

PROJECTIONS DES DISPONIBILITES EN BOIS ET DES STOCKS ET FLUX DE CARBONE DU SECTEUR FORESTIER FRANÇAIS

Annexes par tâche

Mai
2024



© Arnaud Bouissou / Terra

Auteurs

IGN : Claire BASTICK, Antoine COLIN, Henri CUNY

FCBA : Alain BAILLY, Alain BERTHELOT, Marin CHAUMET, Gérard DEROUBAIX, Mouchira LAHIANI, Philippe RUCH, Lucile SAVAGNER, Estelle VIAL

Une étude soutenue par le MASA, le MTECT, l'ADEME, FCBA et l'IGN

T1 Modèles et domaines d'étude utilisés pour les projections	2
T2 Prise en compte de scénarios d'effets du climat dans les projections	20
T3 Intégration du plan de renouvellement dans les projections	36
T4 Analyse prospective de l'évolution de la demande en produits bois	60
T5 Évolution des systèmes d'exploitation et des conditions d'accès aux ressources	74
T6 Évaluation des volumes par usage et des taux de pertes d'exploitation	83
T7.1.1 Calcul des stocks et flux de carbone dans la biomasse vivante et morte	92
T7.1.2 Évaluation du puits de carbone dans les sols forestiers français	98
T7.2 Calcul des stocks et flux de carbone dans la filière	112
T8 Définition des scénarios de gestion pour la projection	151
T9 Résultats des différents scénarios de projection en volume et en carbone	194

Annexe T1 : Modèles et domaines d'étude utilisés pour les projections

Auteur : Claire Bastick (IGN) – Date : Avril 2024

Contenu

1.	Description des modèles de projection	2
1.1.	Modèle par classe de diamètre	3
1.2.	Modèle par classe d'âge	4
2.	Strates de projection et calibration des paramètres initiaux	4
2.1.	Strates du modèle par classe de diamètre	5
2.2.	Strates du modèle par classe d'âge	9
	Bibliographie	11
	Complément 1 : Principe d'une itération dans le modèle par classe de diamètre MARGOT	12
	Complément 2 : Principe de fonctionnement du modèle par classe d'âge	18

1. DESCRIPTION DES MODELES DE PROJECTION

Les simulations de l'évolution des stocks de bois sur pied, des disponibilités et du bilan carbone de l'écosystème forestier aux horizons 2050 et 2080 sont effectuées à l'aide de deux modèles démographiques de dynamique de la ressource forestière développés par l'IGN :

- Un modèle fonctionnant par classe de diamètre, le modèle MARGOT, majoritairement utilisé dans les projections puisqu'il est appliqué à toutes les forêts, excepté les peupleraies, les accrus et les peuplements reboisés dans le cadre du plan de renouvellement.
- Un modèle fonctionnant par classe d'âge, mis en œuvre pour les autres peuplements (peupleraies, accrus et reboisements).

Ces modèles simulent la croissance, la mortalité et les prélèvements à l'échelle de strates (ou domaines d'étude), par itérations de 5 ans, selon une approche statistique ou empirique. En effet, la description de la ressource et la calibration des dynamiques naturelles de croissance et de mortalité y sont initialement calculées à partir des observations issues des placettes de l'inventaire forestier national. Cette approche de modélisation basée sur des données IFN permet une généralité de la méthode, ainsi paramétrable et applicable quel que soit le type de peuplement. Ces modèles sont donc particulièrement adaptés à la forêt française qui présente une forte diversité d'essences et de nombreux peuplements mélangés et mixtes.

Grâce au caractère systématique et national du dispositif d'inventaire forestier national mis en œuvre par l'IGN, les modèles construits avec les données IFN décrivent la forêt de production en France métropolitaine de façon exhaustive. Les modèles sont ajustés sur un grand nombre d'observations de terrain ce qui leur confère une bonne précision. Les modèles tiennent compte de la diversité des conditions de fertilité que l'on

rencontre en forêt. La calibration des dynamiques initiales sur les données IFN permettent également de prendre en compte les tendances actuelles et récentes en termes de croissance, de mortalité et de prélèvement, incluant ainsi implicitement les phénomènes biotiques et abiotiques et les comportements des gestionnaires des dernières années. Si ces dynamiques initiales permettent d'effectuer des simulations à court terme de façon robuste et tendancielle (selon le régime actuel d'évolution de la forêt), les projections à plus long terme ou selon des scénarios d'évolution contrastés nécessitent de moduler ces paramètres initiaux. Ces étapes de modélisation sont plus amplement détaillées dans les tâches 2 et 8.

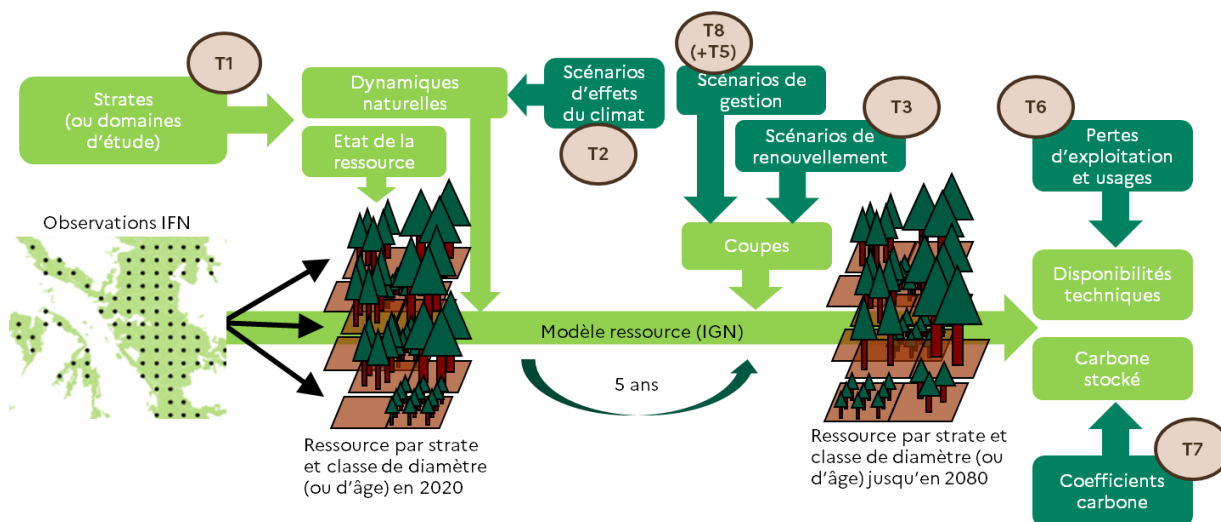


Figure 1 : Schéma du principe des simulations via les modèles par classe de diamètre et d'âge et liens avec les différentes tâches de l'étude (cercles bruns)

1.1. MODELE PAR CLASSE DE DIAMETRE

Le modèle par classe de diamètre MARGOT (Matrix model of forest Resource Growth and Dynamics On the Territory scale) a été initialement développé à l'IFN suite aux travaux de Houiller en 1986. La version décrite dans Wernsdörfer et al. 2012^{1,2}, a été largement utilisée dans différentes études de projections nationales ou régionales ces dernières années (étude ADEME 2015³, étude INRA-IGN 2017⁴...). Si cette version de MARGOT était robuste à court terme et en contexte stationnaire, la nécessité des politiques publiques de se projeter sur un horizon plus lointain ainsi que le contexte de changement climatique ont conduit à entreprendre des travaux de recherche sur le modèle. Une thèse, réalisée par Timothée Audinot au LIF (Laboratoire de l'Inventaire Forestier de l'IGN) entre 2017 et 2021^{5,6}, a apporté de nombreuses améliorations du modèle de projection. La nouvelle version, tenant notamment compte de la densification des forêts françaises et d'une possibilité d'introduction de modulateurs climatiques, a été validée en période historique et utilisée dans la présente étude de projection.

Ce modèle représente la ressource forestière et son évolution par classe de diamètre, strate (ou domaine d'étude), et classe de densité. Il s'agit d'un modèle démographique matriciel, dans lequel les effectifs d'arbres évoluent entre les classes de diamètre, selon leur répartition initiale (matrice d'état) et les paramètres de croissance, de mortalité, de prélèvement (matrice de transition), ainsi que la valeur du recrutement (nouvelles tiges arrivant dans la première classe de diamètre). Ces matrices sont calculées par strate et classe de densité, et associées entre elles à chaque itération de 5 ans, permettant de mettre à jour la matrice d'état. Ce résultat est ensuite converti en volume et en carbone par une série de coefficients permettant de passer du nombre de tiges dans chaque classe de diamètre et strate à des volumes. Le détail d'une itération est fourni en complément 1 de la présente annexe.

Ce modèle par classe de diamètre est particulièrement adapté dans le cas de peuplements hétérogènes en âges, en diamètres ou en essences, mais il est également applicable dans les peuplements équiennes (peuplements où tous les arbres ont le même âge). Cette approche présente l'avantage de modéliser directement le diamètre qui est le paramètre conditionnant l'exploitation forestière, en plus d'être une des variables clé de la croissance des arbres. Dans les simulations présentées ici, ce modèle a été appliqué pour 99% (en début de projection) à 90-92% (en fin de projection) de la forêt métropolitaine française, c'est-à-dire toutes les forêts hormis les peupleraies, les peuplements reboisés et les nouveaux accrus.

1.2. MODELE PAR CLASSE D'AGE

Le modèle par classe d'âge, développé à l'IFN et à l'AFOCEL à la fin des années 1980^{2,7}, est adapté à la simulation des peuplements équiennes comme les plantations, c'est à dire où les arbres ont le même âge et présentent des caractéristiques de croissance homogènes. Les interventions sylvicoles peuvent y être déclenchées en fonction de l'âge qui constitue alors un bon proxy du diamètre d'exploitabilité. Le renouvellement de ces peuplements s'effectue en général par coupe rase, directement ou progressivement. La modélisation par classe d'âge n'est pas applicable dans les peuplements hétérogènes en âge, diamètre ou essences, lesquels constituent la majeure partie de la ressource française. Dans la présente étude, ce modèle a donc été employé uniquement pour les peupleraies, les peuplements reboisés et les nouveaux accrus, il est plus amplement détaillé en complément 2 en fin d'annexe.

Comme pour le modèle MARGOT, le modèle par classe d'âge se base sur les données IFN pour décrire la ressource initiale et les dynamiques naturelles, il s'agit donc d'un modèle empirique. Les simulations s'effectuent également selon une approche démographique par strate, avec un calcul de l'évolution en âge de cohortes de peuplements du même type. La ressource forestière y est décrite par une surface et un volume moyen à l'hectare par classe d'âge. Chaque cohorte occupe une surface initiale qui diminue avec le vieillissement de celle-ci en raison des coupes rases qu'elle subit quand les arbres qui la compose atteignent les dimensions d'exploitation. Le volume moyen à l'hectare d'une génération évolue quant à lui au rythme de la croissance biologique et de l'intensité des prélèvements en éclaircies. Les itérations de 5 ans permettent de calculer un nouvel état du stock sur pied mais également des disponibilités pendant la période. Les surfaces passées en coupe finale alimentent la première classe d'âge à l'itération suivante.

2. STRATES DE PROJECTION ET CALIBRATION DES PARAMETRES INITIAUX

Les deux modèles simulent l'évolution du stock, des disponibilités et du bilan carbone des forêts françaises selon des strates de projection (ou domaines d'étude). Cela signifie que les 16,2 millions d'hectares de forêts et de peupleraies disponibles pour la production de bois (campagnes annuelles d'inventaire 2018 à 2022, soit l'année moyenne 2020) ont été répartis par strates, qui regroupent chacune des peuplements comparables en termes d'essence, de propriété, de conditions de milieu et de sylviculture, et qui peuvent se voir appliquer les mêmes hypothèses de croissance biologique, de mortalité, et de prélèvement, à conditions de développement données (classe d'âge ou de diamètre).

Ces strates, croisant notamment l'essence, le type de propriété et la GRECO (grande région écologique)⁸ sont fixées pour l'ensemble de la projection. Cela signifie qu'un arbre ou un peuplement ne peut pas changer de catégorie et que les renouvellements se font à essence, type de propriété et GRECO constants. Seuls les peuplements changeant d'essence dans le cadre du scénario de renouvellement, ainsi que les nouveaux accrus dérogent à cette règle, leurs essences étant fixées par hypothèse.

2.1. STRATES DU MODELE PAR CLASSE DE DIAMETRE

Les forêts hors peupleraies, peuplements reboisés et accrus ont été réparties en 118 strates issues d'une combinaison de 3 facteurs déterminés à partir des données IFN (cf. Figure 2 ci-dessous) :

- L'essence de l'arbre, avec plus ou moins d'essences ou de groupes d'essences distinguées selon les régions, sans jamais mélanger les feuillus et les résineux ;
- Le type de propriété selon deux catégories, les forêts privées (ne relevant pas du régime forestier), et les forêts publiques (relevant du régime forestier, forêts essentiellement domaniales, communales ou appartenant à des établissements publics) ;
- La grande région écologique (GRECO)⁸, permettant de distinguer les types de sols, de reliefs et de climats en France, soit des facteurs stationnels qui ont un impact sur la productivité des peuplements forestiers.




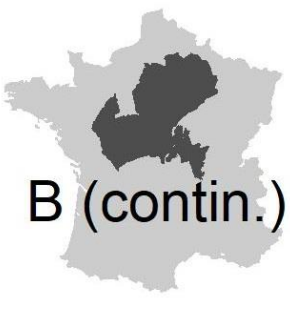


Figure 2 : Schéma de croisement des facteurs de détermination des 118 strates de l'étude pour les forêts hors peupleraies, accrus et reboisement

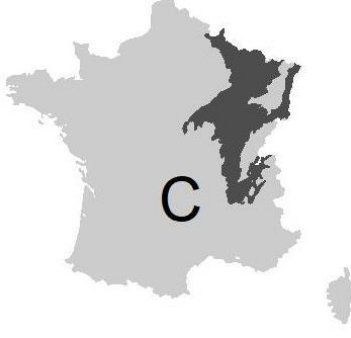




Les strates ont été déterminées selon une approche statistique s'appuyant sur le principe de Pareto et décrite dans Audinot 2021⁵, permettant d'optimiser le nombre de strates et concilier niveau de détail et robustesse des calculs.





Pour le calcul des scénarios de gestion, ces 118 strates sont regroupées en une trentaine de strates pour améliorer la robustesse du paramétrage et faciliter la définition de modulateurs (cf. annexe de la tâche 8).

Pour le modèle par classe de diamètre, les strates sont subdivisées en classes de densité pour les dynamiques naturelles, afin de tenir compte du phénomène de densification des forêts dans l'évolution de la croissance et de la mortalité, et en classes selon le niveau de gestion pour les paramètres de prélèvement, afin de permettre la définition de scénarios de gestion (cf. annexe de la tâche 8). Ces classes forment d'une certaine façon des « sous-strates », au sein desquelles les arbres d'une même strate peuvent cette fois-ci circuler au cours de la simulation. Par exemple, un arbre de la strate « Hêtre en forêt privée dans la GRECO C » pourra changer de classe de densité si le peuplement auquel il appartient se densifie ou au contraire s'éclaircit, mais ne pourra pas changer de strate.

Le tableau suivant liste ces 118 différentes strates (forêt hors peupleraies) et présente leurs grandes caractéristiques:

GRECO	Type de propriété	Essences	Volume en 2020 (en Mm3 bois fort tige et en % du total)
 <p>A</p>	Privée	Châtaignier	12,4 Mm3 (0,5%)
		Chêne pédonculé	24,1 Mm3 (0,9%)
		Chêne rouvre	12,1 Mm3 (0,5%)
		Autres feuillus	25,5 Mm3 (1%)
		Pin maritime	8,4 Mm3 (0,3%)
		Autres résineux	21,5 Mm3 (0,8%)
	Publique	Tous feuillus	8,4 Mm3 (0,3%)
		Tous résineux	5,2 Mm3 (0,2%)
 <p>B (contin.)</p>	Privée	Charme	23,5 Mm3 (0,9%)
		Châtaignier	17,8 Mm3 (0,7%)
		Chêne pédonculé	78,8 Mm3 (3%)
		Chêne rouvre	71,3 Mm3 (2,7%)
		Frêne	17,7 Mm3 (0,7%)
		Autres feuillus	69,4 Mm3 (2,6%)
		Pin maritime	16,6 Mm3 (0,6%)
		Pin sylvestre	16,6 Mm3 (0,6%)
		Autres résineux	19,4 Mm3 (0,7%)
	Publique	Chêne pédonculé	10,9 Mm3 (0,4%)
		Chêne rouvre	35,1 Mm3 (1,3%)
		Autres feuillus	24,6 Mm3 (0,9%)
		Tous résineux	11,8 Mm3 (0,4%)
 <p>B (ocean.)</p>	Privée	Chêne pédonculé	12,7 Mm3 (0,5%)
		Chêne rouvre	24,7 Mm3 (0,9%)
		Autres feuillus	47,4 Mm3 (1,8%)
		Tous résineux	10,6 Mm3 (0,4%)
	Publique	Tous feuillus	24,1 Mm3 (0,9%)
		Tous résineux	3,8 Mm3 (0,1%)
 <p>C</p>	Privée	Charme	18,7 Mm3 (0,7%)
		Chêne pédonculé	24,3 Mm3 (0,9%)
		Chêne rouvre	30,5 Mm3 (1,1%)
		Frêne	21,1 Mm3 (0,8%)
		Hêtre	20,1 Mm3 (0,8%)
		Robinier faux acacia	8,7 Mm3 (0,3%)
		Autres feuillus	47,8 Mm3 (1,8%)
		Epicéa commun	11,8 Mm3 (0,4%)
		Autres résineux	22,4 Mm3 (0,8%)

	Publique	Charme	29,7 Mm3 (1,1%)
		Chêne pédonculé	29,4 Mm3 (1,1%)
		Chêne rouvre	45,2 Mm3 (1,7%)
		Hêtre	37,4 Mm3 (1,4%)
		Autres feuillus	33,1 Mm3 (1,2%)
		Epicéa commun	8,7 Mm3 (0,3%)
		Autres résineux	12,5 Mm3 (0,5%)
	Privée	Tous feuillus	24,5 Mm3 (0,9%)
		Epicéa commun	15,7 Mm3 (0,6%)
		Sapin pectiné	10,4 Mm3 (0,4%)
		Autres résineux	4,4 Mm3 (0,2%)
	Publique	Chêne rouvre	11,9 Mm3 (0,4%)
		Hêtre	23,8 Mm3 (0,9%)
		Autres feuillus	7,5 Mm3 (0,3%)
		Epicéa commun	15,1 Mm3 (0,6%)
		Sapin pectiné	33,6 Mm3 (1,3%)
		Autres résineux	14,6 Mm3 (0,6%)
	Privée	Hêtre	12,4 Mm3 (0,5%)
		Autres feuillus	20,4 Mm3 (0,8%)
		Epicéa commun	22,8 Mm3 (0,9%)
		Sapin pectiné	12,1 Mm3 (0,5%)
		Autres résineux	1,9 Mm3 (0,1%)
	Publique	Hêtre	9,1 Mm3 (0,3%)
		Autres feuillus	13,8 Mm3 (0,5%)
		Epicéa commun	12,1 Mm3 (0,5%)
Sapin pectiné		21,5 Mm3 (0,8%)	
	Privée	Pin maritime (en Gascogne)	72,1 Mm3 (2,7%)
	Publique	Pin maritime (en Gascogne)	9,5 Mm3 (0,4%)
	Privée	Châtaignier	23,5 Mm3 (0,9%)
		Chêne pédonculé	49,6 Mm3 (1,9%)
		Chêne pubescent	49,1 Mm3 (1,8%)
		Autres feuillus	56,4 Mm3 (2,1%)
		Pin maritime (hors Gascogne)	10,7 Mm3 (0,4%)
		Autres résineux	8,8 Mm3 (0,3%)

	Publique	Tous feuillus	8,1 Mm3 (0,3%)
		Tous résineux (hors Pin maritime de Gascogne)	2,4 Mm3 (0,1%)
	Privée	Châtaignier	42,5 Mm3 (1,6%)
		Chêne pédonculé	56,5 Mm3 (2,1%)
		Hêtre	49,8 Mm3 (1,9%)
		Autres feuillus	110,4 Mm3 (4,2%)
		Douglas	73,2 Mm3 (2,8%)
		Epicéa commun	39,1 Mm3 (1,5%)
		Pin sylvestre	44,6 Mm3 (1,7%)
		Sapin pectiné	54,7 Mm3 (2,1%)
		Autres résineux	25,4 Mm3 (1%)
	Publique	Hêtre	11 Mm3 (0,4%)
		Autres feuillus	13,1 Mm3 (0,5%)
		Epicéa commun	11,5 Mm3 (0,4%)
		Sapin pectiné	14 Mm3 (0,5%)
		Autres résineux	20,2 Mm3 (0,8%)
	Privée	Hêtre	17,4 Mm3 (0,7%)
		Autres feuillus	26,1 Mm3 (1%)
		Epicéa commun	30,1 Mm3 (1,1%)
		Pin sylvestre	23 Mm3 (0,9%)
		Sapin pectiné	11,3 Mm3 (0,4%)
		Autres résineux	11,6 Mm3 (0,4%)
	Publique	Hêtre	12,1 Mm3 (0,5%)
		Autres feuillus	8,2 Mm3 (0,3%)
		Epicéa commun	23,7 Mm3 (0,9%)
		Mélèze d'Europe	11,6 Mm3 (0,4%)
		Pin sylvestre	10,9 Mm3 (0,4%)
		Sapin pectiné	18,8 Mm3 (0,7%)
		Autres résineux	11,7 Mm3 (0,4%)
	Privée	Hêtre	13,6 Mm3 (0,5%)
		Autres feuillus	37,2 Mm3 (1,4%)
		Tous résineux	12,4 Mm3 (0,5%)
	Publique	Hêtre	22,6 Mm3 (0,8%)
		Autres feuillus	9,6 Mm3 (0,4%)
		Sapin pectiné	14,9 Mm3 (0,6%)
		Autres résineux	10,1 Mm3 (0,4%)



	Privée	Chêne pubescent	16,7 Mm3 (0,6%)
		Chêne vert	9,5 Mm3 (0,4%)
		Autres feuillus	11,9 Mm3 (0,4%)
		Pin d'Alep	15,1 Mm3 (0,6%)
		Autres résineux	8,3 Mm3 (0,3%)
	Publique	Tous feuillus	8,2 Mm3 (0,3%)
		Tous résineux	6,7 Mm3 (0,3%)
	Privée	Chêne vert	11,4 Mm3 (0,4%)
		Autres feuillus	11,4 Mm3 (0,4%)
		Tous résineux	7,6 Mm3 (0,3%)
	Publique	Tous feuillus	3,8 Mm3 (0,1%)
		Tous résineux	9,9 Mm3 (0,4%)

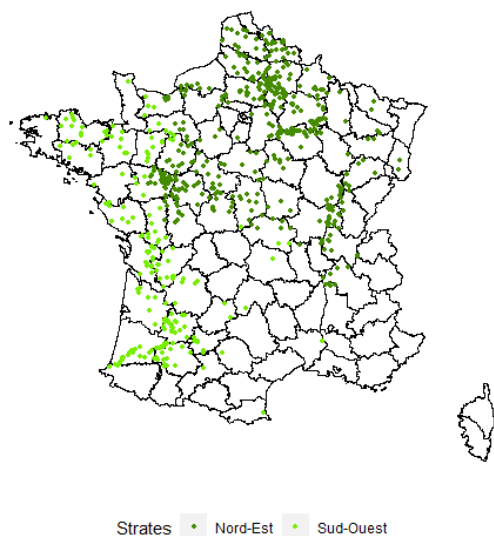
Tableau 1 : Liste des strates de forêt hors peupleraies et principales caractéristiques

2.2. STRATES DU MODELE PAR CLASSE D'AGE

Pour les peupleraies cultivées, représentant 152 000 ha, soit 1% de la surface forestière, deux strates ont été constituées, distinguant deux grands bassins de production avec des conditions de croissance différentes : le "Nord et Est" (GRECO B, C, D et E) et le "Sud et Ouest" (GRECO A, F, G, I et J). Ces deux strates ont donc leurs propres paramètres de production, de mortalité et de prélèvement.

Tableau 2 : Principales caractéristiques des 2 strates de peupleraies

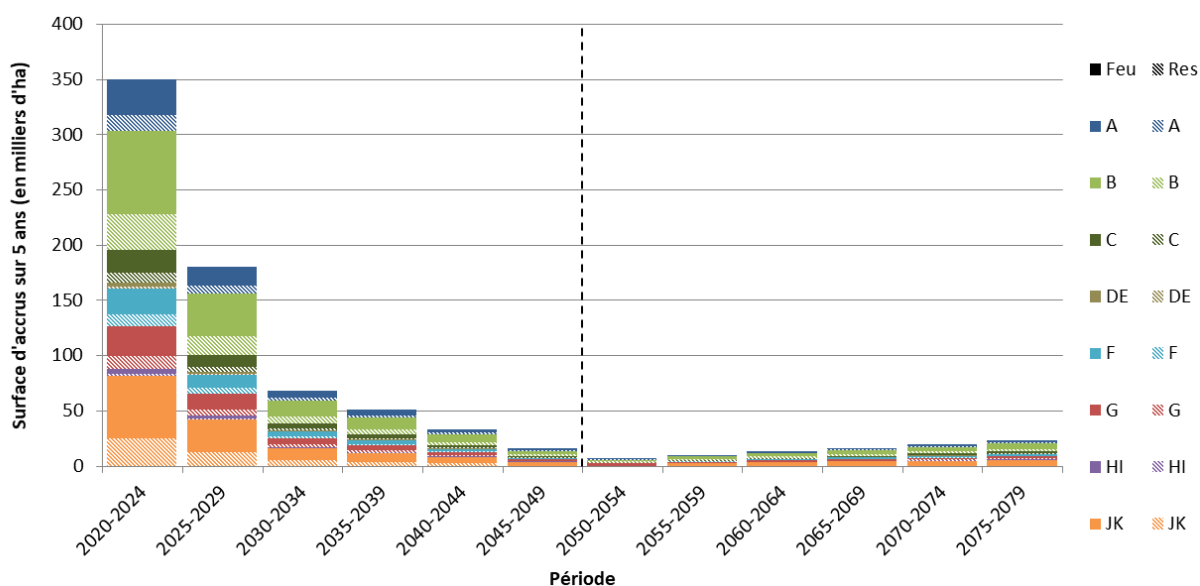
Localisation des placettes



Strate	Nord-Est	Sud-Ouest
Nombre de placettes	425	205
Surface (en ha)	99 800 ha	52 400 ha
Volume (en Mm3 bois fort tige)	16,9 Mm3	9,1 Mm3
Production nette (en m3/ha/an bois fort tige)	10,6 m3/ha/an	11,2 m3/ha/an
Prélèvement actuel (en Mm3/an)	1,3 Mm3/an	0,7 Mm3/an

Une seule strate d'accrus forestiers pour toute la France a été simulée. Les paramètres de production, de mortalité et de prélèvement s'appuient sur les observations IFN des placettes identifiées comme ayant changé de couverture du sol au cours des quinze dernières années. Bien qu'ayant un certain nombre de limites (difficulté d'appréciation sur le terrain, décalage par rapport à l'expansion réellement observée), cette donnée de changement de couverture du sol est suffisamment représentative des accrus forestiers en termes d'essences et de régions concernées. Ce type d'approche permet de cibler les dynamiques naturelles et le type de gestion typique ayant lieu durant les premières années dans des peuplements issus de l'expansion forestière. Cependant, sur des horizons temporels plus longs (au-delà de 2050), cette approche n'est pas adaptée, l'évolution des accrus au-delà de quelques dizaines d'années d'étant pas pris en compte dans cette calibration. En début de projection, cette strate d'accrus est vide par construction, elle s'incrémente au fur et à mesure de la projection avec les surfaces issues des hypothèses d'expansion forestière reprises de la SFEC, appliquées uniquement à la forêt privée et réparties par essence et GRECO selon les observations récentes d'évolution de la surface forestière (cf. graphique ci-dessous).

Figure 3 : Hypothèses de nouvelles surfaces forestières par essence principale et GRECO



Enfin, les peuplements reboisés dans le cadre du plan de renouvellement sortent des projections du modèle par classe de diamètre lors de la coupe rase, puis sont ensuite projetés par classe d'âge suite à leur plantation. Les paramètres de dynamiques naturelles et les itinéraires sylvicoles, définis dans la tâche 3, y sont appliqués selon l'essence plantée et la fertilité du peuplement. Le croisement de ces deux critères fait office de « strate », constituant ainsi 20 strates de reboisement en projection. Une part de la surface reboisée rejoint également la strate d'accrus afin de prendre en compte les échecs de plantation, avec un taux d'échec variable (entre 15% et 45%) selon les essences et scénarios de renouvellement. Ces éléments sont détaillés dans l'annexe de la tâche 3.

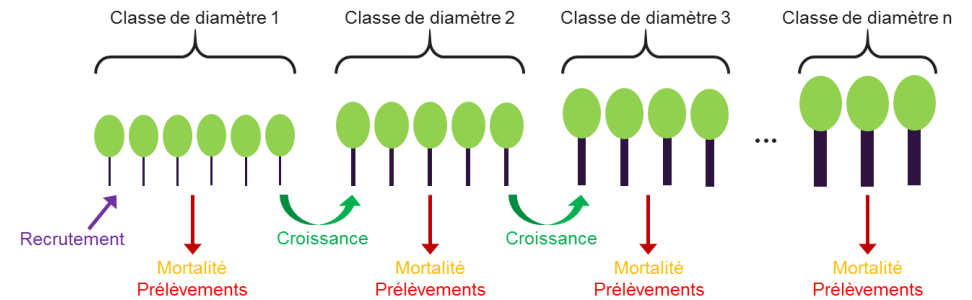
Pour ces différentes strates, simulées via le modèle par classe d'âge, un seul paramétrage de prélèvement est appliqué en projection, basé sur les observations IFN (pour les peupleraies et accrus) et sur les itinéraires définis dans la tâche 3 (pour les reboisements). La récolte dans ces peuplements est donc identique quel que soit le scénario de gestion. En revanche, la production et la mortalité font l'objet d'une modulation selon les scénarios d'effets du climat, telle que détaillée dans l'annexe de la tâche 2.

BIBLIOGRAPHIE

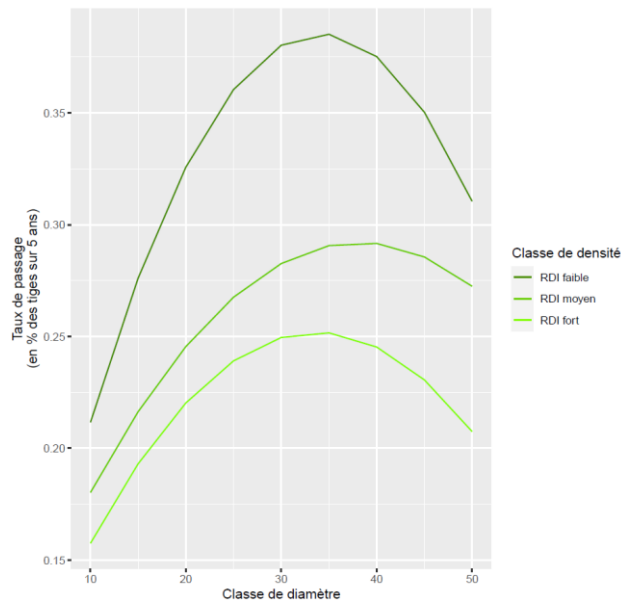
1. Wernsdörfer, H. *et al.* Large-scale dynamics of a heterogeneous forest resource are driven jointly by geographically varying growth conditions, tree species composition and stand structure. *Ann. For. Sci.* **69**, 829–844 (2012).
2. Colin, A., Wernsdörfer, H., Thivolle-Cazat, A. & Bontemps, J.-D. France. in *Forest Inventory-based Projection Systems for Wood and Biomass Availability* (eds. Barreiro, S., Schelhaas, M.-J., McRoberts, R. E. & Kändler, G.) vol. 29 159–174 (Springer International Publishing, Cham, 2017).
3. Colin, A. & Thivolle-Cazat, A. *Disponibilités Forestières Pour l'énergie et Les Matériaux à l'horizon 2035*. 91 p. (2016).
4. Roux, A. *et al.* *Quel Rôle Pour Les Forêts et La Filière Forêt-Bois Française Dans l'atténuation Du Changement Climatique ?* (2017).
5. Audinot, T. Développement d'un modèle de dynamique forestière à grande échelle pour simuler les forêts françaises dans un contexte non-stationnaire. (Université de Lorraine, 2021).
6. Audinot, T., Wernsdörfer, H., Le Moguédec, G. & Bontemps, J.-D. Modeling and propagating inventory-based sampling uncertainty in the large-scale forest demographic model "MARGOT". *Nat. Resour. Model.* **35**, (2022).
7. Alvarez-Marty, S. *La Méthode Des Générations Dans l'étude de La Ressource d'une Forêt Équienne*. 135–146 (1989).
8. IFN. Une nouvelle partition écologique et forestière du territoire métropolitain : les sylvoécorégions (SER). *L'IF* (2011).

COMPLEMENT 1 : PRINCIPE D'UNE ITERATION DANS LE MODELE PAR CLASSE DE DIAMETRE MARGOT

MARGOT (*MATRIX model of forest Resource Growth and Dynamics On the Territory scale*) est un modèle démographique de dynamique forestière, avec un fonctionnement matriciel par classe de diamètre. Il simule l'évolution d'une population d'arbres en fonction de son diamètre, et opère au niveau de strates, c'est-à-dire des populations d'arbres homogènes en termes de croissance, mortalité et sylviculture. Le modèle fonctionne suivant un pas de temps de 5 ans, à partir d'une distribution initiale des effectifs par strate et classe de diamètre et de paramètres de dynamiques naturelles et de gestion.



Graphiques du taux de passage sur la strate du charme en forêt privée de la GRECO B continentale

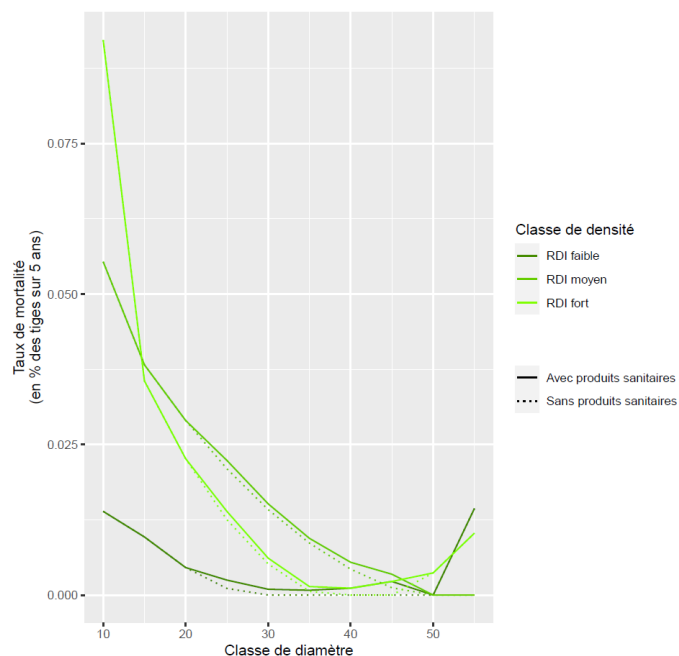


Application des dynamiques naturelles

Les dynamiques naturelles sont calibrées sur les observations IFN par strate (environ 120 strates croisant essence, type de propriété et GRECO), classe de diamètre et classe de densité. En projection, le taux de passage, le recrutement (qui représentent ensemble la production) et le taux de mortalité sont appliqués pour chaque strate en fonction de la classe de densité du peuplement (RDI).

- Le taux de passage correspond au nombre de tiges d'une classe de diamètre qui passe dans la classe de diamètre supérieure durant les 5 ans de l'itération. Il est calculé à partir des observations d'accroissements radiaux sur 5 ans effectués sur les placettes IFN par carottage des arbres vifs.
- Le recrutement correspond au nombre de tiges entrant dans la première classe de diamètre pendant les 5 ans de l'itération. Il est calculé à partir des tiges qui sont nouvellement recensables sur les placettes IFN, et représentent soit la régénération en forêt, soit l'expansion forestière. La part de l'expansion forestière dans le recrutement est ici supprimée (en utilisant l'information sur l'évolution historique des surfaces et la présomption d'état boisé historique des placettes), car les accrus forestiers et boisements de terres agricoles sont simulés indépendamment.

Graphiques du taux de mortalité sur la strate du charme en forêt privée de la GRECO B continentale



- Le taux de mortalité correspond au nombre de tiges pour chaque classe de diamètre mourant durant la période de 5 ans de l'itération. Ce nombre de tiges est issu des observations d'arbres morts sur les placettes IFN sur les 5 ans précédant la visite du point. Dans l'IFN, cette mortalité ne tient donc pas compte des arbres morts qui ont été prélevés avant la visite du point. Les volumes de produits sanitaires ont été estimés et ajoutés à ce taux de mortalité, en mobilisant les données ONF et les données EFS sur les récoltes sanitaires par essence.

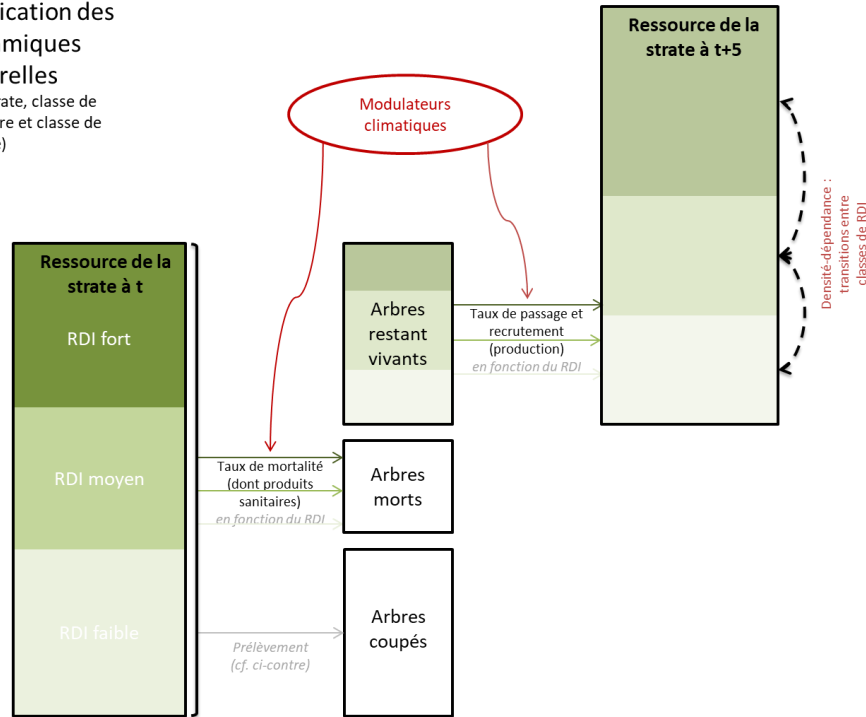
Ces taux sont calibrés sur les campagnes IFN 2018-2022 (soit les flux de la période 2013-2022), correspondant aux dynamiques naturelles actuellement observées. Pour le taux de mortalité, une deuxième calibration est effectuée sur les campagnes 2013-2017 (soit les flux de la période 2008-2017) pour correspondre à une mortalité hors crise alors que la première calibration correspond à la mortalité de la crise actuelle.

Les modulateurs climatiques sont appliqués aux taux de passage, recrutement et taux de mortalité « actuels » selon le scénario d'effets du climat et selon la période de projection (cf. annexe de la tâche 2).

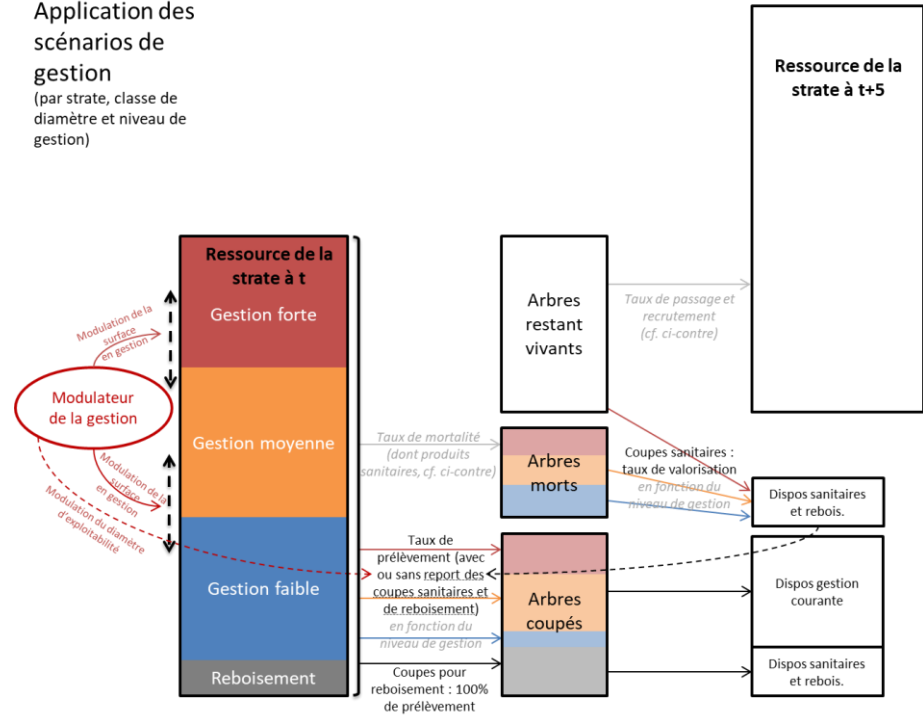
A la fin de l'itération, la densité de chaque point (RDI) est recalculée de manière à appliquer le taux correspondant à sa nouvelle classe de densité lors de l'itération suivante. Une densité-dépendance, tenant compte des phénomènes de compétition au sein des arbres d'un même peuplement est ainsi appliquée.

Schéma du principe d'application des différents taux dans MARGOT lors d'une itération de projection

Application des dynamiques naturelles
(par strate, classe de diamètre et classe de densité)



Application des scénarios de gestion
(par strate, classe de diamètre et niveau de gestion)



Application des scénarios de gestion

La gestion est également implémentée au travers d'une fonction de prélèvement (taux de prélèvement en effectif) par classe de diamètre, par grandes strates et par classe de gestion, calibré sur les données IFN. Pour le prélèvement, les strates sont regroupées (environ 30 grandes strates croisant feuillus/résineux, type de propriété et GRECO) afin de gagner en robustesse sur la calibration des taux. La classe de densité n'intervient plus, en revanche, une distinction par strate est faite selon 3 classes de niveau de gestion, classant les placettes IFN selon la présence ou non de coupes récentes ou de traces de gestion (cf. clé de classification en complément 2 de l'annexe de la tâche 8).

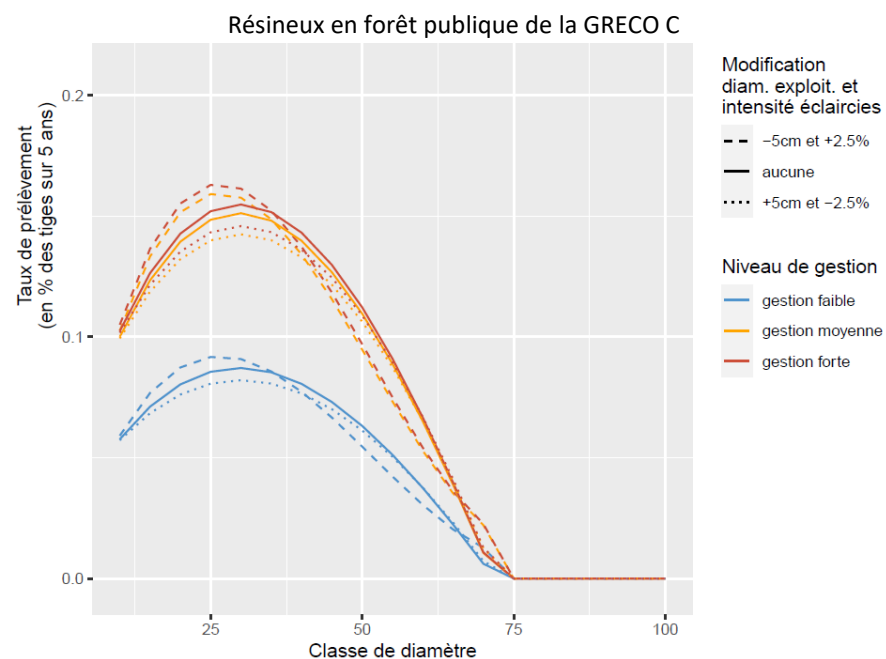
Pour chaque grande strate, la fonction de prélèvement est calculée par classe de diamètre, et déclinée par classe de gestion, à partir des observations des arbres coupés lors de la revisite des points IFN, 5 ans après la première mesure. Ce calcul est réalisé sur les points remesurés lors des campagnes 2013-2022 (soit les flux de la période 2008-2022), sauf pour les strates contenant plus de 20 % d'épicéa, pour lesquelles la calibration se fait sur les points remesurés lors des campagnes 2013-2017 (soit les flux de la période 2008-2017), et pour les strates de résineux en GRECO F, pour lesquelles la calibration se fait sur les points remesurés lors des campagnes 2018-2022 (soit les flux de la période 2013-2022), afin de ne pas intégrer dans la calibration ni les effets de la crise des scolytes sur les épicéa, ni les effets de la tempête Klaus sur le pin maritime. Cette fonction de prélèvement est considérée représentative de la gestion « actuelle ». Appliquée à la répartition actuelle des peuplements au sein des strates et des classes de gestion, elle aboutit au prélèvement moyen observé par l'IFN ces quinze dernières années (produits sanitaires inclus*).

Par ailleurs, une autre famille de fonctions de prélèvement est calculée à partir des données IFN pour estimer les taux de prélèvement si le diamètre d'exploitabilité et si l'intensité des éclaircies dans les peuplements changeaient. Les fonctions sont ainsi recalculées en modifiant jusqu'à + ou -10 cm le diamètre des arbres sur les placettes passant en coupe définitive et jusqu'à + ou -5 % l'intensité des éclaircies sur les placettes passant en coupe d'amélioration (cf. courbes en pointillés dans le graphique ci-contre). Cette seconde famille de fonctions peut être utilisée en projection pour simuler une évolution du diamètre d'exploitabilité et de l'intensité des éclaircies.

En projection, la différence de gestion selon les scénarios de gestion se fait

Graphiques des fonctions de prélèvement sur 4 strates

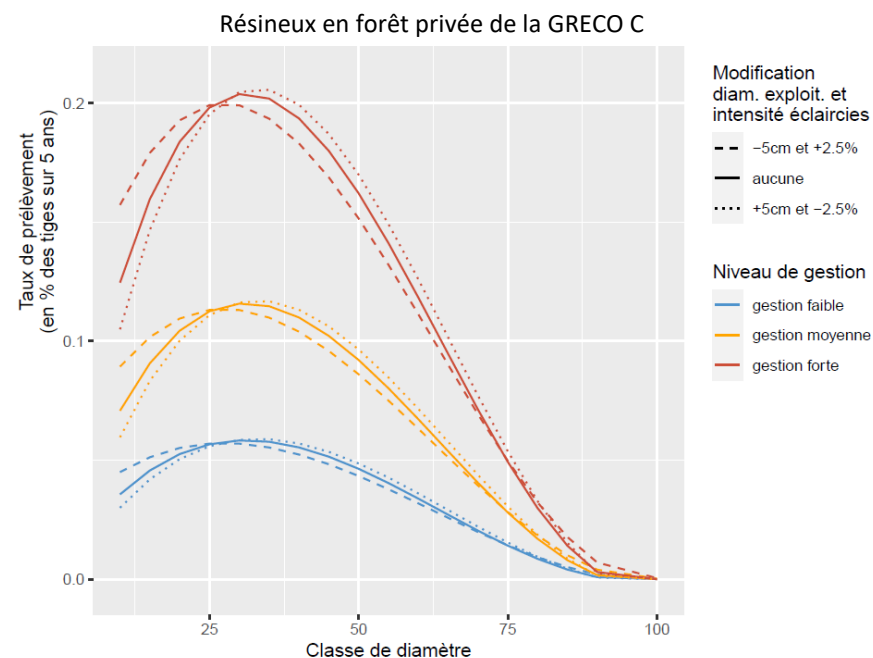
(NB : de façon assez logique, on retrouve une plus forte proximité des fonctions de prélèvement en gestion moyenne et forte en forêt publique qu'en forêt privée, reflétant une gestion homogène et relativement maximale sur les surfaces déjà en gestion, les surfaces en gestion « faible » étant soit inaccessibles, soit protégées en forêt publique, contrairement à la forêt privée pour laquelle l'éventail dans la gamme des niveaux de gestion est plus large)



essentiellement en modifiant la répartition des peuplements entre les classes de niveaux de gestion, et en faisant varier le diamètre d'exploitabilité par un changement de la famille de fonctions de prélèvement utilisée. Ces deux modulations n'ont pas le même impact (assez forte pour le changement de répartition entre niveaux de gestion, faible pour le changement de diamètre d'exploitabilité), et elles ne sont pas appliquées de la même manière selon les strates. En effet, des hypothèses à dire d'expert sont définies pour fixer sur quelles strates une évolution de la gestion paraît possible ou non (cf. tableau en complément 3 de l'annexe de la tâche 8).

Lors d'une itération plusieurs étapes sont réalisées pour aboutir aux disponibilités en bois sur une strate et une période :

- Sur le volume de mortalité, un taux de valorisation des bois morts est appliqué aux gros bois et bois moyens, selon le niveau de gestion et la strate (cf. tableau en complément 3 de l'annexe de la tâche 8). Ces taux de valorisation sont fixés par hypothèse, plus forts pour les classes de gestion forte et plus faibles pour les classes de gestion faible, mais de manière à atteindre globalement les volumes de produits sanitaires des données ONF et EFS actuelles lors de l'initialisation. Ce volume de mortalité valorisé constitue une gestion de « crise » et variera mécaniquement en projection, selon le scénario d'effet du climat bien entendu mais également selon le scénario de gestion. En effet, pour les scénarios où le niveau de gestion baisse, plus de surfaces seront en gestion « faible » et la valorisation sera moins forte, et inversement pour les scénarios où le niveau de gestion augmente. Si durant la période de l'itération, des peuplements sont identifiés pour être coupés en vue d'un reboisement, un taux de prélèvement de 100 % des tiges y est appliqué et ces peuplements sont supprimés de la simulation MARGOT (et ajoutés à la simulation du plan de renouvellement). Ces coupes totales viennent alimenter les disponibilités en bois et correspondent pour la plupart à une gestion de « crise », visant à reconstituer des peuplements dépérissants ou vulnérables (cf. tâche 3).
- Ces disponibilités de coupes liées aux « crises » constituent un volume de coupe plus ou moins « subies ». Ces coupes apportent du bois sur le marché et viennent impacter les coupes de gestion « courante » qui auraient lieu hors période de crise. Afin de tenir compte de ce phénomène, pour la plupart des scénarios de gestion, ces volumes sont défalqués de la fonction de prélèvement

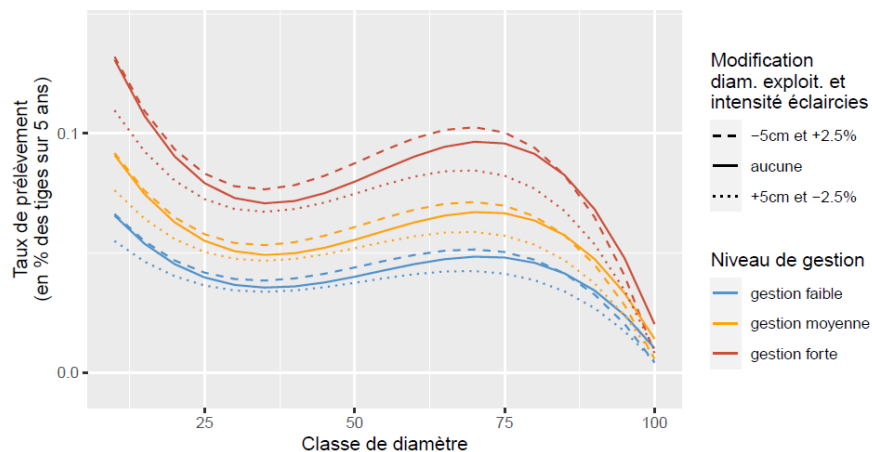


Feuillus en forêt privée de la GRECO B

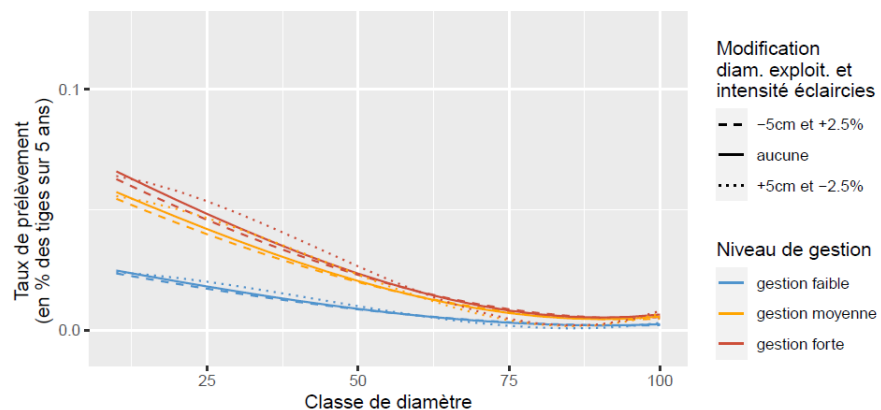
dans les autres peuplements, représentant ainsi une forme de « report de coupes » dans les peuplements sains à cause de l'arrivée de bois de crise. Seuls pour les scénarios visant un prélèvement supérieur à l'actuel, le « report de coupes » est d'abord annulé (c'est-à-dire que les coupes « courantes » viennent s'ajouter aux coupes de « crise ») avant d'avoir à mettre en gestion active des zones actuellement peu gérées.

