour chaque compartiment, sans double compte :

**Biomasse vivante** : croissance, mortalité de fond, mortalité exceptionnelle (tempêtes, feux), prélèvements (récolte de bois et pertes d'exploitation).

**Bois mort** : gains exceptionnels lors de chablis de tempête (l'année de la tempête) ; pertes exceptionnelles lors de la décomposition des chablis (pertes étalées sur plusieurs années).

**Litière et sol** : hypothèse de neutralité : équilibre entre pertes et gains.

**Produits bois** : gains via les récoltes de bois, et pertes via la fin de vie des produits.

### **Cohérence générale sur la cohérence du traitement des compartiments carbone entre la France métropolitaine et les régions d'Outre-mer.**

Pour l'outre-mer, l'hypothèse qui est faite dans l'inventaire, et qui est appuyée par des dires d'experts et de la littérature scientifique, est celle de la neutralité de la biomasse vivante, du bois mort, de la litière et des sols en forêt restant forêt ; à l'exception de pertes exceptionnelles liées aux feux de forêt et au brûlage de résidus de récolte ; phénomènes pour lesquels des gaz autres que le CO2 sont aussi émis.

#### **Extrait du NIR 2019 :**

En Outre-mer (zone Kyoto), il n'existe pas de résultats similaires issus d'inventaires forestiers en raison de la faible exploitation forestière et du type de forêt. Des estimations ont donc été produites à partir des données par défaut du GIEC sur les accroissements forestiers. Ces résultats donnent un accroissement supérieur aux pertes dans tous les territoires, il a donc été choisi de manière conservatrice de conserver une hypothèse de stabilité de la biomasse forestière dans ces territoires en considérant que l'accroissement permet seulement de compenser les récoltes et ne génère pas de puits supplémentaire.

Cette hypothèse de neutralité s'appuie sur l'expertise de Guitet et al. (2006) [328]. L'accroissement est donc indirectement estimé à partir du taux de prélèvement, et s'élève à 0.02tC/ha (aérien + racinaire). Pour les terres ayant été boisées depuis moins de 20 ans, la valeur de 1tC/ha comme en métropole est utilisée, en cohérence avec Guitet et al. 2006 (valeur d'accroissement après récolte entre 1.5tC et 2tC/ha).

#### *Incertitudes le rôle de puits de la forêt guyanaise*

Le bilan carbone de l'écosystème forestier en Amazonie est incertain. Certaines études tendent à montrer que la forêt amazonienne en général aurait un rôle de puits, d'autres montrent qu'il s'agirait plutôt d'une source. Ces résultats dépendent de multiples paramètres (périmètre, mesure ou estimation, région, échantillonnage, période...).

La prise en compte des phénomènes de surmortalité liée à la variabilité pluvio-climatique ainsi qu'à la dégradation forestière (au-delà de la déforestation) induit des estimations qui remettent parfois en question le rôle de puits de carbone de la forêt amazonienne. Au niveau mondial, à partir de mesures satellitaires couplées aux données de terrain, Baccini et al. (2017) concluent que les espaces forestiers tropicaux seraient une légère source, et non un puits. La croissance ne compenserait pas la déforestation ni la dégradation et perturbation (69% des pertes).

L'analyse des données forestières historiques montre que si l'Amazonie joue un rôle de puits de carbone, une tendance au déclin de cette accumulation est observée à long terme (Brienen et al., 2015). Le taux d'accroissement dans la biomasse aérienne a diminué de 2/3 entre les années 1990 et les années 2010. On observe un récent phénomène de stagnation (atteinte d'un plateau) dans la croissance, alors que la mortalité a continué d'augmenter.

D'après Philips et Brienen (2017), en Amazonie, la forêt constitue un puits persistant, même s'il s'est affaibli depuis les années 2000. En Guyane, ce puits serait d'ampleur à compenser l'intégralité des émissions générées, y compris par la déforestation et les changements d'occupation des terres. Les forêts de Guyane n'ont pas forcément la même sensibilité aux hausses de mortalité que celles du reste de la région amazonienne. Cette sensibilité reste corrélée à la quantité de biomasse aérienne présente (Johnson, et al. 2016).

## 12. Fournir les tableaux de résultats

<i>Recommandation</i>	<i>Provide complete data on historical and projected harvest levels. Provide more detailed description of sustainable forest management practices used in the determination of the FRL.</i>
<i>Item</i>	Ann. IV, B. c)
<i>Modification du calcul du FRL</i>	non
<i>Modifications du plan Comptable</i>	Les tableaux en Annexe ont été ajoutés au Plan Comptable.
<i>Explications détaillées</i>	Les tableaux fournis en Annexe présentent les informations détaillées, par compartiment, par flux, pour chaque année, en CO2e. Les mêmes informations sont fournies pour l'inventaire de GES historique (1990-2017) et pour la projection (2010-2030).