- Pour tous les autres peuplements, la fonction de prélèvement est appliquée selon la strate et le niveau de gestion. Les peuplements peuvent changer de niveau de gestion selon leurs caractéristiques propres (exploitabilité, capital à l'ha..., cf. clé de classification en complément 2 de l'annexe de la tâche 8), leur strate (potentiel plus ou moins fort d'évolution selon les strates, cf. tableau complément 3 de l'annexe de la tâche 8) et le scénario de gestion (objectif de prélèvement à atteindre au niveau national). Par ailleurs, selon le scénario de gestion et le potentiel de la strate, un diamètre d'exploitabilité et une intensité d'éclaircie plus ou moins élevés que les actuels peuvent être appliqués. Ainsi, dans les scénarios où le niveau de gestion baisse, d'une part certains peuplements actuellement en gestion « forte » ou « moyenne » passeront en gestion « moyenne » ou « faible », d'autre part leur diamètre d'exploitabilité pourra augmenter et leur intensité d'éclaircie pourra diminuer, aboutissant à des disponibilités plus faibles. Et l'inverse sera appliqué pour les scénarios où le niveau de gestion augmente.

** NB : Pour aboutir exactement au prélèvement actuel en initialisation, il convient donc de défalquer entièrement la valorisation de la mortalité de la fonction de prélèvement (via un « report de coupes » de 100 %), ou de ne pas tenir compte des produits sanitaires dans le taux de mortalité.*



Feuillus en forêt publique des GRECO J & K

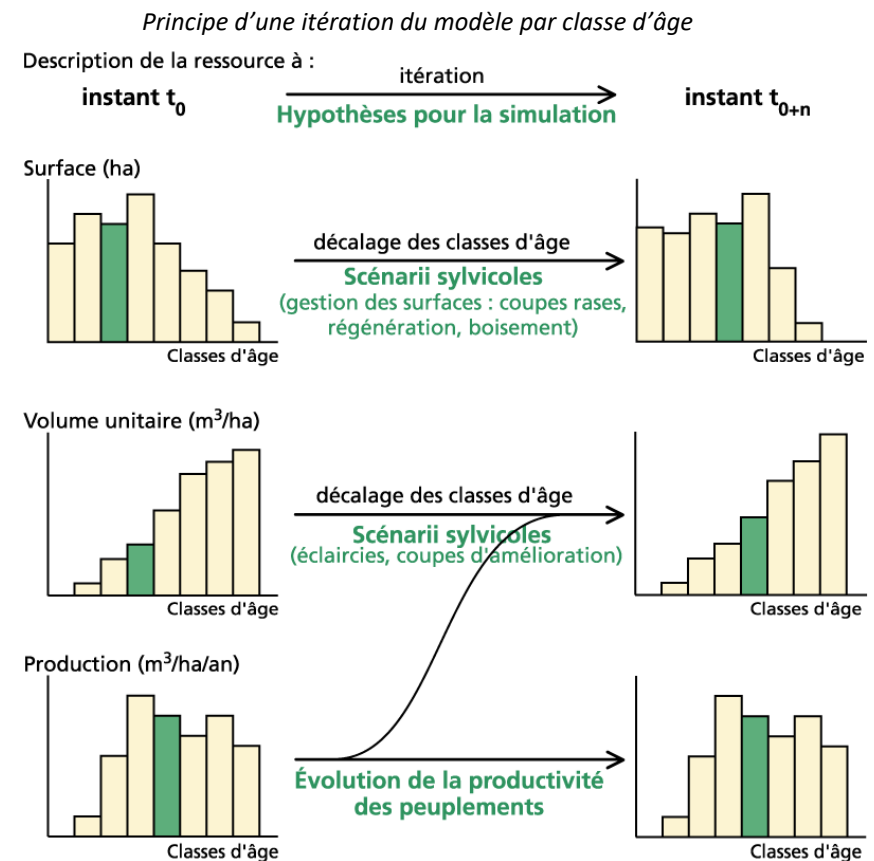


COMPLEMENT 2 : PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT DU MODELE PAR CLASSE D'AGE

Le modèle pas classe d'âge repose sur la simulation de la croissance des peuplements et de leur récolte en fonction de leur âge. Il ne peut donc être utilisé qu'avec les peuplements réguliers ou équiennes (futaies régulières et taillis simples) pour lesquels tous les arbres de la parcelle ont un âge identique. La simulation est réalisée au niveau de chaque strate ou domaine d'étude. La simulation est effectuée par itérations successives, dont la durée est égale à la largeur des classes d'âge. Seules les peupleraies, les accrues et le plan de renouvellement sont simulés à l'aide de ce modèle dans la présente étude.

Trois types de paramètres sont définis par classe d'âge et par strate :

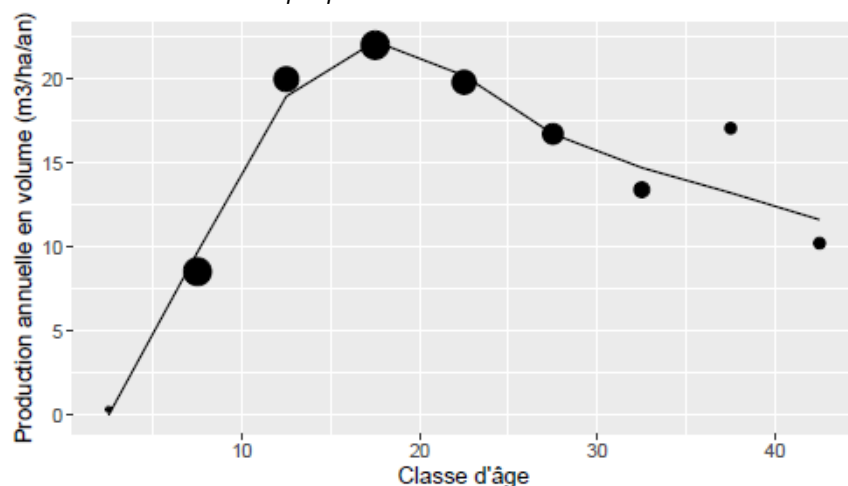
- L'état de la ressource forestière exprimé en surface (ha) et en volume moyen (m³/ha) par classe d'âge et strate. L'état initial est issu des observations IFN des campagnes 2018 à 2022 pour les peupleraies et est fixé à 0 pour le point de départ des projections des accrues et du plan de renouvellement. Lors d'une itération, la surface d'une classe d'âge ne passant pas en coupe finale va être transférée dans la classe d'âge suivante, la classe d'âge 0 est alimentée par les surfaces passant en coupe finale et par les nouvelles surfaces arrivant dans la strate (reboisements du plan de renouvellement/boisement et accrues de l'expansion forestière). De même le volume hectare évolue lors d'une itération, en fonction de la production, de la mortalité, et des éclaircies de la classe d'âge en question.
- Les dynamiques naturelles exprimées via une production brute et une mortalité annuelle (m³/ha/an) par classe d'âge et strate. Pour les peupleraies, ces paramètres sont issus des observations IFN des mêmes campagnes que pour les strates forestières (soit les campagnes 2018-2022 = période 2013-2022 pour la production et les campagnes 2013-2017 = période 2008-2017 pour la mortalité). Pour les accrues, ces dynamiques sont calculées sur les campagnes pour lesquelles la donnée d'ancienneté du couvert boisé est disponible et permet de distinguer les « nouvelles » forêts (soit les campagnes 2005-2013 = période 2000-2013 pour la production et les campagnes 2008-2013 = période 2003-2013 pour la mortalité). Enfin, pour les plantations du plan de renouvellement, les paramètres de production et de mortalité ont été définis de façon ad hoc (cf.



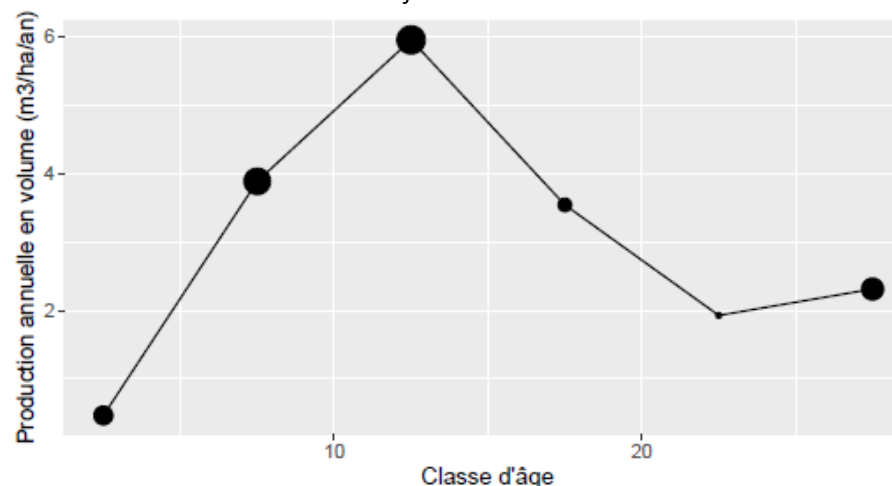
tâche 3). Les modulateurs d'effet du climat sont également appliqués par période selon les 3 scénarios d'effet du climat selon leur version « favorable » (cf. tâche 2), faisant évoluer les paramètres de production et de mortalité initialement calculés ou définis.

- La sylviculture est représentée selon deux paramètres, d'une part le pourcentage de la surface d'une classe d'âge passant en coupe finale (coupe rase), et d'autre part le pourcentage de volume d'une classe d'âge coupé en éclaircie (intensité d'éclaircie). Ces paramètres viennent modifier l'état de la ressource de la strate et alimentent les résultats en disponibilité. Un seul et unique scénario de gestion a été défini dans l'étude en cours pour les peuplements simulés par classe d'âge. Pour les peupleraies et accrus, ce scénario correspond aux pratiques « actuelles » de coupes observées sur les points IFN lors du retour sur les placettes (campagnes 2008-2017 = période 2008-2022 pour les peupleraies et campagnes 2005-2013 = période 2005-2018 pour les accrus). Pour les reboisements, il s'agit des paramètres de itinéraires préconisés pour les essences en reboisement, définis de façon ad hoc (cf. tâche 3).

Exemple du paramètre de production brute en volume pour la strate de peupleraies « Sud-Ouest »



Exemple du paramètre de production brute en volume pour la strate d'accrus forestiers



NB : les points représentent la valeur moyenne de production issue des données IFN (la taille des points est fonction du nombre de placettes IFN) et la ligne représente la valeur lissée de la production, retenue comme paramètre de projection

Annexe T2 : Prise en compte de scénarios d'effets du climat dans les projections

Auteurs : Claire Bastick (IGN), Henri Cuny (IGN) - Date : Avril 2024

Contenu

1. Mortalité et production biologique à l'IFN et dans MARGOT.....	20
2. Évolution du climat et modélisation de ses effets sur la forêt.....	22
3. Principes de la méthode adoptée pour intégrer les effets du climat dans les projections.....	24
4. Calcul des modulateurs des scénarios d'effets du climat	25
4.1. Principe de calcul des modulateurs.....	25
4.2. Prise en compte de la variabilité entre peuplements	27
4.3. Limites du calcul	28
Bibliographie.....	29
Complément 1 : Variabilité de l'évolution récente des dynamiques naturelles entre peuplements	30
Complément 2 : Pondération des modulateurs « favorable » et « défavorable » par strate.....	33

1. MORTALITE ET PRODUCTION BIOLOGIQUE A L'IFN ET DANS MARGOT

Le modèle de projection de l'IGN (modèle MARGOT) implique de calibrer les dynamiques forestières naturelles à partir des observations de l'IFN, par strate forestière (ici : essence x GRECO x type de propriété), classe de diamètre et classe de densité. Les dynamiques naturelles y sont exprimées selon trois termes : un taux de passage représentant l'accroissement des arbres, un taux de mortalité, et un recrutement, représentant les nouveaux jeunes arbres entrant dans la projection.

Le taux de mortalité représente la proportion de tiges d'une strate, classe de diamètre et classe de densité mourant au cours de la période de 5 ans. La donnée IFN utilisée pour calibrer ce taux de mortalité est issue de l'observation des arbres morts depuis moins de 5 ans sur les placettes dites de « première visite » (*i.e.* qui n'ont jamais été visitées auparavant). Les arbres morts mais prélevés pendant la période de 5 ans ne sont pas pris en compte dans la donnée IFN de mortalité, mais ils sont inclus dans la donnée de prélèvement. Pour estimer une mortalité totale (arbres restant morts sur pied et mortalité prélevée), il est nécessaire de combiner les données IFN avec d'autres sources de données (cf. complément 1 de l'annexe de la tâche 8). Une autre limite de cette donnée de mortalité tient dans la difficulté d'estimer sur le terrain une date de mort de l'arbre (plus ou moins de 5 ans). C'est pour cette raison que depuis 2015, la mortalité est aussi évaluée par retour sur les placettes IFN déjà visitées une première fois 5 ans auparavant, qui deviennent alors des placettes dites de « deuxième visite », permettant d'assurer que les arbres comptabilisés comme morts sont effectivement morts depuis moins de 5 ans. Cependant, cette donnée étant récente, les séries historiques ne sont pas suffisamment longues pour qu'elle puisse être utilisée en calibration des projections. C'est donc la donnée prise en

« première visite » qui sert aux simulations, sachant que celle-ci est très proche de la nouvelle donnée (cf. Figure 1 ci-dessous).

Le taux de passage indique la proportion de tiges d'une strate, classe de diamètre et classe de densité changeant de classe de diamètre au cours de la période de 5 ans. Ce taux est calculé à partir de la mesure de l'accroissement radial des 5 dernières années sur les arbres des placettes IFN lors de la « première visite ». Cette mesure est réalisée par prélèvement d'une carotte de bois à la terrière de Pressler sur les arbres vivants. Elle permet, par comptage et mesure des cernes annuels de croissance, de connaître le diamètre qu'avait l'arbre 5 ans auparavant et d'en déduire le taux de passage. Cette même donnée permet également de calculer le terme de recrutement du modèle, représentant le nombre de tiges ayant passé le seuil de recensabilité de 7,5 cm de diamètre au cours de la période de 5 ans.

Classiquement, ces dynamiques naturelles sont calibrées sur les observations issues des 5 campagnes IFN les plus récentes disponibles à date de réalisation de l'étude. Compte-tenu de la méthode d'observation de l'IFN, les flux sur une campagne d'inventaire correspondent eux-mêmes à une période de 5 ans. Une calibration sur 5 campagnes d'inventaire revient donc à reprendre les dynamiques naturelles ayant été observées sur les 10 dernières années par strate forestière, classe de diamètre et classe de densité, pour les appliquer en simulation. Par ailleurs, nativement dans le modèle, ces différents taux sont appliqués de façon constante par strate, classe de diamètre, classe de densité, ce qui suppose que les autres facteurs, et notamment le facteur climatique, restent stationnaires en projection.

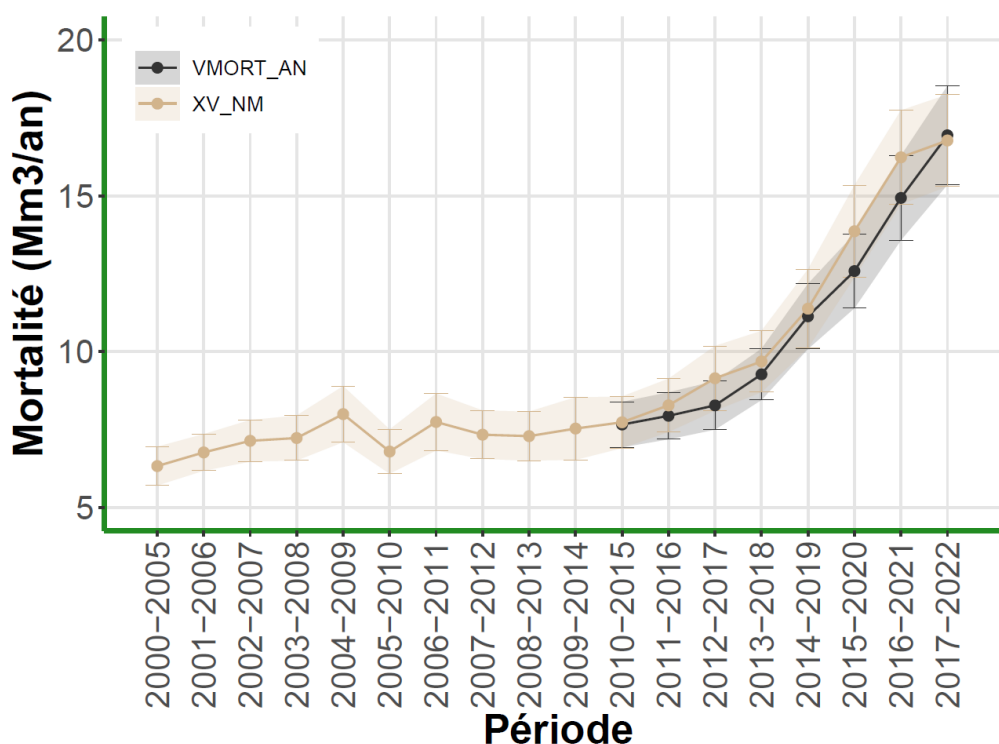


Figure 1 : Graphique de la mortalité (exprimée en millions de m3 par an) en France de 2005 à 2022, toutes essences confondues, estimée à partir du programme IFN. La courbe orange correspond à la mortalité évaluée depuis 2005 sur les placettes dites de « première visite » (donnée XV_NM) ; la courbe noire correspond à la mortalité évaluée depuis 2015 sur les placettes dites de « deuxième visite » (donnée VMORT_AN).

Or depuis quelques années et notamment depuis 2016, l'IGN constate une très forte augmentation de la mortalité (cf. Figure 1 ci-dessus). Elle coïncide avec une succession d'années marquées par un fort déficit hydrique affectant une part importante de la surface forestière de métropole. De même, une tendance à la baisse de la production biologique brute à l'échelle nationale semble se dessiner. Ces évolutions récentes, en grande partie imputées aux dernières sécheresses et crises biotiques associées, montrent qu'il est nécessaire

d'intégrer plus explicitement au modèle de projection classique les effets du changement climatique sur les dynamiques naturelles. En effet, conserver les dynamiques naturelles de la période 2013-2022 n'est pas cohérent :

- d'une part, avec les simulations du climat futur qui prévoient une hausse de la fréquence, de l'intensité et de la durée des épisodes de sécheresse, rendant impossible de considérer le facteur climatique comme stationnaire à l'avenir (ce facteur a d'ailleurs déjà fait varier les dynamiques naturelles des dernières années) ;
- d'autre part, avec un prolongement continu dans le futur de la crise actuelle, qui ne semble pas réaliste mais qui serait cependant induit par l'application de la calibration sur les 5 dernières campagnes à l'ensemble de la période de projection.

2. ÉVOLUTION DU CLIMAT ET MODELISATION DE SES EFFETS SUR LA FORET

L'évolution récente du climat montre en France une hausse des températures de l'ordre de 1,7°C depuis 1900^{1,2}. Cela se traduit aussi par des vagues de chaleur plus importantes et par une augmentation des risques de sécheresse, tant en fréquence qu'en intensité. Ces changements du climat ont déjà des conséquences sur les forêts, à la fois sur le stress hydrique subi par les arbres, sur la durée de saison de végétation des arbres, sur l'évolution des crises biotiques (pour les populations de bioagresseurs dépendantes des températures, comme les scolytes), sur le risque d'incendie de forêt...

L'alternance de périodes à fort déficit hydrique et de périodes plus calmes se traduit au niveau de la mortalité forestière par une succession de vagues de dépérissements, *i.e.* des périodes de plusieurs années de forte hausse de la mortalité, entrecoupées de périodes où la mortalité redescend à des niveaux moindres. La production biologique des forêts est également impactée par ces phénomènes de changement climatique, positivement dans certains cas et dans un premier temps du fait de l'augmentation de la concentration en CO2 atmosphérique et de l'allongement de la durée de la saison de végétation, mais de plus en plus souvent négativement du fait notamment du déficit hydrique.

Figure 2 : Évolution de la température moyenne annuelle en France métropolitaine de 1900 à 2019, en référence à la période 1961-1990 (Source : Météo-France)

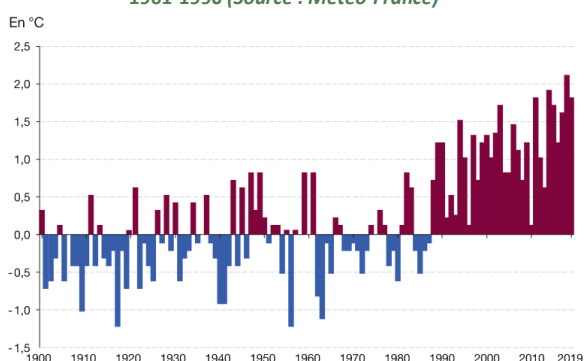
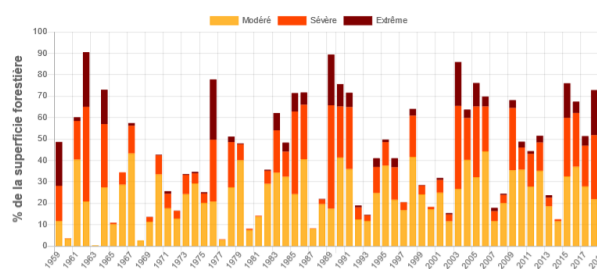


Figure 3 : Proportion de la superficie forestière affectée par la sécheresse annuellement entre 1959 et 2019, selon 3 niveaux de déficit hydrique (Source : IGD indicateur 2.4.4, modèle Biljou)

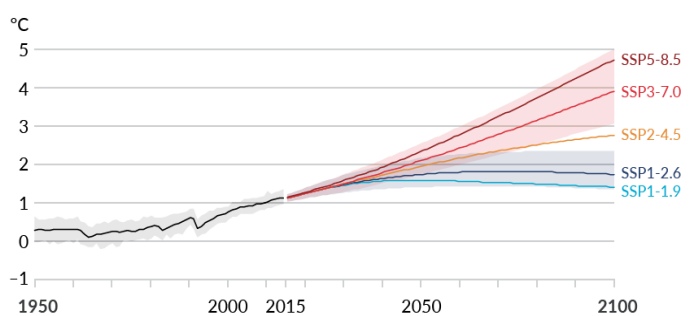


Si les impacts du changement climatique sur la mortalité³ ainsi que sur la productivité⁴ sont bien identifiés, il reste cependant très difficile de les quantifier et de les modéliser exactement à large échelle, même sur des données observées récentes. En effet, la variabilité génétique sur la résilience des individus, la capacité d'adaptation des arbres suivant les zones forestières, l'effet du mélange d'espèces sur le stress hydrique sont autant de phénomènes pouvant influencer la réaction des arbres au changement climatique, mais dont l'étude est délicate et encore partielle. Les besoins de recherche sur la thématique restent donc importants.

Au-delà de la connaissance de l'impact des changements du climat sur les forêts au cours de la période récente, l'enjeu principal réside dans la projection de l'évolution de ces impacts à l'avenir. A ces premières questions scientifiques sur le lien entre climat et dynamiques naturelles, s'ajoutent alors les incertitudes liées à l'évolution du climat en lui-même, et celles liées à la modélisation d'un système en extrapolation des conditions connues jusqu'à présent. Dans ce cadre, si les approches empiriques de modélisation du lien entre variables climatiques et observations récentes de croissance (Ols et al. 2020⁵) et de mortalité (Taccoen et al. 2019³) permettent d'évaluer l'importance du facteur climatique dans les données historiques, le domaine de validité de ces modèles se limite à cette période historique et ils ne peuvent pas en l'état être appliqués en projection.

Différentes trajectoires socio-économiques, traduites en scénarios de réchauffement, sont clairement définies à l'échelle internationale par le GIEC (cf. Figure 4 ci-contre) et reprises dans les politiques climatiques nationales^{1,2}. La trajectoire de référence utilisée en matière de planification au niveau français se base ainsi sur un réchauffement de + 4°C à l'horizon 2100 en France par rapport à l'ère pré-industrielle². Cependant, la régionalisation et la traduction de ces scénarios en matière de variables climatiques (températures, précipitations, etc.) et à l'échelle infra-nationale constituent une première source d'incertitudes⁶.

Figure 4 : Evolution de la température globale en surface par rapport à la période 1850-1900 (Source : GIEC, 6^{ème} rapport d'évaluation, 2022)



La seconde source d'incertitudes, encore plus majeure, réside dans la modélisation de l'impact de ces scénarios climatiques sur la mortalité et la croissance. Différentes familles de modèles cherchent à relier des variables climatiques et leur évolution future avec la vulnérabilité, le dépérissement, l'aire de répartition, la mortalité ou la croissance des peuplements. Nous pouvons ici notamment citer les modèles éco-physiologiques de processus biochimiques (Castanea-SSM⁷, GO+⁸...) ou de fonctionnement hydraulique des plantes (SurEau⁹), les outils d'aide au choix des essences (ClimEssences¹⁰, BioClimSol¹¹). En amont de la présente étude, des travaux d'analyse visant à coupler certains de ces modèles avec les projections MARGOT ont été effectués, mais différentes limites ont été soulevées^{6,12}. Parmi les limites communes à ces approches, l'une d'elles tient au fait que ces modèles n'étudient que certaines essences et uniquement des peuplements purs. Par ailleurs, ces modèles sont souvent calibrés sur des données issues de sites expérimentaux locaux. La forêt française étant très diversifiée en essences et les peuplements purs représentant moins de la moitié de la superficie forestière, ces modèles sont le plus souvent incompatibles avec une projection exhaustive de la ressource forestière.

Une autre limite de ces approches est liée aux valeurs inédites prédites par les scénarios climatiques pour différentes variables (température, précipitations, etc.), engendrant des conditions en extrapolation des observations historiques sur lesquelles sont basés les modèles, alors que des phénomènes d'adaptation des arbres, ou inversement de rupture de seuils de résistance, ou encore des effets de saturation de certains effets, ne sont pas nécessairement tous connus à ce jour. Au global, la variabilité liée aux incertitudes scientifiques (modèle climatique régional, effet fertilisant du CO₂, etc.) était, dans ces tests de couplage de modèles, souvent plus forte que la variabilité des scénarios climatiques en eux-mêmes⁶.

Ces différentes incertitudes scientifiques rendent les approches visant un couplage entre des modèles intégrant le climat et le modèle MARGOT, ou celles visant à établir un lien entre variables climatiques des scénarios du GIEC et les dynamiques naturelles dans les projections de ressource, encore trop fragiles et incertaines pour être appliquées dans la présente étude. Ces difficultés actuelles renforcent par ailleurs les

besoins de recherche associés à ces questions à très fort enjeu, avec des travaux d'intérêt qui pourraient être portés par le PEPR Forestt.

3. PRINCIPES DE LA METHODE ADOPTEE POUR INTEGRER LES EFFETS DU CLIMAT DANS LES PROJECTIONS

Partant du constat exposé dans la précédente partie et après discussion avec différents experts de la thématique (Christian Piedallu à l'INRAE, Nathalie Bréda à l'INRAE, Jean-Daniel Bontemps à l'IGN), le choix a été fait de construire et de projeter, de façon *ad hoc*, une gamme de scénarios d'effets du climat sur la mortalité et la production à partir de trajectoires « plausibles » et des observations récentes.

Le principe de cette scénarisation consiste à construire des modulateurs des taux de mortalité, des taux de passage et du recrutement du modèle MARGOT. Ces modulateurs sont définis par période selon 3 scénarios représentant un gradient de sévérité des effets du changement climatique. Le niveau des modulateurs est fixé à partir des observations récentes d'évolution de ces différents taux.

Les données IFN récentes montrent deux phases dans l'évolution récente de la mortalité : une augmentation légère de la mortalité de 2005 à environ 2015, illustrant une tendance de fond déjà à la hausse, puis une évolution quasi exponentielle depuis environ 2015, en conséquence de la crise actuelle liée à une série d'années sèches et de dépérissements massifs (notamment la crise des scolytes). Cette tendance récente se retrouve également dans les suivis des produits sanitaires réalisés par l'ONF ou par Agreste (cf. complément 1 de l'annexe de la tâche 8), qui viennent s'ajouter à la mortalité observée par l'IFN. La production biologique a également varié ces dernières années, avec une tendance à la baisse de plus en plus forte. Ces observations ont conduit à différencier ces deux phases (phase de « crise » et tendance de « fond ») dans le calcul des modulateurs, avec l'évolution de fond visible sur les données IFN, et celle de la crise en cours depuis 2015 environ.

A l'avenir, il est probable que les périodes d'années sèches soient plus fréquentes et plus intenses, mais qu'elles restent entrecoupées d'années plus « calmes » avec un déficit hydrique moindre. Cette alternance pourrait se traduire par des phénomènes de crises successives de mortalité entre lesquelles s'intercalent des périodes d'accalmie dans les dépérissements. Par ailleurs, les pullulations d'insectes, parfois également liées au changement climatique, suivent également le plus souvent cette dynamique par « vagues ». Dans un cas extrême, il est imaginable que ces crises se succèdent de façon très rapprochée touchant des essences les unes après les autres, ne laissant que peu de répit à l'échelle nationale. C'est selon ces hypothèses que les 3 scénarios d'effets du climat ont été construits :

- Un scénario plutôt optimiste considérant la crise actuelle comme conjoncturelle (scénario C1). Ce scénario vise à reproduire l'augmentation récente de la mortalité, en considérant un pic de la crise actuelle aux alentours de 2025 (application des modulateurs de « crise » sur la première période de projection de 2020 à 2025) puis un retour progressif à la situation antérieure en 2030, la mortalité suivant ensuite la tendance historique de fond de hausse modérée (application des modulateurs de « fond » à partir de 2035). La même logique est appliquée à la production.
- Un scénario par « vagues » simulant une succession de crises telles que l'actuelle espacées de quelques années par analogie aux périodes successives d'années de sécheresse (scénario C2). Ce scénario reproduit la crise actuelle, en considérant toujours un pic en 2025, puis après une accalmie aux alentours de 2030, une nouvelle crise similaire avec un pic en 2045 (application des modulateurs de « crise » sur les périodes de 2020 à 2025 et de 2035 à 2045). Les mêmes crises étant appliquées à la production.

- Un scénario pessimiste d’une atteinte d’un plateau ascendant haut pour la mortalité et d’un plateau bas descendant pour la production (scénario C3). Ce scénario simule un pic de crise aux alentours de 2025, mais ce pic n’est pas suivi d’une décrue, supposant que les crises trop rapprochées ne permettent pas de diminution de la mortalité ni de hausse de la production (application des modulateurs de « crise » sur la période de 2020 à 2025, puis en restant au même niveau, application des modulateurs de « fond » dès 2025 directement)

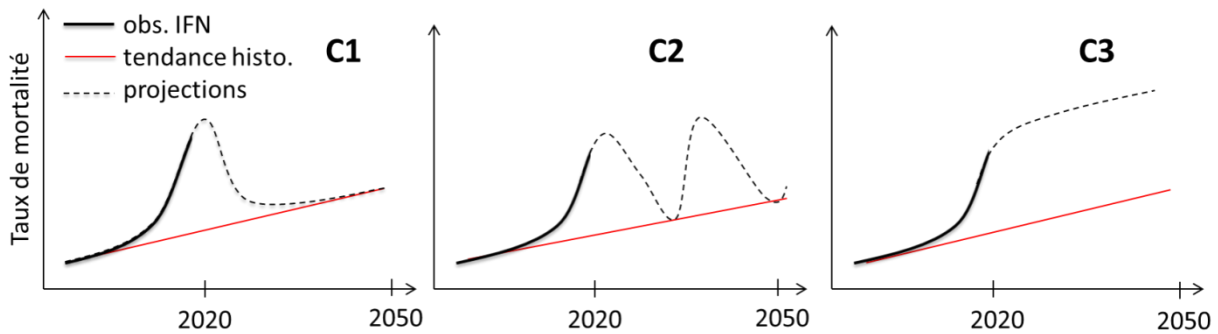


Figure 5 : Schéma de la philosophie des 3 scénarios d’effets du climat sur la mortalité des arbres

Pour la période post-2050, compte-tenu du cumul d’incertitudes et de l’enjeu plus faible de projection à cet horizon pour les politiques publiques climatiques, les modulateurs ont été considérés comme fixes à partir de la valeur atteinte en 2050. Compte-tenu de la scénarisation et du niveau atteint par les 3 scénarios en 2050, cette hypothèse de maintien des modulateurs revient cependant à conserver la gradation entre les scénarios (écart de mortalité et de production entre scénarios mais qui ne s’accroît plus).

4. CALCUL DES MODULATEURS DES SCENARIOS D’EFFETS DU CLIMAT

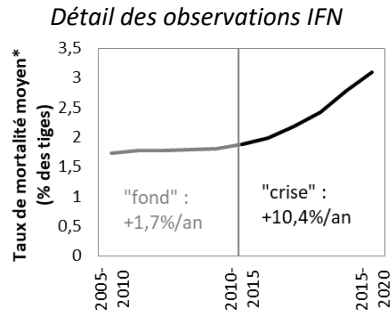
4.1. PRINCIPE DE CALCUL DES MODULATEURS

Les modulateurs de la mortalité et de la production sont fixés à partir des observations récentes dans les données IFN. Pour la mortalité, la part de produits accidentels non considérée dans les données IFN a été ajoutée, afin de prendre également en compte son augmentation ces dernières années (cf. complément 1 de l’annexe de la tâche 8). Les taux de passage et les taux de mortalité du modèle ont été calculés pour les différentes périodes historiques, puis comparés entre les différents lots de campagnes afin d’en déduire une évolution annuelle des taux. Pour permettre la comparaison, ces taux ont été pondérés par une ressource fixe par strate, classe de diamètre et de densité. Cette pondération permet de filtrer dans l’évolution des taux, les effets liés aux modifications dans les peuplements (changements d’essences, dynamiques forestières différentes entre GRECO ou classes de propriété), et les effets liés aux variations de niveau de maturité et de densité des peuplements (augmentation du volume dans les grandes classes de diamètre et fortes classes de RDI).

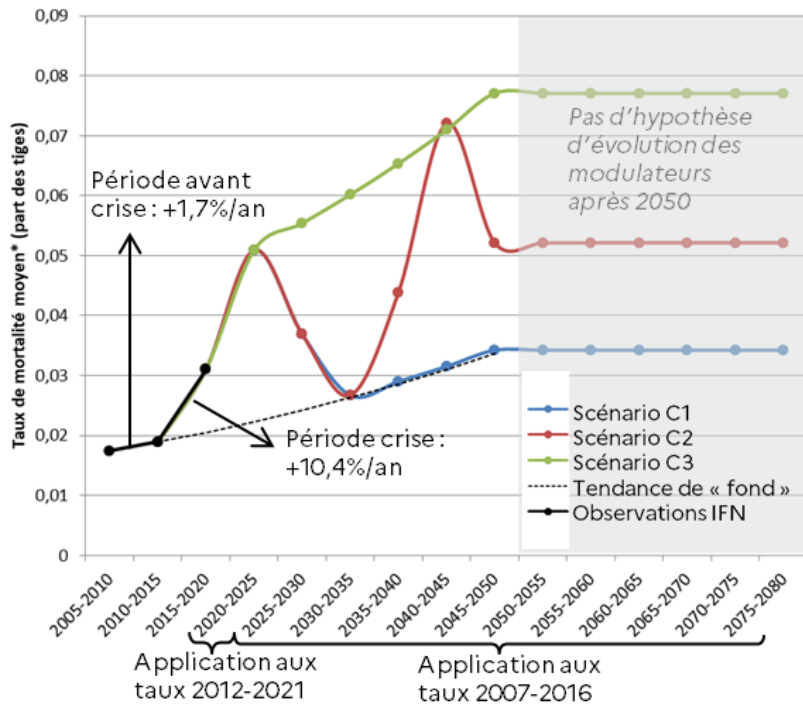
Les modulateurs de « fond » ainsi obtenus sont de +1,7 %/an pour le taux de mortalité et de -0,4 %/an pour le taux de passage et le recrutement. Et les modulateurs de « crise » sont en moyenne de +10,4 %/an pour les taux de mortalité et de -1,4 %/an pour les taux de passage et le recrutement (cf. Figure 6 ci-dessous).

Figure 6 : Principe de calcul et valeurs des modulateurs des trois scénarios d'effet du climat

Calcul des modulateurs sur les taux de mortalité à partir des données IFN et application en projection selon les 3 scénarios d'effet du climat



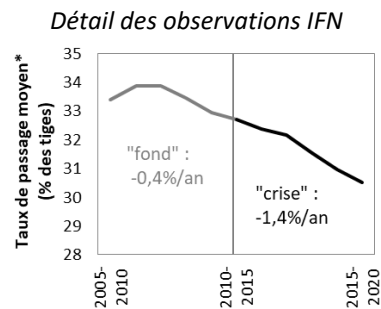
* Taux moyens sur 5 ans du modèle MARGOT (pondération par une ressource fixe pour filtrer les effets essence, GRECO, propriété, RDI et classe de diamètre)



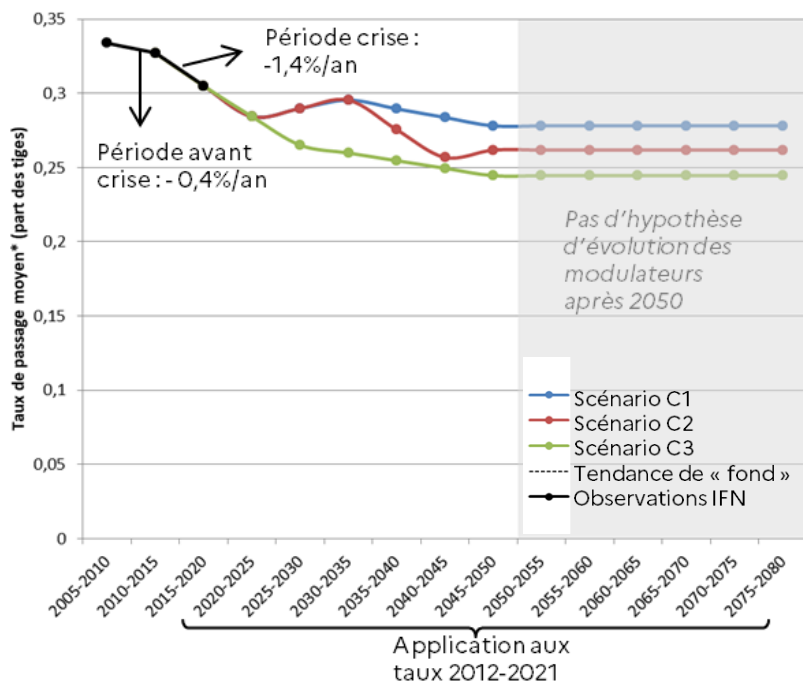
Type de modulateur par période et scénario (« crise », « fond » ou « fin de crise »)

Scén.\ Per.	20-25	25-30	30-35	35-40	40-45	45-50	>2050
C1	crise	fin crise	fin crise	fond	fond	fond	aucun
C2	crise	fin crise	fin crise	crise	crise	fin crise	aucun
C3	crise	crise	fond	fond	fond	fond	aucun

Calcul des modulateurs sur les taux de passage** à partir des données IFN et application en projection selon les 3 scénarios d'effet du climat



* Taux moyens sur 5 ans du modèle MARGOT (pondération par une ressource fixe pour filtrer les effets essence, GRECO, propriété, RDI et classe de diamètre)



** Modulateurs également appliqués au recrutement

4.2. PRISE EN COMPTE DE LA VARIABILITE ENTRE PEUPELEMENTS

Si les modulateurs moyens représentent bien la tendance globale historique d'évolution de la mortalité et de la production, ils recouvrent bien entendu également une forte variabilité suivant les arbres et les peuplements (cf. complément 1 de la présente annexe). Dans le cadre de l'échelle nationale de la présente étude et compte-tenu des nombreuses hypothèses et incertitudes de cette approche, ces variabilités ne peuvent être prises en compte dans le détail. En effet, à des niveaux de ventilation plus détaillés, la robustesse de l'évolution temporelle des dynamiques naturelles est beaucoup plus faible, et introduirait plus de bruit que de complément d'information dans des résultats ayant essentiellement un usage au niveau France entière. Par ailleurs, les différences entre essences (ou selon d'autres paramètres) observées dans le passé ne seront sans doute pas identiques dans le futur. Les arbres survivants des essences impactées par la crise actuelle seront peut-être les plus résistants, et les nouvelles crises concerneront sans doute d'autres essences. Des modulateurs calculés par essence sur les données observées n'auraient que peu de sens appliqués en projection à moyen ou long terme.

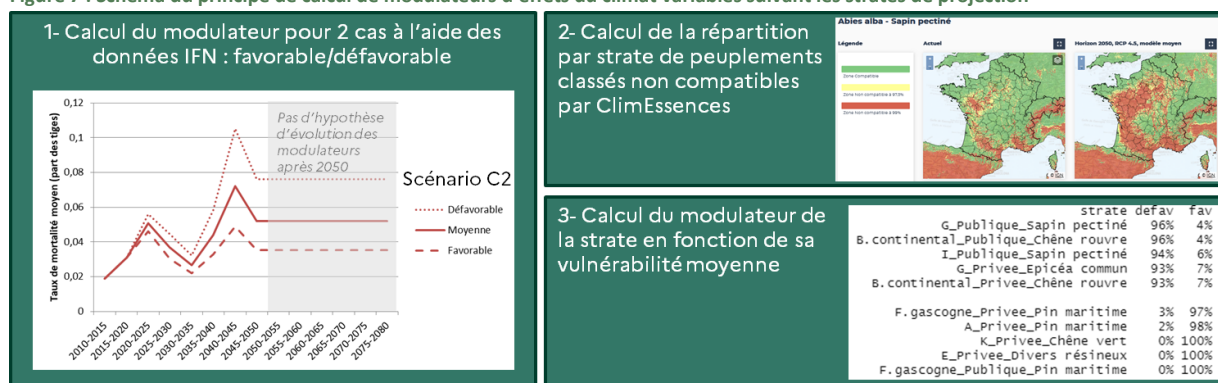
Afin de prendre malgré tout en compte les différents niveaux de vulnérabilité au changement climatique en fonction des essences et des régions, les modulateurs ont été distingués selon deux cas dans les données IFN : un cas « favorable » (représentant l'évolution des taux observée dans les strates x classes de diamètre x classes de densité pour lesquelles la tendance est moins négative, selon un quantile 55%), un cas « défavorable » (représentant l'évolution des taux observée dans les strates x classes de diamètre x classes de densité pour lesquelles la tendance est plus négative, selon un quantile 45%).

Tableau 1 : Valeurs des modulateurs suivant les cas d'évolution observée des dynamiques naturelles

Type de modulateur		Cas « favorable »	Moyenne	Cas « défavorable »
Taux de mortalité	« Fond »	-0,4%/an	+1,7%/an	+3,8%/an
	« Crise »	+8,3%	+10,4%/an	+12,5%/an
Taux de passage	« Fond »	+0,1%/an	-0,4%/an	-0,9%/an
	« Crise »	-0,9%/an	-1,4%/an	-1,8%/an

Puis, un pourcentage de la ressource en volume des catégories « favorable » et « défavorable » a été calculé par strate, en considérant la ressource « défavorable » comme celle des peuplements classés « non compatibles » par l'outil ClimEssences¹⁰ dans le scénario du GIEC SSP5-8.5 en 2050. Le modulateur final par strate est donc la moyenne pondérée selon la répartition favorable/défavorable des modulateurs de ces deux cas. Le détail du croisement entre les points IFN et les zones d'incompatibilité ClimEssences est décrit dans l'annexe de la tâche 3 et les répartitions des cas « favorable » et « défavorable » par strate sont fournies en complément 2 de la présente annexe. Dans les forêts hors peupleraies, le volume se répartit relativement équitablement entre les cas « favorable » et « défavorable », ce qui permet de retrouver la valeur moyenne du modulateur à l'échelle nationale.

Figure 7 : Schéma du principe de calcul de modulateurs d'effets du climat variables suivant les strates de projection



Ces modulateurs de scénarios d'effets du climat sont directement appliqués en projection sur les taux de passage, le recrutement, et les taux de mortalité initialement calibrés dans le modèle MARGOT (cf. annexe de la tâche 1). Ces mêmes modulateurs sont également appliqués aux strates projetées par le modèle par classe d'âge (peupleraies, accrus et peuplements reboisés), mais en considérant que pour ces strates, 100% des peuplements étaient en cas « favorable ».

4.3. LIMITES DU CALCUL

Si cette approche a l'avantage de dimensionner des crises futures semblables à celles ayant eu lieu ces dernières années, donc a priori réalistes et imaginables, les scénarios n'en restent pas moins construits de façon purement théorique. Ils ne sont donc pas reliés aux trajectoires climatiques définies par le GIEC, et représentent plutôt des « histoires de crises » plus ou moins fréquentes selon les scénarios. Au-delà de cette problématique liée à la construction des scénarios d'effets du climat, le mode de calcul des modulateurs présente en lui-même plusieurs limites.

D'une part, compte-tenu des incertitudes statistiques dans les variations interannuelles des taux IFN observés (et des incertitudes liées à la méthode d'intégration des produits sanitaires dans la mortalité), les modulateurs sont empreints d'un fort intervalle de confiance et leur valeur est sensible aux campagnes d'inventaire étudiées et choisies pour séparer période « pré-crise » et période de « crise ».

D'autre part, la prise en compte de la variabilité entre essences et régions en utilisant la variabilité observée dans les données IFN et l'outil ClimEssences est une méthode fragile et extrêmement simplifiée :

- Les différences d'impacts du climat entre essences et régions est dans la réalité beaucoup moins binaire et recouvre une gamme de variabilité bien plus importante que celle simplifiée ici par la distinction des cas « favorable » et « défavorable ».
- La classification des strates est figée pour l'ensemble de la projection, alors qu'il est fort probable que les essences et les régions touchées par les crises évoluent au cours du temps, avec des phénomènes plus ou moins locaux ou ciblant plus ou moins d'essences et évoluant par vagues en fonction de l'évolution des facteurs biotiques et abiotiques.
- L'utilisation de l'outil ClimEssences dans la méthode intègre de fait les différentes limites liées à cet outil (cf. annexe de la tâche 3) qui, au demeurant, n'est pas un outil de modélisation de l'évolution de la croissance et de la mortalité, mais de l'évolution des aires de répartition.

Par ailleurs, l'hypothèse d'une évolution comparable entre mortalité et production tant temporellement (crises au même moment sur la mortalité et la croissance) que spatialement (strates favorables ou défavorables à la fois pour la mortalité et pour la croissance) est également une simplification des dynamiques pouvant avoir lieu dans les peuplements. En effet, l'observation locale des effets de sécheresses peuvent mener à des tendances assez différentes suivant les peuplements : si dans la plupart des dépérissements, la mortalité et la croissance sont souvent toutes deux impactées, certains peuplements peuvent se montrer particulièrement résistants à la mortalité grâce à une diminution de la croissance, ou inversement la production d'arbres non impactés lors d'une crise de mortalité peut être boostée. Enfin, l'application des modulateurs issus des taux de passage sur le terme de recrutement est également une simplification forte pour ce processus complexe et sensible de la régénération.

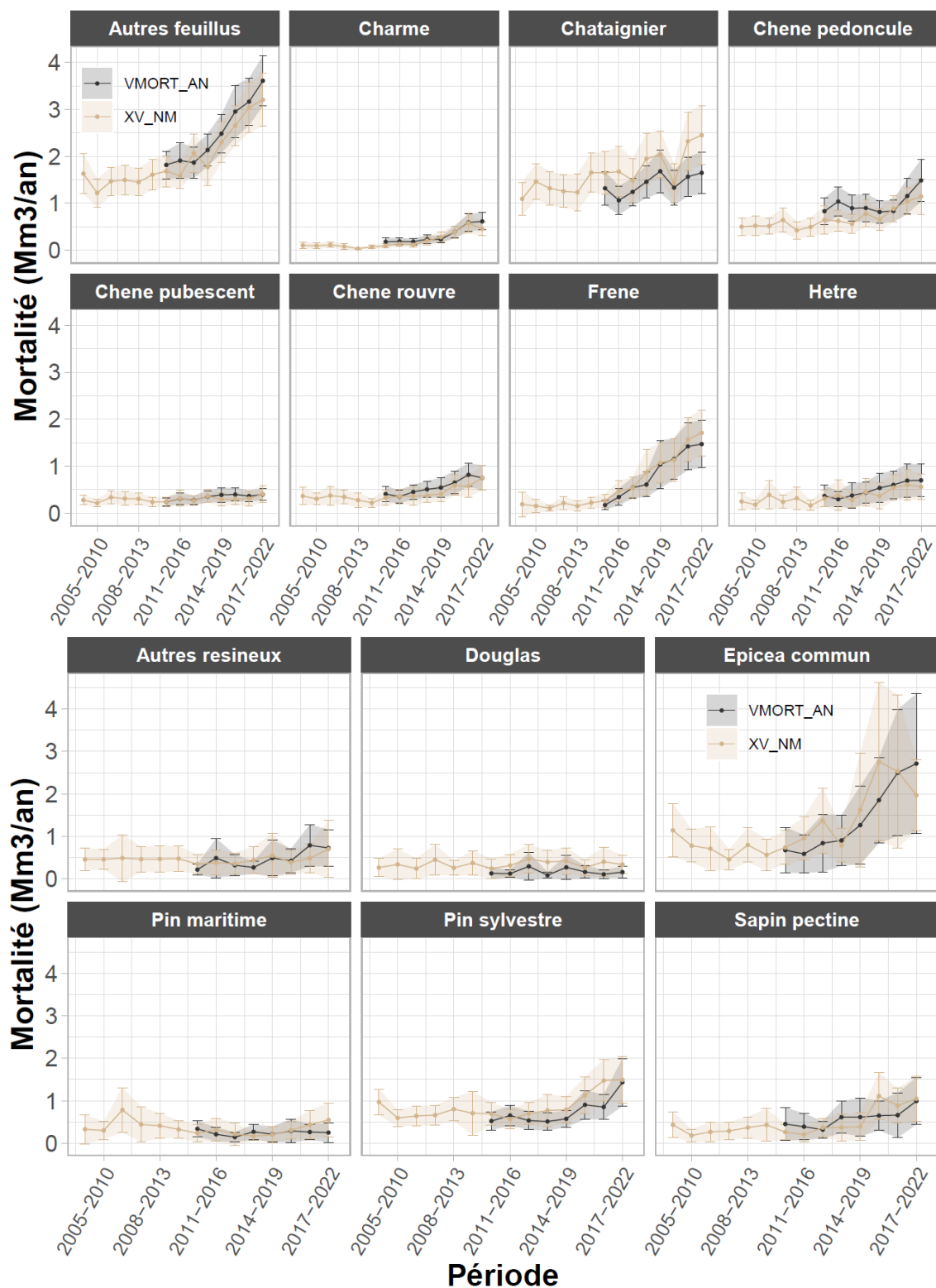
Ces différentes limites appuient une fois de plus les besoins de travaux complémentaires sur cette thématique de l'impact du changement climatique sur les dynamiques naturelles à large échelle, enjeu majeur de recherche des années à venir.

BIBLIOGRAPHIE

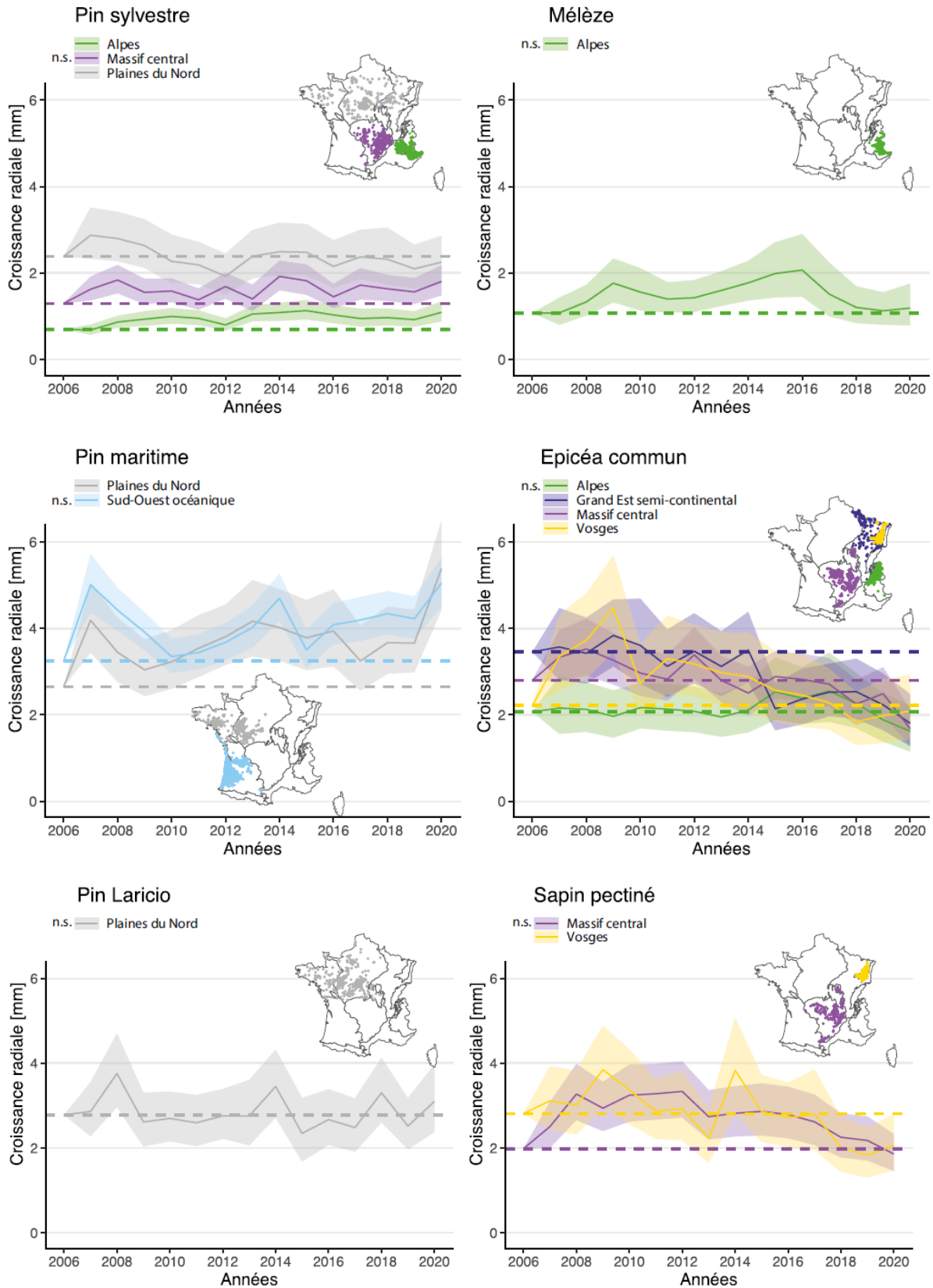
1. Météo-France. Météo-France éclaire le climat en France jusqu'en 2100. (2020).
2. MTECT. *La Trajectoire de Réchauffement de Référence Pour l'adaptation Au Changement Climatique (TRACC)*. 31 p. (2023).
3. Taccoen, A. Détermination de l'impact potentiel du changement climatique sur la mortalité des principales essences forestières européennes. (AgroParisTech, 2019).
4. IFN. Les effets du changement climatique sur la croissance des forêts. *L'IF* 16 p. (2023).
5. Ols, C., Hervé, J.-C. & Bontemps, J.-D. Recent growth trends of conifers across Western Europe are controlled by thermal and water constraints and favored by forest heterogeneity. *Sci. Total Environ.* 16 p (2020).
6. Jourdan, M. *et al.* *Projet MOPROF-CC : Modélisation de La Production Des Forêts Françaises Dans Le Contexte Du Changement Climatique*. 125 p. (2023).
7. Dufrêne, E. *et al.* Modelling carbon and water cycles in a beech forest Part I: Model description and uncertainty analysis on modelled NEE. *Ecol. Model.* **185**, (2005).
8. Moreaux, V. *et al.* Energy, water and carbon exchanges in managed forest ecosystems: description, sensitivity analysis and evaluation of the INRAE GO+ model, version 3.0. *Geosci. Model Dev.* **13**, (2020).
9. Cochard, H., Pimont, F., Ruffault, J. & Martin-StPaul, N. SurEau: a mechanistic model of plant water relations under extreme drought. *Ann. For. Sci.* **78**, (2021).
10. Piboule, A. *et al.* Climesseces : un outil pour choisir les essences forestières en contexte de climat changeant. <https://climesseces.fr/> (2021).
11. Lemaire, J. & Cano, B. BioClimSol, outil collaboratif pour agir face aux dérèglements climatiques. *For.-Entrep.* (2022).
12. Roux, A. *et al.* *Quel Rôle Pour Les Forêts et La Filière Forêt-Bois Française Dans l'atténuation Du Changement Climatique ?* (2017).

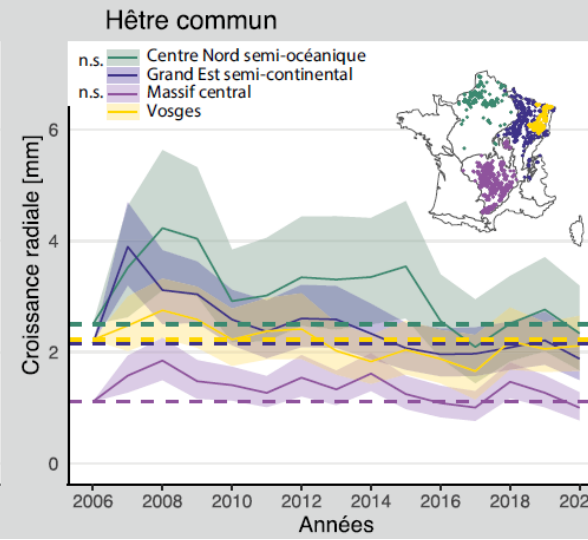
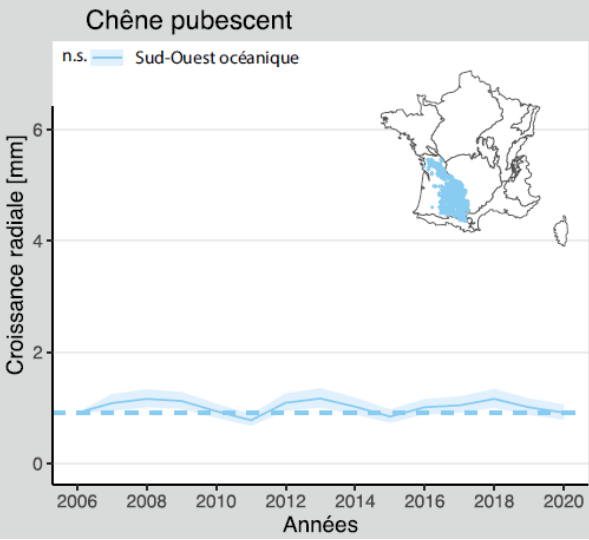
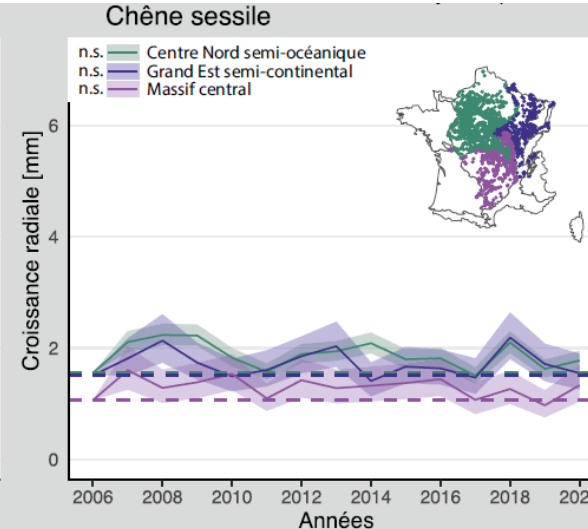
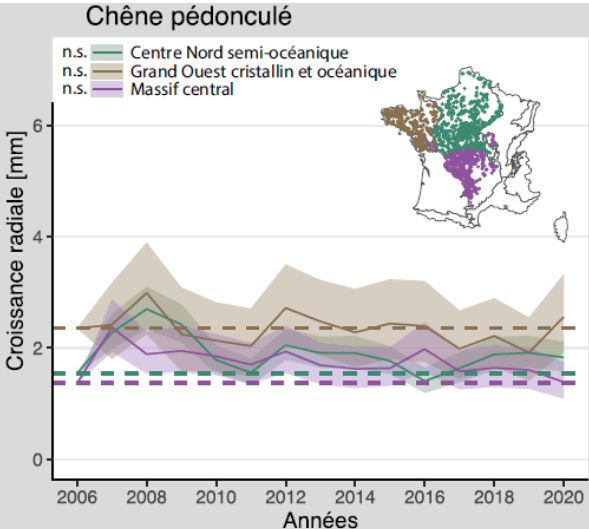
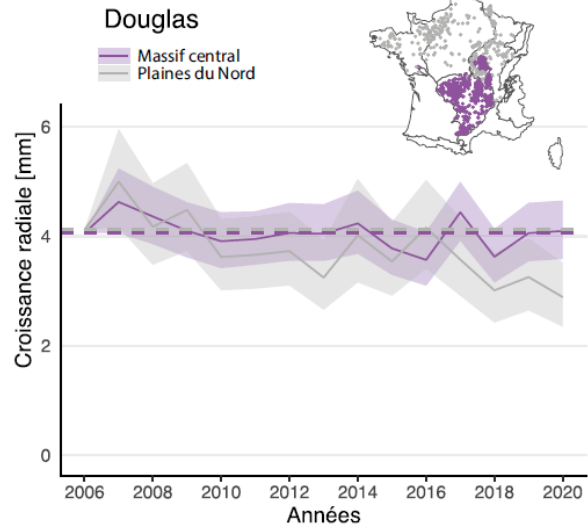
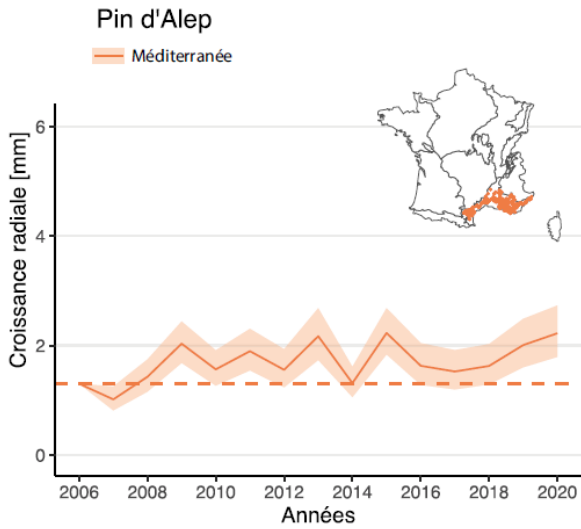
COMPLEMENT 1 : VARIABILITE DE L'EVOLUTION RECENTE DES DYNAMIQUES NATURELLES ENTRE PEUPELEMENTS

Evolution de la mortalité (exprimée en millions de m3 par an) en France de 2005 à 2021 selon les essences, estimée à partir du programme IFN. La courbe orange correspond à la mortalité évaluée depuis 2005 sur les placettes dites de « première visite » (donnée XV_NM) ; la courbe noire correspond à la mortalité évaluée depuis 2015 sur les placettes dites de « deuxième visite » (donnée VMORT_AN).



Chronologies des anomalies de croissance en absolu (croissance radiale filtrée des effets locaux ou environnementaux stationnaires) par essence et grande région écologique.
 Ces graphiques sont issus de l'IF n° 49 publié en juin 2023⁴.





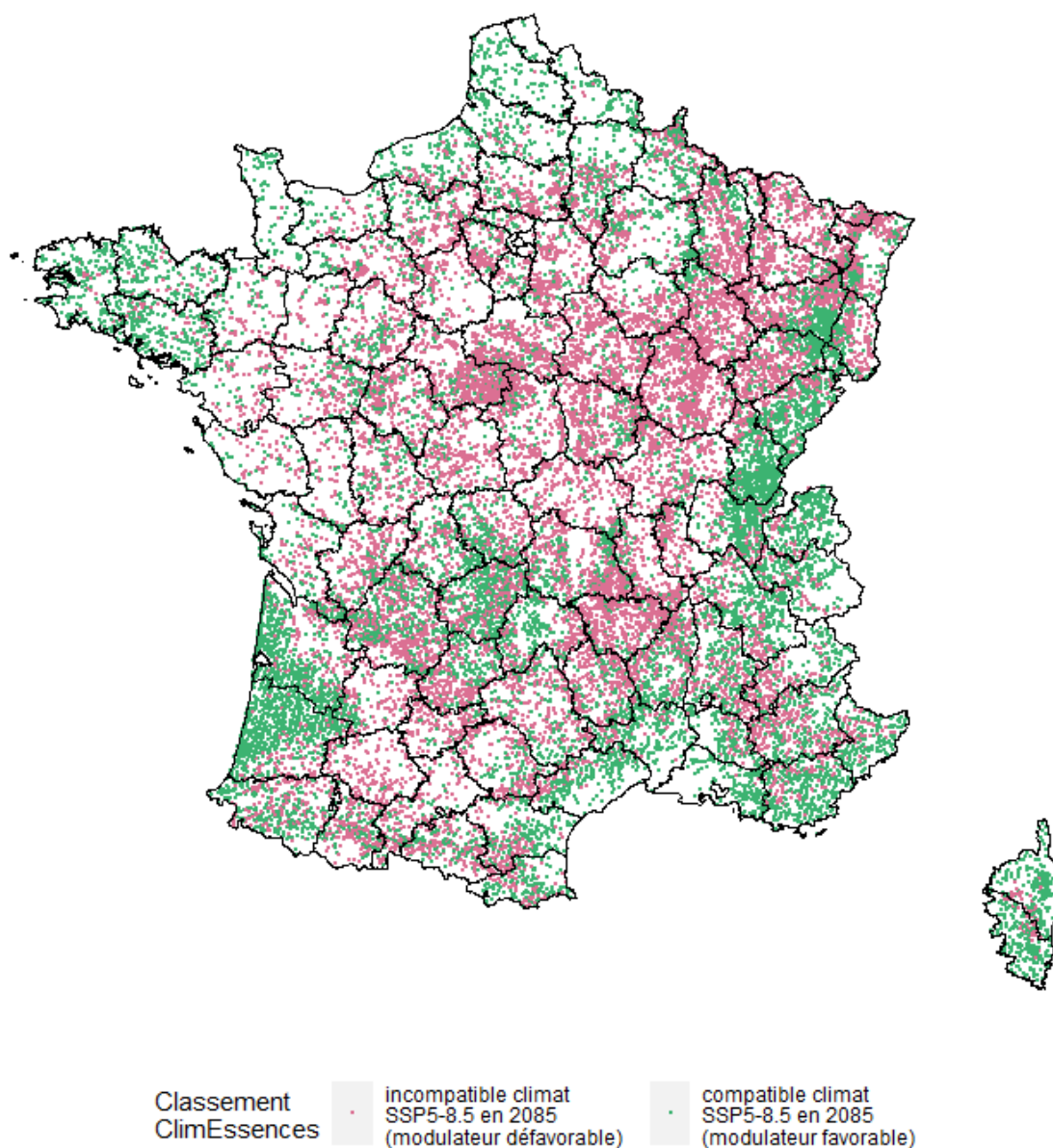
COMPLEMENT 2 : PONDERATION DES MODULATEURS « FAVORABLE » ET « DEFAVORABLE » PAR STRATE

GRECO	Type de propriété	Essences	Part du volume en cas "favorable"	Part du volume en cas "défavorable"
A	Privée	Châtaignier	87%	13%
		Chêne pédonculé	65%	35%
		Chêne rouvre	30%	70%
		Autres feuillus	67%	33%
		Pin maritime	98%	2%
		Autres résineux	46%	54%
	Publique	Tous feuillus	37%	63%
		Tous résineux	62%	38%
B continentale	Privée	Charme	9%	91%
		Châtaignier	61%	39%
		Chêne pédonculé	12%	88%
		Chêne rouvre	7%	93%
		Frêne	27%	73%
		Autres feuillus	39%	61%
		Pin maritime	88%	12%
		Pin sylvestre	12%	88%
		Autres résineux	10%	90%
	Publique	Chêne pédonculé	19%	81%
		Chêne rouvre	4%	96%
		Autres feuillus	19%	81%
		Tous résineux	26%	74%
B océanique	Privée	Chêne pédonculé	58%	42%
		Chêne rouvre	18%	82%
		Autres feuillus	63%	37%
		Tous résineux	30%	70%
	Publique	Tous feuillus	54%	46%
Tous résineux		22%	78%	
C	Privée	Charme	18%	82%
		Chêne pédonculé	33%	67%
		Chêne rouvre	16%	84%
		Frêne	39%	61%
		Hêtre	16%	84%
		Robinier faux acacia	67%	33%
		Autres feuillus	57%	43%
		Epicéa commun	17%	83%
		Autres résineux	24%	76%
	Publique	Charme	16%	84%
		Chêne pédonculé	31%	69%
		Chêne rouvre	15%	85%
		Hêtre	9%	91%
		Autres feuillus	29%	71%
		Autres résineux	27%	73%
D	Privée	Tous feuillus	66%	34%
		Epicéa commun	38%	62%
		Sapin pectiné	34%	66%
		Autres résineux	34%	66%
	Publique	Chêne rouvre	30%	70%
		Hêtre	41%	59%
		Autres feuillus	54%	46%
		Epicéa commun	36%	64%
		Autres résineux	42%	58%

E	Privée	Hêtre	96%	4%
		Autres feuillus	88%	12%
		Epicéa commun	79%	21%
		Sapin pectiné	88%	12%
		Autres résineux	100%	0%
	Publique	Hêtre	86%	14%
		Autres feuillus	92%	8%
		Epicéa commun	68%	32%
		Sapin pectiné	73%	27%
F gascogne	Privée	Pin maritime	97%	3%
	Publique	Pin maritime	100%	0%
F	Privée	Châtaignier	32%	68%
		Chêne pédonculé	16%	84%
		Chêne pubescent	29%	71%
		Autres feuillus	33%	67%
		Pin maritime (hors Gascogne)	82%	18%
		Autres résineux	10%	90%
	Publique	Tous feuillus	25%	75%
		Tous résineux (hors Pin maritime de Gascogne)	11%	89%
G	Privée	Châtaignier	70%	30%
		Chêne pédonculé	41%	59%
		Hêtre	26%	74%
		Autres feuillus	39%	61%
		Douglas	13%	87%
		Epicéa commun	7%	93%
		Pin sylvestre	34%	66%
		Sapin pectiné	9%	91%
	Autres résineux	46%	54%	
	Publique	Hêtre	22%	78%
		Autres feuillus	28%	72%
		Epicéa commun	11%	89%
Sapin pectiné		4%	96%	
		Autres résineux	32%	68%
H	Privée	Hêtre	60%	40%
		Autres feuillus	69%	31%
		Epicéa commun	82%	18%
		Pin sylvestre	38%	62%
		Sapin pectiné	44%	56%
	Autres résineux	59%	41%	
	Publique	Hêtre	56%	44%
		Autres feuillus	67%	33%
		Epicéa commun	84%	16%
		Mélèze d'Europe	86%	14%
Pin sylvestre		53%	47%	
		Sapin pectiné	57%	43%
		Autres résineux	67%	33%
I	Privée	Hêtre	19%	81%
		Autres feuillus	53%	47%
		Tous résineux	18%	82%
	Publique	Hêtre	29%	71%
		Autres feuillus	40%	60%
		Sapin pectiné	6%	94%
		Autres résineux	42%	58%
J	Privée	Chêne pubescent	36%	64%
		Chêne vert	93%	7%
		Autres feuillus	77%	23%
		Pin d'Alep	96%	4%
		Autres résineux	48%	52%
	Publique	Tous feuillus	71%	29%
		Tous résineux	72%	28%

K	Privée	Chêne vert	100%	0%
		Autres feuillus	90%	10%
		Tous résineux	77%	23%
	Publique	Tous feuillus	37%	63%
		Tous résineux	42%	58%

Répartition des placettes selon leur classement ClimEssences



Annexe T3 : Intégration du plan de renouvellement dans les projections

Auteurs : Marin Chaumet (FCBA), Claire Bastick (IGN), Alain Bailly (FCBA), Alain Berthelot (FCBA), Lucile Savagner (FCBA) - Date : Avril 2024

Contenu

1.	Introduction	36
2.	Etablissement des deux scénarios de renouvellement.....	37
2.1.	Quantification des surfaces à renouveler	37
2.2.	Caractérisation des essences objectives et de diversification	39
2.3.	Diversification des reboisements	39
2.4.	Succès des plantations	40
3.	Identification des surfaces de peuplements renouvelables	41
3.1.	Surfaces identifiées dans le scénario R2	42
3.2.	Surfaces identifiées dans le scénario R1	44
4.	Caractérisation et mise en œuvre des reboisements	46
5.	Définition des scénarios sylvicoles.....	48
	Bibliographie	50
	Complément 1 : Clé d'indentification des peuplements potentiellement renouvelables	51
	Complément 2 : Répartition des espèces de reboisement par regroupement de greco.....	59

1. INTRODUCTION

Le gouvernement a annoncé les objectifs du plan de relance sur le renouvellement forestier : renouveler 10 % de la forêt française et planter 1 milliard d'arbres d'ici 2032¹. Les projections nationales tiennent compte de cette politique publique de reboisement. Différents paramètres (modalités de réalisation, facteurs organisationnels et climatiques) sont susceptibles d'influencer la mise en œuvre de ce plan de renouvellement ainsi que son effet sur le long terme. Pour intégrer cette variabilité dans l'étude, deux scénarios ont été établis de manière prospective. Ils reposent sur le croisement et l'analyse de différentes sources de données (notamment des dossiers de reboisement du plan de relance 2020 et 2021) et des retours des experts consultés. Ils ont été largement discutés en groupe de travail impliquant GCF, FNEDT, ONF, CNPF, FBF, INRAE et MASA.

Le parti est pris de produire des scénarios très contrastés, ainsi le scénario R1 additionne les facteurs favorables au déploiement du plan de renouvellement et à la réussite des reboisements tandis que le scénario R2 intègre et cumule les facteurs défavorables.

L'implémentation des scénarios du plan de renouvellement dans les modèles de projection (cf. annexes des tâches 1 et 8) nécessite deux étapes dont les hypothèses sont détaillées dans la suite de ce document :

- Simuler des coupes dans les peuplements à renouveler et sortir les surfaces correspondantes de la projection « classique », en fonction des objectifs de surfaces à reboiser (cf. § 2.1) et des peuplements identifiés comme « cibles » pour un renouvellement (cf. § 3 et complément 1 de l'annexe).
- Simuler l'évolution et les coupes dans les reboisements selon les mélanges d'essences plantés (cf. § 2.2, 2.3 et 4), selon les itinéraires sylvicoles appliqués (cf. §5) et selon les facteurs de réussite (cf. § 2.4) et des paramètres d'évolution des effets du climat (cf. § 5 et annexe de la tâche 2) des différents scénarios.

2. ETABLISSEMENT DES DEUX SCENARIOS DE RENOUVELLEMENT

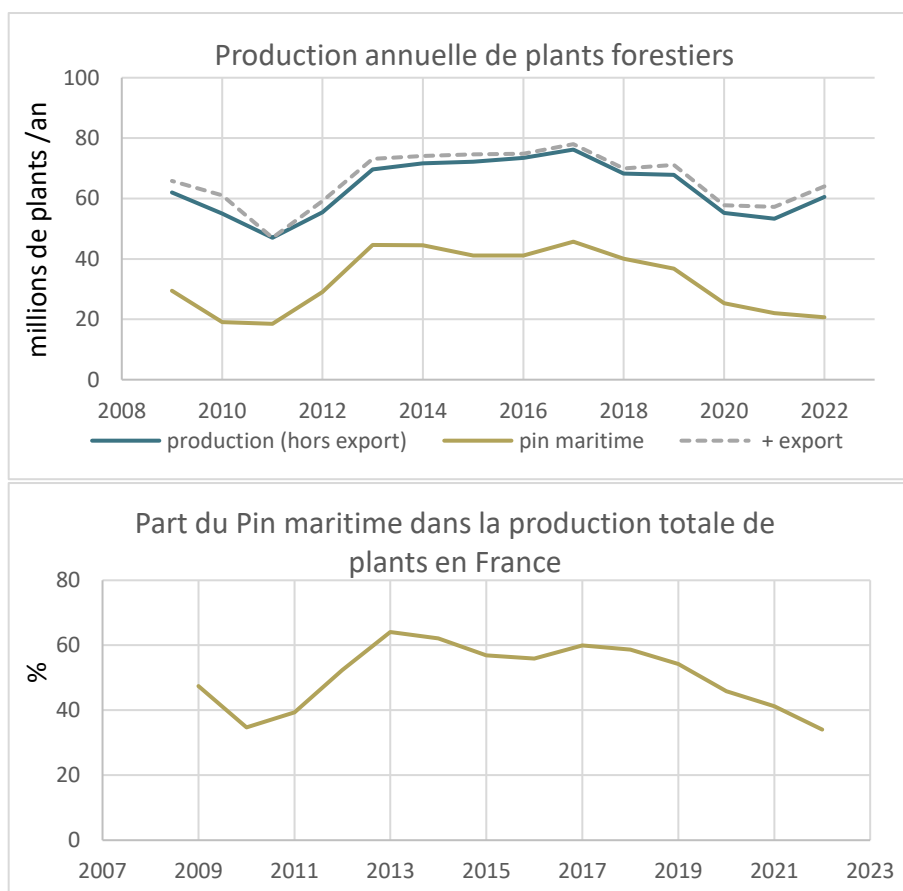
2.1. QUANTIFICATION DES SURFACES A RENOUVELER

Du point de vue de la capacité de production des pépinières, les représentants du syndicat des pépiniéristes forestiers sont confiants sur la possibilité d'augmenter les capacités de production². Pour atteindre l'objectif gouvernemental, les niveaux visés sont de l'ordre de plus de 100 millions de plants/an (équivalent à +/- 75 000 ha de reboisement par an), soit des niveaux proches de ceux observés pendant la période du Fonds Forestier National. La production constatée ces dernières années oscille entre 60 et 70 millions de plants. L'exportation de plants reste minime et ne constitue pas une réserve potentielle de plants. Pour atteindre ces objectifs de production ambitieux, l'Etat accompagne les pépiniéristes dans leurs investissements.

En plus de l'augmentation du volume global de plants, les pépiniéristes devront faire face à un autre défi, la diversification des productions :

- D'une part, les conditions d'éligibilité des dossiers du plan de renouvellement intègrent des clauses de diversification (20 %) qui stimulent la demande en espèces diverses et variées, ce qui crée des tensions sur l'approvisionnement en semences (NB : des tensions existent aussi sur les espèces majeures)³. L'installation de vergers à graines est également accompagnée et relancée par l'Etat, mais les délais d'entrée en production de ces structures n'apporteront qu'une réponse à moyen /long terme (quinze à vingt ans). A court terme, la solution consiste certainement à augmenter les récoltes de graines en peuplements classés (ou à importer) au détriment de la qualité et du coût de récolte.
- D'autre part, les reconstitutions post tempête dans le massif des landes de Gascogne se terminent et l'on assiste depuis 2018 à une érosion de la production de plants qui suit la baisse de la part de pin maritime dans la production nationale. Or la production de plants de pin maritime est très bien maîtrisée, elle s'effectue sur une seule année et dans des godets de volume contenu. La substitution de ces quantités produites par des essences diverses est un vrai challenge.

Figure 1 : Production annuelle de plants forestiers et part du pin maritime dans cette production



Les freins entrevus et constatés (2 campagnes de plantation ont déjà bénéficié de financements du plan de relance) sont plutôt d'ordre organisationnel. Evidemment, le développement des contrats de culture entre pépiniéristes et gestionnaires reste un préalable pour accompagner la montée en puissance des capacités de production des pépinières, cependant les gestionnaires font face à des difficultés pour réaliser leur planification de chantier :

- La disponibilité de la main d'œuvre : aussi bien pour la réalisation des coupes⁴, la préparation des terrains, les opérations de plantation puis d'entretien. Les conséquences directes peuvent-être la non réalisation des opérations, ou leur réalisation dans des conditions dégradées (plantations tardives notamment) ;
- Les conditions météorologiques : qui affectent la réalisation des chantiers d'exploitation et/ou de plantation, ainsi que la survie des plants.

L'atteinte des objectifs fixés sera progressive et dépendra pour partie des capacités de la filière à réagir et à s'organiser. Le bilan des reboisements des deux premières années de France Relance (24 600 ha réalisés sur un objectif de 45 000 ha⁵) illustre les difficultés à réagir très rapidement.

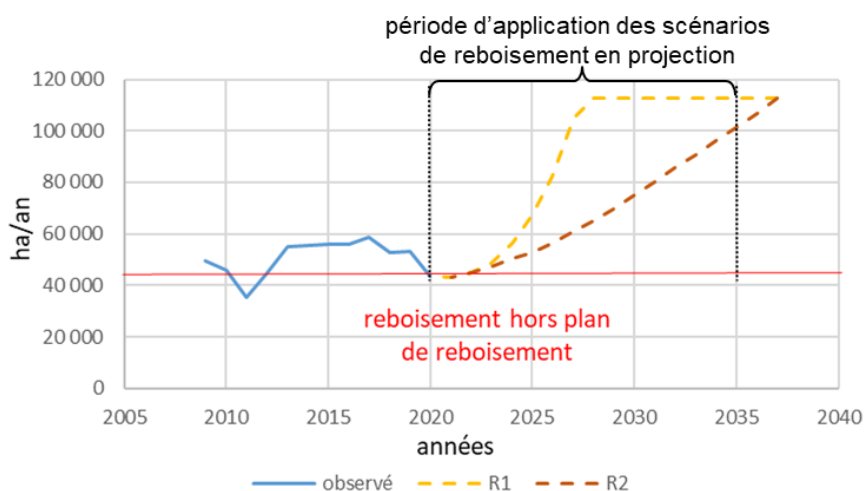
Deux scénarios « quantitatifs » ont été envisagés. Dans les deux cas, le niveau de reboisement atteint à terme est de 113 000 ha/an soit environ 150 millions de plants/an. La différence se situe dans le rythme auquel sera atteint cet objectif :

- **Scénario R1** : augmentation progressive mais soutenue qui s'accélère fortement à partir de 2025, le rythme de croisière est atteint dès 2028 et l'objectif du milliard de plants est rempli en 2030 ;
- **Scénario R2** : augmentation progressive mais plus modeste et régulière, le rythme de croisière est atteint en 2037 ; en 2030, 750 millions plants sont plantés, l'objectif n'est que partiellement rempli.

Le **scénario R0** représente une absence de plan de renouvellement, implémenté sous forme d'analyse de sensibilité pour comparer certains résultats. Attention, ce scénario ne prend en compte que très partiellement le caractère déperissant des peuplements ciblés dans le plan. Ils évoluent de la même façon que les autres peuplements de la strate, rendant optimistes les résultats de ce scénario R0.

Par ailleurs, un niveau de 43 000 ha/an de reboisement (hors plan de renouvellement) est fixé en regard des productions de plants constatées actuellement (renouvellement normal, hors reconstitution du massif aquitain).

Figure 2 : Graphique de la surface reboisée annuellement (observée et projetée dans les scénarios R1 et R2)



NB : Pour les besoins de l'étude, les surfaces seront discrétisées par pas de 5 ans jusqu'en 2035. Ces scénarios sont définis et évalués en projection sur la période initialement couverte par France 2030 (période 2020-2030) mais également avec l'hypothèse d'une poursuite des efforts de renouvellement sur la période 2030-2035.

En plus de ces surfaces, il a été décidé d'ajouter 105 000 ha sur 15 ans (1 000 ha/an de 2020 à 2025 et 10 000 ha/an à partir de 2025) de boisement (plantation) de terres agricoles uniquement dans le scénario R1.

2.2. CARACTERISATION DES ESSENCES OBJECTIVES ET DE DIVERSIFICATION

Les espèces utilisées dans les scénarios de plan de renouvellement sont celles identifiées dans les dossiers de plan de relance 2021 et 2022⁵. L'analyse des dossiers a été réalisée par regroupement de GRECO et par volet (déperissant, vulnérable, économiquement pauvre) afin d'identifier les espèces majoritairement utilisées en reboisement ainsi que la diversification associée. Une synthèse de ces essences identifiées dans le plan de renouvellement est fournie en complément 2 de la présente annexe.

2.3. DIVERSIFICATION DES REBOISEMENTS

Dans le cadre du plan de relance, les reboisements financés doivent intégrer une diversification d'au moins 20 % pour les parcelles de plus de 10 ha sur la première tranche puis de 4 ha sur la seconde tranche. Dans les faits, les acteurs de terrain ont majoritairement installé plus d'une essence par parcelle, que ce soit pour répondre à des contraintes stationnelles ou par des volontés propres à chacun. Par ailleurs, pour l'identification des surfaces à reboiser dans le cadre du plan de renouvellement, il n'y aura pas d'information sur la taille des parcelles. De fait, pour l'exercice de prospective, le choix est fait d'inclure systématiquement une diversification de 20 % avec une deuxième essence.

Si en pratique cette diversification peut prendre plusieurs formes (mélange pied à pied, en îlot, par parquet), l'hypothèse retenue est que toute la diversification s'est effectuée en îlots/parquets. Ce choix se justifie par les retours de terrain qui témoignent qu'une majorité des reboisements est effectué de cette façon mais aussi par le fait que la simulation de plantations mélangées reste aujourd'hui hasardeuse.

NB : L'analyse des données issues des dossiers plans de relance ne permettait pas d'avoir l'information sur le type de diversification réalisée.

2.4. SUCCES DES PLANTATIONS

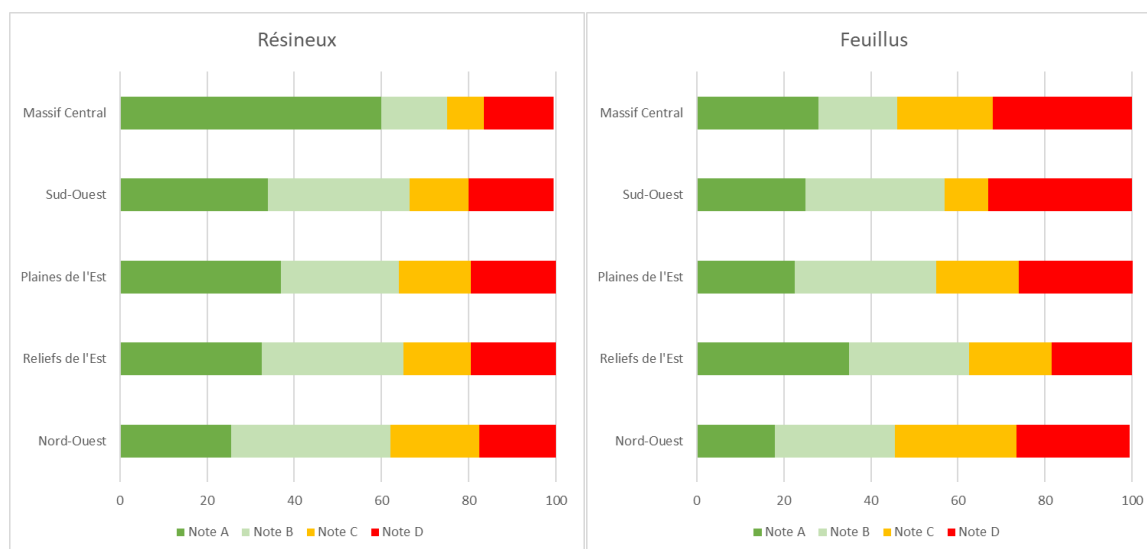
Les hypothèses formulées sur le succès des plantations reposent sur deux rapports :

- Enquête sur la réussite des boisements et reboisements réalisés avec l'aide du Fonds Forestier National et du Budget de l'Etat (1973-1988) - AFOCEL/CEMAGREF. Ginisty et al., 1998.⁶
- Expertise CRREF - Volet 2 : Analyse des modes de renouvellement en contexte de changement climatique – Thème 2 : Caractérisation et analyse du niveau de réussite des renouvellements forestiers. Boutte et al., 2023.⁷

Cette dernière enquête, réalisée sur plus de 12 000 plantations, indique que depuis 2007 le taux moyen de plantations non réussies au bout d'un an (moins de 80 % de reprise) s'élève à 18,5 %. Ce taux varie fortement d'une année sur l'autre, de plus ou moins 10 %, et il est légèrement moins bon pour les feuillus que pour les résineux. Il varie essentiellement en fonction des conditions de sécheresse de l'année et semble d'ailleurs s'aggraver depuis 2015. Ce bilan n'est cependant qu'un constat réalisé en fin de première année et ne préjuge donc pas de la réussite ultérieure du reboisement.

Le bilan effectué sur les reboisements du FFB (âgés de 7 à 26 ans entre 1994 et 1998) intègre à la fois la réussite de première année (reprise), la croissance initiale et la qualité des entretiens réalisés (ou non). Les peuplements évalués ont reçu une note de réussite par rapport à leur capacité à produire du bois, selon 4 niveaux, de : A = excellente à D = très mauvaise. Ce bilan confirme la tendance d'une meilleure réussite des plantations de résineux par rapport aux plantations de feuillus. Elle s'explique par une dynamique de croissance plus lente des feuillus qui implique un suivi des entretiens pendant un temps plus long ainsi qu'une plus forte sensibilité aux dégâts de la faune forestière.

Figure 3 : Répartition des reboisements du FFB selon leur niveau de réussite par rapport à l'objectif de production de bois (Source : AFOCEL/CEMAGREF Ginisty et al., 1998)



Note A = Résultat excellent tant sur le plan du passé (reprise, entretiens, absence de prédation) que de l'avenir (densité du peuplement, vigueur et forme des arbres)

Note B = Résultat satisfaisant malgré des lacunes constatées, l'avenir du peuplement reste valablement assuré

Note C : Résultat médiocre, la parcelle présente des défauts importants, l'avenir du peuplement est compromis

Note D : Résultat très mauvais, voire totalement nul, la parcelle n'a aucun avenir pour la production forestière

Le groupe a retenu les hypothèses suivantes :

- Scénario R1 : un succès à 10 ans de 85 % pour les résineux et de 75 % pour les feuillus, qui illustre une bonne organisation des chantiers (préparation du terrain adapté, conditions de plantation, choix des espèces adaptés à la station) qui limite l'impact des accidents climatiques et un suivi des entretiens adéquat.
- Scénario R2 : un succès à 10 ans de 70 % pour les résineux et 55 % pour les feuillus, qui résulte de problèmes d'ordre organisationnel, d'accidents climatiques répétés et d'une pression de la faune forestière non maîtrisée.

NB : Les reboisements en échec se verront affecter une dynamique d'accru spontané telle qu'observée par l'IGN.

3. IDENTIFICATION DES SURFACES DE PEUPEMENTS RENOUVELABLES

L'implémentation en projection des deux scénarios R1 et R2 nécessite d'identifier les surfaces qui seront reboisées dans le cadre du plan de renouvellement, c'est-à-dire celles qui changeront d'essence(s) et de dynamique forestière, et qui seront donc traitées de façon spécifique dans la modélisation. Cela signifie que les surfaces habituellement reboisées à l'identique dans le cadre classique de la sylviculture (par ex. les pinèdes renouvelées dans les Landes) n'entrent pas dans ce processus d'identification. Ces surfaces estimées à environ 43 000 ha/an (cf. Figure 2) sont déjà prises en compte dans la modélisation, ne changent pas d'essence(s) et sont coupées puis renouvelées selon la maturité du peuplement. De même, les boisements de terres en déprise agricole du scénario R1 ne sont pas inclus dans la recherche de peuplements à reboiser, ils seront simplement pris en compte comme une part de l'expansion forestière.

Les deux scénarios R1 et R2 présentant une dynamique contrastée d'atteinte des objectifs du plan de renouvellement gouvernemental (cf. § 2.1), les surfaces à identifier et à projeter en reboisement diffèrent selon les scénarios par période de 5 ans de 2020 à 2035 (cf. Tableau 1 ci-dessous).

Tableau 1 : Tableau des surfaces à identifier par période et par scénario de renouvellement

	Scénario R1		Scénario R2	
	Surfaces à identifier (reboisement du plan)	Autres surfaces (reboisement hors plan & boisements)	Surfaces à identifier (reboisement du plan)	Autres surfaces (reboisement hors plan & boisements)
En ha/an sur 2021-2025	8 018 ha/an	43 000 ha/an & 1 000 ha/an	4 478 ha/an	43 000 ha/an & 0 ha/an
En ha/an sur 2026-2030	51 685 ha/an	43 000 ha/an & 10 000 ha/an	22 160 ha/an	43 000 ha/an & 0 ha/an
En ha/an sur 2031-2035	59 723 ha/an	43 000 ha/an & 10 000 ha/an	48 230 ha/an	43 000 ha/an & 0 ha/an
Total en ha sur 2020-2035	597 130 ha	645 000 ha & 105 000 ha	374 336 ha	645 000 ha & 0 ha

Dans le cadre du programme gouvernemental, les peuplements ciblés¹ pour un éventuel reboisement sont notamment les peuplements actuellement dépérissants nécessitant d'être reconstitués ou qui pourraient le devenir prochainement à cause de leur vulnérabilité au changement climatique, ainsi que des peuplements économiquement pauvres, mais qui pourraient être renouvelés pour séquestrer plus de carbone et fournir du bois d'œuvre.

Afin d'identifier ces surfaces en projection et dans le modèle, une clé Excel a été construite en se basant sur les données de l'inventaire forestier national, mais également sur les expertises d'outils tels que BioClimSol et ClimEssences et de spécialistes de différents organismes forestiers. Les critères utilisés pour définir ces

différentes catégories de peuplements visés par le plan de renouvellement et identifier les surfaces correspondantes, sont détaillés dans le complément 1 de la présente annexe et dans le rapport de la « stratégie pour le renouvellement forestier »⁸. La clé fournit les surfaces pour chacune des catégories (peuplements actuellement dépérissants, climatiquement vulnérables/non compatibles, ou économiquement pauvres) mais également pour le total (certains peuplements étant à la fois dépérissantes, vulnérables et pauvres). Plusieurs seuils de définition des catégories ont été testés, et un filtre sur le type de gestion et d'accessibilité a été ajouté à la clé. En fonction de l'application plus ou moins restrictive de ces seuils et filtres, différents résultats sont disponibles permettant de sélectionner les surfaces dont le reboisement paraît réaliste dans la projection et dont le total correspond à l'objectif des scénarios R1 et R2. Cette fonctionnalité de seuils et filtres permet également de connaître le niveau de sensibilité de chaque critère aboutissant aux surfaces identifiées comme potentiellement éligibles par le plan de renouvellement gouvernemental.

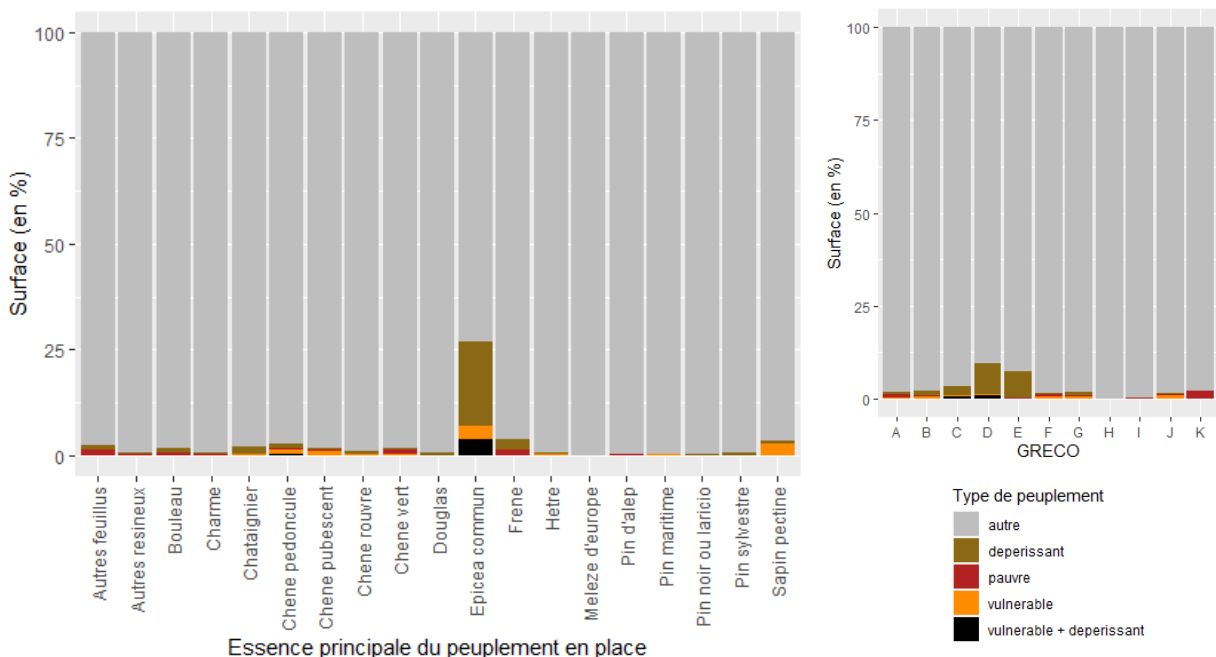
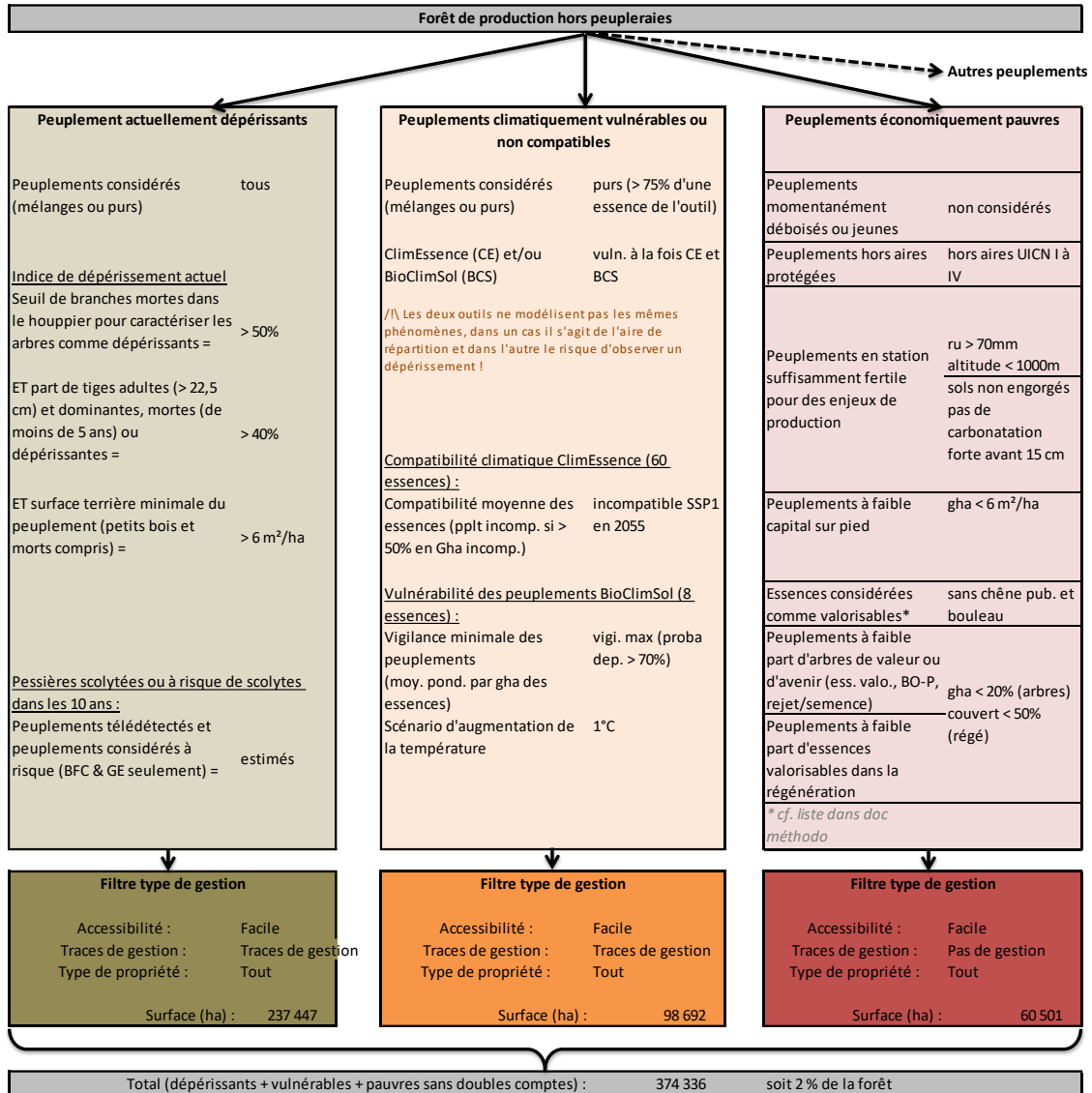
Dans les deux scénarios de renouvellement, les coupes des peuplements à renouveler se répartissent sur les 3 premières périodes de projection (2020-2025, 2025-2030 et 2030-2035), d'abord dans les peuplements dépérissants (reboisés essentiellement sur les périodes 2020-2025 et 2025-2030), puis dans les peuplements vulnérables (reboisés essentiellement sur la période 2030-2035). Les peuplements pauvres sont reboisés relativement continuellement d'ici 2035. La grande majorité des peuplements identifiés pour ces scénarios de renouvellement sont des peuplements actuellement dépérissants (63 % des surfaces) ou vulnérables (22 % des surfaces) ou combinant différents critères (4 % des surfaces). Les peuplements pauvres ne représentent que 11 % des surfaces envisagées en reboisement.

3.1. SURFACES IDENTIFIEES DANS LE SCENARIO R2

Les peuplements identifiés pour atteindre environ 375 000 ha prévus en reboisement dans le scénario R1 suivent les critères suivants :

- Les peuplements les plus dépérissants (plus de 40 % d'arbres soit morts, soit ayant plus de 50 % de branches mortes) et les pessières considérées à risque de dépérissement dans les prochaines années en Bourgogne-Franche-Comté et Grand-Est. Seuls les peuplements à accès facile et présentant des traces de gestion sont conservés pour ce scénario de renouvellement, faisant ici l'hypothèse que les propriétaires ne gérant actuellement pas leur parcelle (pour des raisons d'accessibilité ou autre) n'iront pas opérer de renouvellement dans leur forêt, sauf en cas de démarchage par des gestionnaires forestiers.
- Les peuplements vulnérables d'essences pures (plus de 75 % d'une essence) et qui présenteraient à la fois un risque fort de dépérissement (BioClimSol) et un risque fort de non compatibilité (ClimEssences), dès 2050 y compris dans un scénario climatique plutôt optimiste (+1 °C ou SSP1-2.6). On considère ici que les efforts de reboisement se concentrent sur les peuplements purs, avec des propriétaires faisant le pari d'une plus grande résistance ou d'un renouvellement « naturel » de leurs peuplements mélangés dans ce scénario R2 où les possibilités de reboisement (capacité en plants et en ETF) ne permettent pas de satisfaire tous les besoins de renouvellement. De la même façon que pour les peuplements dépérissants, seules les forêts accessibles et présentant des traces de gestion sont considérées dans ces reboisements.
- Les peuplements économiquement pauvres selon des critères assez restrictifs (bonne fertilité, moins de 6 m²/ha de capital, hors zones protégées et avec très peu d'arbres de valeur à la fois dans le peuplement en place et dans la régénération). Les peuplements avec traces de gestion ne sont pas ici considérés, ces derniers faisant a priori déjà l'objet d'une valorisation économique. En revanche, seuls les peuplements accessibles sont envisagés dans ce scénario R2 comme pouvant faire l'objet d'un reboisement sans y associer d'importants travaux d'amélioration de la desserte.