## 13. Fournir des informations détaillées sur les surfaces forestières

*Recommandation* Provide the area under forest management consistent with Table 4.A ("Forest land remaining Forest land") from the latest national GHG inventory using the year preceding the starting point of the projection. Given the use of the dynamic area approach, provide a detailed disaggregated calculation of the managed forest land area at annual time steps for the entire time series since, at least, year 2000. Provide more complete information regarding managed and unmanaged forest area to guarantee that the same information is used for the FRL and the national GHG inventory.

<i>Item</i>	Ann.
<i>Modification du calcul du FRL</i>	non
<i>Modifications du plan Comptable</i>	La section 3.2.2 a été complétée et un tableau fournit les données de surface.

*Explications détaillées*

**Section 3.2.2 du PCFN :**

		Forêt non-gérée (non disponible pour la production de bois)	Forêt gérée (au sens CCNUCC, prises en compte dans le FRL)	Boisements de moins de 20 ans	Forêt devenant non-forêt
Inventaire GES éd. déc. 2018 pour la France métropolitaine seulement	2000	761 873 ha	13 413 124 ha	1 213 478 ha	733 718 ha
	2001	761 873 ha	13 422 079 ha	1 225 938 ha	728 614 ha
	2002	761 873 ha	13 431 471 ha	1 230 535 ha	723 104 ha
	2003	761 873 ha	13 447 249 ha	1 220 304 ha	711 241 ha
	2004	761 873 ha	13 483 619 ha	1 197 340 ha	697 201 ha
	2005	761 873 ha	13 488 185 ha	1 214 210 ha	704 652 ha
	2006	761 873 ha	13 487 371 ha	1 244 308 ha	713 530 ha

2007	761 873 ha	13 471 799 ha	1 298 230 ha	732 586 ha
2008	761 873 ha	13 467 855 ha	1 294 220 ha	751 020 ha
2009	761 873 ha	13 480 715 ha	1 277 447 ha	763 291 ha
2010	761 873 ha	13 517 020 ha	1 237 771 ha	760 942 ha
2011		13 590 524 ha		
2012		13 675 213 ha		
2013		13 764 056 ha		
2014		13 847 257 ha		
2015		13 918 569 ha		
2016		13 989 221 ha		
2017		14 044 367 ha		
2018		14 097 799 ha		
2019		14 153 973 ha		
2020		14 190 274 ha	Seule la part des boisements antérieurs à 2010 est estimée pour les soustraire de la projection (les boisements apparaissant entre 2010 et 2030 ne sont pas estimés)	
2021	Non estimé en projection	14 241 227 ha		Non estimé en projection
2022		14 284 451 ha		
2023		14 312 971 ha		
2024		14 359 129 ha		
2025		14 422 053 ha		
2026		14 500 655 ha		
2027		14 594 346 ha		
2028		14 645 784 ha		
2029		14 693 461 ha		
2030		14 726 526 ha		

\* En 2010, la forêt gérée (dans le sens CCNUCC, prises en compte dans le FRL) représente 8 183 858 ha pour les départements d'outre-mer inclus dans l'UE.

La section 3.2.2 a également été complétée par un paragraphe relatif aux régions d'Outre-mer pour préciser les surfaces considérées.

### 3.2.2.2 Régions ultrapériphériques françaises (Régions d'Outre-mer)

Dans les régions ultrapériphériques (Guyane, Guadeloupe, Martinique, Réunion, Mayotte), toute la superficie est considérée comme gérée au regard de la définition de la CCNUCC. En 2010, la superficie totale de « forêt restant forêt » dans les régions ultrapériphériques considérées dans le PCFN est de 8 183 858 ha, dont la superficie « forêt restant forêt » de Guyane représente 7 982 688 ha.

### 3.2.2.3 Surface totale couverte par les forêts gérées

En 2010, la superficie gérée « forêt restant forêt » utilisée dans le PCFN est de 21 700 878 ha. Elle correspond à la zone déclarée dans l'inventaire national des GES à la CCNUCC sur le périmètre du Protocole de Kyoto, c'est-à-dire la France métropolitaine et les régions d'Outre-mer dites ultrapériphériques (qui correspondent à la partie de la France incluse dans l'UE).

Les superficies non gérées ne sont pas prises en compte dans le PCFN et elles ne sont pas considérées comme des superficies associées à des émissions dans le rapport d'inventaire des GES.

Les superficies forestières des territoires d'Outre-mer qui ne font pas partie de l'UE (Nouvelle Calédonie, Polynésie Française, Terres Australes et Antarctiques françaises, Wallis et Futuna, Saint-Pierre et Miquelon) ne sont pas non plus prises en compte dans le NFAP (ces territoires représentent 982 000 ha de forêts gérées).