Figure 4 : Critères de choix et répartition par essence et GRECO des surfaces identifiées dans le scénario R2



3.2. SURFACES IDENTIFIÉES DANS LE SCENARIO R1

La philosophie de choix des peuplements pour un reboisement dans le scénario R1, visant environ 600 000 ha de renouvellement suit globalement la même logique que pour le scénario R2 :

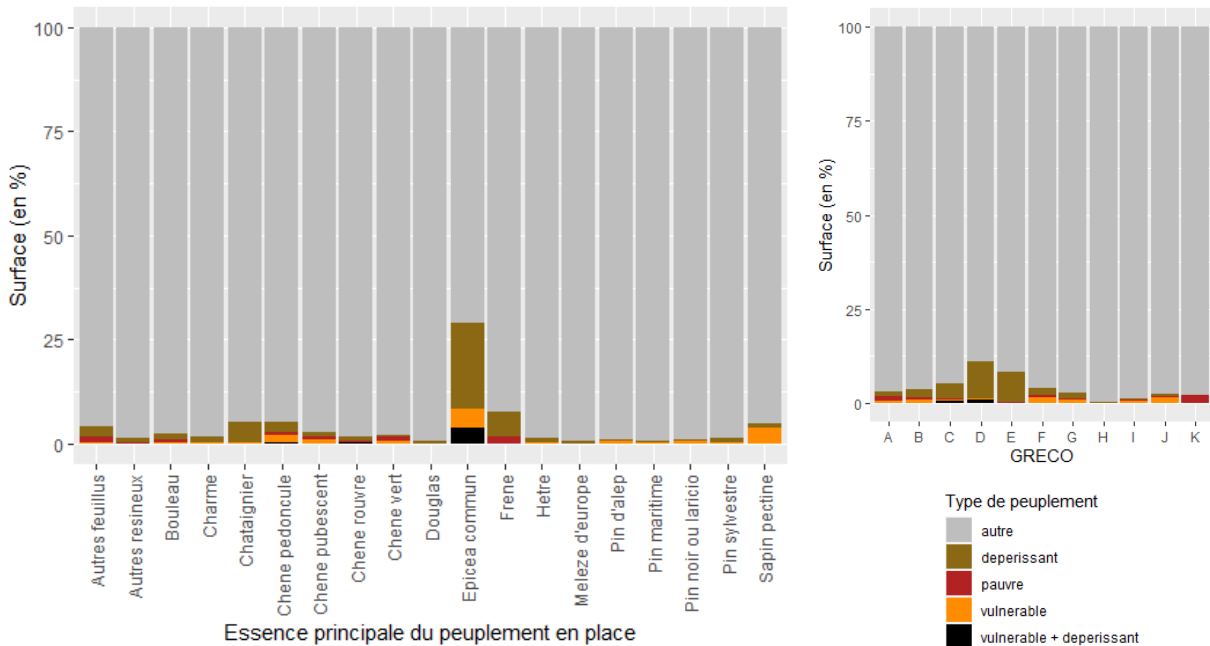
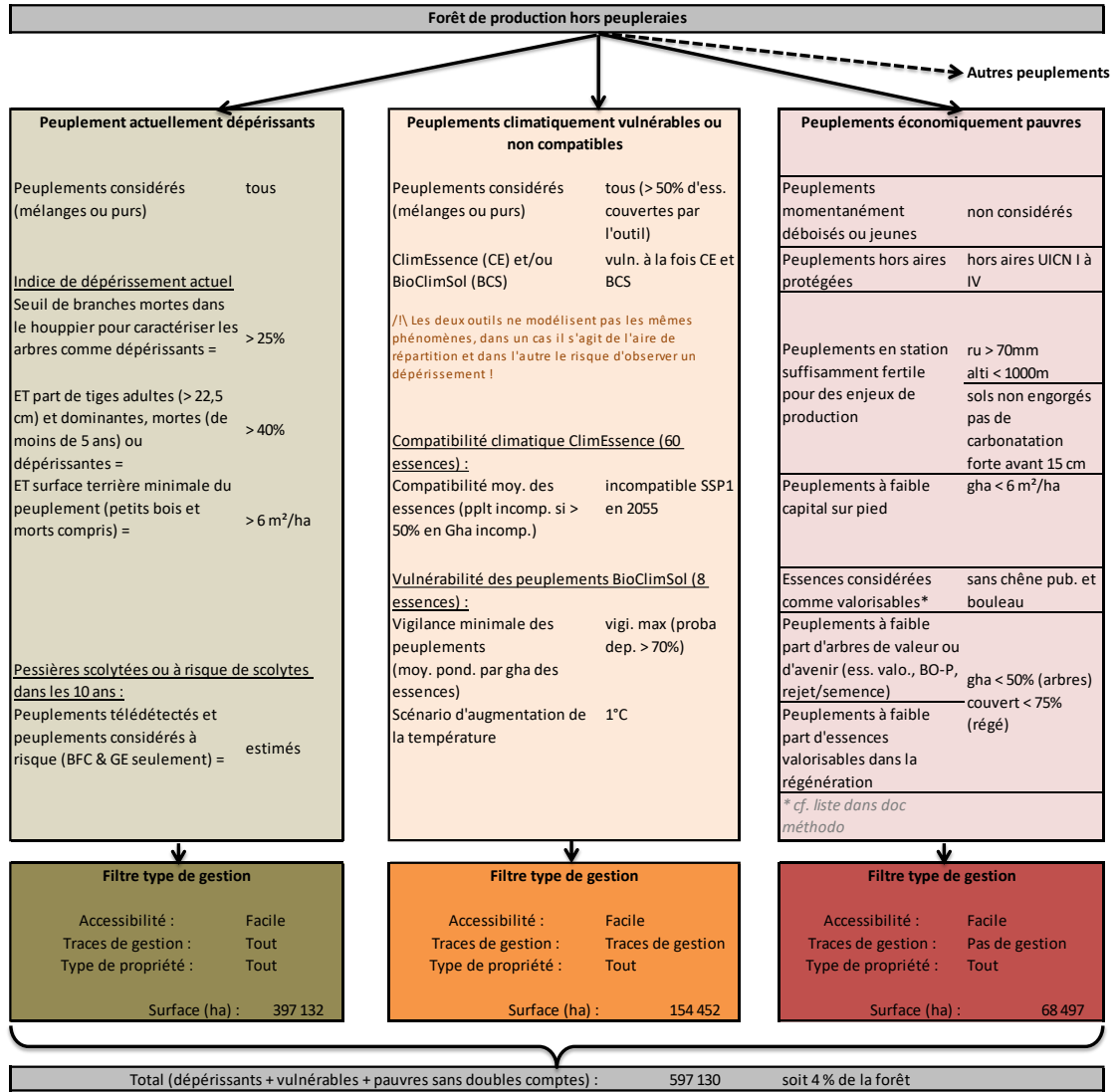
- Par rapport aux peuplements déperissants déjà identifiés dans le scénario R2, sont ajoutés ici les peuplements actuellement à la limite d'un déperissement généralisé. Ce sont des peuplements comprenant beaucoup d'arbres ayant déjà une forte proportion de branches mortes et dont l'état de santé est susceptible de se dégrader rapidement (entre 25 et 50 % de branches mortes dans le houppier). Par ailleurs, les peuplements déperissants, accessibles mais ne faisant pas l'objet de traces de gestion, sont cette fois-ci considérés, en faisant l'hypothèse que les fortes possibilités de reboisement incitent des gestionnaires forestiers à démarcher des propriétaires de peuplements déperissants.
- Par rapport aux peuplements vulnérables sélectionnés dans le scénario R2, les mêmes peuplements purs, climatiquement vulnérables et non compatibles dès 2050 pour un scénario de réchauffement plutôt optimiste, sont pris en compte, mais y sont ajoutés les peuplements mélangés dont les différentes essences sont toutes vulnérables. De meilleures possibilités de reboisement (capacité en plants et en ETF) envisagées dans ce scénario pourraient permettre aux propriétaires de prévoir un reboisement, y compris pour les mélanges. Seules les forêts plutôt faciles d'accès et présentant actuellement des traces de gestion sont conservées pour cette catégorie.
- Pour les peuplements économiquement pauvres, les mêmes types de peuplements dans les mêmes contextes que pour le scénario R2 sont pris en compte, hormis le critère de valeur des tiges et de la régénération qui est ici fixé à un niveau un peu moins restrictif. L'hypothèse sous-jacente, est que la plus grande facilité à replanter dans ce scénario R1 pourrait permettre d'élargir le pool de surfaces identifiées comme « pauvres », notamment sur ce critère de valeur du peuplement résiduel (critère relativement subjectif dans ces peuplements à faible capital).

Le scénario R1 prévoit également une part de boisements de terres en déprise agricole. Les 105 000 ha (entre 2020 et 2035) de boisements ont été répartis, uniquement en forêt privée, dans les différentes GRECO et régions administratives, en s'inspirant des boisements recensés par les DRAAF en 2022⁸.

Tableau 2 : Table des surfaces de boisements de terres en déprise agricole du scénario R1

GRECO	Surfaces de boisements de terres en déprise agricole du scénario R1	GRECO	Surfaces de boisements de terres en déprise agricole du scénario R1
A	26 300 ha	F	4 800 ha
B	46 000 ha	G	8 900 ha
C	5 200 ha	H	3 700 ha
D	2 400 ha	I	3 800 ha
E	1 600 ha	J	2 300 ha

Figure 5 : Critères de choix et répartition par essence et GRECO des surfaces identifiées dans le scénario R1



4. CARACTERISATION ET MISE EN ŒUVRE DES REBOISEMENTS

Les surfaces identifiées comme étant à reboiser dans les deux scénarios sont ventilées sur les critères suivants :

- Grandes région écologiques (GRECO) : des regroupements de GRECO ont été effectués (groupe des GRECO C, D et E et groupe des GRECO F et I) pour permettre l'analyse des données des dossiers du plan de relance qui sont eux ventilés par département,
- Espèce principale du peuplement actuellement en place,
- Type de peuplement : déperissant (à court terme = déperissant et à moyen terme = vulnérable) ou pauvre,
- Réserve utile supérieure ou inférieure à 70 mm,
- Altitude supérieure ou inférieure à 600 m.

Pour chaque cas de figure du scénario R1 (80 au total), un ou plusieurs itinéraires de reboisement sont proposés à partir des pratiques observées au sein des GRECO (cf. complément 2 de la présente annexe), à la fois pour identifier les espèces principales de reboisement et également les espèces de diversification associées (toutes les combinaisons possibles ne sont pas explorées, seules les plus mises en œuvre sont utilisées). La fertilité ainsi que l'itinéraire sylvicole sont affectés à dire d'expert en tenant compte de la GRECO, de l'altitude et de la réserve utile du sol.

Dans le cas du boisement de terres en déprise agricole (105 000 ha sur 15 ans dans le scénario R1) les surfaces sont réparties par GRECO au prorata de ce qui est observé actuellement (cf. §3.2). La composition appliquée à ces surfaces reprend celle appliquée aux reboisements avec la modification suivante : les surfaces de chêne sessile et pubescent sont divisées par 2 et reportées sur les 3 essences principales de reboisement de la GRECO. Concrètement, il est posé comme hypothèse que les propriétaires forestiers (privés dans le cas de boisement de terres en déprise agricole) seront moins enclins à planter du chêne sessile et pubescent par rapport aux essences à croissance rapide. La fertilité de ces boisements sera considérée comme moyenne.

Pour le scénario R2, les proportions des espèces par GRECO définies précédemment sont transposées aux surfaces moindres de ce scénario.

Le bilan du plan de renouvellement aboutit aux répartitions suivantes :

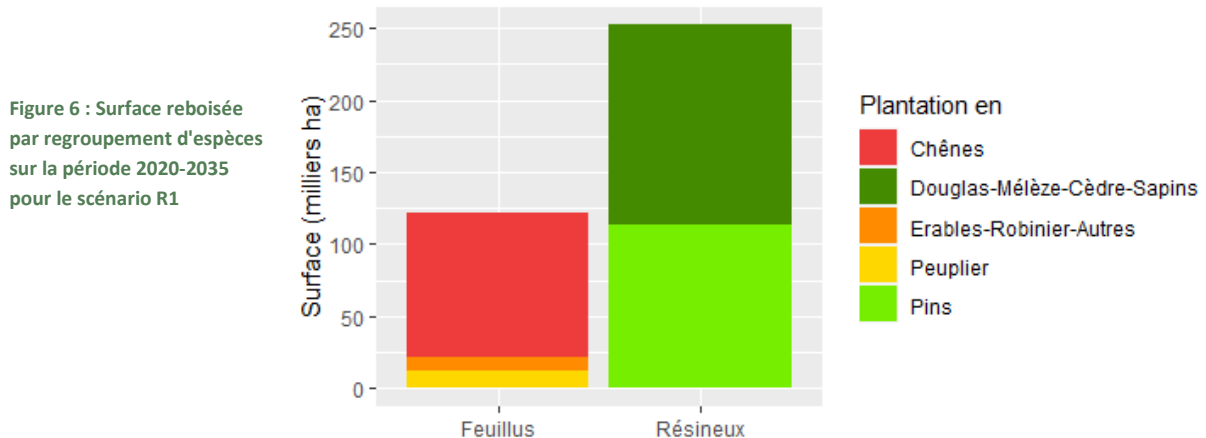
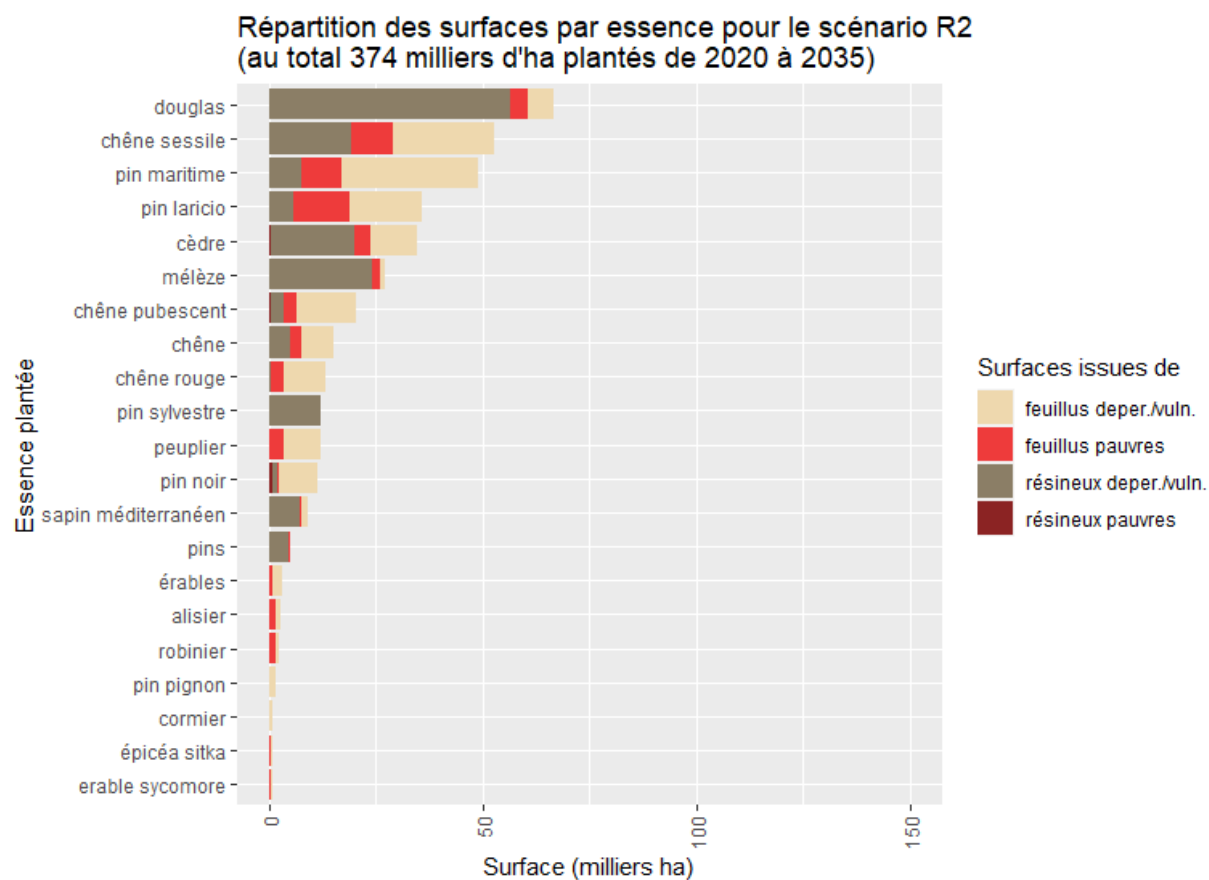
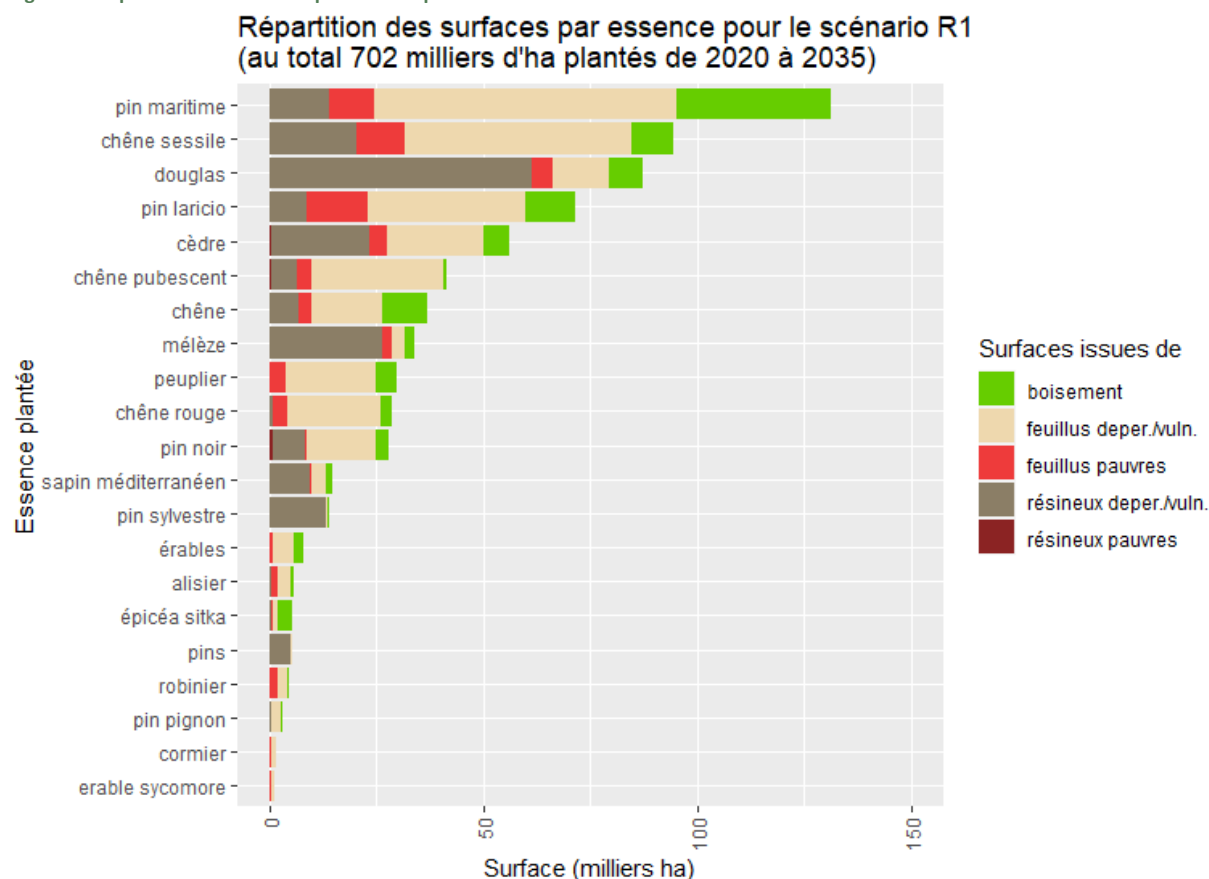


Figure 7 : Répartition des surfaces par essence pour les scénarios R1 et R2



NB : les quantités de pin maritime incluent une part de 10 à 15 % de pin taeda

5. DEFINITION DES SCENARIOS SYLVICOLES

L'évolution des reboisements effectués dans les scénarios R1 et R2 repose sur 27 itinéraires sylvicoles répartis sur 12 espèces (ou regroupement d'espèces) et intégrant entre 2 et 4 classes de fertilité. La définition de ces itinéraires est issue d'un travail de croisement de différentes sources d'information : le datapaper « Dendrometric data of silvicultural scenarios from the French National Forests Office's (ONF) »⁹, les données de l'inventaire forestier national (IFN) et de diverses tables de production.

Ainsi pour chaque espèce (ou regroupement d'espèces), il est défini (cf. Tableau 3 ci-dessous) :

- La fertilité (2 à 4 niveaux),
- L'âge de récolte,
- La production totale cumulée (PTC),
- Le volume sur pied à l'âge de récolte,
- Le volume prélevé en éclaircie,
- Le nombre d'éclaircies,
- Le volume moyen prélevé en éclaircie,
- L'âge de la première éclaircie,
- Les volumes minimums et maximums prélevés en éclaircie.

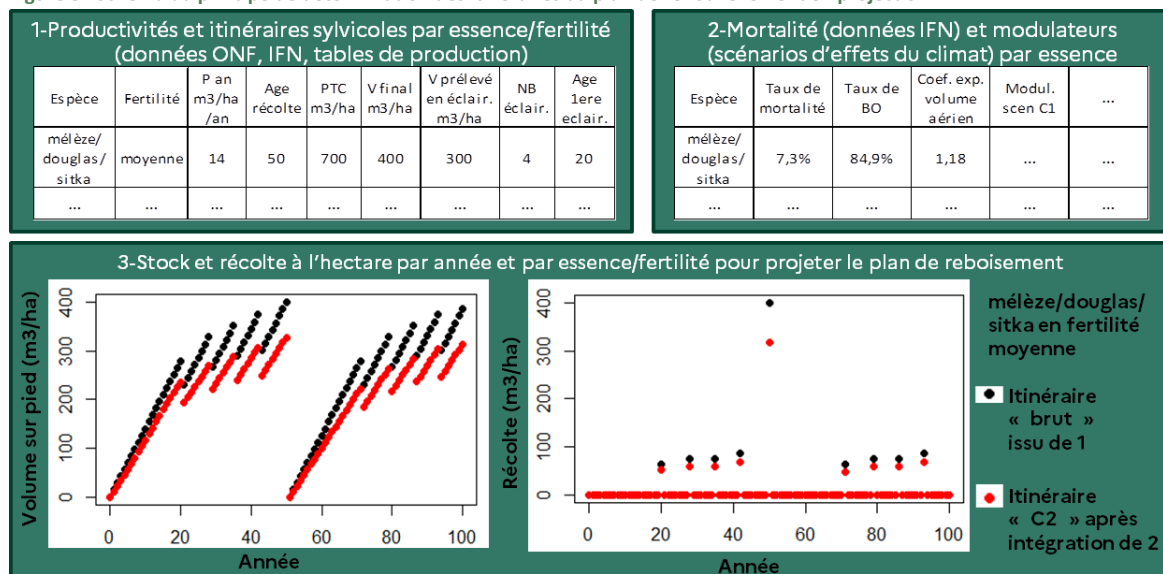
NB : les productivités retenues sont représentatives des croissances moyennes observées en France, elles sont déclinées en fertilité basse pour permettre de moduler la productivité selon les informations stationnelles disponibles (RU et altitude).

Tous les itinéraires proposés intègrent 20 % de diversification, la productivité de l'espèce de diversification est gérée de la façon suivante :

- l'espèce utilisée en diversification ne peut pas être plus productive que si elle était utilisée en essence principale,
- l'espèce utilisée en diversification ne peut pas être plus productive que l'essence principale choisie.

Les volumes et productions sont ici exprimés en m³/ha bois fort tige, ils sont convertis dans d'autres unités de volume et de carbone en utilisant les coefficients issus des données IFN sur les essences concernées (cf. annexe de la tâche 6). De même, la production fournie ici étant une production brute, une part de mortalité y est soustraite en projection, en se basant sur les données IFN. Par ailleurs, les modulateurs climatiques sur la production et la mortalité s'appliquent également au plan de renouvellement (cf. annexe de la tâche 2).

Figure 8 : Schéma du principe de détermination des itinéraires du plan de renouvellement en projection



espèce	fertilité	P m3/ha/an	age récolte	PTC m3/ha	V final m3/ha	V prélevé en éclaircie m3/ha	nombre d'éclaircie	age 1 ere ecl	V moyen prélevé en éclaircie	V min prélevé en éclaircie	V max prélevé en éclaircie
Q Sessile Q pédonculé	moyenne	5,5	150	825	400	425	7	45	61	52	70
Q Sessile Q pédonculé	basse	4,5	170	765	400	365	6	55	61	52	70
Q pubescent	moyenne	3	170	510	250	260	5	60	52	44	60
Q pubescent	basse	1,5	190	285	140	145	5	70	29	25	33
Q rouge	moyenne	9	80	720	350	370	5	25	74	63	85
Q rouge	basse	7	100	700	350	350	5	30	70	60	81
chataignier	moyenne	7	50	350	175	175	3	20	58	50	67
chataignier	basse	5	60	300	175	125	3	20	42	35	48
érable syco/plane	moyenne	6,5	70	455	225	230	4	20	58	49	66
érable syco/plane	basse	5,5	90	495	250	245	5	20	49	42	56
hêtre	moyenne	5,5	100	550	275	275	5	30	55	47	63
hêtre	basse	4,5	120	540	275	265	5	35	53	45	61
mélèze/douglas/sitka	moyenne	14	50	700	400	300	4	20	75	64	86
mélèze/douglas/sitka	basse	10	70	700	400	300	4	20	75	64	86
cèdre	moyenne	9	90	810	400	410	5	25	82	70	94
cèdre	basse	5	120	600	300	300	5	30	60	51	69
pins	haute	10	60	600	300	300	4	20	75	64	86
pins	moyenne	8	75	600	300	300	4	20	75	64	86
pins	basse	6	90	540	270	270	5	25	54	46	62
pins	très basse	4	120	480	240	240	5	30	48	41	55
sapins	moyenne	10	100	1000	550	450	6	30	75	64	86
sapins	basse	8	120	960	500	460	6	30	77	65	88
divers	haute	6,5	70	455	227,5	227,5	5	25	46	39	52
divers	moyenne	4,5	100	450	225	225	6	30	38	32	43
divers	basse	2,5	130	325	162,5	162,5	6	40	27	23	31
peuplier	moyenne	16	20	320	320	0	0	0	0	0	0
peuplier	basse	12	22	264	264	0	0	0	0	0	0

Tableau 3 : Table des productivités brutes et itinéraires sylvicoles par essence plantée et classe de fertilité du plan de renouvellement

BIBLIOGRAPHIE

1. Gouvernement. Accompagner le programme visant à planter 1 milliard d'arbres d'ici 2032. <https://www.gouvernement.fr/politiques-prioritaires/planifier-et-acceler-la-transition-ecologique/accompagner-le-programme-visant-a-planter-1-milliard-darbres-dici-2032> (2023).
2. Forestopic. Mise au point sur les capacités de reboisement. <https://www.forestopic.com/fr/foret/les-acteurs/nominations/1597-elu-president-pepinieristes-forestiers-christophe-ballarin-reboisement> (2023).
3. Forestopic. Quelles capacités de reboisement ? <https://www.forestopic.com/fr/foret/les-acteurs/1504-capacites-reboisement-pepinieres-ministres-prennent-graine-forestiere> (2022).
4. Bonnemazou, M., Cacot, E. & Ruch, P. Parc national d'engins forestiers et taux de mécanisation de la récolte forestière en 2018. *FCBA Info* (2019).
5. Forestopic. Quelles essences d'arbres pour le plan de relance du renouvellement forestier ? <https://www.forestopic.com/fr/foret/gestion-des-forets/1392-essences-arbres-plan-relance-renouvellement-forestier> (2022).
6. Ginisty, C., Ruchaud, F., Baud, S. & Guinaudeau, F. *Enquête Sur La Réussite Des Boissements, Reboisements et Améliorations Réalisés Avec l'aide Du Fond Forestier National et Du Budget de l'Etat (Période 1973-1988)*. 33 p. (1998).
7. Boutte, B., Husson, C. & Saintonge, F.-X. *Expertise CRREF - Volet 2 : Analyse Des Modes de Renouvellement En Contexte de Changement Climatique - Thème 2 : Facteurs de Réussite Des Renouvellements Forestiers - Question 3 : Quelle a Été l'évolution Des Taux de Succès Des Plantations de l'année Au Cours Des Quinze Dernières Années ?* 624–635 (2023).
8. MASA. *Objectif Forêt : Rapport Du Comité Spécialisé 'Gestion Durable Des Forêts' En Vue de l'élaboration Du Plan National de Renouvellement Forestier. Annexes*. 57 p. (2023).
9. Fournier, S. *et al.* Dendrometric data from the silvicultural scenarios developed by Office National des Forêts (ONF) in France: a tool for applied research and carbon storage estimates. *Ann. For. Sci.* **79**, (2022).
10. Piboule, A. *et al.* Climessences : un outil pour choisir les essences forestières en contexte de climat changeant. <https://climessences.fr/> (2021).
11. Lemaire, J. & Cano, B. BioClimSol, outil collaboratif pour agir face aux dérèglements climatiques. *For.-Entrep.* (2022).

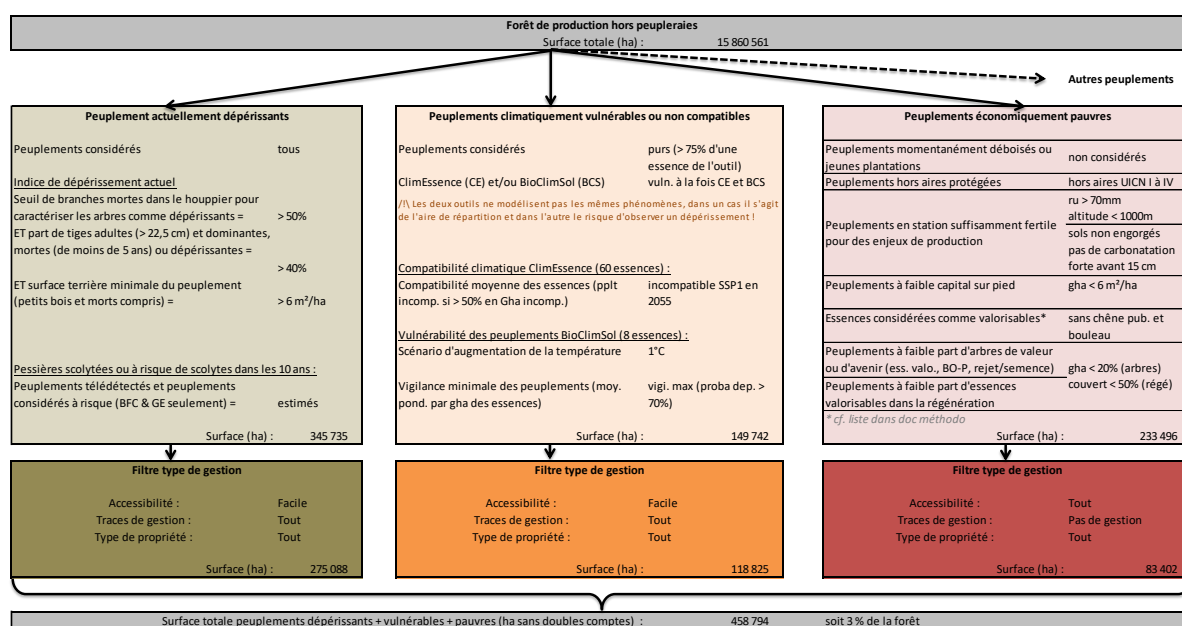
COMPLEMENT 1 : CLE D'IDENTIFICATION DES PEUPELEMENTS POTENTIELLEMENT RENOUEVELABLES

Dans le cadre des programmes nationaux (France Relance, puis France 2030, et le futur fonds pérenne pour le renouvellement), l'ambition gouvernementale de renouveler environ 10 % de la superficie forestière et de replanter environ 1 milliard d'arbres, nécessite d'identifier les peuplements forestiers qui pourraient faire l'objet d'un tel reboisement. A cette fin, un groupe de travail sous l'égide du comité spécialisé « Gestion durable » du Conseil supérieur de la forêt et du bois a sollicité le RMT Aforce pour évaluer les surfaces forestières qui pourraient être ciblées par cette campagne de renouvellement, et notamment les trois catégories suivantes de peuplements : actuellement dépérissants, climatiquement vulnérables, ou économiquement pauvres.

Dans ce cadre, l'IGN a produit une clé Excel d'identification des surfaces de ces trois types de catégories avec un double objectif :

- Pouvoir fournir une estimation de surfaces de peuplements qui sont à enjeu de reboisement selon les catégories ciblées par France 2030, afin de permettre aux ministères d'évaluer l'ampleur de l'effort de renouvellement à venir.
- Pouvoir identifier des surfaces reboisées dans le cadre de projections de la ressource forestière française selon des scénarios réalistes de renouvellement.

Extrait de la clé Excel d'identification des surfaces potentiellement reboisables



Ce travail a été réalisé en croisant les données de l'inventaire forestier national sur les forêts de production hors peupleraies (campagnes IFN de 2017 à 2021, soit 15 860 500 ha au total), les résultats d'outils tels que BioClimSol et ClimEssences ainsi que l'expertise de différents spécialistes membres du réseau RMT Aforce. Les paragraphes suivant présentent les critères retenus pour la caractérisation des différents types de peuplements, ainsi que la sensibilité des surfaces identifiées en fonction des valeurs de ces critères.

NB : la clé a été produite sur les campagnes IFN de 2017 à 2021, alors que les points sélectionnés pour un reboisement dans la projection sont ceux des campagnes IFN de 2018 à 2022. Les mêmes critères de sélection que ceux présentés dans la présente annexe ont été utilisés afin à un total de surface proche de celui obtenu sans la campagne 2022.

Peuplements ayant une forte probabilité de dépérir d'ici 10 ans et nécessitant d'être reconstitués (acteurs sollicités : Nathalie Derrière – IGN, François-Xavier Saintonge – DSF)

Dépérissements actuels d'après les données IFN

L'indicateur de dépérissement actuel des peuplements, est construit sur les données IFN sur les informations de mortalité des arbres et des branches. En effet, il est couramment admis qu'un peuplement est dépérissant lorsque 20 % des tiges dominantes sur pied :

- sont mortes (depuis moins de 5 ans),
- ou portent plus de 50 % de branches mortes dans la partie haute du houppier (pour les arbres ayant un accès libre à la lumière).

Pour avoir une idée plus détaillée, et parce que la nécessité de reconstitution ne fait pas forcément appel à ces seuils, le tableau suivant donne la répartition des peuplements selon 6 classes d'intensité de dépérissement (de « 0 % » à « au moins 50 % ») et selon deux niveaux de mortalité de branches (à partir de 25 % ou 50 %).

Table de la surface de forêt (2017-2021) selon l'intensité de dépérissement (en ha) - source IGN

Classe d'intensité de dépérissement	au seuil de 50 % de branches mortes	au seuil de 25 % de branches mortes
0 % (peuplement sain)	11 364 000 ± 125 000	10 691 000 ± 124 000
0 à 20 %	706 000 ± 43 000	988 000 ± 51 000
20 à 30 %	215 000 ± 25 000	325 000 ± 30 000
30 à 40 %	91 000 ± 16 000	176 000 ± 22 000
40 à 50 %	76 000 ± 15 000	127 000 ± 19 000
Plus de 50 % (peuplement très dépérissant)	160 000 ± 21 000	307 000 ± 29 000
Non défini	3 499 000 ± 94 000	3 499 000 ± 94 000
<i>Total</i>	<i>16 112 000 ± 114 000</i>	<i>16 112 000 ± 114 000</i>

La surface de forêt au-delà du seuil de 20 % d'intensité de dépérissement sur la période 2017 à 2021 (lignes grisées) serait donc comprise 543 000 et 935 000 ha ce qui paraît réaliste. Cependant, il est plus probable que les peuplements faisant réellement l'objet d'un renouvellement soient les forêts les plus dépérissantes, c'est-à-dire celles ayant un seuil de 40 % de tiges mortes ou dépérissantes (lignes gris foncé du tableau), menant entre 230 000 et 430 000 ha.

La répartition des surfaces, compilée dans ce tableau, exclut 3,5 millions d'hectares (classés en « non défini »). Il s'agit surtout de peuplements constitués exclusivement de petits bois* ou d'arbres non recensables (diamètre inférieur à 22,5 cm). Le phénomène d'autoéclaircie étant fréquent dans ce type de peuplement, ils peuvent être considérés comme dépérissants si au moins 50 % des tiges de la placette sont mortes (depuis moins de 5 ans). Cette situation n'est pas rencontrée et n'ajouterait donc pas de surface supplémentaire comme dépérissante et à reconstituer.

* Les arbres dont le diamètre est compris entre 7,5 et 22,5 cm ne font pas l'objet d'une observation de la mortalité de branches. Ceux de moins de 7,5 cm ne sont pas comptabilisés par l'inventaire forestier.

Pessières du Nord-Est à risque de dépérissement non captées par les données IFN

Cependant, la surface dépérissante présentée dans le tableau ci-dessus est sous-estimée par la méthode d'inventaire. Cette dernière observe peu de pessières*** dépérissantes (environ 15 000 ha au seuil de 20 % d'intensité ; dont les scolytées). En effet, la récolte de ces parcelles a été rapide et les surfaces afférentes n'entrent dans les surfaces dépérissantes que si l'inventaire les voit dans le court laps de temps où les arbres sont morts et non coupés. Afin d'affiner cette estimation, les données de mortalité obtenues par observation satellitaire sur la période de crise 2018 à 2022 ont été utilisées**. Les chiffres ainsi obtenus sont probablement

plus proches de la réalité et serviront de base pour l'extrapolation des pessières à fort risque de dépérissement dans les années à venir. Ainsi, dans les régions Bourgogne-France-Comté et Grand-Est, la surface de pessières dépérissantes serait plutôt proche de 90 000 ha ces dernières années et l'on peut extrapoler aux années à venir que près de 140 000 ha pourraient être concernés dans ces régions. Cette extrapolation se base sur des pourcentages réalistes par classe d'altitude issus des observations par télédétection et de l'expertise du DSF (100 % des pessières d'altitude inférieure à 800 m, 50 % des pessières entre 800 et 1200 m, et 10 % des pessières au-delà de 1200 m).

*Table des surfaces de pessières*** issues de l'attribution à chaque point IFN d'un risque de dépérissement dans les 10 prochaines années, en région Grand-Est et Bourgogne-Franche-Comté uniquement.*

	Altitude < 800m	Altitude 800-1200m	Altitude > 1200m	Total
Part des pessières télédétectées dépérissantes**	77 700 / 115 000 ha	10 300 / 50 000 ha	900 / 9 000	88 900 / 174 000 ha
Surfaces considérées à faible risque de scolytes dans la clé	0 ha	27 047 ha	7 836 ha	34 883 ha
Surfaces considérées à fort risque de scolytes dans la clé	115 144 ha	23 357 ha	954 ha	139 456 ha
Total***	115 144 ± 15 928 ha	50 404 ± 10 266 ha	8 790 ± 4 478 ha	174 338 ± 19 145 ha

** Source INRAe-DSF. Période 2018-2022. Prenant l'intégralité des « dégâts sûrs » et la moitié des surfaces « indéterminées ».

*** Source IGN, 2017-2021. Sont considérés comme « pessières » les peuplements ayant comme essence principale l'épicéa commun et ayant une composition de type « peuplement pur d'épicéa » ou « mélange contenant de l'épicéa et une ou plusieurs autres essences » (notamment sapin et hêtre).

Extrapolation à 10 ans des dépérissements probables en fonction du niveau de dépérissement

A dire d'expert, il est estimé qu'à 10 ans, les surfaces dépérissantes et nécessitant d'être reboisées pourraient représenter le double des surfaces forêt présentant actuellement plus de 40 % de tiges mortes ou dépérissantes. Cette extrapolation doublant la surface concernée peut être approchée en utilisant le seuil de 20 % de tiges dépérissantes ou mortes au lieu du seuil de 40 %, et/ou en utilisant le seuil de 25 % de branches mortes au lieu de 50 % pour considérer un arbre comme dépérissant. Ce choix revient à faire l'hypothèse que les peuplements qui risquent de devoir être reboisés dans les 10 ans sont ceux qui ont actuellement un dépérissement « moyen » (entre 20 % et 40 % de tiges dépérissantes), ou bien avec de nombreux arbres à la limite d'être considérés dépérissants (entre 25 % et 50 % de branches mortes).

Peuplements vulnérables (ou non compatibles) qui ont une forte probabilité de dépérir à cause du changement climatique à court-moyen terme

Croisement des surfaces avec les cartes de compatibilité ClimEssences (acteurs sollicités : Xavier Bartet - ONF, Claire Bastick - IGN)

La compatibilité est déterminée sur les points d'inventaire par croisement avec les cartes modélisées par ClimEssences. Ces cartes sont calculées pour le climat actuel et pour les scénarios SSP1-2.6, SSP3-7.0 et SSP5-8.5 du GIEC, correspondants respectivement à des augmentations de température de +2 °C, +4 °C et +5 °C entre 1850 et 2100. La vulnérabilité est déterminée en climat futur pour chaque maille kilométrique à partir du dépassement des seuils IKS par essence (déficit hydrique annuel, température minimale annuelle et somme des degrés jours annuelle). Les seuils IKS sont fixés par essence comme la limite à 97,5 % de l'aire de répartition des points de l'essence concernée à l'échelle européenne (données EU-Forest). Outre les paramètres climatiques, cette répartition peut dépendre de critères de gestion, de sols, etc. non pris en compte ici. Ce type

d'analyse ne tient pas compte des potentiels effets d'adaptation des arbres, ni de risques non directement liés à la sécheresse tels que les scolytes, etc. (plus d'infos sur <https://climessences.fr/>¹⁰)

Le croisement avec les données IFN a été réalisé par l'ONF, à une résolution kilométrique (coordonnées dégradées des points IFN et maille kilométrique de ClimEssences). La compatibilité d'un peuplement est calculée comme la moyenne pondérée par la surface terrière des compatibilités des différentes essences composant le peuplement, sachant que les rares essences absentes de ClimEssences sont considérées par défaut comme compatibles. Ainsi, un peuplement est classé comme « non compatible » si 50 % ou plus de ses essences le sont. Dans cette méthode, les rares peuplements où moins de 50 % de la surface terrière est couverte par l'outil ClimEssences ne peuvent donc pas être qualifiés de « non compatibles ». Pour les peuplements purs, dans lesquels l'essence majoritaire représente plus de 75 % de la surface terrière, la compatibilité du peuplement correspond à celle calculée à l'origine par l'ONF.

La réserve utile utilisée pour la spatialisation du déficit hydrique est celle de l'European Soil DataBase à la résolution de 90m, le croisement avec les points IFN pourrait permettre d'utiliser la réserve utile mesurée sur le terrain afin de tenir compte de micro-variations (topographie, sols...) dans la résistance des peuplements à la sécheresse.

Table des surfaces de forêt par compatibilité ClimEssences suivant les différents scénarios et horizons temporels, (classés par ordre d'importance de la surface impactée)

	Tous les peuplements (surface et part de la forêt française)	Dont peuplements purs
Incompatible climat actuel	119 000 ha (1 %)	65 000 ha
Incompatible SSP1 en 2055	1 023 000 ha (6 %)	548 000 ha
Incompatible SSP1 en 2085	1 215 000 ha (8 %)	658 000 ha
Incompatible SSP3 en 2055	1 722 000 ha (11 %)	929 000 ha
Incompatible SSP5 en 2055	3 134 000 ha (20 %)	1 630 000 ha
Incompatible SSP3 en 2085	4 796 000 ha (30 %)	2 439 000 ha
Incompatible SSP5 en 2085	8 076 000 ha (51 %)	4 039 000 ha

NB : Les peuplements purs représentent 46 % de la surface de forêt de production (hors peupleraies)

Croisement des surfaces avec les cartes de vulnérabilité BioClimSol (acteurs sollicités : Jean Lemaire, Simon Peyrin et Benjamin Cano – CNPF, Claire Bastick – IGN)

La vulnérabilité est déterminée sur les points d'inventaire par croisement avec les cartes par BioClimSol pour 8 essences importantes en métropole (représentant 63 % du volume des forêts françaises) : le châtaignier, les chênes pédonculé, sessile et pubescent, le hêtre, le Douglas, l'épicéa commun et le sapin pectiné.

Ces cartes, calculées par l'équipe BioClimSol, sont des modèles dont la valeur de 0 à 10 (indice BCS) indique la probabilité d'être dépérissant au seuil de 20 % de tiges classées à classe D ou + de Deperis (protocole DSF). Les scénarios du GIEC sont intégrés sans la notion de temporalité, via des augmentations de températures de +1 °C et +2 °C en moyenne. Ces augmentations de températures impliquent des modifications moyennes des différentes variables climatiques utilisées dans les modèles BioClimSol. Globalement, les équivalents temporels de ces augmentations de températures sont la période 1981-2010 pour les cartes à +0 °C, 2020- 2035 pour celles à +1 °C et 2035-2050 pour celles à + 2 °C.

Les modèles de vigilances spatialisés ont été construits sur la base d'études de terrain selon une méthode supervisée d'analyses multivariées. Les résultats de ces analyse traduisent une probabilité d'observer un phénomène de dépérissement au regard des conditions qui les paramètrent. Ces modèles intègrent des facteurs biotiques, climatiques, topographiques, éda-trophiques sous la forme de nombreuses variables issues de modèles existants (variables climatiques, indices topographiques...) et relevées sur le terrain lors de phases d'étude (variables biotiques, pédologiques...). Chaque essence possède son propre modèle reposant sur ses

propres variables (= facteurs explicatifs du/des phénomènes de dépérissement étudiés). Les modèles jouissent d'une actualisation régulière entreprise sous l'impulsion de nouveaux phénomènes de dépérissements observés. La fiabilité (précision, validité) des modèles est également dépendante de la représentativité des placettes échantillon ayant fait l'objet des études de terrain (particularisme possiblement significatif des phénomènes observés). Le processus d'apprentissage et d'amélioration continue de l'expertise de BioClimSol amènent par conséquent les modèles à évoluer régulièrement. Les données fournies ont été mises à jour en 2020-2021, sauf pour l'épicéa et le chêne sessile en 2022 (cf. article Forêt-entreprise n°264¹¹).

Le croisement de ces cartes à une résolution de 75 m a été effectué avec les coordonnées exactes des points IFN des campagnes 2017-2021. Pour chaque peuplement, une vulnérabilité moyenne a été calculée en pondérant l'indice BCS de chaque essence par sa surface terrière dans le peuplement. Les essences non couvertes par BioClimSol dans la présente analyse, ne sont pas considérées et n'entrent pas dans ce calcul de surface terrière. En revanche, les placettes ayant moins de 50 % d'essences couvertes par l'outil sont par la suite filtrées, pour éviter de prendre en compte ces peuplements, pour lesquels on ne peut pas se prononcer sur la vulnérabilité. Ces placettes représentent 49 % de la forêt, le tableau ci-dessous précise leur répartition selon leur indice BCS moyen (sur les essences couvertes) pour un scénario à +2 °C.

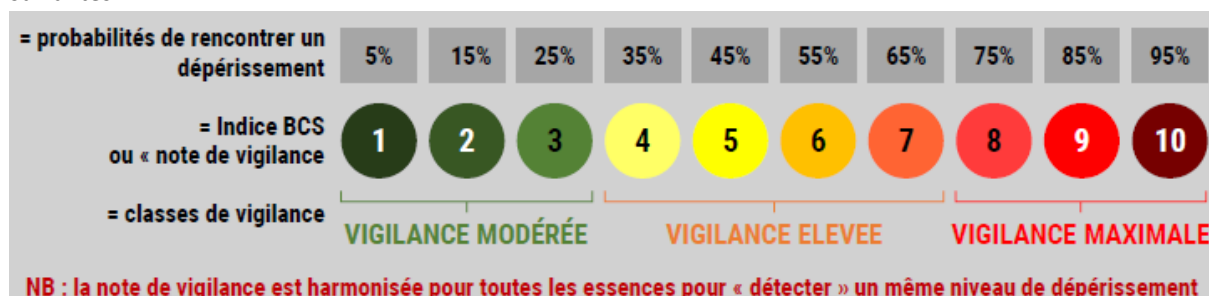
Table de la répartition des surfaces de forêts selon l'indice moyen BioClimSol (calculé sur les 8 essences couvertes par l'outil) et la proportion des essences pour un scénario à +2 °C

Surfaces en ha (et % de la surface totale de forêt)	Peuplements avec 1 à 25 % d'essences couvertes par BCS	Peuplements avec 25 à 50 % d'essences couvertes par BCS	Peuplements avec 50 à 75 % d'essences couvertes par BCS	Peuplements avec 75 à 100 % d'essences couvertes par BCS
Indice BCS = 0	19 951	20 160	19 909	73 572
Indice BCS = 1	46 301	61 999	69 120	209 263
Indice BCS = 2	77 771	103 721	124 848	455 418
Indice BCS = 3	113 395	137 819	188 557	642 672
Indice BCS = 4	112 645	158 728	212 505	723 976
Indice BCS = 5	134 592	158 490	210 471	698 684
Indice BCS = 6	143 219	141 895	208 451	650 498
Indice BCS = 7	138 896	144 001	200 667	629 686
Indice BCS = 8	169 043	180 066	207 193	672 948
Indice BCS = 9	212 193	216 818	239 143	704 500
Indice BCS = 10	316 150	215 465	191 572	491 599
Total	1 484 156 ha (9 %)	1 539 164 ha (10 %)	1 872 436 ha (12 %)	5 952 817 ha (38 %)

NB : Les peuplements avec 0% d'essences couvertes par BCS représentent 5 011 988 ha (32 %).

Dans les résultats suivants, seuls les peuplements avec plus de 50 % d'essences couvertes par BCS sont considérés. Ce filtre sur les peuplements est globalement équivalent à l'échelle macro à un calcul qui reviendrait à calculer la surface comme une somme pondérée de chaque colonne par le pourcentage d'essences couvertes.

L'indice BCS moyen du peuplement (de 0 à 10) est ensuite traduit en niveau de vigilance selon les relations suivantes :



Le réservoir utile du sol très fréquemment dans les modèles (bilan hydrique). Les données qui ont permis de fixer les seuils de sensibilité des modèles pour cette variable, proviennent de relevés de terrain pour une profondeur de 1m50, soit légèrement différents des relevés IFN qui s'arrêtent à une profondeur de 1m (RU IFN < RU BCS). Pour chaque essence et chaque scénario climatique (sauf pour l'épicéa où la RU n'intervient pas dans le modèle, et chêne sessile pour le moment), 3 cartes selon 3 niveaux de réserves utiles ont été fournies, afin de croiser les points IFN avec la carte représentant au mieux leur propre réserve utile, selon les relations suivantes :

- cartes pour RU faible (90 mm) → points IFN avec RU faible (< 50 mm)
- cartes pour RU moyenne (130 mm) → points IFN avec RU moyenne (50-130 mm)
- cartes pour RU forte (170 mm) → points IFN avec RU forte (> 130 mm)

NB : Pour le châtaignier, deux modèles BioClimSol existent, l'un pour la zone océanique (qui a été appliqué pour les peuplements des GRECO A, B, F et J en-dessous de 600m) et l'autre pour la zone « continentale » (qui a été appliqué pour les peuplements des GRECO C, D, E, G, H, I, K et J en-dessous de 600m).

Table des surfaces de forêt par vulnérabilité BioClimSol suivant les différents scénarios de température

Augmentation de température	Niveau de vigilance minimal (proba. min de dépérissement)	Pplts couverts par BCS (surface et part de la forêt française)	Dont peuplements purs BioClimSol (1 essence BCS > 75% en Gha)
+0 °C	Vigilance max. (> 70 %)	570 500 ha (4 %)	379 900 ha
	Vigilance élevée ou max (> 30 %)	3 008 600 ha (19 %)	1 696 900 ha
+1 °C	Vigilance max. (> 70 %)	1 342 000 ha (8 %)	816 700 ha
	Vigilance élevée ou max (> 30 %)	4 256 100 ha (27 %)	2 314 400 ha
+2 °C	Vigilance max. (> 70 %)	2 507 000 ha (16 %)	1 472 200 ha
	Vigilance élevée ou max (> 30 %)	5 625 800 ha (35 %)	3 009 900 ha

NB : Les peuplements purs BioClimSol (dont une essence, couverte par BCS, a une surface terrière supérieure à 75 %) représentent 27 % de la surface forestière totale

Analyse commune de la vulnérabilité BioClimSol et de la compatibilité ClimEssences

Pour les deux outils, une des difficultés de croisement avec les points IFN se trouve dans la manière de qualifier les peuplements mélangés qui constituent plus de la moitié de la forêt française. Il a été ici choisi de calculer des moyennes pondérées de vulnérabilité et de compatibilité. Cette hypothèse fait fi de la présence d'interactions importantes entre essences au sein d'un mélange, qui peuvent avoir des impacts positifs ou négatifs en fonction des situations. Par exemple, le mélange chêne-pin sylvestre aurait plutôt tendance à être défavorable alors d'un mélange hêtre-sapin serait plutôt favorable. L'impact du mélange sur la vulnérabilité du peuplement est difficile à quantifier, certains facteurs engendrant plus de résilience et d'autres moins (par exemple la disparition d'une essence dépérissante dans un peuplement peut engendrer un stress pour l'essence résiduelle). Considérant cette incertitude et compte-tenu de l'échelle macroscopique ici étudiée, nous pouvons cependant considérer la simplification et l'approximation par une moyenne comme acceptable pour fournir une estimation des peuplements potentiellement vulnérables ou non compatibles.

Les deux outils ne modélisant pas le même phénomène, à savoir l'évolution de l'aire de répartition dans le cas de ClimEssences et la probabilité d'observer un dépérissement pour BioClimSol, il est complexe de mettre en regard leurs résultats respectifs. La comparaison de tels résultats nécessiterait des analyses complémentaires (spatialisation des divergences, convergences par essence, etc.).

Cependant les peuplements des 8 essences de BioClimSol, prédites comme non compatibles par ClimEssences et comme à vigilance élevée par BioClimSol, ont été calculés pour un scénario climatique semblable afin d'identifier les surfaces où les risques de voir dépérir et disparaître l'essence en question semblent se cumuler. Malgré toutes les précautions à prendre pour ce type de comparaisons, ces surfaces donnent une idée des

zones qui se situent a priori dans une configuration d'évolution les plus défavorables. Si l'on se place à un scénario SSP5-RCP8.5 à l'horizon 2055 pour ClimEssences et à un réchauffement de +2 °C pour BioClimSol, ce qui représente un horizon temporel et un réchauffement à peu près équivalent (+2 °C vers 2050), sur les peuplements d'essences couvertes par les deux outils en même temps, il y a environ 1 023 000 ha qui sont à la fois en vigilance maximale pour BioClimSol (avec une probabilité de plus de 70 % d'y observer un dépérissement) et en même temps en zone non compatible pour ClimEssences.

Il conviendrait également de croiser à cette vulnérabilité ou compatibilité à l'enjeu de production des peuplements, la probabilité de reboiser une chênaie devenant dépérissante gérée par l'ONF dans le bassin ligérien étant par exemple par exemple très forte par rapport à d'autres peuplements. Cette remarque vaut également pour les peuplements déjà classés comme actuellement dépérissants.

Peuplements économiquement pauvres

Seuls les peuplements économiquement pauvres présents sur des zones propices à la production de bois sont ici considérés comme ayant un intérêt dans le cadre de plantations en plein ou en enrichissement. Les stations à faible potentiel de production de bois d'œuvre sont donc exclues, selon quelques critères synthétique liés au sol : les peuplements à une altitude supérieure à 1000 m (ou 1200 m), avec un réservoir utile en eau inférieur à 70 mm (ou 50 mm), avec une carbonatation du sol dans les 15 premiers centimètres du sol ou avec des sols engorgés en permanence. De même, les aires protégées I à IV définies par l'IUCN (c'est-à-dire les RBI, les zones cœur de PN (hors Cévennes), les sites inscrits, les sites classés, les RBD, les APB, les RNCFS, les zones N2000, les terrains du conservatoire du littoral et des CEN, les RNN, les RNC, les RNR) ont également été exclues, l'enjeu de production de bois n'y étant pas prioritaire.

L'identification des peuplements pauvres économiquement fait principalement intervenir le capital sur pied, via la surface terrière des arbres précomptables (diamètre supérieur à 7,5 cm). Le seuil a été fixé comme devant être inférieur à 6 m²/ha, mais deux autres seuils ont été étudiés (inférieur à 10 m²/ha ou inférieur à 6 m²/ha mais en ne comptabilisant que les arbres issus de semence). Parmi ces peuplements ayant un très faible capital sur pied, sont considérés comme pauvres, ceux ayant une part très faible de tiges pouvant produire du bois ayant une valeur économique* (inférieure à 20 ou 50 %) et ayant une régénération potentielle contenant très peu d'essences potentiellement valorisables** (inférieure à 50 ou 75 %). Ces deux critères permettent de juger du caractère valorisable du peuplement déjà en place malgré son faible capital, et notamment d'exclure tous les peuplements en cours de régénération naturelle. Par ailleurs, les peuplements plantés (sans échec) et les peuplements momentanément déboisés (suite à une coupe rase). Un filtre des peuplements n'ayant aucune trace de gestion est également applicable a posteriori afin d'éviter de comptabiliser comme pauvres des peuplements décapitalisés temporairement du fait d'une gestion sylvicole.

La surface de ces peuplements est évaluée entre 218 000 ha et 1 176 000 ha selon les seuils des critères choisis, un extrait est fourni dans le tableau suivant pour les seuils discutés lors du groupe de travail dédié :

Table des surfaces de peuplements économiquement pauvres selon le niveau de capital à l'hectare du peuplement et la présence de traces de gestion

Sols et zonages environnementaux	Tiges de valeur	Surface terrière à l'hectare	Surface (en ha)
Forêts hors aires UICN I à IV Sols avec ru > 70mm, non engorgés, sans carbonatation forêt avant 15 cm, situés à une altitude < 1000m	Représentent moins de 20 % des arbres et moins de 50 % du couvert de régénération (avec des essences valorisables ne comprenant ni chêne pubescent ni bouleau)	< 6 m ² /ha	234 000 ha (dont 83 000 ha sans traces de gestion)
		< 10 m ² /ha	306 000 ha (dont 106 000 ha sans traces de gestion)
		< 6 m ² /ha de tiges de futaie seulement	495 000 ha (dont 155 000 ha sans traces de gestion)

* Les tiges de valeur ou d'avenir (ayant une valeur économique potentielle) sont considérées comme suit : pour les bois moyens et gros bois (> 27,5 cm), il s'agit des arbres d'essences valorisables** et contenant une part de bois d'œuvre potentiel, et pour les petits bois (< 27,5 cm), il s'agit des arbres d'essences valorisables et de franc pied.

** La liste des essences valorisables est la suivante : chênes sessile, pédonculé, rouge, liège, hêtre, châtaignier, robinier, grand érable, frêne, orme, peuplier cultivé, tilleul, merisier, noyer, olivier, eucalyptus, alisier torminal, et pins maritime, sylvestre, laricio, nois, pignon, Weymouth, sapin pectiné, épicéa commun, mélèzes, Douglas, cèdres, autres sapins, épicéa de Sitka. Chêne pubescent et bouleau sont, en fonction des choix, classés en essence valorisable ou non valorisable.

COMPLEMENT 2 : REPARTITION DES ESPECES DE REBOISEMENT PAR REGROUPEMENT DE GRECO

A		CDE		FI		G	
espèce	%	espèce	%	espèce	%	espèce	%
pin maritime	30	douglas	23	pin maritime	27	douglas	27
chêne sessile	25	chêne sessile	17	chêne sessile	17	pin maritime	17
chêne	9	cèdre	11	pin laricio	13	mélèze	14
épicéa sitka	8	mélèze	9	chêne pubescent	10	sapin méditerranéen	12
pin laricio	7	pin laricio	8	chêne	7	pin laricio	8
alisier	5	chêne pubescent	7	chêne rouge	6	cèdre	7
douglas	3	peuplier	6	cèdre	5	chêne sessile	5
chêne rouge	3	pin sylvestre	6	pin noir	5	chêne	4
peuplier	3	chêne rouge	4	robinier	3	chêne rouge	3
chêne pubescent	3	pins	2	douglas	2	pin noir	1
pin sylvestre	3	pin maritime	2	érables	1	chêne pubescent	1
		chêne	2	sapin méditerranéen	1	peuplier	<1
		érables	1	alisier	1	alisier	<1
		alisier	1	peuplier	1	érables	<1
		cormier	<1	mélèze	1		
		sapin méditerranéen	<1	erable sycomore	<1		
		robinier	<1	cormier	<1		
		erable sycomore	<1	pin pignon	<1		
B		H		K		J	
espèce	%	espèce	%	espèce	%	espèce	%
pin maritime	35	pin noir	38	pin laricio	76	pin noir	47
chêne sessile	17	cèdre	26	chêne pubescent	19	cèdre	18
pin laricio	10	pin laricio	15	cèdre	6	chêne pubescent	14
peuplier	8	chêne pubescent	11			pin pignon	7
chêne	8	sapin méditerranéen	8			pin maritime	6
chêne rouge	6	chêne sessile	2			pin laricio	5
cèdre	5	alisier	<1			sapin méditerranéen	2
chêne pubescent	5	cormier	<1			chêne	2
douglas	3						
érables	1						
alisier	1						
pin sylvestre	<1						
érables	<1						
cormier	<1						

Annexe T4 : Analyse prospective de l'évolution de la demande en produits bois

Auteur : Mouchira Lahiani (FCBA) – Date : Avril 2024

Contenu

1. Objectifs de la tâche	60
2. Secteur du bâtiment	61
2.1. Construction neuve	62
2.2. Rénovation	65
2.3. Projections du volume de bois demandé pour le secteur du bâtiment	66
3. Ameublement	67
4. Emballages bois.....	68
5. Pâte à papier	70
6. Energie	71
7. Demande totale de bois anticipée à l'horizon 2050	72

1. OBJECTIFS DE LA TACHE

Cette tâche porte sur l'évolution de la demande des marchés des produits à base de bois sur plusieurs secteurs à horizon 2050. Les secteurs des produits bois concernés sont les suivants :

- La construction : les produits du secteur sur une famille de produits similaire à l'étude prospective sur la construction bois (FCBA-BIPE, 2019).
- L'ameublement : les sous-secteurs concernés seront les meubles de bureau et de magasin (meubles professionnels) et les meubles de cuisines et autres (domestique).
- Les panneaux : les projections concerneront les panneaux de process (panneaux de particules, MDF/HDF, OSB, autres) et les contreplaqués
- Les emballages en bois
- L'industrie papetière : les projections concerneront la fabrication de pâte à papier et d'articles en papier-carton
- Le secteur du bois énergie Pour chaque secteur et famille de produits, l'étude cherche à évaluer la demande totale du marché en gardant le même taux de production nationale des produits (la part de la demande couverte par la production domestique).

L'horizon temporel retenu s'établira sur la période 2019-2050, avec un palier à 2030. Pour chaque secteur, nous comparons notre scénario de base aux scénarii Pro Techno et Sobriété de l'étude Carbone 4 (2024). Les résultats des différents scénarii étudiés nous permettront d'avoir une étude de sensibilité pour chaque secteur.

Cette étude prospective s'est appuyée sur l'expertise technico-économique de FCBA, enrichie par la littérature existante. En outre plusieurs autres sources de données seront mobilisées :

- Les statistiques publiques : Insee, FAO, Agreste etc.
- La Veille Économique Mutualisée
- L'étude prospective FCBA/BIPE sur la construction bois (2019)
- L'étude FCBA sur l'impact de la crise covid-19 sur les activités économiques de la filière bois
- Programme pluriannuel de l'énergie (PPE)

Les hypothèses macroéconomiques prises dans cette étude prospective se basent sur les hypothèses de cadrage macroéconomique de la SNBC avec ses scénarii avec mesures existantes (AME) et avec mesures supplémentaires (AMS) en 2023. Les sources et caractéristiques des variables macroéconomiques sont les suivantes :

- **Population en Métropole (Mhab)** : INSEE 2021 - scénario central qui suppose : (i) un indice conjoncturel de fécondité égal à 1.8 à partir de 2023 avec un âge moyen à la maternité en hausse jusqu'à 33 ans jusqu'en 2050, (ii) une espérance de vie à la naissance de 90 ans pour les femmes et de 87.5 ans pour les hommes, (iii) et un solde migratoire de plus de 70 000 par an sur toute la période analysée.
- **VA de l'industrie (%)** : Scénario AME (2023) où l'on reprend les chiffres du scénario de référence de la Commission Européenne en ajustant la valeur ajoutée brute totale de l'évolution du PIB en AME 2023 par rapport à la trajectoire de PIB du scénario de la Commission.
- **TCAM Emploi tertiaire** : Scénario AME (2023), l'évolution de l'emploi est similaire à la part dans la valeur ajoutée brute. Ces prévisions prennent en compte l'adaptation des entreprises au développement du télétravail et la hausse de la tertiairisation avec plus d'aide à la personne.

2. SECTEUR DU BATIMENT

L'objectif de cette section est de disposer de perspectives quantifiées de la demande finale des produits à base de bois pour les besoins du secteur de la construction en France. Dans ce cadre, notre étude prospective s'appuie sur la méthode décrite dans l'étude prospective BIPE-FCBA (2019)¹ (calcul des volumes de produits bois selon des coefficients techniques en volume par surface de plancher, par produit et par type de bâtiment en construction neuve et rénovation) et sur le scénario « Volontariste » qui y est décrit¹. Le choix de ce scénario est dû essentiellement à son rapprochement de l'état actuel du marché du bois construction et notamment son adaptabilité avec les nouvelles réglementations du secteur qui étaient déjà planifiées en 2019 et aujourd'hui mises en œuvre.

Pour rappel, le scénario Volontariste, actualisé dans nos projections, suit le scénario de référence AMS 3 (Avec Mesures Supplémentaires) de la SNBC. Ce dernier a prévu d'appliquer la réglementation environnementale, planifiée pour 2020, et de financer plus de travaux de rénovation à l'horizon 2028 avec des taux d'efforts des ménages par décile de revenus. Avec l'application de la RE2020 et la dynamique des incitations à la rénovation énergétique des bâtiments, ce scénario nous a paru plus représentatif de l'état actuel du marché que les autres scénarii proposés par l'étude BIPE-FCBA.

Nos projections de demande de bois pour la construction neuve et la rénovation s'appuient aussi sur des données plus actualisées notamment en ce qui concerne les mises en chantier pour la construction neuve disponibles jusqu'en 2022 (SDES, 2023). Ce qui implique une projection commençant à partir de 2023. Pour les travaux de rénovation, nos projections se sont basées sur les données de l'enquête sur les travaux de rénovation énergétique dans les maisons individuelles TREMI 2020 (Ademe, SDES, 2021).

¹ BIPE, FCBA, 2019. Étude prospective : Évolution de la demande finale du bois dans la construction, la rénovation et l'aménagement des bâtiments. <https://www.codifab.fr/uploads/media/61af7ea0a1d30/0-prospective-bois-2019-10-11-rapport-final-parties-1-2.pdf>

2.1. CONSTRUCTION NEUVE

Selon le scénario Volontariste pris en compte dans nos prévisions, plusieurs hypothèses (voir annexe 1) ont été prises par type de bâtiments :

Bâtiments résidentiels

Le calcul des surfaces nouvellement construites pour les bâtiments résidentiels se base sur plusieurs hypothèses. La première concerne la diminution de la part des mises en chantier des maisons individuelles en faveur des logements collectifs. Parmi les raisons de cette baisse, le métropolisation de la France et la volonté de réduire l'étalement urbain pour des raisons écologiques et ce, afin de maintenir les terres agricoles. En effet, entre 2015 et 2022, les maisons individuelles représentent en moyenne 41% des mises en chantier comparativement aux logements collectifs (59%). Nos projections prônent pour la continuité de cette tendance de baisse de la part des MI pour atteindre 25% en 2050 et 75% pour les logements collectifs.

Pour les bâtiments résidentiels, nous avons repris les surfaces moyennes unitaires de l'étude BIPE-FCBA, soit 115 m² pour les maisons individuelles et 65 m² pour les logements collectifs. On estime que la surface moyenne des appartements et MI reste stable dans le temps.

Notre scénario Volontariste actualisé est caractérisé par une diminution constante du flux annuel de construction de surfaces résidentielles neuves de l'ordre de 53% entre le début et la fin de la période de projection. Cette diminution est recommandée par le scénario de référence de la SNBC pour l'énergie et le climat² qui prévoit un rythme de construction passant de 324 000 logements en 2016 à 205 000 en 2050.

Tableau 1: Construction de bâtiments résidentiels (en Mm²)

Période	Surface de maisons individuelles (Mm ²)	Surface de logements collectifs (Mm ²)	Surface totale des logements (Mm ²)
2020	16,6	13,6	30,2
2025	17	14	31,3
2030	13,5	14,3	27,8
2035	8,7	11,8	20,6
2040	6,6	11,6	18,3
2045	5,5	12,7	18,2
2050	3,4	10,7	14

Bâtiments tertiaires

Selon le rythme du scénario de référence de la SNBC, la construction des bâtiments tertiaires devra baisser pour atteindre 7 Mm² en 2050. Par ailleurs, le scénario Volontariste prévoit à moyen terme la création de bâtiments tertiaires suivant la croissance d'emplois tertiaires, soit +0,5% de croissance annuelle entre 2025 et 2030. À plus long terme, la création d'emploi tertiaire ralenti de 2% en moyenne entraînant un ralentissement dans la construction de nouvelles surfaces de bâtiments tertiaires.

² DGEC, 2020. Synthèse du scénario de référence de la stratégie française pour l'énergie et le climat. <https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/Synth%C3%A8se%20sc%C3%A9nario%20de%20r%C3%A9f%C3%A9rence%20SNBC-PPE.pdf>

Tableau 2: Construction de bâtiments tertiaires (en Mm²)

Période	Surface de bâtiments tertiaires (Mm ²)
2020	9,7
2025	12
2030	12,3
2035	10,8
2040	9,5
2045	8,4
2050	7,4

Bâtiments industriels et agricoles

Pour les bâtiments industriels et agricoles, le scénario Volontariste s'est appuyé sur les prévisions de la valeur ajoutée de toutes les industries non diffuses utilisées dans la modélisation du scénario AMS 3 de la Stratégie Nationale Bas Carbone (SNBC). Nos projections de surface construites sont « lissées » pour suivre les tendances des deux secteurs selon l'étude BIPE-FCBA.

Les locaux industriels neufs étant indexés sur la croissance de la valeur ajoutée des entreprises industrielles, leur évolution est similaire à celle-ci. Après une période de décroissance en 2020, on observe une légère augmentation liée au rebond de l'activité industrielle. Après 2030, les surfaces des bâtiments industriels diminuent progressivement avec un ralentissement de 20% entre le début et la fin de nos projections.

Concernant les bâtiments agricoles, l'élevage, et plus particulièrement l'élevage bovin, est une importante source émettrice de gaz à effet de serre (GES). L'objectif de la stratégie nationale bas carbone (SNBC) étant de réduire les émissions de GES, le cheptel français se réduit chaque année dans le scénario Volontariste pour viser une plus grande réduction de GES. Les surfaces de bâtiments agricoles hors stockage sont proportionnelles au nombre de bovins, ce qui explique que les surfaces construites annuellement soient plus faible en fin de période qu'en début de période.

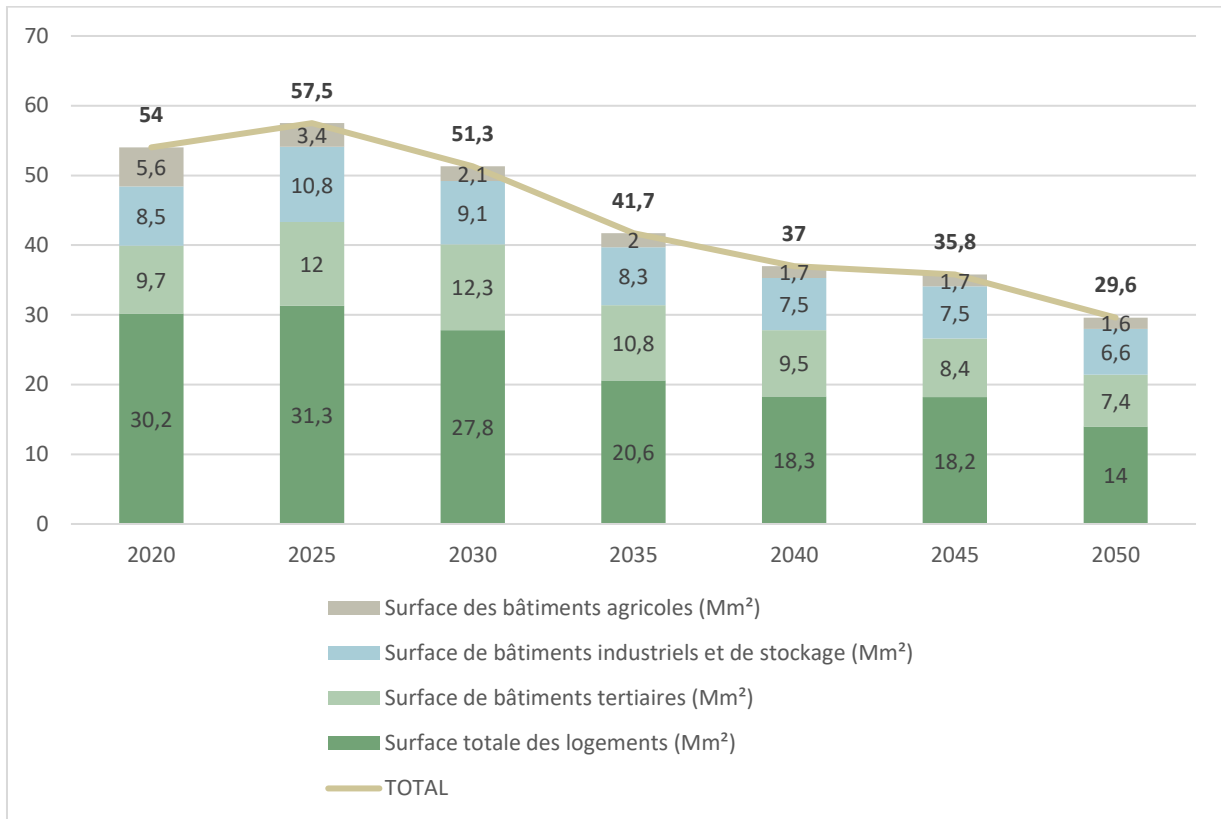
Tableau 3: Construction de bâtiments industriels et agricoles (en Mm²)

Période	Surface de bâtiments industriels et de stockage (Mm ²)	Surface des bâtiments agricoles (Mm ²)
2020	8,5	5,6
2025	10,8	3,4
2030	9,1	2,1
2035	8,3	2
2040	7,5	1,7
2045	7,5	1,7
2050	6,6	1,6

Demande de bois pour la construction neuve

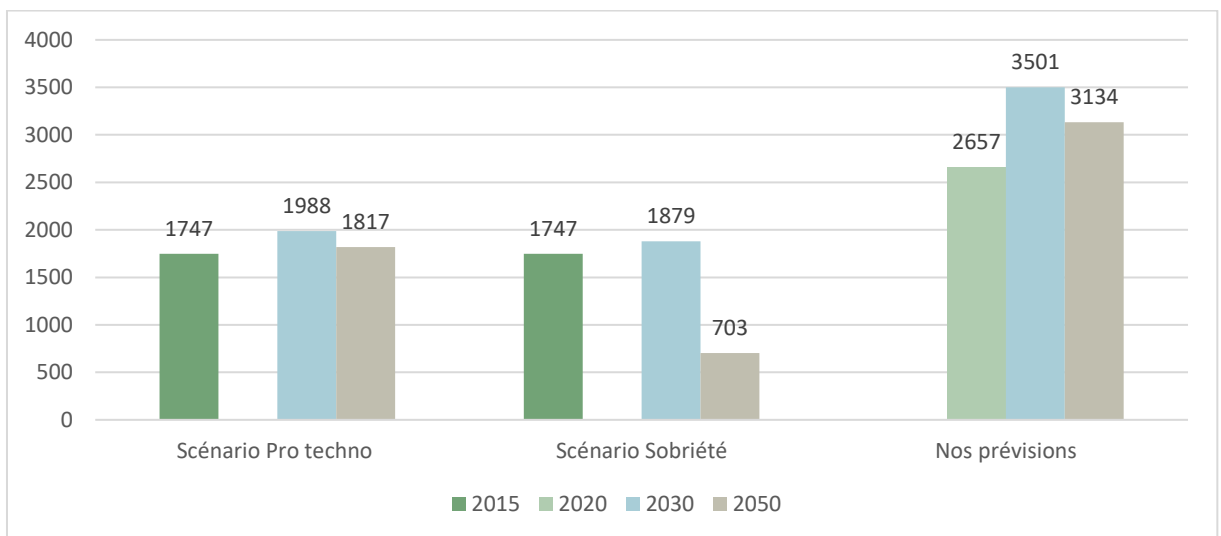
Avec les hypothèses décrites plus haut, pour chaque catégorie de bâtiments, nos projections de la somme des surfaces de construction neuve est présentée ci-dessous, avec un début de projection en 2023. La tendance projetée des surfaces résidentielles nouvellement construites est à la baisse. Cette baisse est due essentiellement à la volonté générale de privilégier l'accès à la rénovation des bâtiments existants, plutôt qu'à la construction neuve. Le but est de diminuer l'accès aux ressources naturelles vierges et de privilégier le réemploi.

Figure 1: Prévisions des surfaces construites par type de bâtiment (en Mm²)



En comparant nos prévisions avec celles de l'étude Carbone 4, cette baisse tendancielle de la construction neuve est aperçue dans les deux scénarii Pro techno et Sobriété. En effet, selon le 1^{er} scénario de l'étude, qui repose sur le scénario « Alternatif » de l'étude BIPE-FCBA (2019), cette baisse est modérée par le fait qu'une partie du parc existant serait détruit afin de construire des logements neufs plus performants. Quant au scénario Sobriété, qui repose sur le scénario de l'étude Nomadéis - NegaWatt, cette baisse est encore plus importante avec l'objectif de privilégier la réhabilitation/rénovation à la destruction/reconstruction.

Figure 2: Demande de bois pour la construction neuve par scénario (en milliers de m³)



Pour nos prévisions et celles de l'étude Carbone 4, la part de marché bois reste importante et fortement tirée par les travaux de rénovation.

2.2. RENOVATION

Pour la projection des surfaces rénovées, nos prévisions se sont basées sur les résultats de l'enquête TREMI 2020³ portant sur les travaux de rénovation énergétique dans les maisons individuelles (Ademe, SDES, 2021). Cette base fournit des données sur le nombre de logements ayant bénéficié d'au moins une aide à la rénovation (crédit d'impôt pour la transition énergétique (CITE), certificats d'économies d'énergie (CEE), Habiter mieux (HM) de l'Agence nationale pour l'habitat (Anah)) et ce, durant la période 2016-2020. En effet, selon cette enquête, 2,4 millions de logements (soit 8 % du parc), dont 1,6 million de maisons individuelles (9,8 % du parc), ont fait l'objet d'une rénovation aidée en 2019.

En 2021, l'Anah a annoncé que le nombre de logements rénovés a dépassé les 750 000 logements, portées par les 3 Mds d'€ d'aides du gouvernement, dont 2 Mds pour le seul dispositif MaPrimRénov⁴. Sur la base de ces incitations publiques, cette tendance devrait se poursuivre et prendre de l'ampleur au cours des années à venir. Nos prévisions enregistrent alors un suivi de ce rythme croissant de travaux de rénovation, qui devra encore s'accélérer pour atteindre à minima 700 000 rénovations complètes par an. Dans ce scénario, nous avons supposé l'atteinte de l'objectif d'un million de logements rénovés d'ici 2040, puis une diminution de cette tendance annuelle jusqu'à 2050.

Concernant l'usage du bois dans les travaux de rénovation, la base de données de l'enquête TREMI montrent que les gestes de rénovation liés au bois représentent 65% de tous les travaux de rénovation. Ces gestes concernent notamment l'isolation des fenêtres, des volets et des portes, mais aussi, l'isolation de la toiture, des murs et des planchers. Dans nos prévisions, nous avons supposé que chaque logement rénové réalise au moins trois gestes de rénovation liés au bois.

Pour calculer les surfaces rénovées des bâtiments résidentiels, nous avons considéré le ratio surface par geste de rénovation appliqué, dans l'étude BIPE-FCBA (2019), comme proxy pour nos prévisions.

Cependant, pour les bâtiments tertiaires, nos prévisions ont repris les estimations de l'étude BIPE-FCBA par manque de données.

Nos estimations en termes de surfaces rénovées pour les bâtiments résidentiels et tertiaires sont résumées dans le tableau suivant :

Période	Surfaces rénovées totales (en Mm ²)
2020	262,7
2025	378,8
2030	402,9
2035	439,8
2040	474,9
2045	460,7
2050	428,6

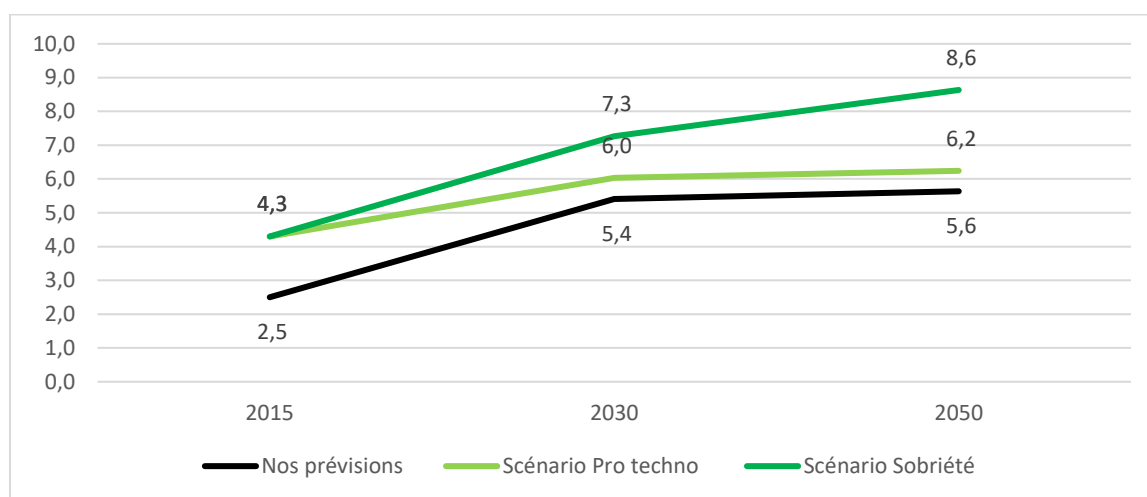
En comparant nos prévisions avec celles de l'étude Carbone 4, on remarque que le volume total de surfaces rénovées est supérieur à celui des deux scénarii Pro Techno et Sobriété. Cette augmentation est expliquée principalement par la volonté publique d'atteindre les 1 Million de logements rénovés d'ici 2040. Pour les scénarii Pro-techno et sobriété, les surfaces rénovées atteignent au maximum 257 Mm² et 359 Mm² respectivement, contre 430 Mm² selon nos prévisions d'ici 2050. On en déduit que les surfaces rénovées devront augmenter d'ici 2030 mais seront d'intensités différentes dans les 3 scénarii analysés.

³ Enquête sur les travaux de rénovation énergétique dans les maisons individuelles (TREMI) 2020

⁴ Lancée le 1er janvier 2020, ce dispositif remplace le crédit d'impôt pour la transition énergétique (CITE) et les aides de l'Agence nationale de l'Habitat (Anah) « Habiter Mieux Agilité ».

Selon la nature des travaux de rénovation, le volume total de bois devra atteindre 5.6 Mm3 selon nos prévisions. Ce résultat est plus faible que ceux des scénarii de l'étude Carbone 4 qui prévoient l'usage de 6.1 et 8.5 Mm3 d'ici 2050. Bien que la base de référence ne soit pas la même, nos prévisions montrent une tendance haussière plus forte entre 2020 et 2030 et une stabilité jusqu'à 2050 comme pour le scénario Pro-techno. À la différence de ces deux scénarii, cette même tendance haussière se poursuit après 2030 pour le scénario Sobriété. Ce résultat peut être expliqué par la place prépondérante que ce scénario donne à la rénovation plutôt qu'à la construction neuve.

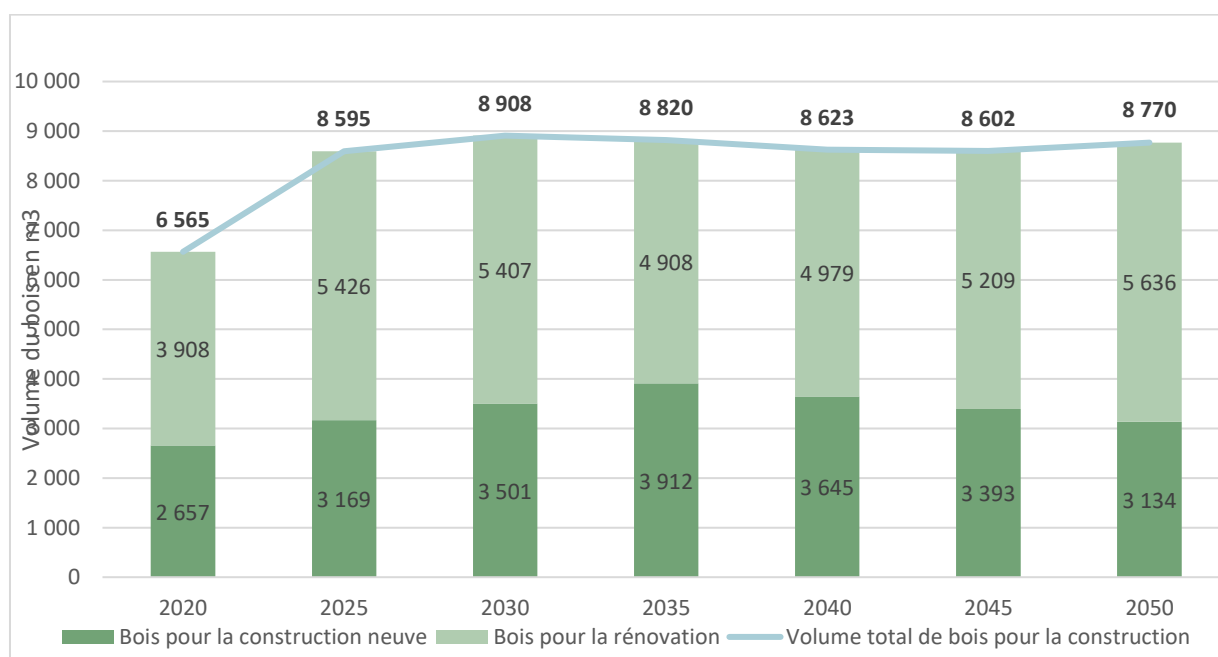
Figure 3: Demande de bois pour la rénovation (en milliers m3)



2.3. PROJECTIONS DU VOLUME DE BOIS DEMANDE POUR LE SECTEUR DU BATIMENT

Selon nos projections, la demande de bois pour le secteur de la construction devra se stabiliser à 8,7 Mm3 à partir de 2030. Le marché de la construction bois aura tendance à s'appuyer sur la rénovation plutôt qu'à la construction neuve pour rattraper la diminution prévue des surfaces construites prévue par la réglementation.

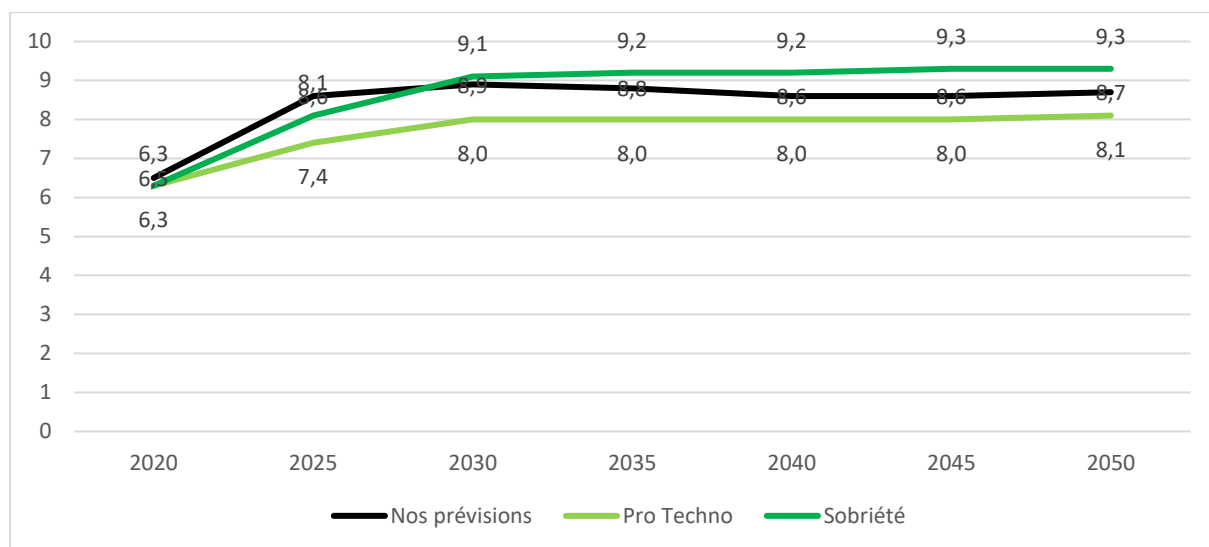
Figure 4: Demande en bois du secteur de la construction (en milliers de m3)



En comparant nos projections avec celles de l'étude Carbone4 (voir annexe 1), on constate qu'elles se placent au milieu des deux scénarios : Pro Techno et Sobriété à partir de 2030 jusqu'à 2050. En effet, entre 2020 et 2025, une augmentation relativement importante du volume de bois pour la construction est prévue pour répondre notamment au besoin croissant de rénovation.

Après ce pic en 2025, la tendance devient plus stable pour un volume de bois construction égal à 8.7 Mm3 en moyenne. Cette tendance à la stabilité suit celle des deux scénarii Pro Techno et Sobriété mais avec des volumes de bois prévus égaux à 8 Mm3 et 9.2 Mm3 respectivement.

Figure 5: Prévisions du volume de bois pour le secteur de la construction par scénario (en Mm3)

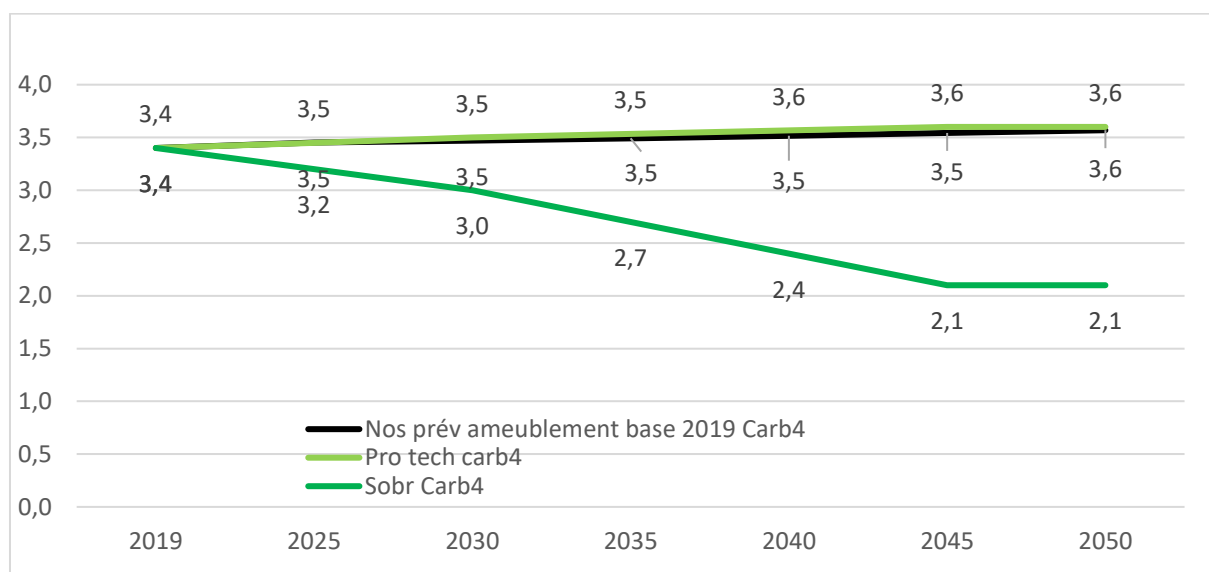


3. AMEUBLEMENT

Pour le marché de l'ameublement, nos projections ont porté sur la demande de bois consommé par les industries françaises de fabrication de meubles. En fait, nous sommes partis du volume total de bois pour panneaux nécessaires pour la fabrication de meubles, en prenant en considération la part de marché de chaque type de panneaux dans l'ameublement (voir annexe n°2). Selon nos estimations, l'évolution de la demande de bois consommé par les industries françaises en éléments d'ameublement est fortement liée à celle de la démographie, du revenu national brut (RNB) par tête, du PIB mais aussi de l'évolution annuelle de l'emploi tertiaire notamment pour les meubles de bureau. Par ailleurs, nous avons supposé que toute autre variable soit stable (voir annexe 2).

Les résultats de nos projections suivent ceux du scénario Pro Techno de l'étude Carbone 4 qui montrent une stabilité du volume de bois jusqu'en 2050. Contrairement à ces deux scénarii, le scénario Sobriété prévoit une baisse du volume de bois pour l'ameublement. Cette diminution est due notamment à la baisse des achats complémentaires (-5%) et de la mise au rebut en cours de vie de meubles (-15%), par rapport aux autres scénarii qui ne prévoient aucune évolution.

Figure 6: Volume de bois demandé pour l'ameublement par scénario (en Mm3)

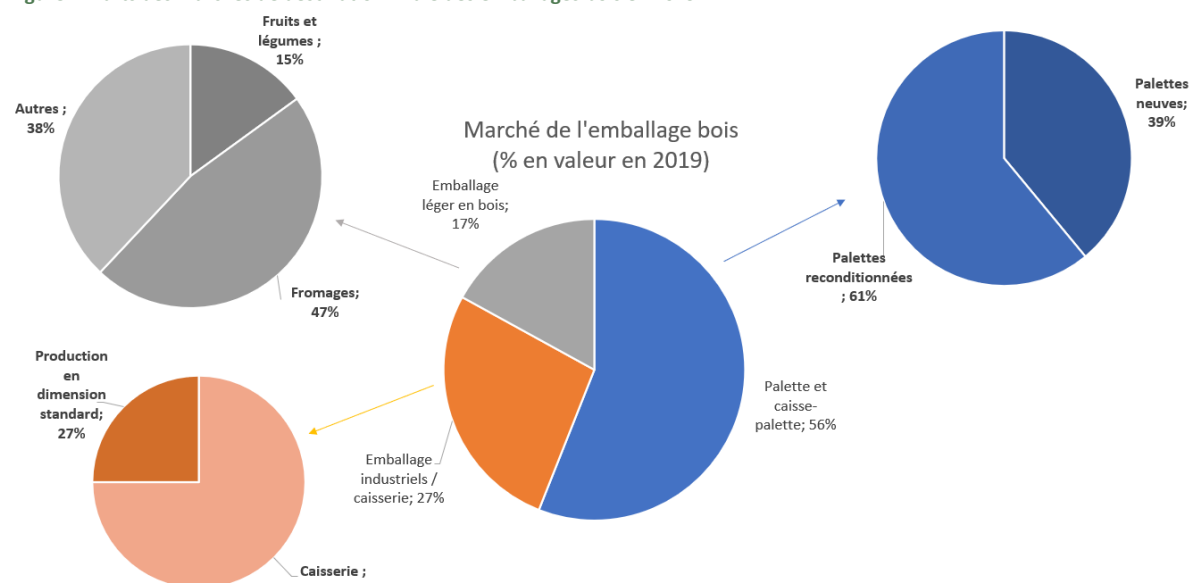


4. EMBALLAGES BOIS

Pour le secteur de l'emballage bois, nous avons pris comme base d'estimation les données d'approvisionnement de l'étude structurelle sur le marché d'emballage bois⁵ (2019). Cette étude a mesuré les volumes d'approvisionnement en grumes, sciages et autres approvisionnements pour chaque type d'emballage.

En commençant par cette base, nous avons estimé les volumes d'approvisionnement à partir des marchés de destination finale des emballages. Nous sommes partis du constat que l'approvisionnement en bois des fabricants français suivra la demande d'emballages légers, industriel/caisseries et des palettes. En supposant que les parts de marché pour chaque secteur d'activité économique (issus de l'étude structurelle du marché d'emballage bois, 2019), nous avons calculé le volume de bois nécessaire pour la production de chaque type d'emballages.

Figure 7: Parts des marchés de destination finale des emballages bois en 2019



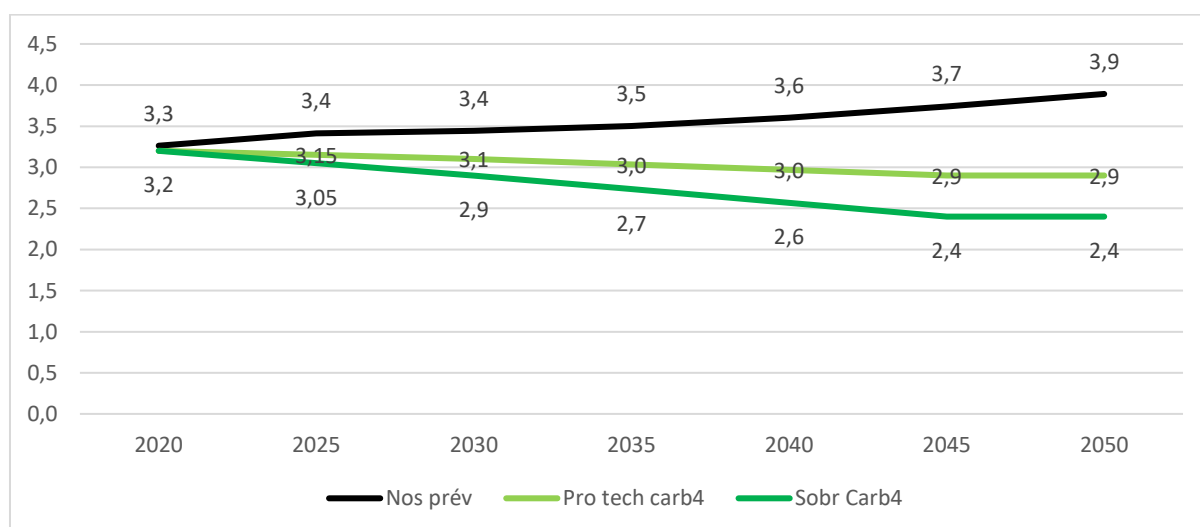
⁵ GALLILEO, 2021. Etude structurelle sur le marché de l'emballage bois. <https://www.fnbois.com/les-resultats-de-letude-structurelle-emballage-bois-sont-sorties/>

Nos estimations ont pris en considération les hypothèses suivantes :

- Pour les palettes, on suppose l'usage de 1.5 Mm3 de sciages (soit 87% des sciages destinés au marché de l'emballage bois) et un même niveau de recyclage de palettes et un même niveau d'import qu'en 2019. La demande sur ce marché est en légère hausse suivant l'activité économique française à horizon 2050 (+1.27%/an).
- Pour les emballages légers, la demande de sciages est de 12% avec une dynamique du marché de l'agroalimentaire en baisse (-1.64%/an).
- Pour les emballages industriels et caisseries, l'activité est en légère hausse suivant l'activité industrielle prévu en France. (+1%/an).

En prenant en compte ces hypothèses, nos prévisions sur le marché des fabricants d'emballage bois montrent une stabilité des approvisionnements en bois pour ce secteur. En effet, la baisse des emballages légers conjuguée avec la hausse des emballages industriels et des palettes font que la demande totale sur le marché reste stable à horizon 2050.

Figure 8: Prévisions de la demande en bois pour le secteur de l'emballage par scénario (en Mm3 de Sciages et bois moulé pour les palettes | panneaux et sciages pour les caisseries | contreplaqué, déroulage et panneaux pour les emballages légers)



En comparant nos résultats prospectifs avec ceux des scénarii de l'étude Carbone 4, nous constatons que nos prévisions ont une tendance vers la hausse par rapport aux deux scénarii Pro techno et Sobriété. Pour les palettes, ces deux scénarii supposent une baisse de la production de palettes neuves de 15 et 23% en raison de la baisse des tonnages transportés.

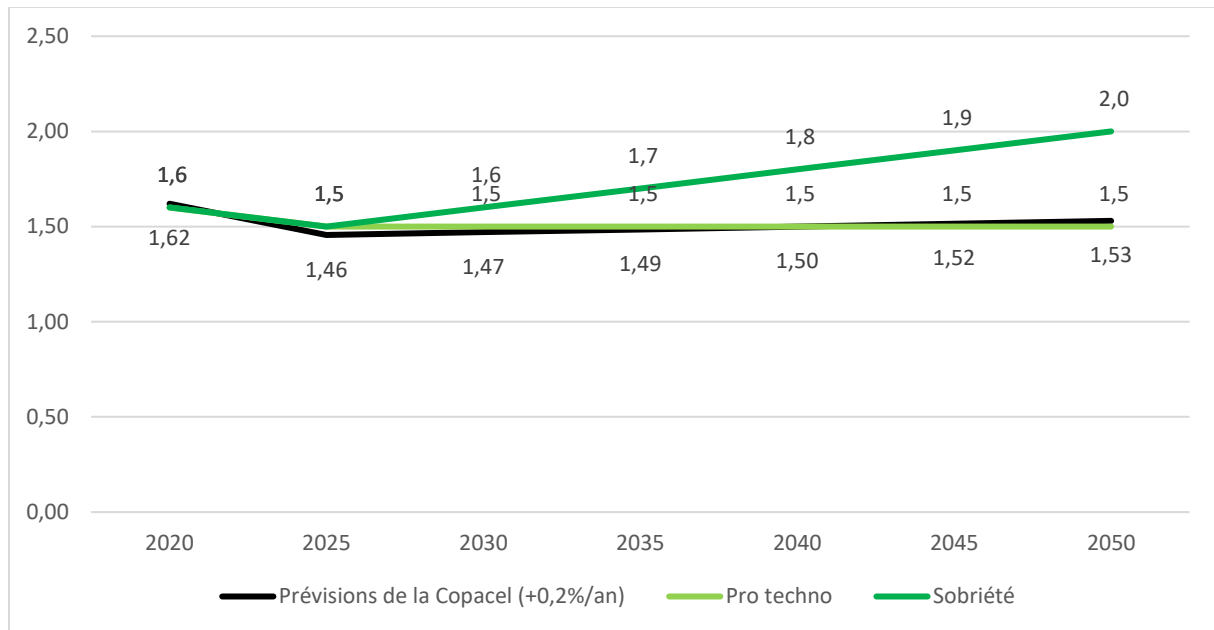
Pour les emballages légers, si le scénario Pro Techno suppose la stabilité de la demande, le scénario Sobriété prévoit l'augmentation de cette demande d'environ 30% afin de substituer les emballages plastiques qui subissent une interdiction progressive d'ici 2050.

Enfin, et concernant les caisseries, les deux scénarii présentent des résultats contradictoires avec une augmentation de la demande de 40% pour le scénario Pro-techno, portée par les secteurs de transports et de l'énergie du fait d'un besoin croissant en matériaux pour la transition énergétique de ces secteurs. En contrepartie, le scénario Sobriété présente une diminution de 20% liée essentiellement au retour éventuel vers une économie plus locale pour les secteurs agroalimentaire, des transports et d'industrie lourde.

5. PATE A PAPIER

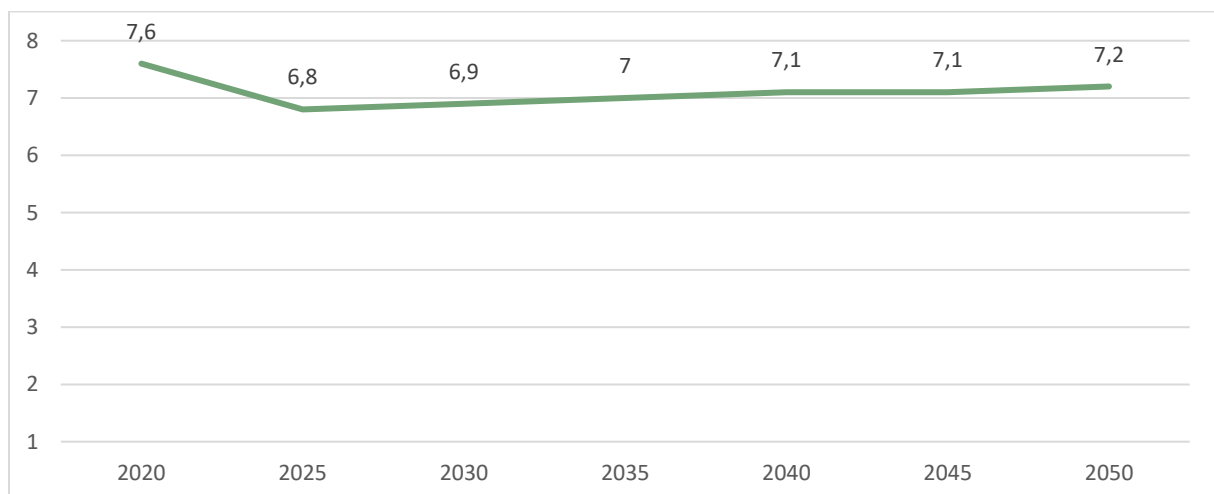
Ces dernières années, la production de l'industrie de pâte à papier tend à se stabiliser pour un niveau de production d'environ 1600 milles tonnes /an. En effet, malgré les fluctuations du marché de papiers-carton, principal secteur utilisant la pâte à papier comme matière première, nous avons noté que la dynamique de ce marché n'a pas d'incidence notable sur l'industrie de la pâte à papier. C'est plutôt la capacité de production des entreprises françaises de pâtes à papier et leur compétitivité au niveau mondial qui peuvent impacter la production du marché de pâtes à papier.

Figure 9: Prévisions du volume de production de pâtes à papier par scénario (en Mt de pâte)



En convertissant le volume de pâte produite en m3 de bois vierge pour la production de pâte à papier, nous avons supposé un taux de conversion égal à 4.7 Mm3 eq.br/tonne de pâte à papier produite. Nous avons trouvé les résultats suivants :

Figure 10: Demande de bois vierge pour la production de pâte à papier (en Mm3 eq.br)



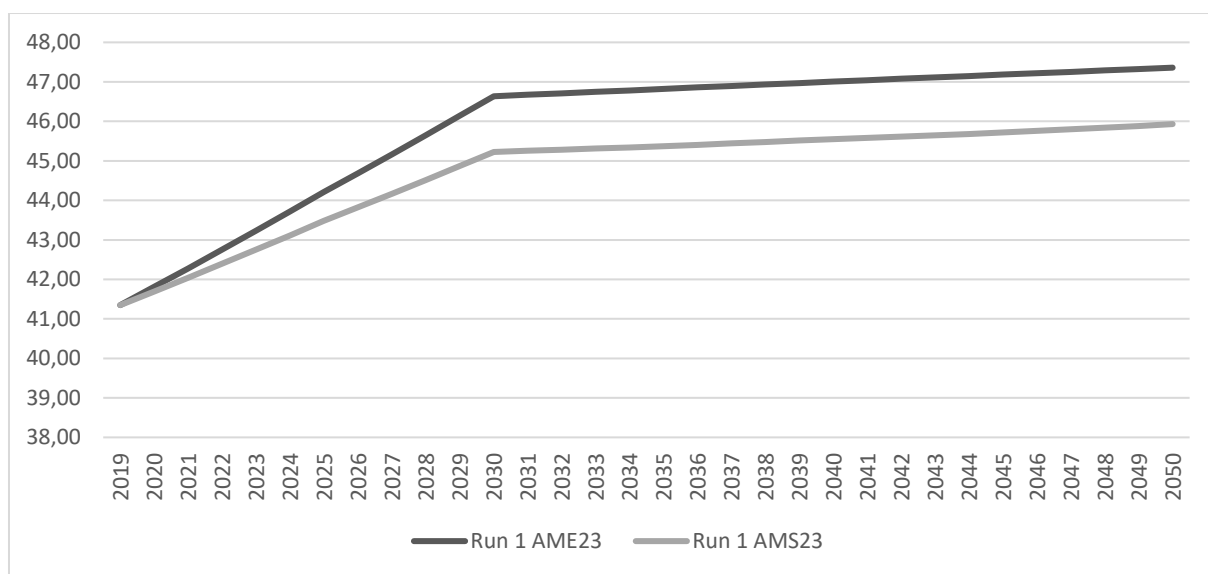
Pour ce secteur d'activité économique, la comparaison entre le scénario de demande de cette étude et ceux de l'étude Carbone 4 n'est pas appropriée en raison des différences de périmètre. En effet, cette analyse s'est

concentrée sur l'utilisation du bois vierge issu de la forêt française par les producteurs locaux, alors que l'étude Carbone 4 a fait des projections incluant la demande de papier cartons recyclés.

6. ENERGIE

Pour nos prévisions de demande de bois en énergie, nous avons pris en considération les scénarios du RUN1 (AME et AMS) de la SNBC. En effet, les usages énergétiques en termes de biomasse sont fortement impulsés par les réglementations, c'est pour cette raison que nous avons opté pour les prévisions du bouclage énergétique de la SNBC. Les données n'étant disponibles que pour les deux scénarii AME AMS du RUN1 de l'année 2023, nous présentons leurs projections en attente de celles du RUN2.