		Forêt									
		Forêt restant forêt			Terres converties en forêt			Total Forêt			
		Forêt gérée	Forêt non gérée	Total	Forêt gérée	Forêt non gérée	Total	Forêt gérée	Forêt non gérée	Total	
France	UE	Métropole	13 517 020	761 873	14 278 893	1 237 771	0	1 237 771	14 754 791	761 873	15 516 663
		Régions d'Outre-Mer	8 183 858	0	8 183 858	26 545	0	26 545	8 210 403	0	8 210 403
		Métropole + régions d'Outre-Mer	21 700 878	761 873	22 462 751	1 264 316	0	1 264 316	22 965 194	761 873	23 727 067
	Non UE	Territoires d'Outre-Mer	982 000	0	982 000	0	0	0	982 000	0	982 000
		Total UE + Non UE	22 682 878	761 873	23 444 751	1 264 316	0	1 264 316	23 947 194	761 873	24 709 067

Valeurs reportées dans la Table 4.A dans le FRK reporting

Valeurs reportées dans la Table 4.A dans le FRA reporting

Valeur pour le niveau de référence des forêts

## 14. Fournir des données détaillées sur les dynamiques forestières

**Recommandation** Provide data on increments, dynamic age-characteristics and rotation length. Provide a more detailed description on the share of even and uneven-aged forests and the related information for the strata.

**Item** Ann.

**Modification du calcul du FRL** non

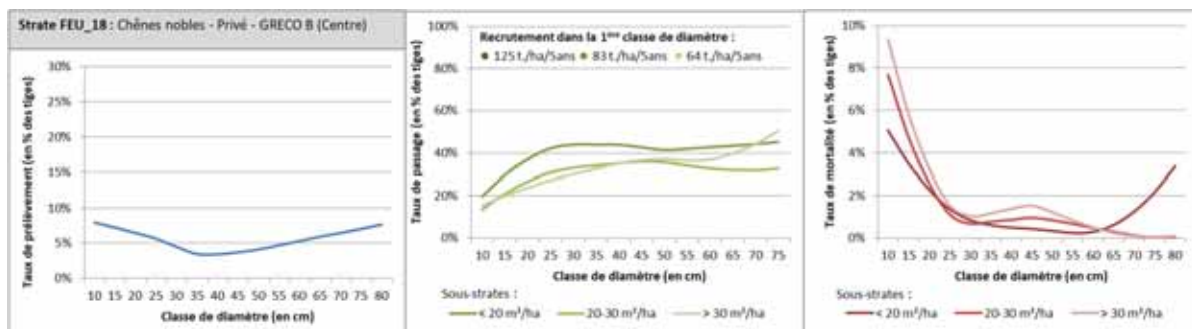
**Modifications du plan Comptable** Les tables et graphiques en Annexe ont été ajoutés au Plan Comptable.

**Explications détaillées** Les paramètres de dynamiques forestières sont synthétisés dans les tables par strate forestière, et illustrés dans les graphiques pour quelques strates. Les paramètres de dynamiques forestières sont les suivants :

- le taux de passage et le recrutement (ou la production à l'hectare pour les peupleraies) représentant le paramètre de croissance ;
- le taux de mortalité (ou la mortalité à l'hectare pour les peupleraies) représentant le paramètre de mortalité ;
- le taux de prélèvement (global pour la plupart des strates ou en éclaircie et en coupe rase pour les peupleraies) représentant le paramètre de récolte.

Extrait des annexes du PCFN :

Nom	Ressource initiale en 2010				Paramètres du scénario de référence				Taux de prélèvement projeté (en % de la production entre 2010 et 2030)
	Nombre de points	Répartition des points par classe de surface terrière (sous-strates <20 / 20-30 / >30 m <sup>2</sup> /ha) **	Volume en 2010 (en milliers de m <sup>3</sup> bois fort tige)	Répartition du volume par structure (équien / inéquien) ***	Param. moy. de production (en % des tiges ou en m <sup>3</sup> /ha) *	Param. moy. de recrutement (en tiges/ha/Sans) *	Param. moy. de mortalité (en % des tiges ou en m <sup>3</sup> /ha) *	Param. moy. de prélèvement (en % des tiges, du volume ou de la surface) *	
FEU_01	770	29% / 24% / 48%	68 886	42% / 58%	33%	160	4%	4%	50%
FEU_02	653	38% / 25% / 37%	49 376	43% / 57%	36%	234	3%	7%	56%
FEU_03	428	52% / 26% / 22%	26 473	47% / 53%	37%	162	2%	8%	50%
FEU_04	828	57% / 28% / 15%	46 432	54% / 46%	33%	116	1%	9%	65%
FEU_05	368	48% / 26% / 26%	22 899	44% / 56%	33%	149	2%	8%	31%
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...



## 15. Désagréger les (récoltes historiques et projetées) en fonction de l'usage énergétique et non-énergétique

**Recommandation** Provide historical and future harvesting rates disaggregated between energy and non-energy uses.

**Item** Ann. IV, B. e) iv

**Modification du calcul du FRL** non

**Modifications du plan Comptable** Le tableau en Annexe a été ajouté au Plan Comptable.

**Explications détaillées** Voir Annexes.