Figure 11: Demande de bois pour les usages énergétiques selon les scénarii AME23 AMS23 du RUN1 de la SNBC (en Mm3)

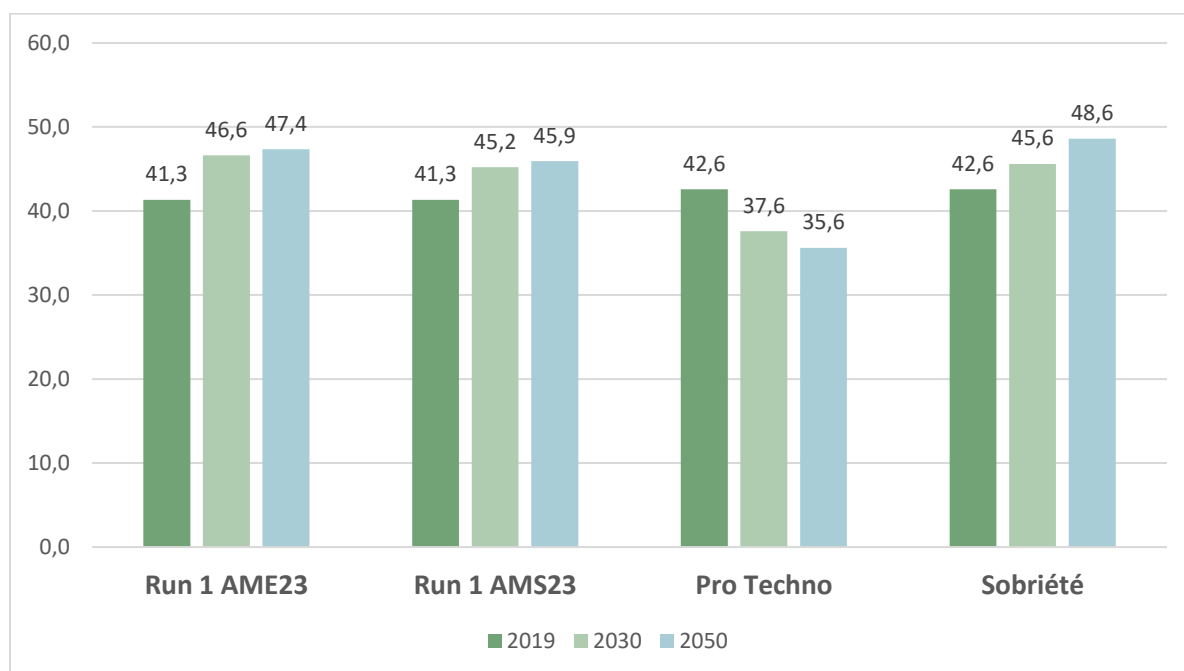


En comparant ces projections avec celles de l'étude Carbone4, nous remarquons que les scénarii RUN1 se rapprochent plus du scénario Sobriété que du scénario Pro Techno de l'étude Carbone 4. En effet, le récapitulatif des hypothèses entre les différents scénarii (voir annexe 5) démontre que la différence est principalement liée à la baisse de l'usage industriel du bois énergie dans le scénario Pro Techno. Dans les trois autres scénarii, l'usage industriel de la biomasse solide est prévu à la hausse d'ici 2050.

Pour le secteur résidentiel, tous les scénarios prévoient une baisse de la consommation du bois énergie pour le chauffage individuel en faveur des réseaux de chaleur. Avec une demande de consommation énergétique de plus en plus forte, poussée par le renchérissement des énergies fossiles, les scénarios prévoient une augmentation de la branche produisant de l'énergie à partir de la biomasse solide.

Concernant le taux de conversion, nous avons appliqué les taux de conversion issus du Memento 2022, 1 GWh = 0,086 ktep et 1 ktep (tonne équivalent pétrole) = 4,558 m3 équivalent de bois rond, qui nous donnent le taux suivant : 1 Mm3 = 0.39 TWh ↔ 1 TWh = 2.551 Mm3

Figure 12: Volume de bois demandé pour l'énergie par scénario (en Mm3)



7. DEMANDE TOTALE DE BOIS ANTICIPEE A L'HORIZON 2050

Selon nos prévisions, la demande de bois devra augmenter pour tous les secteurs d'activités sauf pour le secteur de pâte à papier (-7% entre 2019 et 2050) qui est dépendant du marché de pâtes à papier mondial. Pour le secteur de la construction, et malgré la baisse des surfaces de construction neuve de -41%, nos prévisions montrent une augmentation du volume de bois de 33% d'ici 2050. Cet accroissement est fortement lié à l'activité de rénovation qui a déjà commencé sa tendance haussière sous l'effet des incitations réglementaires en faveur des travaux de rénovation et d'amélioration du parc existant.

Nos prévisions estiment une hausse du volume de bois de 29% pour le secteur d'ameublement. Cette tendance peut être expliquée par l'augmentation du revenu national brut par tête qui augmenterait la capacité de financement des ménages et des entrepreneurs pour l'achat de meubles de cuisine et de bureau notamment. Le secteur de l'emballage prévoit une hausse de la demande en bois de 18% d'ici 2050. Cette tendance haussière est expliquée notamment par la dynamique économique et notamment celle de l'industrie française et du secteur tertiaire.

Enfin pour le secteur du bois énergie, une augmentation de 13% en moyenne est prévu à l'horizon 2050. En effet, c'est l'augmentation de l'accès aux énergies renouvelables, dont la biomasse solide, qui serait parmi les facteurs qui expliquent cette demande de bois supplémentaire.

Tableau 4: Tableau récapitulatif des principaux résultats prospectifs de la demande en bois par scénario

Volume de bois par secteur (en Mm3)	Scénario IGN-FCBA			Carbone 4 (2023) - base 2019					
				Scénario Pro techno			Scénario Sobriété		
	2019	2050	Evolution 2019-2050	2019	2050	Evolution 2019-2050	2019	2050	Evolution 2019-2050
Construction-rénovation	6,6	8,8	33%	6,3	8,1	29%	6,3	9,4	49%
Ameublement	3	3,87	29%	3,4	3,6	6%	3,4	2,1	-38%
Emballages bois	3,3	3,9	18%	3,2	2,9	-9%	3,2	2,4	-25%
Energie bois (BE liquide exclu)	41,3	47,36	15% (AME23)	42,6	35,6	-16%	42,6	48,6	14%
	41,35	46	11% (AMS23)						

Annexe T5 : Évolution des systèmes d'exploitation et des conditions d'accès aux ressources

Auteurs : Philippe Ruch (anciennement FCBA, actuellement ADEME), Henri Cuny (IGN), Lucile Savagner (FCBA) –
Date : Avril 2024

Contenu

1. Objectifs de la tâche	74
2. Description des modes actuels d'exploitation et de leurs évolutions possibles.....	75
2.1. Scénario d'évolution des systèmes de récolte pour les feuillus.....	75
2.2. Bilan des systèmes de récolte pour les feuillus.....	75
2.3. Scénario d'évolution des systèmes de récolte pour les résineux.....	77
2.4. Bilan des systèmes de récolte pour les résineux.....	77
3. Méthode d'identification des peuplements candidats à un développement de la desserte et / ou des systèmes de récolte	78
4. Résultats des peuplements candidats à un développement de la desserte et / ou des systèmes de récolte	80
4.1. Évolution de la desserte forestière	80
4.2. Évolution des systèmes de récolte.....	80
4.3. Distribution des points candidats à un développement de la desserte ou des systèmes de récolte	81

1. OBJECTIFS DE LA TACHE

L'objectif de la tâche 5 de l'étude de projection consiste à identifier les peuplements et les strates sur lesquels il y a un potentiel d'augmentation de l'accessibilité. L'idée générale est de tenir compte dans les projections des facteurs liés aux conditions d'accès aux ressources forestières et de leur possible évolution. Deux facteurs liés aux conditions d'accès ont été identifiés et sont considérés :

- La desserte forestière (routes) ;
- Les systèmes de récolte.

La scénarisation d'un développement des systèmes de récolte ainsi que de la desserte forestière, qui aurait *in fine* un impact sur les conditions de mobilisation des bois dans chaque catégorie d'accessibilité forestière définies par l'IGN, permet d'identifier les strates où des points d'inventaire pour lesquelles les taux de prélèvements peuvent être modulés à la hausse (cf. annexe de la tâche 8).

Une application possible qui n'a pas été réalisée dans le cadre de l'étude nationale de projection serait la traduction de ces points candidats à un développement de la desserte et / ou du système de récolte en investissement économique.

La sélection des points à un développement du système de récolte a été faite en s'appuyant en partie sur la synthèse "des systèmes d'exploitation et leurs possibles évolutions" réalisée par Philippe Ruch (cf. §2). Cette synthèse trace pour les feuillus et les résineux les systèmes d'exploitation existants par type de produit, diamètre d'exploitabilité à 1,30 m et en fonction de la pente.

2. DESCRIPTION DES MODES ACTUELS D'EXPLOITATION ET DE LEURS EVOLUTIONS POSSIBLES

2.1. SCENARIO D'EVOLUTION DES SYSTEMES DE RECOLTE POUR LES FEUILLUS

1) Evolution à l'horizon 2030 : scénario tendanciel

- L'élément majeur est le développement de la récolte mécanisée ou semi-mécanisée (abattage et bûcheronnage) dans les peuplements feuillus pour pallier le déficit de main d'œuvre. Cette mécanisation est un facteur favorable à la réduction des risques (notamment la récolte des peuplements dépérissants) et de la pénibilité. Ce développement concernera les petits bois accessibles sur les chantiers de taille conséquente (opération 100% mécanisée) mais également les gros bois avec des combinaisons opérateurs manuels-machines de bûcheronnage.
- Le traitement des houppiers sera de plus en plus mécanisé à destination du bois énergie sous forme de plaquettes.
- Le développement de la récolte de feuillus dans la pente (45-60% et 60-100%), dans un scénario tendanciel ne se développera pas, compte tenu des difficultés à recruter de la main d'œuvre et de la faible valeur des feuillus.

2) Evolution à l'horizon 2030 : scénario innovant

- L'optimisation des process de traitement des feuillus (automatisation des tâches de bûcheronnage) permettra un développement important de la mécanisation feuillue. Le câble aérien pourrait être déployé dans les plaines pour la préservation des sols et en milieu de montagne.

2.2. BILAN DES SYSTEMES DE RECOLTE POUR LES FEUILLUS

Tableau 1 : Bilan des systèmes de récolte pour les feuillus

Glossaire : BEp : Bois énergie orienté plaquettes / BEb : Bois énergie orienté bûche / BO : Bois d'œuvre / BI : Bois d'industrie

Produits	D _{1,30}	Systèmes d'exploitation	0-30%	30-45%	45-60%	60-100%	> 100%	Situation courante	Production annuelle
BEp	≤ 35	S1 : Abattage mécanisé en arbres entiers (ou tronçons), débardage bois porté ou semi-porté et déchetage en plaquettes sur place de dépôt	✓	-	-	-	-	Coupe de renouvellement de taillis, relevé de couvert	Abattage : 16 000 m ³ Débardage : 16 000 m ³
		S2 : Abattage et façonnage manuel en bois courts, débardage bois porté (petits bois feuillus)	✓	✓	-	-	-	Situation très courante dans → Évolution vers S3 les feuillus	Abattage : 2 400 m ³ Débardage : 15 000 m ³
BO-BI- BE _B	≤ 35	S3 : Abattage et façonnage mécanisé en bois courts, débardage bois porté	✓	✓	-	-	-	-	Abattage : 15 500 m ³ Débardage : 18 000 m ³

Produits	D _{1,30}	Systèmes d'exploitation	0-30%	30-45%	45-60%	60-100%	> 100%	Situation courante	Production annuelle
BO-BI-BE_B	> 40	S4 : Abattage et façonnage manuel en bois longs et bois courts, débardage bois porté et bois semi-porté	✓	✓	✓	✓	-	Système très répandu dans le feuillu → Évolution vers plus de mécanisation car manque de main d'œuvre.	Abattage : 4 000 m ³ Débardage débuseur plaine : 14 000 m ³ Débardage débuseur montagne : 7 000 m ³ Débardage porteur : 15 000 m ³

Produits	D _{1,30}	Systèmes d'exploitation	0-30%	30-45%	45-60%	60-100%	> 100%	Situation courante	Production annuelle
BO-BI-BE_B	> 40	S5 : Abattage et façonnage mixtes en bois longs et bois courts, débardage bois porté et bois semi-porté	✓	✓	-	-	-	Encore marginal	--
		S6 : Abattage et façonnage mixtes semi-manuel, semi-mécanisé en bois courts, débardage bois porté	✓	✓	-	-	-	Peupliers, bois difficiles à mécaniser	Peupliers : Abattage bûcheron : 25 000 m ³ Abattage mécanisé : 50 000 m ³ + façonnage manuel Débardage : 30 000 m ³

Produits	D _{1,30}	Systèmes d'exploitation	0-30%	30-45%	45-60%	60-100%	> 100%	Situation courante	Production annuelle
BO-BI-BE_B	> 40	S7 : Abattage et façonnage mixtes semi-manuel, semi-mécanisé en bois longs, débardage bois semi-porté	✓	✓	-	-	-	Peu développé aujourd'hui mais à fort potentiel, uniquement pour les feuillus	--
		S8 : Abattage et façonnage manuel en bois longs, débardage bois semi-porté	✓	✓	✓	✓	-	Système très répandu dans le feuillu	Abattage : 7 000 m ³ Débardage : 14 000 m ³
		S9 : Abattage et façonnage manuel en bois longs, débardage au câble aérien sols peu portants	✓	✓	✓	✓	-	Système peu développé aujourd'hui	--
			Sols peu portants		Ligne de câble < 600 m				

Produits	D _{1,30}	Systèmes d'exploitation	0-30%	30-45%	45-60%	60-100%	> 100%	Situation courante	Production annuelle
BEp	-	S10 : Façonnage manuel en tronçons de houppiers, débardage bois porté	✓	✓	-	-	-	Ce système, très répandu, concerne les houppiers au sol des feuillus dont la grume a été récoltée en BO → évolution vers S11	Abattage : 2 400 m ³ Débardage : 15 000 m ³
BEp	-	S11 : Façonnage mécanisé en tronçons de houppiers, débardage bois porté et déchetage en plaquettes sur place de dépôt	✓	✓	-	-	-	Ce système concerne les houppiers au sol des feuillus dont la grume a été récoltée en BO	Façonnage + Débardage : 13 000 m ³

2.3. SCENARIO D'EVOLUTION DES SYSTEMES DE RECOLTE POUR LES RESINEUX

1) Evolution à l'horizon 2030 : scénario tendanciel

- La mécanisation est déjà très développée en zone de plaine. Les machines seront de plus en plus confortables, faciles à piloter (liés aux automatismes qui se développent) mais pas de révolution spectaculaire.
- Le développement de la récolte de résineux dans la pente (45-60% et 60-100%), dans un scénario tendanciel se développera progressivement, compte tenu des difficultés à venir à trouver de la ressource résineuse en plaine (sapin, épicéa liés aux dépérissements) avec les systèmes d'aide à la traction et aussi le câble aérien (sous réserve de formation et de recrutement de main d'œuvre).

2) Evolution à l'horizon 2030 : scénario innovant

- Très fort développement de la récolte résineuse dans les zones en pente (raréfaction de la ressource en plaine) mais qui pourrait se heurter à une pression sociale/environnementale grandissante

2.4. BILAN DES SYSTEMES DE RECOLTE POUR LES RESINEUX

Tableau 2 : Bilan des systèmes de récolte pour les résineux

Glossaire : BEp : Bois énergie orienté plaquettes / BEb : Bois énergie orienté bûche / BO : Bois d'œuvre / BI : Bois d'industrie

Produits	D _{1,30}	Systèmes d'exploitation	0-30%	30-45%	45-60%	60-100%	> 100%	Situation courante	Production annuelle
BO BI	≤ 45	S1 : Abattage et façonnage mécanisé en bois courts, débardage bois porté	✓	✓	✓	✓	-	Système très répandu en plaine, majoritaire Treuil d'aide à la traction : développement potentiel	Abattage : 25 500 m ³ Avec treuil : 17 000 m ³ Débardage : 16 000 m ³ Avec treuil : 12 000 m ³
BO	≥ 50 cm	S2 : Abattage et façonnage manuel en bois longs, débardage bois semi-porté	✓	✓	✓	✓	-	Surtout en zone de pente, développement potentiel si création de pistes	Abattage : 7 000 m ³ Débardage : 12 000 m ³

Produits	D _{1,30}	Systèmes d'exploitation	0-30%	30-45%	45-60%	60-100%	> 100%	Situation courante	Production annuelle
BO	≥ 40 cm	S4 : Abattage et façonnage manuel en bois longs, débardage au câble aérien sols peu portants	✓	✓	✓	✓	-	Marginal en plaine	Abattage : --
					Ligne de câble < 600 m			Développement potentiel zone de montagne	Débardage débusqueur plaine : --
BO BI	≤ 45 cm	S5 : Abattage et façonnage mécanisé en bois longs et bois courts, débardage bois porté et bois semi-porté	✓	✓	-	-	-	Situation courante chez les résineux	Abattage : 25 000 m ³ Débardage : 16 000 m ³

Produits	D _{1,30}	Systèmes d'exploitation	0-30%	30-45%	45-60%	60-100%	> 100%	Situation courante	Production annuelle
BO-BI	≥ 50 cm	S6 : Abattage et façonnage manuel en bois longs et bois courts, débardage bois porté et bois semi-porté	✓	✓	-	-	-	Très gros bois résineux (difficilement mécanisables VUM* > 4 m ³ , trop branchus) ou petits lots de gros bois résineux (volume < 200 m ³) VUM* : volume unitaire moyen	Abattage : 6 000 m ³ Débardage débusqueur plaine : 14 000 m ³ Débardage débusqueur montagne : 7 000 m ³ Débardage porteur : 15 000 m ³

Produits	D _{1,30}	Systèmes d'exploitation	0-30%	30-45%	45-60%	60-100%	> 100%	Situation courante	Production annuelle /an
BO BI BEp	≥ 40 cm	S7 : Abattage manuel en arbres entiers, débardage au câble aérien et façonnage mécanisé en bord de piste	✓	✓	✓	✓	-	Marginal en plaine Développement potentiel en montagne	Abattage : -- Débardage : --
			sols peu portants D _{1,30} > 40 cm		Ligne de câble < 600 m D _{1,30} > 25 cm				

3. METHODE D'IDENTIFICATION DES PEUPELEMENTS CANDIDATS A UN DEVELOPPEMENT DE LA DESSERTE ET / OU DES SYSTEMES DE RECOLTE

La logique est la suivante : le développement des systèmes de récolte et de la desserte forestière ne sert pas à définir un taux de prélèvement à atteindre ; le taux de prélèvement est fixé dès le début selon les différents scénarios qui seront testés dans la projection. Par contre, le taux de prélèvement pourra justement être modulé en fonction des conditions d'accès aux ressources forestières et de leur évolution future.

Pour le développement de la desserte comme des systèmes de récolte, le principe est le même :

- Identification des points IFN candidats à un développement (de la desserte ou des systèmes de récolte) selon une typologie à définir ;
- Pour chaque scénario, modulation du taux de prélèvement en fonction des points IFN identifiés comme candidats à un développement de la desserte et/ou des systèmes de récolte ;

L'identification des points candidats se fait à partir de la grille d'accessibilité issue du groupe de travail sur l'accessibilité piloté par l'IGN (Mathieu Dassot) en 2022 :

- Pour le développement de la desserte, les points IFN candidats au développement d'une route forestière sont ceux situés sur entre 500 et 1000 m du réseau routier sur des pentes de 30 à 60 %, ou ceux situés entre 1000 et 2000 m du réseau routier sur des pentes inférieures à 60 %, en excluant les terrains jamais portants ou très accidentés ainsi que les points concernés par des zonages réglementaires à fort impact sur la mobilisation des bois. Dans cet ensemble de points, les points candidats sont finalement sélectionnés sur la base de la composition du peuplement, en ciblant les peuplements qui ont un intérêt économique actuellement. Pour le sous-ensemble de points candidats définitifs, il sera considéré que le développement de la desserte les ramène dans la classe de distance '200-500 m'.
- Pour le développement des systèmes de récolte, les points candidats sont ceux situés sur des pentes de 45-100 %, à moins de 500 m du réseau routier (dont les points dans ces classes de pentes candidats au développement de la desserte), en excluant les points concernés par des zonages réglementaires à fort impact sur la mobilisation des bois. Dans cet ensemble de points, les points candidats sont finalement sélectionnés sur la base de la composition du peuplement, en ciblant les peuplements résineux uniquement (les peuplements feuillus étant majoritairement en plaine, sachant que ceux présents sur fortes pentes en montagne sont généralement caractérisés par une mauvaise qualité du bois). Le développement des systèmes de récolte dans les classes de pente 60-100 % correspondrait à un fort développement du câble ; dans la classe 45-60 %, cela correspondrait à un développement des systèmes d'aide à la traction.

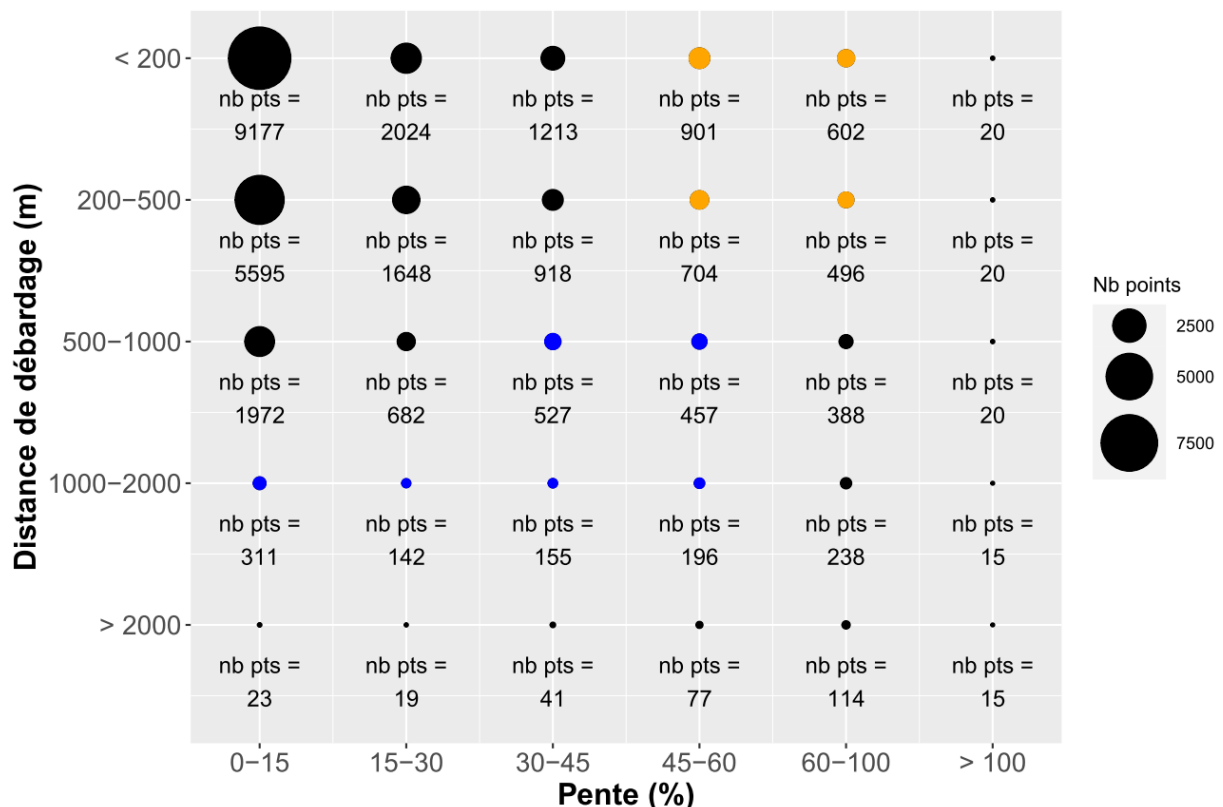


Figure 1 : Identification des ensembles de points potentiellement candidats à un développement de la desserte (en bleu) ou des systèmes de récolte (orange) sur la base des conditions de pente et de distance de débardage. Les points finalement retenus dans ces ensembles sont ceux pour lesquels la composition du peuplement a été jugée comme étant d'intérêt économique, en excluant les terrains jamais portants ou très accidentés ainsi que les points concernés par des zonages réglementaires à fort impact sur la mobilisation des bois

4. RESULTATS DES PEUPELEMENTS CANDIDATS A UN DEVELOPPEMENT DE LA DESSERTE ET / OU DES SYSTEMES DE RECOLTE

4.1. ÉVOLUTION DE LA DESSERTE FORESTIERE

Une analyse sur les campagnes IFN 2018-2022 montre que **1267 points IFN** (~4 % des points) **sont candidats à un développement d'une route forestière**, ce qui représente une surface forestière de 795 000 hectares environ et un volume de bois sur pied (bois fort tige) de 153 millions de m³ (5 % du volume sur pied).

La figure ci-dessous (Figure 2) montre la répartition des points dans les différents couples 'distance x pente' avant et après simulation du développement de la desserte.

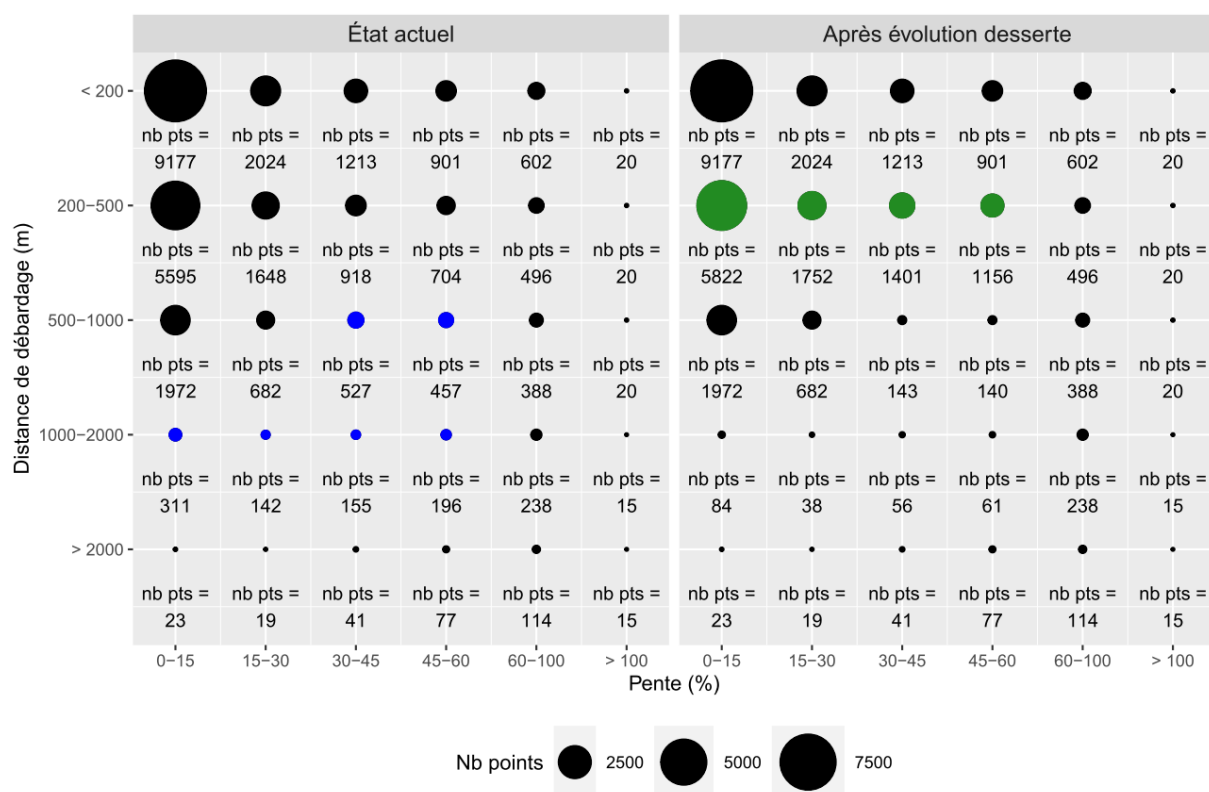


Figure 2 : Illustration de l'évolution de la répartition des points IFN après sélection des points candidats à un développement de la desserte forestière. La partie gauche de la figure représente la distribution des points IFN des campagnes 2018-2022 dans les couples 'Pente x distance' ; la partie droite représente cette distribution après que les points identifiés comme candidat à un développement de la desserte aient changé de classe de distance de débardage. Les ensembles de points en bleu sont ceux dont les conditions de pente et de distance à la route présupposent un possible développement de la desserte. Les points sélectionnés dans ces ensembles sont ceux pour lesquels le peuplement est jugé économiquement intéressant, en excluant les terrains jamais portants ou très accidentés ainsi que les points concernés par des zonages réglementaires à fort impact sur la mobilisation des bois. Après développement de la desserte, les points sélectionnés rejoignent les ensembles de points en vert, *i.e.* avec une distance de débardage comprise entre 200 et 500 m.

4.2. ÉVOLUTION DES SYSTEMES DE RECOLTE

Une première analyse sur les campagnes IFN 2018-2022 montre que **1140 points IFN** (~4 % des points) **sont candidats à un développement des systèmes de récolte**, ce qui représente une surface forestière de 790 000 hectares environ et un volume de bois sur pied (bois fort tige) de 198 millions de m³ (7 % du volume sur pied).

4.3. DISTRIBUTION DES POINTS CANDIDATS A UN DEVELOPPEMENT DE LA DESSERTTE OU DES SYSTEMES DE RECOLTE

Les points IFN identifiés comme candidats à un développement de la desserte forestière sont répartis de manière relativement homogène dans l'espace (Figure 3), au contraire des points candidats à un développement des systèmes de récolte qui sont principalement en zone de montagne (Figure 4). Cela est parfaitement cohérent avec la logique de sélection des points, sachant que les points candidats à un développement des systèmes de récolte correspondent à des peuplements résineux en forte pente, là où les points candidats à un développement de la desserte recouvrent des conditions plus diverses en matière de type de peuplement et sont sur des pentes plus faibles.

Points IFN candidats à un développement de la desserte

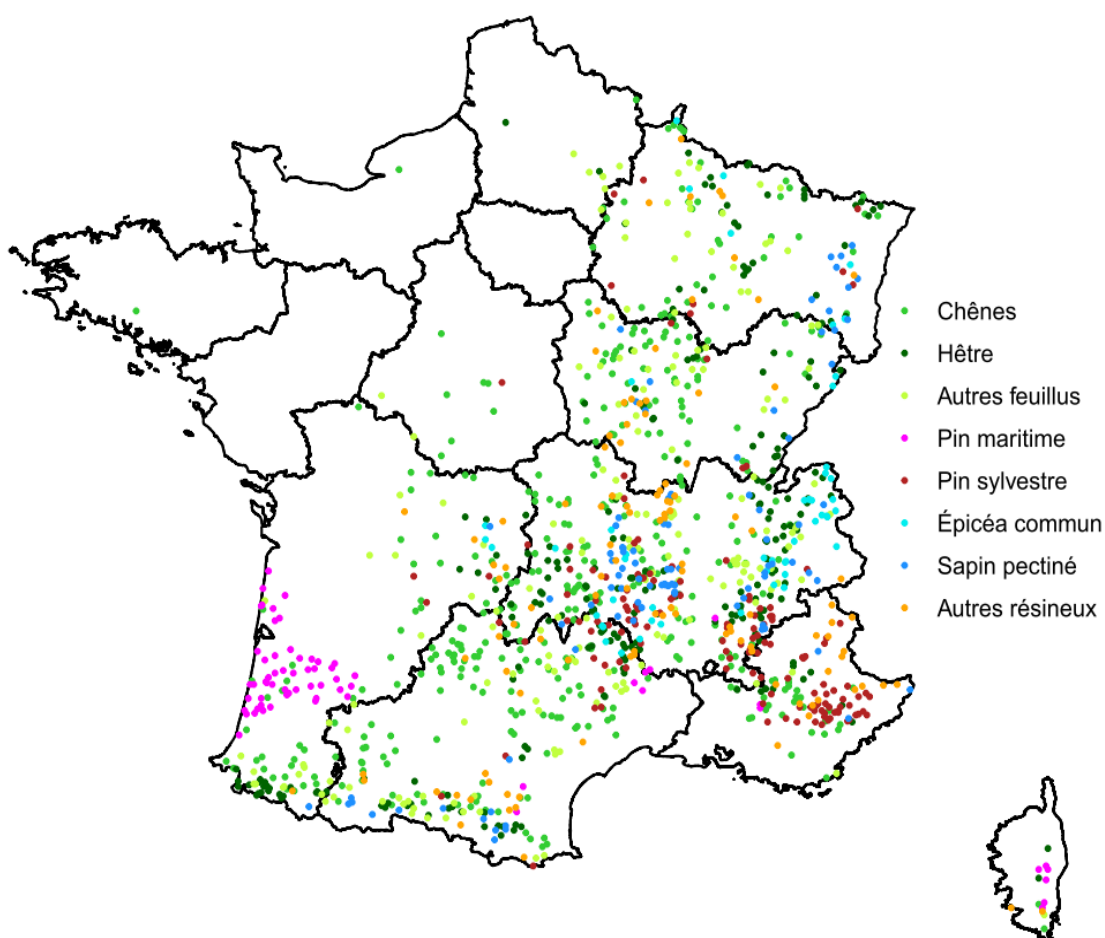


Figure 3 : Répartition des points IFN identifiés comme candidats à un développement de la desserte forestière.

Points IFN candidats à un développement des systèmes de récolte

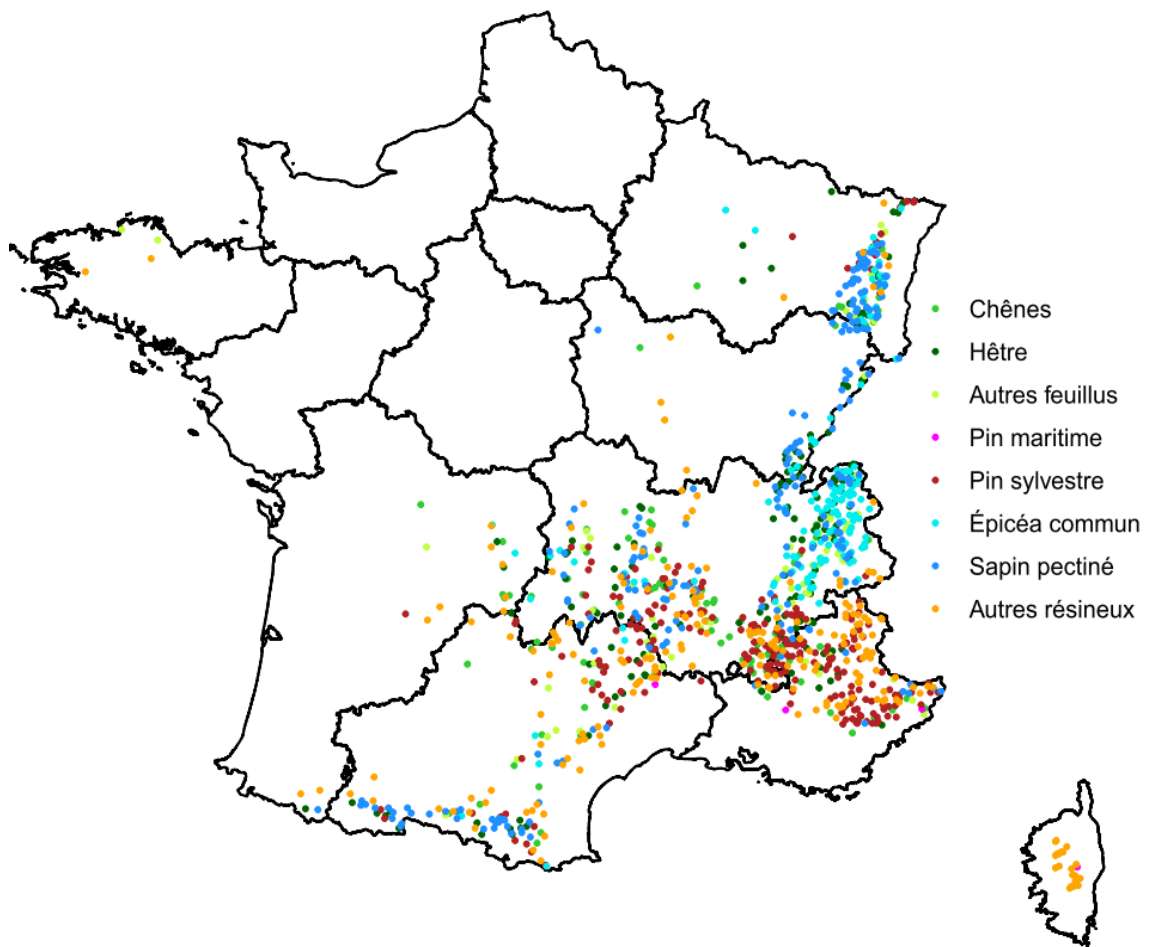


Figure 4 : Répartition des points IFN identifiés comme candidats à un développement des systèmes de récolte.

Annexe T6 : Évaluation des volumes par usage et des taux de pertes d'exploitation

Auteur : Henri Cuny (IGN), Claire Bastick (IGN) - Date : Avril 2024

Contenu

1.	Conversion des résultats en volume	83
1.1.	Principe de conversion des résultats issus des simulations	83
1.2.	Tarifs de cubage utilisés pour les différents compartiments de l'arbre.....	84
2.	Allocation entre usages des bois.....	85
3.	Définition des taux de pertes d'exploitation	86
3.1.	Hypothèses conservées sur les pertes d'exploitation pour la tige principale	87
3.2.	Définition de nouvelles hypothèses sur les pertes d'exploitation pour les branches.....	88
3.3.	Impact des nouvelles hypothèses sur les résultats	89
4.	Comparaison avec les chiffres de récolte Agreste	90
	Bibliographie	91

1. CONVERSION DES RESULTATS EN VOLUME

1.1. PRINCIPE DE CONVERSION DES RESULTATS ISSUS DES SIMULATIONS

Les modèles de projection fonctionnant en effectif par classe de diamètre ou en volume bois fort tige par classe d'âge, il convient de convertir ces chiffres (en effectif ou en volume bois fort tige donc) dans les différents types de volumes nécessaires au calcul des disponibilités ou du bilan carbone (cf. annexe de la tâche 1).

Pour le modèle par classe de diamètre, cette opération s'effectue en calculant un volume unitaire moyen pour chaque compartiment de l'arbre (tige, bois d'œuvre, menus bois...), par classe de diamètre et par strate (pour chacune des 118 strates). Ce volume moyen permet de convertir le nombre de tiges d'une classe de diamètre en un volume.

Pour le modèle par classe d'âge, la conversion en différents types de volumes s'effectue via des coefficients d'expansion à partir du volume bois fort tige, par classe d'âge et par strate.

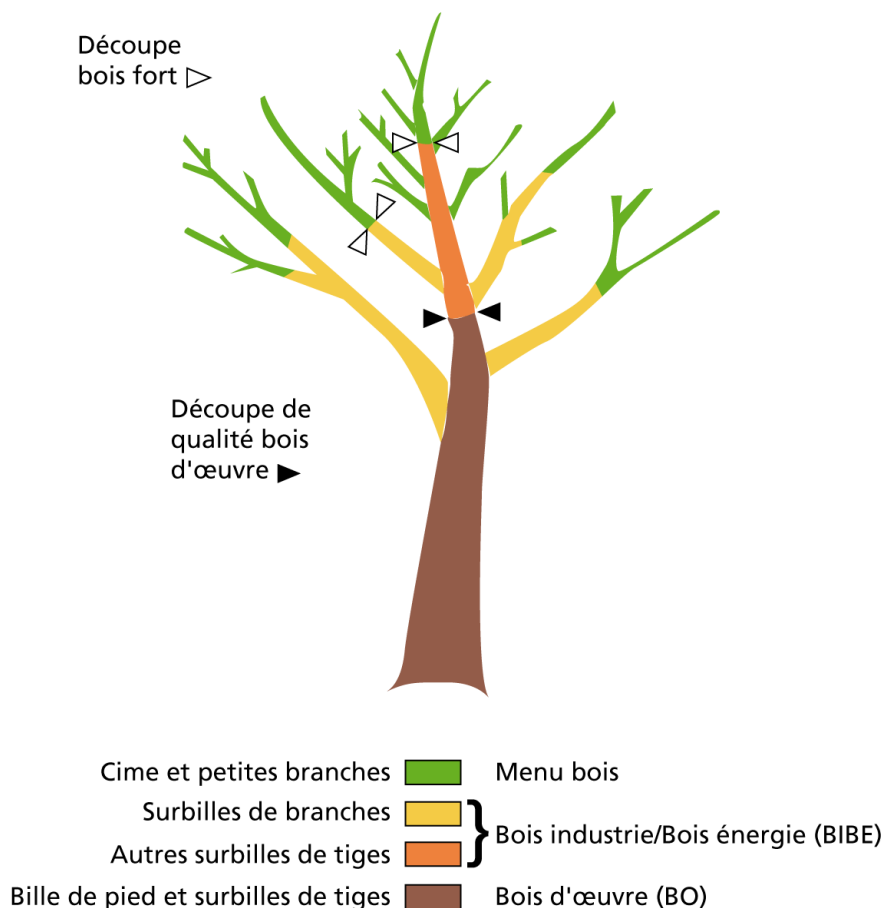
Ces principes de calcul permettent de prendre en compte l'évolution de la maturité des peuplements ou de la taille des bois coupés dans les volumes totaux, et notamment dans la part de bois d'œuvre.

1.2. TARIFS DE CUBAGE UTILISES POUR LES DIFFERENTS COMPARTIMENTS DE L'ARBRE

Différents types de volumes sont ainsi calculés :

- Le volume bois fort tige, qui correspond au volume de la tige principale entre le sol et la découpe bois fort de 7 cm (marron + orange dans la Figure 1 suivante). Ce volume est issu de tarifs de cubage à 3 entrées (diamètre, hauteur de découpe, hauteur totale) développés par essence à l'IGN et correspond au volume standard fourni dans les statistiques IGN.
- Le volume aérien total, qui correspond à l'ensemble du volume de bois de la tige et de toutes les branches (marron + orange + jaune + vert dans la Figure 1 suivante). Il est actuellement déterminé à l'aide des équations développées dans le projet CARBOFOR^{1,2}, par essence suivant le diamètre et la hauteur totale des arbres.
- Le volume de menus bois, qui correspond au volume des branches de moins de 7 cm de diamètre (vert dans la Figure 1 suivante). Ce volume est estimé par des équations calibrées par l'IGN à partir de données recueillies lors du projet ANR EMERGE³.
- Le volume racinaire, qui correspond au volume de la partie souterraine de l'arbre (non représenté dans la Figure 1 suivante), est issu de coefficients d'expansion (1,28 x le volume aérien total pour les feuillus, et 1.3 x pour les résineux) déterminés dans le projet CARBOFOR².
- La part de bois d'œuvre potentiel dans le volume bois fort tige (marron dans la Figure 1 suivante) est définie selon des critères dimensionnels et des critères de qualité externe du bois détaillés dans le paragraphe suivant.

Figure 1 : Schéma des différents compartiments de l'arbre (source : Alain Thivolle-Cazat)



2. ALLOCATION ENTRE USAGES DES BOIS

A l'IGN, les données récoltées sur le terrain lors de l'enquête d'inventaire forestier national (IFN) – en particulier les données relatives aux dimensions des arbres et à la qualité de leur tige – permettent d'estimer le volume susceptible d'être valorisé en bois d'œuvre (BO).

Pour cela, il est tout d'abord nécessaire de préciser les critères de définition du BO. En effet, aux usages BO correspondent des spécifications en termes de dimensions (diamètre à 1,30 m minimum, diamètre fin bout minimum, longueur minimale du fût, etc.) et de qualité (rectitude, nodosité, etc.) qui peuvent varier notamment selon les essences.

Les critères de définition du BO actuellement utilisés par l'IGN sont ceux qui ont été définis en concertation avec les acteurs des filières BO nationales (représentants de FBF, de la FNB, de l'ONF, du CRPF, de FIBOIS Bourgogne-Franche-Comté et plusieurs scieurs) en 2018, lors de l'étude nationale de réévaluation de la ressource et de la disponibilité en bois d'œuvre des essences feuillues et conifères en France⁴. Les critères sont les suivants :

- Un diamètre à 1,30 m minimal (variable selon les essences, mais autour de 35-40 cm pour les feuillus et 15-25 cm pour les conifères) ;
- Un diamètre fin bout minimal (variable selon les essences, mais autour de 25-30 cm pour les feuillus et 14-20 cm pour les conifères) ;
- Une longueur minimale de fût (entre 2 m et 4 m, selon les essences) ;
- Un bois sain, purgé et sans patte (exclusion des tiges de mauvaise qualité sur la base des données mesurées par l'IFN).

Pour certaines essences conifères (épicéa commun, sapin pectiné, douglas, mélèze d'Europe, pin laricio et épicéa de Sitka), deux valeurs de diamètre fin bout minimal avaient été testés : 15 cm et 20 cm. Cette variation du diamètre fin bout visait à tenir compte du fait que, pour ces essences, les critères dimensionnelles de définition du BO dépendent du mode d'abattage : le diamètre fin bout serait plutôt de 14 cm en abattage mécanisé, contre 20 cm en abattage manuel. Pour la présente étude, l'hypothèse la plus « prudente » a été retenue et le diamètre fin bout de 20 cm a été retenu pour la définition du BO.

Les valeurs définies par essence pour chaque critère sont données dans le tableau suivant :

Essence	Diamètre à 1,30 m minimum (en cm ; sur écorce)	Diamètre fin bout minimum (en cm ; sur écorce)	Longueur de fût minimale (en m)
Épicéa commun	20	20	4
Sapin pectiné	20	20	4
Douglas	20	20	4
Mélèze d'Europe	20	20	4
Pin sylvestre	25	20	4
Pin maritime	20	15	2
Pin noir	25	20	4
Pin laricio	20	20	4
Pin d'Alep	25	20	4
Pin à crochets	25	20	4
Épicéa de Sitka	20	20	4
Autres (abies grandis, cèdres...)	25	20	4

Essence	Diamètre à 1,30 m minimum (en cm ; sur écorce)	Diamètre fin bout minimum (en cm ; sur écorce)	Longueur de fût minimale (en m)
Chênes (sessile/pédonculé)	40	30	3
Hêtre	40	30	3
Châtaignier	30	25	3
Charme	35	30	3
Frêne	35	30	3
Bouleau	40	30	3
Chêne pubescent	40	30	3
Chêne vert	40	30	3
Tremble et grisard	35	30	3
Robinier (faux-acacia)	35	30	3
Grands aulnes (aulne glutineux, aulne blanc et de corse)	35	30	3
Grands érables (érable sycomore et plane)	35	30	3
Petits érables (érable champêtre, d'Italie et de Montpellier)	35	30	3
Merisier et autres fruitiers	35	30	3
Tilleuls (à petites et à grandes feuilles)	35	30	3
Autres (chêne rouge, orme...)	35	30	3

Tableau 1 : Critères de définition du BO pour les résineux et les feuillus

Le volume de bois d'œuvre de l'IGN est calculé selon des critères qui sont en cohérence avec les pratiques réelles dans les filières utilisatrices. Cependant, cette évaluation ne préjuge pas de l'usage réel qui sera fait de l'arbre après abattage. De plus, il n'existe pas une définition absolue de l'usage BO. Les valeurs des paramètres de calcul sont en effet susceptibles de varier en fonction du niveau de la demande sur des marchés du bois largement mondialisés, si bien qu'en fonction de l'année considérée un arbre ayant les mêmes caractéristiques dimensionnelles et qualitatives pourra être valorisé en BO, en bois d'industrie (BI) voire en bois-énergie (BE). Enfin, à partir du moment où l'arbre a une qualité de tige suffisante, l'IGN considère que l'ensemble du volume correspondant aux critères dimensionnels définis sera utilisable en BO, sans tenir compte des éventuelles purges qui pourraient être réalisées. Pour toutes ces raisons, il est donc important de garder en tête que le volume de BO calculé par l'IGN est un « potentiel » (on parle ainsi parfois de bois d'œuvre potentiel – BO-P), probablement plus élevé que le volume de BO réellement utilisable.

3. DEFINITION DES TAUX DE PERTES D'EXPLOITATION

Les différents volumes calculés précédemment correspondent, pour la récolte, à des volumes de bois abattus (appelés disponibilités « brutes »). Pour estimer les volumes effectivement récoltables et qui peuvent sortir de forêt pour une valorisation économique (appelés disponibilités « techniques »), il convient de retrancher les pertes d'exploitation qui correspondent à l'ensemble du volume restant en forêt sur le parterre de coupe,

c'est-à-dire à la souche, aux purges, aux égobelages, aux écorçages, aux sciures, aux rémanents etc. En revanche, les pertes additionnelles entre le parterre de coupe et la place de dépôt, puis entre la place de dépôt et les usines utilisatrices, ne sont pas considérées mais plus marginales (exemple de l'écorce perdue dans le traînage des bois et des bois abandonnés en bord de route).

Dans les études précédentes^{5,6}, ces pertes étaient classiquement fixées à 8 % du volume de BO, à 15 % du volume du reste de la tige et des grosses branches et à 50 % du volume de menus bois, après définition au niveau national à dire d'experts par FCBA. Ces taux ont été rediscutés dans le cadre de la présente étude par deux groupes de travail dédiés : en juin 2022 sur la partie « tige », avec Didier Pischedda – ONF, Emmanuel Cacot – Unisilva, Henri Cuny et Antoine Colin – IGN, et en septembre 2023 pour la partie « branches » avec Christine Deleuze et Didier Pischedda – ONF, Emmanuel Cacot – Unisilva, Marine Decuypère – Carbone4, Lucile Savagner – FCBA, Henri Cuny et Claire Bastick – IGN.

3.1. HYPOTHESES CONSERVEES SUR LES PERTES D'EXPLOITATION POUR LA TIGE PRINCIPALE

La valeur des coefficients classiquement appliquée par l'IGN aux tiges (8 % de pertes pour le BO, 15 % pour le BIBE de la tige) a été discutée avec le groupe de travail. Il existe une forte difficulté d'évaluation des pertes par un coefficient unique car ces dernières varient selon le système d'exploitation, la saisonnalité, le cahier des charges de l'acheteur, etc. À ce jour, il n'existe pas de données ou d'études qui permettraient de préciser la valeur des différents coefficients. À défaut de mieux, les coefficients de 8 % et 15 % paraissent donc acceptables, quelles que soient les essences ou la dimension des arbres.

Compartiment	Usage potentiel	Pertes
Tige	BO	8%
	BIBE	15%

Tableau 2 : Taux de pertes d'exploitation pour la tige principale

Ces coefficients de pertes sont néanmoins susceptibles d'être variables en fonction des essences et des critères de définition du BO qui leur sont propres. Par exemple, les critères dimensionnels de définition du BO sont plus élevés pour le chêne ou le hêtre que pour les autres feuillus ; pour ces essences, la proportion de BIBE et de pertes (puisque les pertes sont plus importantes pour le BIBE que pour le BO) dans le volume total est en conséquence plus forte que pour les autres feuillus. Il pourrait donc être pertinent de moduler les coefficients de pertes entre les essences en lien avec ces différences dans les critères de définition du BO.

D'une manière générale, le niveau de pertes est lié au système d'exploitation. Le bucheronnage mécanisé tend par exemple à générer plus de pertes que le bucheronnage manuel (*a priori*, on pourrait imaginer des pertes de l'ordre de 12-15 % pour le BO dans le cas du bucheronnage mécanisé). À l'inverse, l'exploitation mécanisée « arbre entier » est ce qui génère le moins de pertes, le maximum de la biomasse aérienne étant alors récolté (un coefficient de 10 % de pertes, tout confondu, semblerait alors pertinent).

En l'état, il n'existe pas vraiment d'alternatives aux coefficients moyens de 8 % et 15 %, qui sont donc conservés tels quels pour la partie « tige ». Une réflexion pourrait être menée sur l'articulation entre les coefficients de pertes et les critères de définition des usages potentiels propres à chaque essence, ainsi que sur la modulation des coefficients selon les systèmes d'exploitation. Une étude plus poussée mobilisant des données de chantier permettrait également de valider ou redéfinir ces coefficients de pertes.

3.2. DEFINITION DE NOUVELLES HYPOTHESES SUR LES PERTES D'EXPLOITATION POUR LES BRANCHES

Pour la partie « houppier » en revanche, plusieurs professionnels de la filière ont fait part à l'IGN de leur sentiment que les coefficients de pertes « historiques » appliqués aux branches (15 % de pertes pour les grosses branches ; 50 % pour les menus bois) dans les études de projection forêt-bois-carbone étaient trop faibles et ne traduisaient pas la réalité du terrain.

Sur la base d'éléments discutés avec le groupe de travail sur le sujet, il est proposé de fixer de nouveaux coefficients de pertes, en distinguant les feuillus et les résineux. De plus, pour les feuillus, 3 classes de diamètre sont définies pour fixer les coefficients de pertes ; pour les résineux, les pins sont distingués des autres résineux. Au final, 5 catégories sont donc définies (3 catégories pour les feuillus + 2 catégories pour les résineux).

Dans chacune des 5 catégories, on considère qu'une récolte des branches est possible en autoconsommation/affouage, en récolte de type « arbre entier » et en récolte « normale », cas dans lequel seule une très faible partie des grosses branches est récoltée. Cependant, la distinction des 5 catégories permet de tenir compte de spécificités propres à chacune :

- Pins* = les pins ont davantage de branches que les autres résineux, et ces branches sont occasionnellement valorisées (par exemple pour le pin maritime) ;
- Autres résineux = les essences comme le sapin, l'épicéa ou le douglas ont peu de branches, et ces dernières sont rarement valorisées ;
- Feuillus de diamètre inférieur à 17,5 cm = ce cas de figure permet de tenir compte des feuillus de petites tailles récoltés en éclaircie, qui font dans certains cas l'objet d'une valorisation d'une partie des branches (en particulier des menus bois, les grosses branches étant rares dans ces classes de diamètre) ;
- Feuillus de diamètre entre 17,5 et 42,5 cm = ce cas de figure permet de distinguer les feuillus de taille moyenne pour lesquels il y a très peu de récolte « arbre entier » ;
- Feuillus de diamètre > 42,5 cm = ce cas de figure permet de distinguer les gros arbres coupés en récolte finale et qui font parfois l'objet d'une récolte de type « arbre entier » ou d'une valorisation d'une partie des grosses branches et des menus bois.

On aboutit au final au tableau d'hypothèses suivant :

Groupe d'essences	Classe de diamètre	Compartment	Usage potentiel	Pertes	Commentaires
Pins*	Tous diamètres	Grosses branches ($\varnothing \geq 7$ cm)	BIBE	60%	Valorisation occasionnelle des branches
		Menus bois ($\varnothing < 7$ cm)	BIBE	80%	
Autres résineux	Tous diamètres	Grosses branches ($\varnothing \geq 7$ cm)	BIBE	75%	Valorisation rare des branches (récolte arbres entiers en dépressage)
		Menus bois ($\varnothing < 7$ cm)	BIBE	95%	

* Pin maritime, pin sylvestre, pin laricio, pin noir, pin d'Alep

Groupe d'essences	Classe de diamètre	Compartment	Usage potentiel	Pertes	Commentaires
Feuillus	<17,5 cm	Grosses branches ($\varnothing \geq 7$ cm)	BIBE	50%	Valorisation occasionnelle d'une partie des branches en autoconsommation/affouage et dans des coupes d'éclaircie avec exploitation du houppier
		Menus bois ($\varnothing < 7$ cm)	BIBE	70%	
	17,5-42,5 cm	Grosses branches ($\varnothing \geq 7$ cm)	BIBE	60%	Valorisation occasionnelle d'une partie des branches en autoconsommation/affouage et peu de récolte "arbre entier" dans ces classes de diamètre qui correspondent à des arbres prélevés en éclaircies intermédiaires
		Menus bois ($\varnothing < 7$ cm)	BIBE	80%	
	>42,5 cm	Grosses branches ($\varnothing \geq 7$ cm)	BIBE	50%	Une partie des grosses branches valorisée en récolte normale, valorisation occasionnelle d'une partie des branches en autoconsommation/affouage et dans des coupes de régénération avec exploitation arbre entier
		Menus bois ($\varnothing < 7$ cm)	BIBE	70%	

Tableau 3 : Taux de pertes d'exploitation pour les houppiers

NB : pour les peupleraies, l'ensemble du volume de houppier des peupliers est considéré comme restant sur le parterre de coupe (100% de pertes dans le houppier).

Compte-tenu des incertitudes pesant sur la définition de ces taux, une analyse de sensibilité sur la valorisation des branches dans les houppiers est effectuée dans l'étude de projection. Par ailleurs, il est probable que ces pertes d'exploitation varient en fonction de l'état sanitaire des arbres. En effet, deux facteurs pourraient augmenter le taux de pertes des arbres dépérissants ou morts : les purges plus importantes liées à une potentielle dégradation de la qualité, et le caractère cassant des branches d'arbres secs. Ce phénomène est également pris en compte dans l'analyse de sensibilité effectuée en projection autour de cette question.

3.3. IMPACT DES NOUVELLES HYPOTHESES SUR LES RESULTATS

Des tests ont été réalisés afin d'évaluer l'impact sur les résultats des nouveaux coefficients de pertes définis pour les branches, ainsi que pour confronter les résultats à d'autres sources de données sur la récolte. Pour cela, un point de comparaison a été défini en additionnant la récolte EAB (~40 millions de m³) et un volume non commercialisé (estimé entre 10 et 20 millions de m³). Le point de comparaison ainsi obtenu se situe donc entre 50 et 60 millions de m³.

En prenant les coefficients de pertes proposés dans le tableau précédent, on calcule sur la période 2012-2021 et pour la forêt de production une « récolte IGN » (Récolte IGN = Prélèvement IGN – pertes) d'environ 50 millions de m³, soit plutôt une fourchette basse par rapport au point de comparaison « récolte EAB + autoconsommation ». Avec des coefficients de pertes plus élevés, on obtient des volumes qui paraissent faibles au regard du point de comparaison établi.

Voici le tableau finalement obtenu :

		Volume aérien	Volume bois fort tige	Volume de BO	Volume de menus bois	Volume de grosses branches
Résineux	Brut	33 195 000	26 679 000	19 757 000	3 230 000	3 286 000
	Valorisé	25 503 000	24 060 000	18 177 000	401 000	1 042 000
	% valorisé	77%	90%	92%	12%	32%
Feuillus	Brut	34 855 000	21 911 000	5 987 000	2 794 000	10 150 000
	Valorisé	24 051 000	19 044 000	5 508 000	738 000	4 269 000
	% valorisé	69%	87%	92%	26%	42%
Total	Brut	68 050 000	48 590 000	25 744 000	6 024 000	13 436 000
	Valorisé	49 554 000	43 104 000	23 685 000	1 139 000	5 311 000
	% valorisé	73%	89%	92%	19%	40%

Tableau 4 : Volumes de prélèvement IGN (période 2012-2021) par compartiment des arbres avec l'application des taux de pertes retenus dans l'étude

Le tableau montre qu'avec les nouveaux coefficients de pertes, on arrive à une valorisation de 19 % des menus bois (autrement dit, on a 81 % de pertes en moyenne pour les menus bois) et de 40 % des grosses branches (60 % de pertes pour les grosses branches). Pour le BO (et le bois fort tige), les pourcentages de pertes restent les mêmes que dans des études précédentes. En moyenne, 73 % du volume aérien total est valorisé (on a en moyenne 27 % de pertes sur le volume aérien total).

L'application des anciens coefficients de pertes pour les branches donne les résultats suivants :

		Volume aérien	Volume bois fort tige	Volume de BO	Volume de menus bois	Volume de grosses branches
Résineux	Brut	33 195 000	26 679 000	19 757 000	3 230 000	3 286 000
	Valorisé	28 468 000	24 060 000	18 177 000	1 615 000	2 793 000
	% valorisé	86%	90%	92%	50%	85%
Feuillus	Brut	34 855 000	21 911 000	5 987 000	2 794 000	10 150 000
	Valorisé	29 068 000	19 044 000	5 508 000	1 397 000	8 627 000
	% valorisé	83%	87%	92%	50%	85%
Total	Brut	68 050 000	48 590 000	25 744 000	6 024 000	13 436 000
	Valorisé	57 536 000	43 104 000	23 685 000	3 012 000	11 420 000
	% valorisé	85%	89%	92%	50%	85%

Tableau 5 : Volumes de prélèvement IGN (période 2012-2021) par compartiment des arbres avec l'application des taux de pertes des études précédentes

On retrouve bien une valorisation de 50 % des menus bois et de 85 % des grosses branches (soit des pertes de 50 % et 15 % respectivement). En moyenne, 85 % du volume aérien total est valorisé (autrement dit, on a en moyenne 15 % de pertes sur le volume aérien total).

En définitive, l'application des nouveaux coefficients de pertes conduit à faire passer les pertes sur le volume aérien total de 15 % à 27 %, avec donc une proportion du volume valorisé qui diminue et davantage de bois mort laissé en forêt.

4. COMPARAISON AVEC LES CHIFFRES DE RECOLTE AGRESTE

Globalement, les chiffres IGN (de prélèvements ou de disponibilités) et ceux de la récolte Agreste convergent (comme le montre le §3.3), mais des divergences peuvent être observées dès lors que les chiffres sont regardés avec davantage de détails. Par exemple, alors que les prélèvements mesurés par l'IGN tendent à augmenter ces dernières années, la récolte Agreste demeure plutôt stable ; de plus, la part de BO dans le volume tend à être supérieure dans les chiffres IGN que dans la récolte Agreste, en particulier pour des essences comme le pin maritime ou l'épicéa commun.

S'il n'est pas possible de déterminer précisément la ou les causes de ces divergences, plusieurs pistes peuvent être envisagées. Le fait que la part de BO dans les chiffres IGN soit historiquement plus élevée que dans la récolte Agreste est plutôt cohérent au vu des méthodes respectives de calcul. À l'IGN, l'approche employée pour calculer le BO vise plutôt à circonscrire un potentiel maximum théorique. Le BO est effectivement évalué

en se basant uniquement sur l'appréciation extérieure de la tige et sur la dimension des arbres (avec les critères de définition du BO donnés dans le Tableau 1 ci-dessus). Les éventuels défauts internes ne sont pas pris en compte. De plus, pour un arbre dont la tige est jugée de qualité suffisante sur le terrain, le volume de BO est calculé comme étant l'ensemble du volume depuis la base du tronc jusqu'au diamètre fin bout défini pour l'essence correspondante. Cela veut dire qu'on suppose que tout le volume jusqu'à la découpe BO sera effectivement utilisé en BO, ce qui est en réalité probablement rarement le cas. Pour ces différentes raisons (non prise en compte d'éventuels défauts internes et de purges), le BO de l'IGN est un BO dit « potentiel » qui demeure probablement supérieur au BO « réel ».

Du côté de l'enquête Agreste, la méthode est très différente puisque les statistiques sont produites à partir des déclarations des professionnels des filières concernées. L'approche favorise plutôt un chiffre « bas » de récolte (des professionnels ne répondent pas à l'enquête et les exploitants étrangers ne sont pas interrogés, même si des redressements statistiques sont appliqués pour tenir compte de ces manques). En outre, dans une enquête déclarative répétée chaque année, on peut supposer que les interrogés tendent à s'appuyer sur leurs déclarations précédentes pour fournir les chiffres d'années en années, ce qui pourrait aussi contribuer à expliquer la relative stabilité de la récolte Agreste.

En résumé, les différences d'approches (observations directes en forêt du côté de l'IGN, interrogation des professionnels du côté d'Agreste) et le mode de calcul du BO par l'IGN (qui permet de calculer un volume de BO potentiel, et non un volume de BO réellement utilisé) vont dans le sens des écarts constatés entre les chiffres IGN et les chiffres Agreste. Des investigations plus poussées seraient cependant nécessaires pour identifier précisément le ou les sources des écarts.

BIBLIOGRAPHIE

1. Vallet, P., Dhôte, J.-F., Le Moguédec, G., Ravart, M. & Pignard, G. Development of total aboveground volume equations for seven important forest tree species in France. *For. Ecol. Manag.* 98–110 (2006).
2. Loustau, D. *Forests, Carbon Cycle and Climate Change. Ouvrage Collectif Issu Du Projet CARBOFOR.* (2010).
3. Deleuze, C. et al. Le projet EMERGE pour des tarifs cohérents de volumes et biomasses des essences forestières françaises métropolitaines. *Rendez-Vous Tech. ONF* 32–36 (2013).
4. IGN, FCBA, FBF & MAA. *Réévaluation de La Ressource et de La Disponibilité En Bois d'œuvre Des Essences Feuillues et Conifères En France.* 57 p. (2019).
5. Colin, A. & Thivolle-Cazat, A. *Disponibilités Forestières Pour l'énergie et Les Matériaux à l'horizon 2035.* 91 p. (2016).
6. Roux, A. et al. *Quel Rôle Pour Les Forêts et La Filière Forêt-Bois Française Dans l'atténuation Du Changement Climatique ?* (2017).

Annexe T7.1.1 : Calcul des stocks et flux de carbone dans la biomasse vivante et morte

Auteur : Antoine Colin (IGN) - Date : Avril 2024

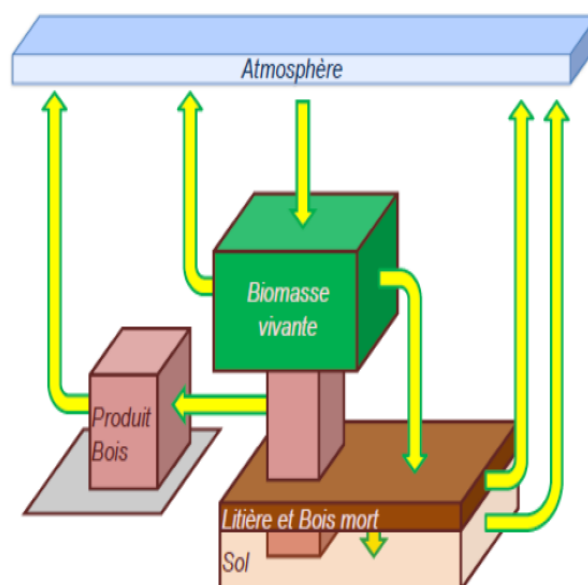
Contenu

1. Les compartiments de carbone de l'écosystème.....	92
2. La biomasse vivante.....	93
2.1. Définition.....	93
2.2. Mesure du stock initial de carbone dans la biomasse vivante.....	93
2.3. Estimation des stocks et des flux de biomasse vivante en projection.....	93
3. La biomasse morte.....	94
3.1. Définition.....	94
3.2. Mesure du stock initial de carbone dans la biomasse morte.....	94
3.3. Estimation des stocks et des flux en projection dans la biomasse morte.....	96
Bibliographie.....	97

1. LES COMPARTIMENTS DE CARBONE DE L'ECOSYSTEME

Les écosystèmes forestiers sont composés de trois grands compartiments de carbone. La biomasse vivante est le siège de la photosynthèse ; elle alimente à ce titre tous les compartiments subséquents à savoir la biomasse morte et *in fine* le sol. Les stocks et flux dans les sols sont traités dans la tâche 7.1.2. Les produits bois représentent également un compartiment de carbone dérivé de la biomasse vivante mais il se situe hors de l'écosystème. Les stocks et flux des produits bois sont traités dans la tâche 7.2.

Tous ces compartiments constituent des stocks de carbone organique. Ils sont le fruit d'une accumulation de flux positifs et de flux négatifs qui font varier continuellement les niveaux de stocks dans le temps. Ils interagissent en permanence avec l'atmosphère où le carbone est présent sous forme minérale (CO₂ et CH₄).



Chaque compartiment possède des caractéristiques physiques et des dynamiques qui lui sont propres. Les stocks et les flux qui s'y rapportent sont décrits, mesurés et estimés en France à l'aide de dispositifs d'observation, de modèles et de coefficients spécifiques. Les chapitres suivants résument ces méthodes et précisent le mode de calcul des flux de carbone projetés dans l'étude des compartiments biomasse vivante et biomasse morte. L'analyse du carbone des sols fait l'objet d'une annexe à part rédigée par INRAE (cf. annexe de la tâche 7.1.2.).

2. LA BIOMASSE VIVANTE

2.1. DEFINITION

Le champ de l'étude concerne la biomasse des parties ligneuses aériennes et racinaires des arbres recensables présents en forêt, soit des végétaux capables d'atteindre une hauteur d'au moins 5 mètres in situ, hors liane, et dont le diamètre à 1,30 m est supérieur à 7,5 cm.

2.2. MESURE DU STOCK INITIAL DE CARBONE DANS LA BIOMASSE VIVANTE

En France l'enquête d'inventaire forestier national (IFN) mise en œuvre par l'IGN mesure chaque année les stocks de bois présents dans ces arbres. Les résultats IFN sont exprimés usuellement en volume de bois sur écorce de la tige principale depuis le niveau du sol jusqu'à la découpe fin bout de 7 cm (découpe dite bois fort). Le volume total aérien de l'arbre est ensuite estimé à l'aide de tarifs de cubage présentés dans l'annexe de la tâche 6. Des facteurs d'expansion distincts selon les groupes d'essences feuillus et résineux (Carbofor 2004) permettent finalement d'estimer le volume total aérien et racinaire à partir du premier.

Les volumes sont ensuite convertis en biomasse à l'aide de coefficients d'infradensité du bois qui donne la masse sèche anhydre à partir du volume de bois frais. Ces facteurs, variables en fonction des principales essences, ont été définis pour la France à partir d'une méta-analyse bibliographique (Dupouey 2002).

Le stock de carbone de la biomasse est finalement estimé en appliquant le facteur moyen de 0,475 (Carbofor 2004).

2.3. ESTIMATION DES STOCKS ET DES FLUX DE BIOMASSE VIVANTE EN PROJECTION

Le stock de carbone présent dans les arbres vivant est calculé pour chaque année de simulation à partir des estimations de volume fournies par le modèle MARGOT (voir annexe de la tâche 6) auxquelles est appliquée la chaîne de calcul décrite précédemment.

Le flux net annuel de carbone au cours d'une période de simulation (bilan du flux entrant de production biologique et des flux sortant de prélèvement et de mortalité) est calculé par différence entre le stock de carbone sur pied estimé à la date T et celui estimé à la date T-1, divisé par la période comprise entre T et T-1.

Le flux correspondant à la production brute est estimé en retranchant à la variation de stock mesurée entre les dates T et T+1 la somme des flux de mortalité et de prélèvement fournis directement par MARGOT en volume. Tous ces volumes sont convertis en carbone en appliquant la chaîne de calcul présentée au paragraphe 2.2 de cette annexe.

3. LA BIOMASSE MORTE

3.1. DEFINITION

Théoriquement le bois mort inclut toutes les pièces de bois qui ne présentent plus aucun signe manifeste de vie. Ces bois peuvent être posés sur le sol (branches et troncs tombés sur le sol, rémanents d'exploitation), inclus dans le sol (racines et souches) ou en l'air (arbres morts sur pied et chablis). Dans les faits la mesure de chacun de ces compartiments reste très complexe et la définition réellement appliquée dans l'étude dépend des données disponibles à l'IGN.

3.2. MESURE DU STOCK INITIAL DE CARBONE DANS LA BIOMASSE MORTE

L'enquête IFN renseigne, directement ou non, quatre compartiments de bois mort en forêt (IGN 2012) :

- Arbres morts sur pied : depuis 2008, l'IGN mesure tous les arbres morts sur pied de plus de 7,5 cm de diamètre, en distinguant ceux qui sont morts depuis moins de 5 ans. Le volume mesuré concerne la tige (sans les branches) jusqu'à la découpe fin bout de 7 cm. Les facteurs d'expansion définis dans le projet CARBOFOR permettent d'estimer le volume de racines des arbres morts. Ces facteurs sont les mêmes pour ceux des arbres vivants.
- Chablis : tous les arbres chablis depuis moins de 5 ans sont inventoriés. L'IGN mesure le volume de leur tronc et estime celui de leurs racines par proportionnalité (cf. facteurs d'expansion CARBOFOR).
- Bois mort au sol : le bois mort au sol est mesuré sur toutes les placettes IFN depuis 2008. Concrètement, les pièces de bois mort (branches, tronc, résidus de coupe de plus d'un an) et de plus 2,5 cm de diamètre qui croisent un transect de 12 m de longueur positionné de manière aléatoire sur chaque placette, sont dénombrées, et leur volume est estimé.
- Racines des arbres prélevés : depuis 2010, l'IFN mesure tous les arbres qui ont été prélevés au cours de la période de 5 ans séparant deux passages successifs en inventaire. Si les troncs des arbres ont été vidangés, leurs racines sont toujours présentes dans le sol sous la forme de bois mort. Ce volume de racines mortes est estimé par proportionnalité à partir du volume aérien qui a été abattu et dont la mesure avait été faite par l'IGN au moment du premier passage en inventaire, lorsque l'arbre était encore sur pied.

Compartiments de bois mort non mesurés par l'IFN :

- Les résidus de coupe (pertes d'exploitation relatifs au tronc, aux branches et aux houppiers) épars sur le parterre de coupe et datant de moins de 1 an ne sont toutefois pas inventoriés par l'IFN qui considère que tout ou partie de ces volumes peuvent encore être prélevés.
- Les arbres morts sur pied de moins de 7,5 cm de diamètre à 1,3 m de hauteur.
- Les brindilles de moins de 2,5 cm de diamètre au sol.

Chacun des quatre compartiments de bois mort mesurés par l'IFN fait l'objet d'un traitement spécifique pour le calcul des stocks de carbone. Les objectifs sont d'éviter les doubles-comptes au niveau des branches et de prendre en compte en partie la décomposition progressive du bois depuis la date de sa mort :

- Arbres morts sur pied depuis moins de 5 ans :
 - tout le volume de la tige est comptabilisé avec le bois mort.
 - pour éviter des doubles-comptes, on considère par convention que toutes les branches se trouvent au sol, où elles sont déjà comptabilisées dans le compartiment du bois mort au sol. Cette hypothèse sous-estime certainement la réalité.

- tout le volume racinaire est comptabilisé avec le bois mort. On fait ainsi l'hypothèse que la minéralisation n'est pas encore engagée, faute d'informations suffisamment robustes sur le processus de décomposition des racines dans le sol. Cette hypothèse est optimiste, et conduit probablement à surestimer le stock des racines mortes.
- Arbres chablis depuis moins de 5 ans :
 - Les compartiments aériens et racinaires de l'arbre sont comptabilisés de la même manière que les arbres morts sur pied depuis moins de 5 ans. A noter que certains chablis récents peuvent être vidangés et qu'ils ne rejoindront donc jamais le bois mort. Les inclure dans le stock de bois mort revient donc à majorer la quantité de bois mort.
- Arbres morts sur pied depuis plus de 5 ans :
 - tout le volume de la tige est comptabilisé avec le bois mort.
 - pour éviter des doubles-comptes, on considère par convention que toutes les branches se trouvent au sol, où elles sont comptabilisées dans le compartiment du bois mort au sol.
 - Seule la moitié du volume racinaire est comptabilisée avec le bois mort. L'hypothèse est faite que la minéralisation est engagée et qu'une partie du stock de carbone est déjà retournée dans l'atmosphère.
- bois mort au sol :
 - toutes les pièces de bois de diamètre > 2,5 cm sont comptabilisées avec le bois mort au sol. On considère que ce volume inclut la totalité des houppiers des arbres morts sur pied et des chablis, en plus des branches des arbres vivants tombées au sol.
- arbres prélevés au cours des 5 dernières années :
 - l'ensemble de la biomasse racinaire est comptabilisée avec le bois mort.

Les résidus de coupe (pertes d'exploitation relatifs au tronc, aux branches et aux houppiers) épars sur le parterre de coupe et datant de moins de 1 an n'étant pas inventoriés, on estime le volume des pertes d'exploitation en appliquant au volume de chaque compartiment aérien des arbres prélevés les taux de pertes présentés dans l'annexe de la tâche 6.

Le tableau ci-dessous récapitule les hypothèses retenues pour évaluer les stocks de bois mort :

Types de bois mort	Compartiments de l'arbre		
	Tiges	Branches	Racines
arbres morts sur pied < 5 ans	100 %	Déjà inclus dans le bois mort au sol	100%
arbres morts sur pied > 5 ans	100 %	Déjà inclus dans le bois mort au sol	50%
chablis	100 %	Déjà inclus dans le bois mort au sol	100%
bois mort au sol	100 %	100 %	sans objet
arbres prélevés	Taux de pertes d'exploitation variable par compartiment et essence	Taux de pertes d'exploitation variable par compartiment et essence	100 % (souches)

Tableau 1 : Hypothèses des compartiments inclus dans l'estimation des stocks de bois mort

Conversion des volumes en stocks de carbone :

Les volumes de bois mort aériens et racinaires sont finalement convertis en stocks de carbone à l'aide des mêmes coefficients d'infradensité du bois et de teneur en carbone de la biomasse que les volumes de bois vivants, faute d'informations spécifiques sur les arbres morts. A noter que l'inventaire national des émissions de gaz à effet de serre mis en œuvre par le CITEPA applique les mêmes hypothèses.

3.3. ESTIMATION DES STOCKS ET DES FLUX EN PROJECTION DANS LA BIOMASSE MORTE

Le stock de bois mort évolue continuellement en fonction de flux entrants correspondant aux apports de biomasse morte depuis la biomasse vivante, et de flux sortants correspondant aux transferts de matière organique vers la litière et le sol, à la décomposition sous l'effet des microorganismes, champignons, etc. et à d'éventuels prélèvements.

Des cinétiques différentes s'appliquent à chaque type de flux ; alors que les flux entrants sont annuels les flux sortants sont progressifs. On considère classiquement que la décomposition du bois mort suit une cinétique d'ordre 1 caractérisée par une durée de demi-vie et donc un taux de décomposition constant au cours du temps.

Sous cette hypothèse, le stock de bois mort présent dans l'écosystème à la date T+1 dépend de la valeur du stock à la date T, de la demi-vie du bois mort et de l'intensité du flux de bois mort entrant entre T et T+1. Le flux net de bois mort est calculé en faisant la différence entre le stock à T+1 et le stock à T. Le « stockage » qui en résulte peut être positif si le stock augmente ou négatif s'il diminue.

Le stock de bois mort est initialisé dans le modèle MARGOT à partir des données IFN les plus récentes et selon la méthode décrite dans le chapitre précédent.

Deux flux alimentent chaque année le compartiment du bois mort :

- La mortalité : tiges, branches, menus bois et racines des arbres morts et des chablis de moins de 5 ans ;
- Les prélèvements : racines des arbres coupés et pertes d'exploitation dont les souches ;

Ces deux flux sont des variables modélisées par MARGOT ; ils sont donc fournis directement par le modèle.

La dynamique de décomposition d'une pièce de bois mort en forêt est une question complexe car elle varie en fonction de multiples facteurs, parfois interdépendants, liés à la qualité et à la quantité de bois mort, aux conditions du peuplement (couvert, essence), aux conditions stationnelles locales (topographie, hydromorphie, type de sol), à la qualité et à l'abondance des organismes décomposeurs, aux conditions météorologiques, etc.

Un rapide état de l'art montre que, s'il existe des suivis ponctuels, il n'existe pas de dispositif pérenne et à l'échelle de la France. Il n'existe pas non plus, à notre connaissance, de publication proposant des durées de demi-vie pour le bois mort applicable dans notre pays.

Une évaluation de la durée de demi-vie du bois mort a été réalisée sur la base des observations réalisées chaque année depuis 2010 sur les placettes de l'IFN. La méthode a consisté à calculer la durée de demi-vie permettant d'atteindre le stock de bois mort observé en 2015 à partir de l'état observé en 2010 et des flux entrants survenus au cours de la période. La période 2010-2015 est retenue car elle n'inclut pas de crise de grande ampleur si bien qu'on peut formuler l'hypothèse que les flux sont à l'équilibre. Les données de stock et de flux publiées dans les IGD 2020 ont été reprises pour ces calculs. Sous ces différentes hypothèses, **on calcule une durée de demi-vie de 10 ans**. Les données disponibles n'ont pas permis de distinguer des différences entre feuillus et résineux ni entre compartiments de l'arbre. Cet exercice reste toutefois entaché d'un grand nombre d'approximation, difficilement quantifiables. En effet les différences de protocoles de mesure entre les compartiments de bois mort entraînent inévitablement des doubles-comptes notamment au niveau des branches. Le dispositif de remesure des placettes IFN après 5 ans ne concerne pas le bois mort au sol si bien que les estimations de stocks à deux dates pour ce compartiment sont indépendantes et l'intervalle de confiance sur le flux est élevée. L'hypothèse des flux à l'équilibre entre 2010 et 2015 est également très forte.

Les résultats de ce calcul empirique ont été mis en regard de travaux scientifiques réalisés en Allemagne et publiés fin 2023 (Edelmann et al., 2023). Les auteurs ont suivi pendant une durée de 10 ans la décomposition de pièces de bois mort provenant de 13 essences forestières placées sur 29 placettes différentes réparties dans trois régions allemandes marquées par un gradient altitudinal et climatique. L'influence des facteurs liés au sol, au climat et à la structure des peuplements sur la décomposition du bois mort (en masse) a été analysée. Pour les 13 essences, ils modélisent des durées de demi-vie moyennes comprises entre 6 et 13 ans, les valeurs les plus faibles étant relevées pour le hêtre, le charme, le bouleau, le tilleul, le peuplier ou l'érable mais aussi l'épicéa. Dans leurs discussions, les auteurs discutent la faiblesse de ces valeurs par rapport à la littérature qui sont probablement liées aux conditions d'expérimentation et notamment le fait de déposer directement les pièces de bois frais au sol.

Pour notre étude, nous proposons de retenir une valeur de demi-vie unique de **10 ans** quelle que soit l'essence et la dimension des pièces de bois mort. En projection, cette durée de demi-vie est appliquée à l'ensemble des compartiments de bois mort de l'écosystème, y compris les parties souterraines, faute d'éléments tangibles sur ces compartiments.

BIBLIOGRAPHIE

Loustau D. éditeur 2010. Forest, carbon cycle and climate change. Ouvrage collectif issu du projet CARBOFOR, Editions 615. QUAE, Versailles, collection Update Sciences and Technologies. ISBN: 9782759203840. 348p.

Dupouey J.-L. 2002. Estimation de la densité du bois pour les espèces ligneuses de la flore de France à partir d'une synthèse bibliographique. Rapport d'étude. Novembre 2002. 11 pages.

IGN (2012). Le bois mort en forêt. L'IF n°29. Juin 2012. https://inventaire-forestier.ign.fr/IMG/pdf/IF29_bois-mort.pdf

Edelmann P., Weisser W., Ambarl D., Bässler C., Buscot F., Hofrichter M., Hoppe B., Kellner H., Minnich C., Moll J., Persoh D., Seibold S., Seilwinder C., Schulze E.-D., Wöllauer S., Borken W. 2023. Regional variation in deadwood decay of 13 tree species: Effects of climate, soil and forest structure. *Forest Ecology and Management* 541 (2023) 121094. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2023.121094>

Annexe T7.1.2 : Évaluation du puits de carbone dans les sols forestiers français

Auteurs : Pilote : Laurent Augusto¹

Experts : Denis Angers², Antonio Bispo³, Fabrice Bureau⁴, Mathieu Jonard⁵, Julia Le Noë⁶, Manuel Martin³, Sylvain Pellerin¹

¹ INRAE, Bordeaux Sciences Agro, UMR 1391 ISPA, France

² Agriculture et Agro-Alimentaire Canada, Québec, Canada

³ INRAE, Info&Sols, Orléans, France

⁴ Normandie Univ, UNIROUEN, INRAE, ECODIV, FR SCALE, Rouen, France

⁵ Université catholique de Louvain (UCLouvain), Faculté des bioingénieurs, Earth and Life Institute, Environmental sciences (Forestry), Louvain-la-Neuve, Belgique

⁶ IRD, IEES, Paris, France

Date : Avril 2024

Contenu

1. Commande de l'évaluation	99
2. Méthode	99
3. Stockage de carbone dans les sols : concepts et définitions	100
4. Etat de la littérature	102
5. Recommandation pour la quantification du flux de COS dans le cadre de la prospective IGN-FCBA ...	105
6. Perspectives pour l'avenir : flux de COS pour le présent et pour l'avenir	106
Bibliographie	108

1. COMMANDE DE L'ÉVALUATION

Dans le cadre d'une étude portant sur les puits de carbone forestier, actuel et à venir, il a été demandé à INRAE de produire une évaluation quantitative du rôle des sols forestiers français en tant que puits de carbone. En effet, s'il est bien établi que les sols contiennent un peu plus de la moitié du carbone forestier (Pellerin and Bamière, 2020), la dynamique temporelle du stock de carbone organique des sols (COS) est encore assez mal connue. L'objectif de la présente évaluation est de faire l'état des connaissances sur le niveau du puits de COS à l'échelle nationale, mais hors forêts d'outre-mer.

2. METHODE

Compte tenu du temps imparti pour cette évaluation (environ 5 semaines), il ne s'agissait pas de procéder à de nouvelles approches de modélisation ou de méta-analyse, mais de faire l'état des connaissances au travers d'une analyse de la littérature. La base bibliographique initiale (n=10 publications) a été celle de l'étude 4-pour-1000 (Pellerin and Bamière, 2020), dans sa version de travail dite « longue » et non publiée (rédacteurs : L. Augusto, Laurent Saint-André, et Lauric Cécillon [INRAE]). Cette base a été complétée par une requête sur le Web of Science (accession : 07/02/2024), dont la syntaxe a été fixée après plusieurs itérations visant à optimiser le compromis entre sélectivité et exhaustivité des réponses :

ts=((soc OR "soil organic carbon") AND (forest) AND (change OR trend OR budget) AND (country OR (large AND scale)) AND (year OR (long AND term)))*

Cette requête a fourni 225 références dont la pertinence a été évaluée sur la base des titres et des résumés, ce qui a conduit à la collecte pour lecture approfondie de 12 publications supplémentaires.

En parallèle, les co-auteurs d'un article de synthèse sur le COS forestier (Mayer et al., 2020) ont tous été sollicités afin qu'ils fournissent des publications en lien avec le sujet. Les 6 collègues qui ont répondu (Klaus Katzensteiner & Mathias Mayer¹, Jérôme Laganière & David Paré², Elena Vanguelova³, et Lars Vesterdal⁴) ont fourni 13 publications qui ont été ajoutées aux 22 déjà rassemblées, soit un total de 35. Il est important de souligner que les recherches bibliographiques ne se sont pas cantonnées au seul cas français mais ont au contraire cherché à rassembler toutes les informations portant sur des quantifications de puits de COS à large échelle. Ces publications ont été toutes lues, les données pertinentes collectées, et le présent rapport rédigé en le complétant par des références déjà connues du groupe d'experts.

¹ Institute of Forest Ecology, Department of Forest and Soil Sciences, University of Natural Resources and Life Sciences, Vienna (BOKU), Vienna, Austria.

² Ressources Naturelles Canada, Service Canadien des Forêts, Centre de Foresterie des Laurentides, Québec, Canada.

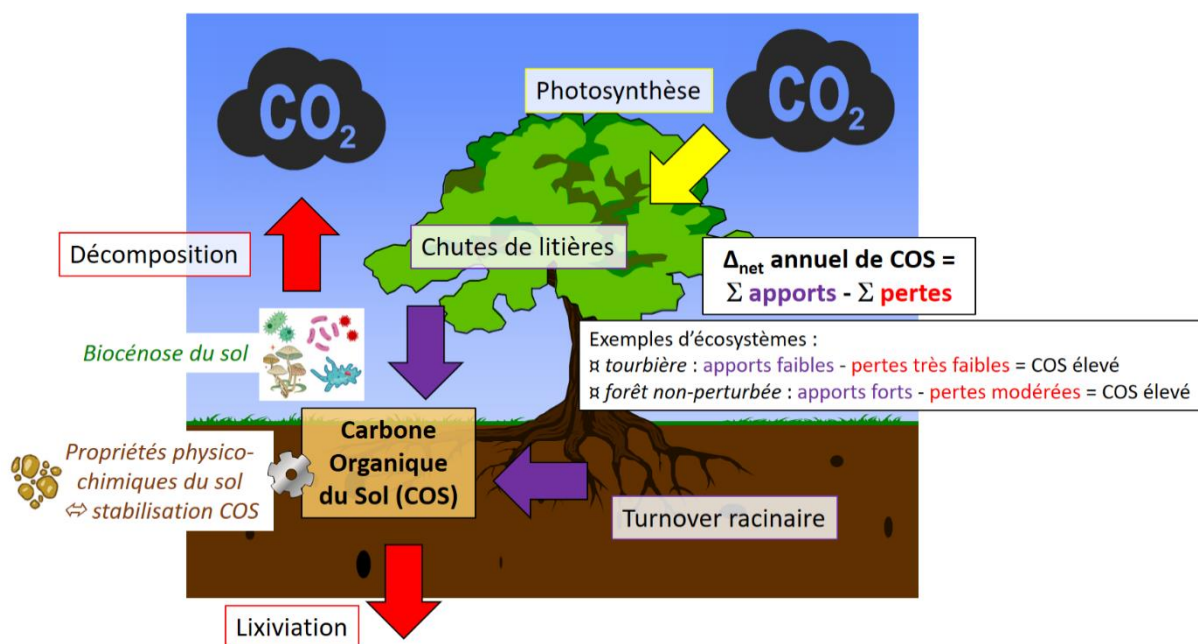
³ Forest Research, Alice Holt Lodge, Surrey, UK.

⁴ Department of Geosciences and Natural Resource Management, University of Copenhagen, Denmark.

3. STOCKAGE DE CARBONE DANS LES SOLS : CONCEPTS ET DEFINITIONS

Le stockage de carbone organique⁵ dans les sols (COS) des écosystèmes terrestres est un phénomène complexe, soumis à de nombreux facteurs et processus (Basile-Doelsch et al., 2020; Bellassen and Luyssaert, 2014; Davidson and Janssens, 2006; Jackson et al., 2017). Le COS du sol peut-être très vieux, jusqu'à plusieurs millénaires, surtout dans les couches profondes du sol (Balesdent et al., 2018; Torn et al., 1997). Pour autant, une particule ou une molécule de COS n'est pas présente de manière immuable et sera amenée, tôt ou tard, à être perdue pour le sol. Ainsi, même dans les sols où le stock de COS est stable dans le temps, cette stabilité est le résultat d'un **équilibre dynamique entre les apports de carbone organique et les pertes de carbone organique** (Figure 1 ; voir aussi (Basile-Doelsch et al., 2020)). La variation de stock de COS résulte donc d'un bilan non nul entre les **apports** (chutes de litières et de racines mortes, rhizodépôts...) et les **pertes** (décomposition par les microorganismes, lixiviation, incendies, érosion...). Les écosystèmes ayant typiquement un stock de COS élevé et en croissance ont de manière structurelle un bilan non nul. Par exemple, les tourbières stockent beaucoup de COS car la décomposition y est ralentie, permettant un accroissement du stock malgré des apports faibles. Par ailleurs, une forêt sur un ancien sol agricole voit son stock de COS augmenter en raison d'apports importants de débris organiques (cf. plus bas).

Figure 1 : Evolution du stockage de COS en lien avec le fonctionnement des écosystèmes forestiers

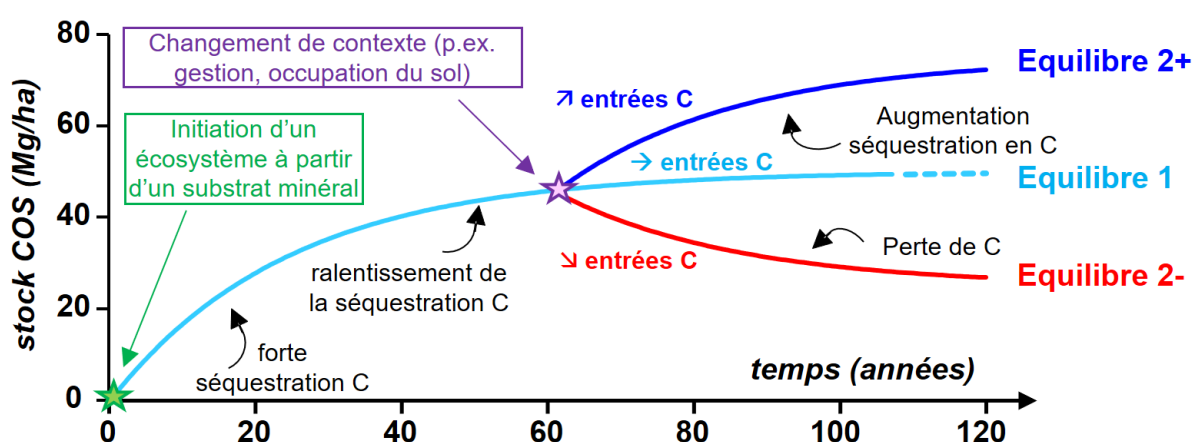


Il existe actuellement un consensus scientifique pour dire que le stock de COS ne peut toutefois pas augmenter indéfiniment pour la plupart des écosystèmes terrestres. En effet, sauf à ce que les conditions soient particulièrement défavorables à l'activité des microorganismes du sol (comme c'est le cas dans les tourbières), le flux de décomposition du COS augmente au fur et à mesure que le stock de COS augmente. Dans ce cas, continuer à augmenter le stock reviendrait à pouvoir augmenter les apports également de manière infinie, ce qui est impossible. C'est pourquoi, dans des conditions stables, un écosystème aura tendance à voir son stock de COS se stabiliser à un niveau d'équilibre (entre les apports et les pertes).

⁵ Le carbone peut être présent dans les sols sous forme minérale. Il s'agit principalement de carbonates (CaCO₃) qui sont des minéraux généralement issus de précipitations/sédimentations lors de temps géologiquement anciens. Dans le cadre de la SNBC, seules les formes organiques du carbone sont prises en compte du fait qu'il s'agit de carbone soustrait au CO₂ de l'atmosphère par voie biologique.

Sur la base de cette notion d'équilibre, il serait logique de considérer que la plupart des écosystèmes terrestres ont un stock de COS qui reste stable au cours du temps. Mais ce n'est pas le cas. Ce paradoxe apparent tient au fait que les variations de stock de COS sont des phénomènes extrêmement lents (Barcena et al., 2014; Jackson et al., 2017; Wei et al., 2014), particulièrement pour les augmentations de stock (Korner, 2003; Laganier et al., 2010; Nave et al., 2013). Ainsi, le temps nécessaire pour atteindre un plateau d'équilibre se compte en décennies, voire en siècles (**Figure 2**). Si, dans ce laps de temps, l'usage du sol (ou même simplement la gestion) change, alors le niveau d'équilibre change aussi, en modifiant à son tour la dynamique du COS (Basile-Doelsch et al., 2020). Dans l'exemple théorique de la Figure 2, l'écosystème était initialement sur une trajectoire tendant vers un **équilibre 1**. Mais, avant de l'avoir atteint, un changement des termes du bilan apport-pertes (☆ dans la Figure 2) conduit vers un nouvel équilibre, à la hausse (**équilibre 2+**) ou à la baisse (**équilibre 2-**) selon les cas.

Figure 2 : Evolution temporelle du stockage de COS
(adaptée d'un support de présentation ; courtoisie de Julia Le Noë [IRD])



Ce fonctionnement des sols a trois implications majeures en termes de stockage du carbone :

(i) **il n'existe pas de relation univoque entre les usages du sol et le stockage de COS.** Dit autrement, les sols forestiers ne sont pas structurellement voués à accroître leur stock de carbone, tout comme les sols de grandes cultures ne sont condamnés à perdre du carbone. Si les sols forestiers, ou les sols de prairies permanentes, stockent généralement beaucoup de COS, c'est en raison des apports importants de matières organiques et de la décomposition relativement lente qui caractérisent ces écosystèmes.

(ii) **il existe une relation statistique entre le stock actuel de COS et la propension du sol à gagner ou perdre du COS.** Ainsi, un sol aura d'autant plus tendance à accroître son stock de COS que celui-ci est faible (puisqu'il suffit de relativement peu d'apports de matières organiques pour surpasser les pertes), et un sol aura d'autant plus tendance à décroître son stock de COS que celui-ci est important (puisqu'il faut déjà beaucoup d'apports de matières organiques ne serait-ce que pour maintenir le stock).

(iii) la dynamique du COS observée à un moment donné n'est pas seulement la conséquence des pratiques de gestion récentes mais aussi d'**effets « héritage » de très long-terme.**

Dans le présent document, les stocks de COS sont exprimés en Mg_{COS}/ha . Le terme de *stockage* sera préféré à celui de *séquestration*, potentiellement mal interprété par beaucoup d'acteurs, y compris des scientifiques (Don et al., 2024). Les variations de stock constituent la principale métrique étudiée ici et est exprimée en $kg_{COS}/ha/an$. Pour faciliter la lecture, cette variation de stock a des valeurs positives lorsque le stock de COS augmente (même si la convention académique est d'attribuer un signe négatif aux puits de C). Toujours pour faciliter la lecture, les variations de stocks de COS sont regroupées sous les expressions de **taux de stockage** ou **flux de COS** (même si la rigueur académique voudrait que le terme de flux soit réservé aux processus d'apports ou de pertes : chutes de litières, turnover racinaire, décomposition, etc... (Don et al., 2024)).

4. ETAT DE LA LITTERATURE

Les démarches méthodologiques utilisées dans les publications peuvent être regroupées en trois catégories : (i) des simulations issues de **modélisations** (modèles BIOME-BGC, Century, FORCLIM-D, LPJ-DGVM, ORCHIDEE, Q-model, Yasso), (ii) des estimations par grands types de forêts associées à des **flux moyens de COS issus de méta-analyses**, et (iii) des campagnes d'**échantillonnages de terrain**. Dans le dernier cas, il peut s'agir de ré-échantillonnage de placettes permanentes ou, plus rarement, d'échantillonnages lors d'inventaires nationaux forestiers (mais avec un plus grand nombre de placettes afin de garantir la représentativité de l'échantillonnage).

Les périodes de temps considérées sont très variables d'une étude à l'autre, mais la tendance générale est que les ré-échantillonnages couvrent une à plusieurs décennies alors que les modélisations peuvent dépasser le siècle. Pour la France, les études disponibles portent essentiellement sur la tendance actuelle (années 1990s et 2000s) avec toutefois une modélisation rétrospective (1850-2015 (Le Noë et al., 2020) mais avec les données les plus fiables portant sur 1950-2015, période retenue pour la présente analyse) et un travail de prospective (2015-2050 ; (Dhôte et al., 2016)) permettant d'étendre la **période prise en compte à un siècle (1950-2050)**.

Les couches de sols considérées sont généralement celles de surface (0-20 cm à 0-40 cm), plus rarement jusqu'à 100 cm de profondeur. Il n'est pas toujours clair à la lecture des études si les auteurs prennent en compte ou non la couche de litière au sol, et rares sont les études qui détaillent le bilan du COS en une évolution au sein de la litière et dans les horizons minéraux du sol.

L'exploration de la littérature académique et de rapports nationaux a permis de collecter 5 évaluations quantitatives du flux de carbone organique du sol (COS) à l'échelle de la forêt française. A titre de comparaison, 12 évaluations à large échelle ont été collectées pour d'autres pays (ou grandes régions).

Pour la France, la première évaluation du flux de COS pour la France a été effectuée par modélisation (FORCLIM-D) à l'échelle de l'Europe et détaillé par pays (Liski et al., 2002). Dans le cas de la France, le taux de stockage du COS a été estimée⁶ à 330 kg_{-COS}/ha/an. Cette approche a été renouvelée avec le même modèle, mais avec un paramétrage plus spécifique et la prise en compte de l'historique des forêts françaises (Le Noë et al., 2020)⁷, ce qui aboutit à un résultat assez proche de l'étude précédente à savoir 427 kg_{-COS}/ha/an. Une troisième étude de modélisation a été réalisée dans la suite de l'étude INRAE 4-pour-1000 par modélisation inverse (Roth-C) et utilisant plusieurs approches et hypothèses (Martin et al., 2021). Cette étude n'évalue pas directement le flux tendanciel de COS mais explore les quantités d'apports annuels nécessaires soit pour maintenir le stock de COS, soit pour augmenter le stock à un rythme de 4%. Pour maintenir leur stock de COS, les sols forestiers français doivent ainsi recevoir⁸ en moyenne 2773 kg_{-C}/ha/an. En France, les chutes de litière sont en moyenne de 3780 kg_{-MS}/ha/an (MS = matières sèches (Peaucelle et al., 2019)), apports auxquels il faut rajouter le turnover racinaire. Ce dernier n'est pas quantifié pour les sols forestiers français mais des estimations sont disponibles pour les forêts tempérées (4280 kg_{-MS}/ha/an (Finér et al., 2011)) et pour les forêts européennes (2000-6000 kg_{-MS}/ha/an (Brunner et al., 2013; Brunner and Godbold, 2010)), ce qui aboutit à des apports de l'ordre de ~8000 kg_{-MS}/ha/an et donc ~4000 kg_{-C}/ha/an (avec une teneur moyenne en carbone de 47% pour la matière sèche des plantes ligneuses (Ma et al., 2018)). Les apports de carbone actuels étant probablement supérieurs aux apports nécessaires pour maintenir le stock, les résultats de cette modélisation (Martin et al., 2021) suggèrent que les sols forestiers français sont en moyenne dans une phase d'accroissement de leur stock de COS.

⁶ cf. le Tableau 5 de Liski et al. (2002).

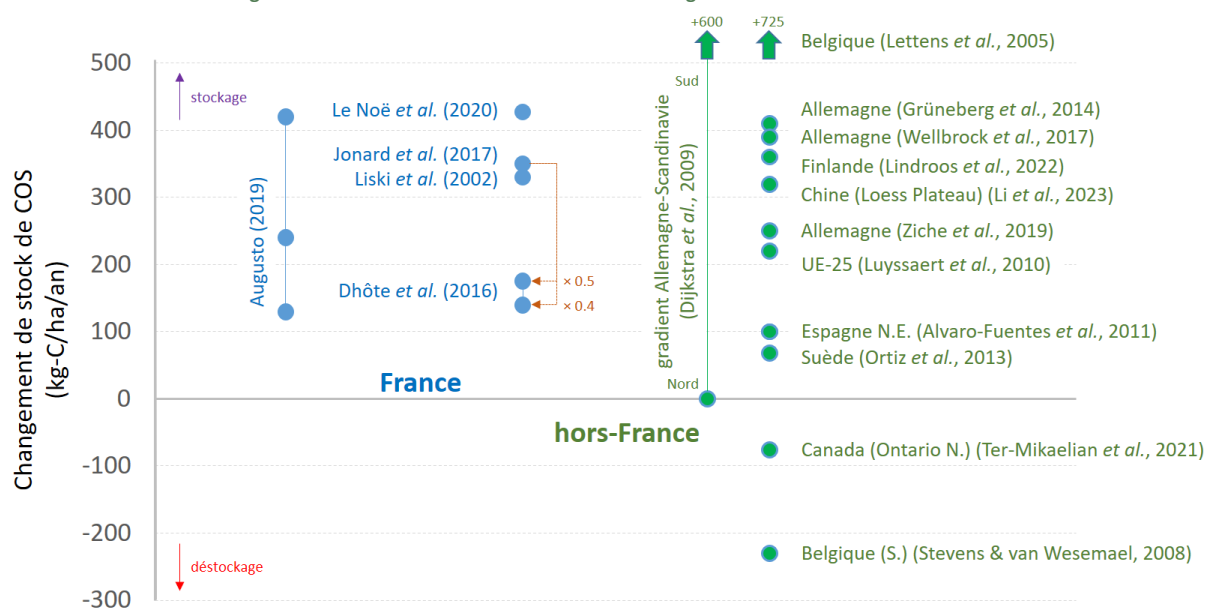
⁷ La valeur de flux a été estimée à partir de la Figure 2b de Le Noë et al. (2020). La figure a été numérisée et les données ont été extraites avec le logiciel WebPlotDigitizer. La période considérée est 1950-2015. Le flux a été calculé en tenant en compte la différence de stock entre les deux dates.

⁸ cf. § « 3.1 | Carbon input levels needed to maintain current SOC stocks » (page 7 de la publication).

La seule évaluation publiée et reposant sur un ré-échantillonnage de sols est celle portant sur le réseau RENECOFOR (Jonard et al., 2017)⁹ qui aboutit à une estimation de 350 kg-cos/ha/an entre 1990 et 2007. A l’occasion d’une prospective (Dhôte et al., 2016), ce chiffre a été revu à la baisse pour la période 2015-2050 en faisant l’hypothèse que le réseau RENECOFOR n’était pas représentatif des forêts françaises et que le stockage diminuera au cours du temps¹⁰ (175 puis 140 kg-cos/ha/an pour les périodes avant et après 2030 ; **Figure 3**). Il est notable que d’autres campagnes d’échantillonnage sont en cours (RMQS, ICOS) mais n’ont pas encore publié leurs résultats.

Enfin, à l’occasion de l’étude 4-pour-1000 (Pellerin and Bamière, 2020), une évaluation du flux de COS a été effectuée en se basant sur des statistiques nationales d’occupation du sol et des méta-analyses académiques (Augusto 2019, calculs non publiés). En pratique, la surface forestière a été distribuée en plusieurs classes¹¹ : forêts anciennes (*i.e.* occupation forestière ininterrompue depuis au moins 1843 ; 48.8% du total) et forêts récentes (*i.e.* occupation actuelle forestière mais non-forestière durant au moins une période entre 1843 et 2018 ; 51.2%). Les forêts récentes ont ensuite été subdivisées en sous-classes en fonction de l’occupation pré-forestière (cultures [terres travaillées], pâtures, landes, prairies de fauche, vignes) et en fonction de la période de reforestation-afforestation (1843-1960 ou 1960-2018). Pour chaque catégorie de forêt, un flux moyen de COS a été attribué sur la base de la littérature et notamment des études portant sur la reforestation-afforestation (Jonard et al., 2017; Nave et al., 2013; Poeplau et al., 2011). Enfin, la valeur du flux a été revue à la hausse ou à la baisse pour tenir compte de la variabilité dans la littérature et créer une gamme d’incertitude¹². Les estimations du flux national de COS issues de cette approche sont de 130, 240, et 420 kg-cos/ha/an, respectivement pour les estimations basse, intermédiaire, et haute.

Figure 3 : Distribution des valeurs du flux de stockage de COS dans les sols forestiers



Les résultats pour d’autres pays que la France montrent une plus grande variabilité que le cas français. Une partie de cette variabilité tient au fait que la quantification du flux de COS forestier à large échelle est un exercice difficile (Gingrich et al., 2007; Gosheva et al., 2017). Ainsi, y compris au sein d’un même pays (*e.g.* la Belgique), des études peuvent aboutir à des résultats divergents (Letpens et al., 2005; Stevens and Van Wesemael, 2008), probablement liés à des biais méthodologiques non-identifiables en l’état (population de

⁹ cf. le Tableau 2 de Jonard et al. (2017).

¹⁰ cf. l’annexe 3 du rapport (page 23).

¹¹ J.L. Dupouey (laboratoire SILVA), *comm. pers.*

¹² Par exemple, pour les forêts anciennes, le flux a été de 33%, 50%, et 100% de la valeur issue de RENECOFOR.

forêts non-représentative ; différences de méthodes d'échantillonnage ou de calculs entre les campagnes historiques [1950s-1980s] et les campagnes plus récentes [1990s-2020s]).

Toutefois, la variabilité des résultats pour les forêts situées hors de France est surtout la conséquence des différences de contextes pédo-climatiques et historiques des forêts nationales. Ainsi, dans les forêts boréales (et probablement aussi dans les forêts montagnardes peu exploitées), le stock de COS est généralement élevé du fait du climat défavorable à la décomposition des matières organiques (Jackson et al., 2017; Post et al., 1982) et les forêts ont été historiquement peu exploitées par les sociétés humaines (Pongratz et al., 2008). Comme énoncé plus haut, une tendance forte et générale issue de la littérature est que le flux de COS (positif ou négatif) dépend fortement du stock de carbone organique déjà présent dans le sol (Achat et al., 2015; Bellamy et al., 2005; Callesen et al., 2016; Cook et al., 2016) : les sols pauvres en COS tendent à en stocker facilement alors que les sols riches en COS tendent à en perdre facilement. Cette tendance générale explique que la majorité des études portant sur des forêts boréales aboutissent à des flux de COS faibles (Liski et al., 2002; Ortiz et al., 2013; Ter-Mikaelian et al., 2021), avec cependant une exception (Lindroos et al., 2022).

De la même manière, les pays méditerranéens tendent à avoir des flux faibles de COS (Alvaro-Fuentes et al., 2011; Liski et al., 2002), probablement en lien avec des conditions plus défavorables pour la production biologique et donc la production de débris organiques alimentant le stock de COS. Par ailleurs, la récurrence des incendies dans ces régions favorisent la réémission d'une partie du COS (Luyssaert et al., 2010).

Enfin, l'histoire de l'occupation des sols contribuent à différencier les pays et régions. En effet, les résultats français divergent avec ceux au Royaume-Uni et en Belgique (Bellamy et al., 2005; Stevens and Van Wesemael, 2008), où les sols semblent se comporter comme des sources de carbone. Dans le cas du Royaume-Uni¹³, les pertes concernent essentiellement les sols très organiques ([COS] > 200 g/kg)¹⁴, généralement classés comme tourbeux (De Vos et al., 2015). Les sols britanniques ne sont donc pas représentatifs des sols français ([COS] = 59 g/kg)¹⁵, ni même des autres sols forestiers européens (Baritz et al., 2010; De Vos et al., 2015), et perdent du COS probablement en lien avec leur richesse initiale en COS (cf. plus haut). D'ailleurs, la minorité de sols forestiers britanniques qui ne sont pas dans des zones tourbeuses tendent à avoir un stock de COS stable ou en accroissement (Bellamy et al., 2005). Pour ce qui concerne le cas du sud de la Belgique, les auteurs de l'étude (Stevens and Van Wesemael, 2008) fournissent eux-mêmes l'explication en mettant en avant l'histoire de l'occupation des sols. En effet, l'essentiel de la tendance négative générale est due aux landes qui ont été récemment (entre 1953 et 1990) converties en forêts. Les sols de landes non-perturbées sont riches en COS (Duddigan et al., 2024; Kopittke et al., 2013), ce qui explique qu'ils soient enclins à libérer du carbone en cas de conversion. Dans le cas français, l'afforestation des landes (Landes de Gascogne, Sologne) ayant eu lieu à une époque bien plus ancienne (seconde moitié du 19^{ème} siècle, soit ~ 1 siècle avant la Belgique), il est assez probable que les pertes de COS soient elles aussi très anciennes, et en tous cas en-dehors de la période d'investigation de la présente étude (*i.e.* 1950-2050).

Le pays pour lequel les données sont les plus abondantes et les plus comparables (*i.e.* histoire et pédo-climat) est l'Allemagne. Pour cette zone, le flux de COS (estimé par modélisation ou ré-échantillonnages) est ~250-600 kg_{-COS}/ha/an, ce qui est légèrement supérieur mais dans le même ordre de grandeur que pour les forêts françaises (~130-427 kg_{-COS}/ha/an).

¹³ Le cas du Royaume-Uni n'est pas reporté sur le graphique ci-dessus car les pertes de COS sont exprimées en concentrations et non en stocks.

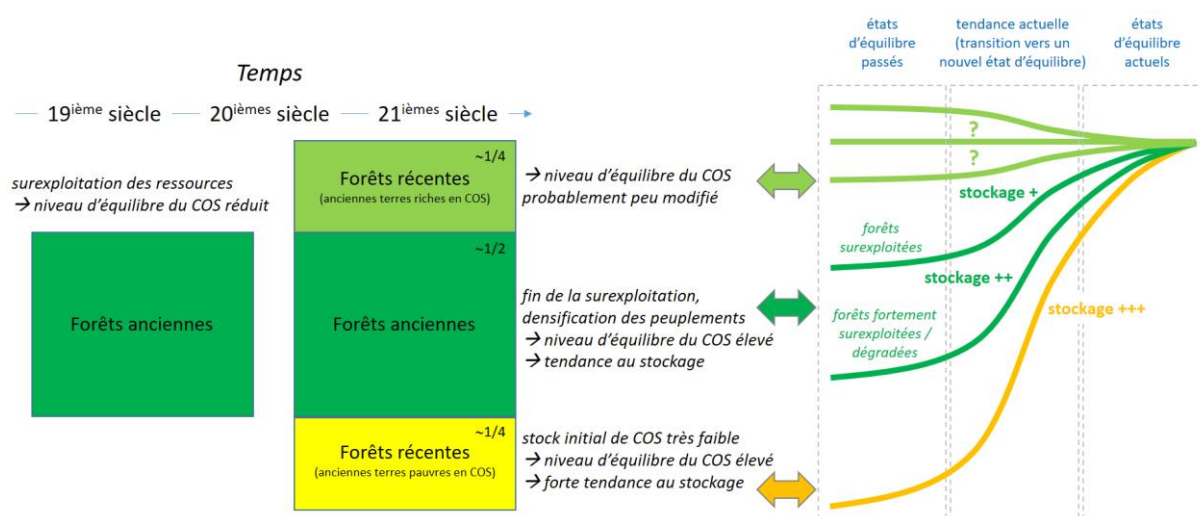
¹⁴ cf. la Figure 3 de Bellamy et al. (2005).

¹⁵ Moyenne du réseau RENECOFOR calculés à partir de données accessibles en ligne (Achat et al., 2018).

5. RECOMMANDATION POUR LA QUANTIFICATION DU FLUX DE COS DANS LE CADRE DE LA PROSPECTIVE IGN-FCBA

L'état des connaissances disponibles met en évidence une convergence de résultats indiquant que les sols forestiers français se comportent comme des puits de carbone. Cette dynamique nationale s'explique par l'histoire et les pédo-climats des forêts françaises (cf. ci-dessus). Ainsi, si environ la moitié des forêts françaises sont des forêts dites « anciennes », ces forêts ont été particulièrement surexploitées jusque dans le milieu du 20^{ème} siècle (McGrath et al., 2015). En exportant massivement le bois, les branchages, les fructifications et même le feuillage (pratique du « soutrage »), les sociétés humaines ont probablement induits une perte de COS. Par ailleurs, la moitié des forêts françaises « récentes » (soit ~1/4 de la surface totale) sont issues de formations avec de faibles teneurs en COS (*i.e.* cultures annuelles ou vignes). Au final, environ les 3/4 des sols forestiers français sont caractérisés par un stock de COS probablement inférieur à l'état d'équilibre, et donc propices à l'accumulation de COS en ambiance forestière non-perturbée. Le stockage de COS étant un processus très lent (Korner, 2003), l'augmentation actuelle des stocks de COS est à interpréter comme étant un effet « héritage » et donc une transition très progressive d'un état d'équilibre de sous-stockage (fin-19^{ème} siècle et début-20^{ème} siècle) vers un niveau d'équilibre plus élevée (**Figure 4**). Enfin, compte tenu du fait que le flux entrant de COS a tendance à augmenter avec la biomasse sur pied¹⁶ (Augusto and Boča, 2022; Lindroos et al., 2022) et que la densité de biomasse sur pied (en Mg-biomasse/ha) augmente en France depuis le milieu du 20^{ème} siècle, le vieillissement des forêts françaises contribue à l'augmentation des stocks de COS en continuant de déplacer l'état d'équilibre vers des niveaux plus élevés de stock de COS.

Figure 4 : Tendence du stockage de COS dans les forêts françaises



En conclusion, il est **logique d'observer dans la littérature scientifique un consensus pour identifier une évolution à la hausse des stocks de COS** et il paraît donc nécessaire de **retenir une valeur non-nulle dans le cadre de la prospective IGN-FCBA**. A l'inverse, il subsiste de fortes incertitudes concernant la variabilité spatiale de ce flux ainsi que sur la valeur absolue du flux moyen. Compte-tenu de la gamme de valeurs modélisées et observées (~130-427 kg_{-cos}/ha/an), et compte tenu de la baisse du puits de carbone dans la biomasse (qui pourrait affecter à terme le puits de carbone dans le sol), une approche prudente et conservative pourrait consister à **retenir une valeur dans la gamme basse, comme 200 kg_{-cos}/ha/an**.

¹⁶ La biomasse sur pied étant elle-même bien corrélée aux chutes de litières, la biomasse sur pied est un bon proxy des apports au sol de matières organiques.

6. PERSPECTIVES POUR L'AVENIR : FLUX DE COS POUR LE PRESENT ET POUR L'AVENIR

Flux actuel

La présente recommandation chiffrée n'a pas vocation à être utilisée sur le long terme. En effet, le **Réseau de Mesure de la Qualité des Sols (RMQS)** a la puissance statistique et la solidité méthodologique pour fournir une quantification fiable du flux actuel de COS. La valeur de 200 kg_{-cos}/ha/an devra donc être actualisée dès que les résultats de la deuxième campagne du RMQS seront validés. Il est toutefois important de souligner que les résultats actuels du RMQS (non publiés) ne concernent que les couches minérales des sols forestiers, et pas la couche de litière. Or, dans l'étude du réseau RENECOFOR, la couche de litière représente ~28% du flux (100 kg_{-cos}/ha/an) bien que cette couche ne représente que ~10.5% du stock (litière + 0-100 cm ; (Jonard et al., 2017)). Une étude basée sur la modélisation conclut aussi à une contribution relativement importante (~36% du flux) de la couche de litière dans la dynamique du COS forestier français (Le Noë et al., 2020). Il est donc recommandé que **les résultats du RMQS soient diffusés en publiant les résultats pour toutes les couches de sol, y compris la litière au sol**. Ces résultats pourront être adossés à ceux des sites ICOS, bien moins nombreux, mais qui permettent d'identifier les mécanismes à l'œuvre grâce au monitoring en continue et à haute fréquence des flux de carbone.

Flux futur

L'étude de la littérature montre clairement qu'il n'y a pas de trajectoire unique du COS forestier : il peut croître, rester stable, ou décroître en fonction du contexte (historique, pédo-climatique, et de gestion sylvicole). Ainsi, la dynamique actuelle de stockage en France ne peut être considérée comme acquise, le flux pouvant s'amoinrir avec le temps. Le flux peut même s'inverser si les conditions changent l'état d'équilibre. Il peut s'agir de conséquences du changement climatique (e.g. sécheresses, incendies) ou de pratiques de gestion (e.g. intensification de l'exploitation forestière, rajeunissement de la forêt ou diminution de la biomasse sur pied conduisant à une diminution des apports de matières organiques (Achat et al., 2015)). En théorie, à surface forestière fixée (~17.3 Mha en 2022 ; source = IGN) et à conditions environnementales et de gestion stables, le flux tendra à diminuer au fur et à mesure que le stock de COS s'approchera de l'état d'équilibre. En pratique, toutefois, aucune de ces conditions de stabilité ne sont remplies et il est donc extrêmement difficile d'anticiper l'avenir :

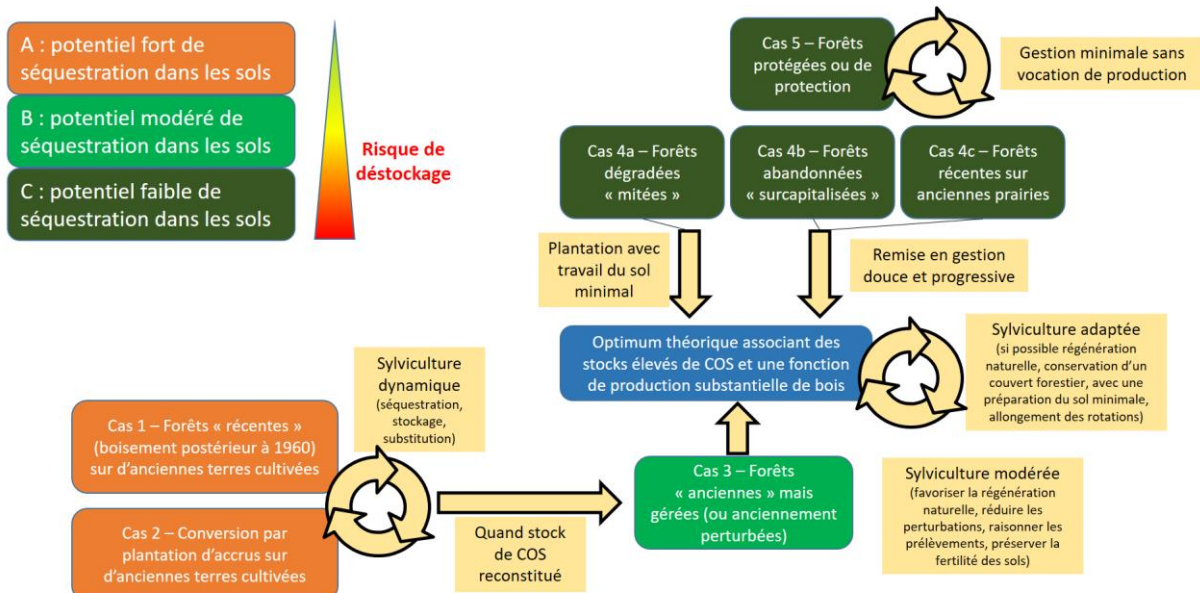
- La surface forestière continue à augmenter (~0.1 Mha/an entre 2010 et 2022) ce qui modifie mécaniquement la moyenne du flux de COS à l'échelle nationale. L'impact de ces forêts extrêmement récentes dépendra des occupations précédentes de ces sols, et notamment de la proportion de sols initialement pauvres en COS (cultures annuelles, vignes, anciennes zones urbaines ou industrielles). En effet, dans ce type de situation, le flux de stockage de COS peut-être extrêmement élevé les premières décennies (jusqu'à >1000 kg_{-cos}/ha/an ; (Nave et al., 2013; Wertebach et al., 2017)). A l'inverse, le flux peut être insignifiant dans le cas de sols déjà bien fournis en COS comme les prairies permanentes (Poeplau et al., 2011). Il est à noter qu'une baisse ponctuelle peut même être observée juste après l'afforestation de prairies (Laganier et al., 2010), et qui peut être reliée à un effet perturbateur des opérations de plantation. D'une manière générale, il semble que les afforestations spontanées stockent plus de COS que les afforestations par plantation (Thibault et al., 2022; Wang et al., 2020), même si des contre-exemples existent (Cortijos-López et al., 2024) et que les plantations ont une meilleure productivité arborée (Thibault et al., 2022).
- L'évolution du COS sera soumise au changement climatique. Toutefois, ces changements n'ont pas un effet univoque : si une augmentation de la température peut favoriser la décomposition du COS en stimulant l'activité des microbes du sol, elle peut dans le même temps favoriser la croissance végétale

et donc la production de débris organiques alimentant le sol (Davidson and Janssens, 2006). De la même manière, des stress estivaux (sécheresses, canicules) peuvent réduire la productivité des forêts (et donc les apports de carbone) tout en limitant l'activité des microorganismes du sol (et donc la décomposition de COS). Enfin, la dynamique du COS sera soumise à l'évolution des dépôts atmosphériques d'azote qui favorisent à la fois la stabilisation de COS et la production des forêts (Janssens and Luysaert, 2009).

- La dynamique du COS dépend de la gestion sylvicole, comme la densité des peuplements, l'identité des essences et leur nombre, la gestion du sous-bois et l'intensité des coupes (Achat et al., 2015; Augusto and Boča, 2022; Mayer et al., 2020). L'évolution du flux de COS à l'échelle nationale sera donc contingente de l'évolution des pratiques de gestion, difficilement anticipables sur le long-terme. Si la tendance actuelle des forêts françaises vers un vieillissement et une densification des peuplements se maintient, cela constituera un facteur favorable au stockage de COS car il est bien établi que les forêts anciennes non-perturbées stockent de grandes quantités de COS (Luysaert et al., 2008; Wang et al., 2021). Il est toutefois notable qu'un vieillissement et une densification des peuplements aurait aussi des conséquences sur les quantités de biomasses récoltées et donc sur les effets de stockages dans les produits-bois et les effets de substitutions des matières (Taeroe et al., 2017), effets non pris en compte dans le présent rapport.

Compte tenu de ces nombreuses incertitudes, des exercices de **modélisation** (en interaction avec des études *in situ* pour la validation et l'amélioration des modèles (Achat et al., 2016; Garsia et al., 2023)), intégrant à la fois des changements environnementaux (tendanciels ou stochastiques ; climatiques et environnementaux) et des scenarii de gestion, sont à mener pour explorer les **trajectoires envisageables pour le futur** (résultats attendus dans le cadre du **PEPR FairCarbon**). Malgré les fortes incertitudes pour l'avenir, une recommandation importante reste pertinente, à savoir **d'adapter la gestion sylvicole et les objectifs d'atténuation en fonction de la typologie des forêts françaises** (Figure 5).

Figure 5 : Vers un stockage optimal de COS dans les forêts françaises



Adapté de : Augusto, L., Saint-André, L., Bureau, F., Derrien, D., Pousse, N., & Cécillon, L. (2019). Séquestration de carbone organique dans les sols forestiers: impacts de la gestion sylvicole. *Forêt entreprise*, (245), 62-66.

BIBLIOGRAPHIE

- Achat, D.L., Augusto, L., Gallet-Budynek, A., Loustau, D., 2016. Future challenges in coupled C–N–P cycle models for terrestrial ecosystems under global change: a review. *Biogeochemistry* 131, 173–202.
- Achat, D.L., Fortin, M., Landmann, G., Ringeval, B., Augusto, L., 2015. Forest soil carbon is threatened by intensive biomass harvesting. *Scientific Reports* 5, 15991.
- Achat, D.L., Pousse, N.N., Nicolas, M., Augusto, L., 2018. Nutrient remobilization in tree foliage as affected by soil nutrients and leaf life span. *Ecological Monographs* 88, 408–428. <https://doi.org/10.1002/ecm.1300/full>
- Alvaro-Fuentes, J., Easter, M., Cantero-Martinez, C., Paustian, K., 2011. Modelling soil organic carbon stocks and their changes in the northeast of Spain. *European Journal of Soil Science* 62, 685–695.
- Augusto, L., Boča, A., 2022. Tree functional traits, forest biomass, and tree species diversity interact with site properties to drive forest soil carbon. *Nature Communications* 13, 1–12.
- Balesdent, J., Basile-Doelsch, I., Chadoeuf, J., Cornu, S., Derrien, D., Fekiacova, Z., Hatté, C., 2018. Carbon transfer from atmosphere to deep soil layers over the last 50 years. *Nature* 559, 599–602.
- Barcena, T.G., Kiaer, L.P., Vesterdal, L., Stefansdottir, H.M., Gundersen, P., Sigurdsson, B.D., 2014. Soil carbon stock change following afforestation in Northern Europe: a meta-analysis. *Global Change Biology* 20, 2393–2405. <https://doi.org/10.1111/gcb.12576>
- Baritz, R., Seufert, G., Montanarella, L., Van Ranst, E., 2010. Carbon concentrations and stocks in forest soils of Europe. *Forest Ecology and Management* 260, 262–277. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2010.03.025>
- Basile-Doelsch, I., Balesdent, J., Pellerin, S., 2020. Reviews and syntheses: The mechanisms underlying carbon storage in soil. *Biogeosciences* 17, 5223–5242.
- Bellamy, P.H., Loveland, P.J., Bradley, R.I., Lark, R.M., Kirk, G.J.D., 2005. Carbon losses from all soils across England and Wales 1978–2003. *Nature* 437, 245–248.
- Bellassen, V., Luysaert, S., 2014. Managing forests in uncertain times. *Nature* 506, 153–155.
- Brunner, I., Bakker, M.R., Bjork, R.G., Hirano, Y., Lukac, M., Aranda, X., Borja, I., Eldhuset, T.D., Helmisaari, H.S., Jourdan, C., Konopka, B., Lopez, B.C., Perez, C.M., Persson, H., Ostonen, I., 2013. Fine-root turnover rates of European forests revisited: an analysis of data from sequential coring and ingrowth cores. *Plant and Soil* 362, 357–372.
- Brunner, I., Godbold, D.L., 2010. Belowground carbon in forests soils: Turnover as a key process.
- Callesen, I., Harrison, R., Stupak, I., Hatten, J., Raulund-Rasmussen, K., Boyle, J., Clarke, N., Zabowski, D., 2016. Carbon storage and nutrient mobilization from soil minerals by deep roots and rhizospheres. *Forest Ecology and Management* 359, 322–331. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2015.08.019>
- Cook, R.L., Binkley, D., Stape, J.L., 2016. Eucalyptus plantation effects on soil carbon after 20 years and three rotations in Brazil. *Forest Ecology and Management* 359, 92–98. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2015.09.035>
- Cortijos-López, M., Sánchez-Navarrete, P., Lasanta, T., Cammeraat, E.L., Nadal-Romero, E., 2024. Afforestation, Natural Secondary Forest or Dehesas? Looking for the Best Post-Abandonment Forest Management for Soil Organic Carbon Accumulation in Mediterranean Mountains. *Forests* 15, 166.
- Davidson, E.A., Janssens, I.A., 2006. Temperature sensitivity of soil carbon decomposition and feedbacks to climate change. *Nature* 440, 165–173.

- De Vos, B., Cools, N., Ilvesniemi, H., Vesterdal, L., Vanguelova, E., Camicelli, S., 2015. Benchmark values for forest soil carbon stocks in Europe: Results from a large scale forest soil survey. *Geoderma* 251, 33–46.
- Dhôte, J.-F., Leban, J.M., Saint-Andre, L., Derrien, D., Zhun, M., Loustau, D., Achat, D.L., Roux, A., Schmitt, B., 2016. Leviers forestiers en termes d'atténuation pour lutter contre le changement climatique, Rapport d'étude pour le Ministère de l'agriculture, de l'agroalimentaire et de la forêt. Paris, INRA-DEPE.
- Don, A., Seidel, F., Leifeld, J., Kätterer, T., Martin, M., Pellerin, S., Emde, D., Seitz, D., Chenu, C., 2024. Carbon sequestration in soils and climate change mitigation—Definitions and pitfalls. *Global Change Biology* 30, e16983.
- Duddigan, S., Hales-Henao, A., Bruce, M., Diaz, A., Tibbett, M., 2024. Restored lowland heathlands store substantially less carbon than undisturbed lowland heath. *Communications Earth & Environment* 5, 15.
- Finér, L., Ohashi, M., Noguchi, K., Hirano, Y., 2011. Fine root production and turnover in forest ecosystems in relation to stand and environmental characteristics. *Forest Ecology and Management* 262, 2008–2023.
- Garsia, A., Moinet, A., Vazquez, C., Creamer, R.E., Moinet, G.Y., 2023. The challenge of selecting an appropriate soil organic carbon simulation model: A comprehensive global review and validation assessment. *Global Change Biology* 29, 5760–5774.
- Gingrich, S., Erb, K.-H., Krausmann, F., Gaube, V., Haberl, H., 2007. Long-term dynamics of terrestrial carbon stocks in Austria: a comprehensive assessment of the time period from 1830 to 2000. *Regional Environmental Change* 7, 37–47.
- Gosheva, S., Walthert, L., Niklaus, P.A., Zimmermann, S., Gimmi, U., Hagedorn, F., 2017. Reconstruction of historic forest cover changes indicates minor effects on carbon stocks in Swiss forest soils. *Ecosystems* 20, 1512–1528.
- Jackson, R.B., Lajtha, K., Crow, S.E., Hugelius, G., Kramer, M.G., Pineiro, G., 2017. The ecology of soil carbon: pools, vulnerabilities, and biotic and abiotic controls, in: *Annual Review of Ecology Evolution and Systematics*, Annual Review of Ecology Evolution and Systematics. pp. 419–445.
- Janssens, I.A., Luysaert, S., 2009. Nitrogen's carbon bonus. *Nature Geoscience* 2, 318–319.
- Jonard, M., Nicolas, M., Coomes, D.A., Caignet, I., Saenger, A., Ponette, Q., 2017. Forest soils in France are sequestering substantial amounts of carbon. *Science of the Total Environment* 574, 616–628. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.09.028>
- Kopittke, G., Tietema, A., Van Loon, E., Kalbitz, K., 2013. The age of managed heathland communities: implications for carbon storage? *Plant and Soil* 369, 219–230.
- Korner, C., 2003. Slow in, rapid out - Carbon flux studies and Kyoto targets. *Science* 300, 1242–1243. <https://doi.org/DOI 10.1126/science.1084460>
- Laganiere, J., Angers, D.A., Pare, D., 2010. Carbon accumulation in agricultural soils after afforestation: a meta-analysis. *Global Change Biology* 16, 439–453.
- Le Noë, J., Matej, S., Magerl, A., Bhan, M., Erb, K.-H., Gingrich, S., 2020. Modeling and empirical validation of long-term carbon sequestration in forests (France, 1850–2015). *Global Change Biology* 26, 2421–2434.
- Lettens, S., Van Orshoven, J., Van Wesemael, B., Muys, B., Perrin, D., 2005. Soil organic carbon changes in landscape units of Belgium between 1960 and 2000 with reference to 1990. *Global Change Biology* 11, 2128–2140.
- Lindroos, A.-J., Mäkipää, R., Merilä, P., 2022. Soil carbon stock changes over 21 years in intensively monitored boreal forest stands in Finland. *Ecological Indicators* 144, 109551.
- Liski, J., Perruchoud, D., Karjalainen, T., 2002. Increasing carbon stocks in the forest soils of western Europe. *Forest Ecology and Management* 169, 159–175.

- Luyssaert, S., Ciais, P., Piao, S.L., Schulze, E.D., Jung, M., Zaehle, S., Schelhaas, M.J., Reichstein, M., Churkina, G., Papale, D., Abril, G., Beer, C., Grace, J., Loustau, D., Matteucci, G., Magnani, F., Nabuurs, G.J., Verbeeck, H., Sulkava, M., van der Werf, G.R., Janssens, I.A., Team, C.-I.S., 2010. The European carbon balance. Part 3: forests. *Global Change Biology* 16, 1429–1450.
- Luyssaert, S., Schulze, E.D., Borner, A., Knohl, A., Hessenmoller, D., Law, B.E., Ciais, P., Grace, J., 2008. Old-growth forests as global carbon sinks. *Nature* 455, 213–215.
- Ma, S., He, F., Tian, D., Zou, D., Yan, Z., Yang, Y., Zhou, T., Huang, K., Shen, H., Fang, J., 2018. Variations and determinants of carbon content in plants: a global synthesis. *Biogeosciences* 15, 693–702.
- Martin, M.P., Dimassi, B., Román Dobarco, M., Guenet, B., Arrouays, D., Angers, D.A., Blache, F., Huard, F., Soussana, J.-F., Pellerin, S., 2021. Feasibility of the 4 per 1000 aspirational target for soil carbon: A case study for France. *Global Change Biology* 27, 2458–2477.
- Mayer, M., Prescott, C.E., Abaker, W.E.A., Augusto, L., Cecillon, L., Ferreira, G.W.D., James, J., Jandl, R., Katzensteiner, K., Laclau, J.-P., Laganriere, J., Nouvellon, Y., Pare, D., Stanturf, J.A., Vanguelova, I, E., Vesterdal, L., 2020. Tamm Review: Influence of forest management activities on soil organic carbon stocks: A knowledge synthesis. *Forest Ecology and Management* 466, 118127.
- McGrath, M.J., Luyssaert, S., Meyfroidt, P., Kaplan, J.O., Bürgi, M., Chen, Y., Erb, K., Gimmi, U., McInerney, D., Naudts, K., others, 2015. Reconstructing European forest management from 1600 to 2010. *Biogeosciences* 12, 4291–4316.
- Nave, L., Swanston, C., Mishra, U., Nadelhoffer, K., 2013. Afforestation effects on soil carbon storage in the United States: a synthesis. *Soil Science Society of America Journal* 77, 1035–1047.
- Ortiz, C.A., Liski, J., Gårdenäs, A.I., Lehtonen, A., Lundblad, M., Stendahl, J., Ågren, G.I., Karlton, E., 2013. Soil organic carbon stock changes in Swedish forest soils—a comparison of uncertainties and their sources through a national inventory and two simulation models. *Ecological Modelling* 251, 221–231.
- Peaucelle, M., Ciais, P., Maignan, F., Nicolas, M., Cecchini, S., Viovy, N., 2019. Representing explicit budburst and senescence processes for evergreen conifers in global models. *Agricultural and Forest Meteorology* 266, 97–108.
- Pellerin, S., Bamière, L., 2020. Stocker du carbone dans les sols français. Quel potentiel au regard de l’objectif 4 pour 1000 et à quel coût ? (Rapport INRA-DEPE).
- Poeplau, C., Don, A., Vesterdal, L., Leifeld, J., Van Wesemael, B., Schumacher, J., Gensior, A., 2011. Temporal dynamics of soil organic carbon after land-use change in the temperate zone - carbon response functions as a model approach. *Global Change Biology* 17, 2415–2427. <https://doi.org/doi: 10.1111/j.1365-2486.2011.02408.x>
- Pongratz, J., Reick, C., Raddatz, T., Claussen, M., 2008. A reconstruction of global agricultural areas and land cover for the last millennium. *Global Biogeochemical Cycles* 22.
- Post, W.M., Emanuel, W.R., Zinke, P.J., Stangenberger, A.G., 1982. Soil carbon pools and world life zones. *Nature* 298, 156–159.
- Stevens, A., Van Wesemael, B., 2008. Soil organic carbon dynamics at the regional scale as influenced by land use history: a case study in forest soils from southern Belgium. *Soil Use and Management* 24, 69–79.
- Taeroe, A., Mustapha, W.F., Stupak, I., Raulund-Rasmussen, K., 2017. Do forests best mitigate CO2 emissions to the atmosphere by setting them aside for maximization of carbon storage or by management for fossil fuel substitution? *Journal of Environmental Management* 197, 117–129. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2017.03.051>
- Ter-Mikaelian, M.T., Gonsamo, A., Chen, J.M., Mo, G., Chen, J., 2021. Historical and future carbon stocks in forests of northern Ontario, Canada. *Carbon Balance and Management* 16, 1–18.

- Thibault, M., Thiffault, E., Bergeron, Y., Ouimet, R., Tremblay, S., 2022. Afforestation of abandoned agricultural lands for carbon sequestration: how does it compare with natural succession? *Plant and Soil* 475, 605–621.
- Torn, M.S., Trumbore, S.E., Chadwick, O.A., Vitousek, P.M., Hendricks, D.M., 1997. Mineral control of soil organic carbon storage and turnover. *Nature* 389, 170–173.
- Wang, Y., Chen, L., Xiang, W., Ouyang, S., Zhang, T., Zhang, X., Zeng, Y., Hu, Y., Luo, G., Kuzyakov, Y., 2021. Forest conversion to plantations: A meta-analysis of consequences for soil and microbial properties and functions. *Global Change Biology* 27, 5643–5656.
- Wang, Y., Zheng, H., Chen, F., Zeng, J., Zhou, J., Ouyang, Z., 2020. Stabilities of soil organic carbon and carbon cycling genes are higher in natural secondary forests than in artificial plantations in southern China. *Land Degradation & Development* 31, 2986–2995.
- Wei, X.R., Shao, M.G., Gale, W., Li, L.H., 2014. Global pattern of soil carbon losses due to the conversion of forests to agricultural land. *Scientific Reports* 4, 4062. <https://doi.org/10.1038/srep04062>
- Wertebach, T.-M., Hölzel, N., Kämpf, I., Yurtaev, A., Tupitsin, S., Kiehl, K., Kamp, J., Kleinebecker, T., 2017. Soil carbon sequestration due to post-Soviet cropland abandonment: estimates from a large-scale soil organic carbon field inventory. *Global Change Biology* 23, 3729–3741.

Annexe T7.2 : Calcul des stocks et flux de carbone dans la filière

Auteur : Estelle Vial (FCBA) – Date : Avril 2024

Contenu

1.	Modélisation des stocks dans les produits (FCBA)	113
1.1.	Formule de calcul de la variation de stock	113
1.2.	Demi-vies.....	113
1.3.	Stocks historiques	114
1.4.	Réconciliation avec la production annuelle de déchets bois	114
2.	Schémas de filière 2019.....	115
2.1.	Recalcul des flux	115
2.2.	Devenir du bois d'œuvre (BO).....	115
2.3.	Devenir des connexes de première transformation du bois d'œuvre (BO)	120
2.4.	Devenir du bois d'industrie/bois énergie (BIBE)	124
2.5.	Devenir du bois d'industrie (BI).....	124
2.6.	Devenir du bois énergie (BE)	125
2.7.	Devenir des connexes de seconde transformation	125
2.8.	Devenir des déchets post-consommateurs.....	126
2.9.	Diagramme de sankey	126
3.	Schémas de filière post 2019.....	128
3.1.	Exemple de calcul de la Récolte additionnelle	128
3.2.	Scénarios de demande	129
3.3.	Elaboration des différents scénarios de filières	130
3.4.	Flux de carbone et produits finis par scénarios de filière	140
4.	Méthodologie associée à la substitution	143
5.	Substitution matériaux	143
6.	Substitution énergie	146
7.	Analyse de sensibilité sur la décarbonation de l'industrie	148

1. MODELISATION DES STOCKS DANS LES PRODUITS (FCBA)

1.1. FORMULE DE CALCUL DE LA VARIATION DE STOCK

Afin d'évaluer le stock de carbone contenu dans les produits bois ainsi que son évolution annuelle, la méthode par défaut TIER 1 des lignes directrices de l'IPCC de 2006 a été utilisée (Pingoud, Skog, Martino, Tonosaki, & Xiaoquan, 2006).

Les formules utilisées sont reprises dans l'équation 12.1 du chapitre 12 issu du volume 4 de ces mêmes lignes directrices. Ces dernières sont détaillées ci-dessous.

La variation de stock entre deux années est basée sur la formule suivante :

$$\Delta C(i) = C(i+1) - C(i)$$

Où : i : année ;

C(i) : stock de carbone en début d'année i (en kg eq. CO₂) ;

Pour estimer le stock de carbone, le calcul est basé sur la formule suivante :

$$C(i+1) = e^{-k} \times C(i) + [(1 - e^{-k}) / k] \times \text{Inflow}(i)$$

Où : i : année ;

C(i) : stock de carbone en début d'année i (en kg eq. CO₂) ;

k : constante de désintégration issue de la fonction exponentielle décroissante (en année⁻¹) ;

Inflow(i) : flux durant l'année i (en kg eq. CO₂ année⁻¹).

Le calcul de la constante k est basé sur la formule suivante :

$$k = (\ln(2)) / HL$$

Où : HL : temps de demi-vie.

Les flux entrants de produits sont calculés à partir de la récolte de bois d'œuvre (BO), de bois d'industrie (BI) et de bois énergie (BE) ainsi que des schémas de filière (voir section suivante).

1.2. DEMI-VIES

Les demi-vie considérées dans l'étude sont celles de la méthode utilisée par le CITEPA (CITEPA, 2023).

Durée de demi-vies

Tableau 212 : Durées de demi-vie des produits bois

Catégorie	Demi-vie	Source
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	
Agencement et menuiseries	15 ans	
Couverture/Charpente	50 ans	Carbone 4 d'après la durée de vie moyenne (FCBA 2008)
Parquets/lambris	30 ans	

1.3. STOCKS HISTORIQUES

Le stock historique de 2019 est basé sur les calculs du CITEPA (CITEPA, 2023) :

	MtC 2019	MtCO2 2019
Stock sciages	34,05	124,83
Dont stock Emballages en bois	1,48	5,39
Dont stock Ameublement	0,48	1,73
Dont stock Agencement et menuiseries	3,29	12,02
Dont stock Couverture / charpente	24,89	91,84
Dont stock Parquets/lambris	3,78	13,85
Stock panneaux	48,09	177,17
Stock papier	10,26	37,19

Tableau 1 : Stock historique de produits bois en 2019 selon le CITEPA

Il faut noter qu'a priori ces stocks intègrent des productions à base de déchets soit de papier soit de bois qui peuvent provenir de récolte non française étant donné que les statistiques nationales de production de papier et de panneaux ne distinguent pas ces éléments.

1.4. RECONCILIATION AVEC LA PRODUCTION ANNUELLE DE DECHETS BOIS

Le tonnage de déchets bois (hors papier) en 2020 calculé par le modèle de décroissance exponentielle est de 12,2 Mt CO₂, dont 8,5 Mt CO₂ de déchets bois et 3,7 Mt CO₂ de papier. La quantité de déchets bois est égale à 5,6 Mt (en supposant un taux d'humidité sur sec des déchets de 20% et un contenu carbone de 50% du bois anhydre). Il est à noter que 35% de ce tonnage est recyclé donc réintroduit dans le stock.

Le bilan du recyclage ADEME évalue la quantité de déchets bois en fin de vie collectés à 6,4 Mt (ADEME, 2019). L'étude DEBOIDEM ADEME de 2015 estime cette quantité à 6,8 Mt (FCBA et al., 2015). Ce tonnage est cependant différent du tonnage calculé avec le modèle de décroissance car il inclut les déchets issus de bois non récolté en France mais exclut les déchets de produits bois qui ont été exportés. En utilisant les chiffres de la VEM, il est possible de recalculer des tonnages équivalents respectivement de 5,7 Mt et de 6,1 Mt (voir note ci-après). On peut en conclure que le modèle est proche de la réalité pour les sorties de stock.

Note : Le recalcul se fait en considérant les équivalents bois ronds de l'ensemble des produits de la filière calculés par la VEM selon leur provenance et leur destination. Pour le BO, on obtient une récolte française de 20,9 Mm³ d'équivalent bois rond, une importation de 12 Mm³ et une exportation de 6 Mm³. Pour le BI, on obtient une récolte française de 13,9 Mm³ d'équivalent bois ronds, une importation de 14,4 et une exportation de 14 Mm³. Le ratio permettant de passer du tonnage de déchets produits en France à partir de toute origine de bois au tonnage de déchets produit à partir de la récolte française est de : $(20,9+13,9+6+14)/(20,9+13,9+12+14,4)=0,89$

2. SCHEMAS DE FILIERE 2019

Un schéma de filière a été élaboré à partir de multiples sources comme la VEM, AGRESTE etc. Il répartit le BO et le BIBE donnés par l'IGN sous forme de tonnes de carbone contenues dans la récolte dans les différentes filières.

2.1. RECALCUL DES FLUX

Les volumes récoltés calculés par l'IGN sont les volumes suivants : BO potentiel résineux, BO potentiel feuillus, BIBE résineux et BIBE feuillus. Deux recalculs sont effectués avant de répartir les volumes dans le schéma de filière :

- Le volume de BO effectivement utilisé en sciages et en déroulage est calculé à partir du taux correspondant et il est défini un second paramètre, soit le taux d'utilisation de ce BO non utilisé en sciage et en déroulage en BI par rapport à une utilisation en BE.
- Le volume de BIBE est scindé en volume de BI et volume de BE. Cette différenciation est nécessaire afin d'être en cohérence avec les données AGRESTE qui différencient les volumes de BI et les volumes de BE. Le BE est utilisé exclusivement en énergie, alors que le BI peut être utilisé en trituration ou en énergie.

Le tableau ci-après donne les pourcentages utilisés pour le schéma de filière :

	Tout scénario
	2019
Taux de BIBE utilisé en BI - Résineux	89%
Taux de BIBE utilisé en BI - Feuillus	21%
Taux de BO potentiel non utilisé en sciage et en déroulage - Résineux	21%
Taux de BO potentiel non utilisé en sciage et en déroulage - Feuillus	25%
Taux de BO potentiel non utilisé en sciage et en déroulage utilisé en BI - Résineux	0%
Taux de BO potentiel non utilisé en sciage et en déroulage utilisé en BI - Feuillus	0%

Tableau 2 : Ratios utilisés pour le recalcul des flux issus des calculs IGN (BO, BI, BE) pour le schéma de filière 2019 – (Source AGRESTE et hypothèse FCBA afin d'obtenir des volumes de panneaux cohérents avec la production de 2019)

2.2. DEVENIR DU BOIS D'ŒUVRE (BO)

Le tableau suivant présente la répartition des tonnes de carbone contenues dans le BO résineux et feuillu.

	Essence	Devenir	Récolte (en m3)	%
BO	Résineux	CP	265 088	2%
BO	Résineux	Sciages	14 244 760	98%
BO	Feuillus	CP	1 106 781	16%
BO	Feuillus	Déroulage		
BO	Feuillus	Sciages	5 313 353	79%
BO	Feuillus	Merrains	317 413	5%

Tableau 3 : Devenir du BO feuillu et résineux (Source : Agreste 2019)

La répartition utilisée qui est basée sur les volumes a été utilisée pour la répartition en carbone par approximation.

Les rendements associés à ces filières sont présentés dans le tableau suivant :

Produit d'origine	Essence		Produit après rendement	Rendement	Source
BO	Résineux	Rendement 1ère transfo	Sciage (sur écorce)	54%	(Inventaires de cycle de vie du sciage français, 2005)
BO	Feuillu	Rendement 1ère transfo	Sciage (sur écorce)	48%	(Inventaires de cycle de vie du sciage français, 2005)
BO	Toutes essences	Rendement 1ère transfo	CP	54%	(FCBA - CODIFAB, 2019)
BO	Toutes essences	Rendement 1ère transfo	Déroutage	54%	FCBA - CODIFAB, 2019) par approximation
BO	Toutes essences	Rendement 1ère transfo	Merrains	25%	Expertise FCBA

Tableau 4 : Rendements de première transformation à partir de BO

Le devenir des semi-produits issus du déroulage cités dans le Tableau 4 est donné dans le tableau suivant :

Essence	Semi-produit	Produit-fini	Volume (m3)	%	Source
Résineux	CP	Mur Ossature Bois (porteur)	137 846	52%	(European Panel Federation, 2021) pour le devenir du contreplaqué
Résineux	CP	Emballages	28 276	11%	
Résineux	CP	Meubles	98 966	37%	
Feuillus	CP	Mur Ossature Bois (porteur)	98 179	9%	(Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation, 2022) pour la récolte destinée au déroulage, (FAOSTAT, 2022) pour la production de contreplaqué feuillu, le différentiel est considéré comme allant dans l'emballage léger. (European Panel Federation, 2021) pour le devenir du contreplaqué
Feuillus	CP	Emballages	20 139	2%	
Feuillus	CP	Meubles	70 487	6%	
Feuillus	Déroutage	Emballage - déroulage	917 976	83%	

Tableau 5 : Devenir des semi-produits issus du déroulage

Le devenir des sciages cités dans le Tableau 4 est donné dans le tableau suivant :

Essence	Semi-produit	Secteur	Produit fini	Pourcentage	Source
Résineux	Sciage	Construction - Gros œuvre	CLT	0,51%	(Lochu, 2016) Le détail entre certains usages provient de l'étude (Donadieu de Lavit et al., 2019)
Résineux	Sciage	Construction - Gros œuvre	Mur Ossature Bois (porteur)	2,35%	
Résineux	Sciage	Construction - Gros œuvre	Plancher Ossature Bois	1,03%	
Résineux	Sciage	Construction - Gros œuvre	Poteaux Poutres	0,00%	
Résineux	Sciage	Construction - Gros œuvre	Mur Ossature Bois/cloison (non porteur)	1,30%	
Résineux	Sciage	Construction - Gros œuvre	FOB	0,00%	
Résineux	Sciage	Construction - Gros œuvre	Plancher Bois Béton	0,00%	
Résineux	Sciage	Construction - Gros œuvre	Charpente industrielle	3,22%	
Résineux	Sciage	Construction - Gros œuvre	Charpente traditionnelle/ toiture Terrasse - massif	31,31%	
Résineux	Sciage	Construction - Gros œuvre	Charpente lamellé	2,93%	
Résineux	Sciage	Construction - second œuvre	Bois d'ITE	0,00%	
Résineux	Sciage	Construction - second œuvre	Parquets	4,08%	
Résineux	Sciage	Construction - second œuvre	Escalier	2,47%	
Résineux	Sciage	Construction - second œuvre	Portes	0,47%	
Résineux	Sciage	Construction - second œuvre	Lambris	1,62%	
Résineux	Sciage	Construction - second œuvre	Tasseaux/moulure/planche de rive	0,81%	
Résineux	Sciage	Construction - second œuvre	Fenêtre bois	1,12%	
Résineux	Sciage	Construction - second œuvre	Fenêtre bois aluminium	0,43%	
Résineux	Sciage	Construction - second œuvre	Volet	0,65%	
Résineux	Sciage	Construction - second œuvre	Platelage	4,36%	
Résineux	Sciage	Construction - second œuvre	Bardage	4,04%	
Résineux	Sciage	Construction - second œuvre	Portail	0,00%	
Résineux	Sciage	Emballages	Emballages	29,65%	
Résineux	Sciage	Construction - second œuvre	Agencement	6,30%	
Résineux	Sciage	Ameublement	Meubles	1,36%	

Tableau 6 : Devenir des sciages résineux

Essence	Semi-produit	Secteur	Produit fini	Pourcentage	Source
Feuillus	Sciage	Construction - Gros œuvre	CLT	0,09%	(Lochu, 2016) Le détail entre certains usages provient de l'étude (Donadiou de Lavit et al., 2019)
Feuillus	Sciage	Construction - Gros œuvre	Mur Ossature Bois (porteur)	0,00%	
Feuillus	Sciage	Construction - Gros œuvre	Plancher Ossature Bois	0,00%	
Feuillus	Sciage	Construction - Gros œuvre	Poteaux Poutres	0,00%	
Feuillus	Sciage	Construction - Gros œuvre	Mur Ossature Bois/cloison (non porteur)	0,00%	
Feuillus	Sciage	Construction - Gros œuvre	FOB	0,00%	
Feuillus	Sciage	Construction - Gros œuvre	Plancher Bois Béton	0,00%	
Feuillus	Sciage	Construction - Gros œuvre	Charpente industrielle	0,18%	
Feuillus	Sciage	Construction - Gros œuvre	Charpente traditionnelle/ toiture Terrasse - massif	8,92%	
Feuillus	Sciage	Construction - Gros œuvre	Charpente lamellé	0,00%	
Feuillus	Sciage	Construction - second œuvre	Bois d'ITE	0,00%	
Feuillus	Sciage	Construction - second œuvre	Parquets	11,82%	
Feuillus	Sciage	Construction - second œuvre	Escalier	5,51%	
Feuillus	Sciage	Construction - second œuvre	Portes	1,05%	
Feuillus	Sciage	Construction - second œuvre	Lambris	1,75%	
Feuillus	Sciage	Construction - second œuvre	Tasseaux/moulure/planche de rive	2,15%	
Feuillus	Sciage	Construction - second œuvre	Fenêtre bois	5,70%	
Feuillus	Sciage	Construction - second œuvre	Fenêtre bois aluminium	1,69%	
Feuillus	Sciage	Construction - second œuvre	Volet	2,57%	
Feuillus	Sciage	Construction - second œuvre	Platelage	5,48%	
Feuillus	Sciage	Construction - second œuvre	Bardage	1,68%	
Feuillus	Sciage	Construction - second œuvre	Portail	0,00%	
Feuillus	Sciage	Emballages	Emballages	22,61%	
Feuillus	Sciage	Construction - second œuvre	Agencement	11,93%	
Feuillus	Sciage	Ameublement	Meubles	16,87%	

Tableau 7 : Devenir des sciages feuillus

La quantité de produits finis est calculée à partir des rendements de deuxième transformation présentés ci-dessous :

Produit d'origine	Produit après rendement	Rendement	Source
Sciage	CLT	67%	FDES CLT
Sciage	Mur Ossature Bois (porteur)	90%	FDES MOB
Sciage	Plancher Ossature Bois	88%	FDES plancher
Sciage	Poteaux Poutres	85%	FDES charpente traditionnelle
Sciage	Mur Ossature Bois/cloison (non porteur)	90%	Données FDES MOB
Sciage	FOB	90%	Données FDES MOB
Sciage	Plancher Bois Béton	88%	FDES plancher
Sciage	Charpente industrielle	89%	FDES Charpente industrielle
Sciage	Charpente traditionnelle/ toiture Terrasse - massif	85%	FDES charpente traditionnelle
Sciage	Charpente lamellé	81%	FDES poutre lamellé collé
Sciage	Bois d'ITE	90%	FDES MOB
Sciage	Parquets	63%	DEP Parquet - parquet par rapport à la frise
Sciage	Escalier	75%	FDES portes
Sciage	Portes	75%	FDES portes
Sciage	Lambris	85%	FDES platelages
Sciage	Tasseaux/moulure/planche de rive	96%	Rendement rabotage Ecoinvent
Sciage	Fenêtre bois	41%	FDES fenêtre 2022, rendement sur avivé
Sciage	Fenêtre bois aluminium	41%	FDES fenêtre 2022, rendement sur avivé
Sciage	Volet	77,00%	FDES volet 2014
Sciage	Platelage	85%	FDES France Douglas
Sciage	Bardage	60%	FDES Bardage chêne 2012
Sciage	Portail	77,00%	FDES volet LCB
Sciage	Emballages	95%	Minimum Etude ACV palette FNB
Sciage	Agencement	90%	FDES MOB
Sciage	Meubles	45%	Référentiel Partie 4 : Référentiel méthodologique d'évaluation environnementale de meubles meublants ADEME FCBA 2023
CP	Mur Ossature Bois (porteur)	87%	Données FDES MOB
CP	Emballages lourds	95%	Minimum Etude ACV palette
CP	Meubles	70%	Référentiel ADEME AFNOR Meubles en bois (version en cours d'élaboration) - rendement pour le panneau
Déroulage	Cagette	90%	Hypothèse FCBA
Merrains	Tonneau	100%	Hypothèse FCBA

Tableau 8 : Rendements de deuxième transformation à base de BO

2.3. DEVENIR DES CONNEXES DE PREMIERE TRANSFORMATION DU BOIS D'ŒUVRE (BO)

Le devenir des connexes de première transformation est présenté dans les tableaux ci-dessous :

Essence	Origine	Semi-produit	Quantités (tonnes de matières sèches)	Pourcentage	Source
Résineux	Connexes 1	PP	468 343	16%	(FAOSTAT, 2022) pour la production des différents panneaux
Résineux	Connexes 1	MDF	103 862	3%	
Résineux	Connexes 1	OSB	0	0%	
Résineux	Connexes 1	HDF	20 634	1%	
Résineux	Connexes 1	Panneau isolant	2 698	0%	(FCBA - CODIFAB, 2018) pour le pourcentage de connexes utilisé
Résineux	Connexes 1	Pâte	768 841	26%	(COPACEL, 2020) sur la réception de matières premières bois des producteurs de pâte
Résineux	Connexes 1	Granulés	1 365 000	46%	Production de granulés : Propellet Part de granulés fabriqués à partir de feuillus (De Cherisey, H, 2022)
Résineux	Connexes 1	Energie interne séchage sciage	64 703	2%	Calcul à partir du volume de sciages séchés selon (Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation, 2022) et des données FCBA sur la quantité de biomasse nécessaire pour sécher les sciages (15% du volume de sciage)
Résineux	Connexes 1	Energie interne séchage CP	102 412	3%	Quantité de biomasse nécessaire au process calculée à partir du rendement de production (FCBA - CODIFAB, 2019)
Résineux	Connexes 1	Energie interne séchage Déroulage	468 343	16%	Quantité de biomasse nécessaire au process calculée à partir du rendement de production (FCBA - CODIFAB, 2019)
Résineux	Connexes 1	Energie chaleur	53 459	2%	Calcul par différentiel entre le total et les utilisations ci-dessus
Résineux	Connexes 1	Energie électricité	17 820	1%	Le partage entre utilisation en chaleur et électricité est une estimation
		TOTAL	2 967 000	100%	Calcul à partir du volume de BO et des rendements du Tableau 4

Tableau 9 : Devenir des connexes de 1^{ère} transformation de BO de résineux

Esence	Origine	Semi-produit	Quantités (tonnes de matières sèches)	Pourcentage	Source
Feuillus	Connexes 1	PP	235 248	14%	(FAOSTAT, 2022) pour la production des différents panneaux (FCBA - CODIFAB, 2018) pour le pourcentage de connexes utilisé
Feuillus	Connexes 1	MDF	7 957	0%	
Feuillus	Connexes 1	OSB	0	0%	
Feuillus	Connexes 1	HDF	2 181	0%	
Feuillus	Connexes 1	Panneau isolant	354	0%	
Feuillus	Connexes 1	Pâte	142 479	8%	(COPACEL, 2020) sur la réception de matières premières bois des producteurs de pâte
Feuillus	Connexes 1	Granulés	115 000	7%	Production de granulés : Propellet Part de granulés fabriqués à partir de feuillus (De Cherisey, H, 2022)
Feuillus	Connexes 1	Energie interne séchage sciage	18 125	1%	Calcul à partir du volume de sciages séchés selon (Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation, 2022) et des données FCBA sur la quantité de biomasse nécessaire pour sécher les sciages (15% du volume de sciage)
Feuillus	Connexes 1	Energie interne séchage CP	105 360	6%	Quantité de biomasse nécessaire au process calculée à partir du rendement de production (FCBA - CODIFAB, 2019)
Feuillus	Connexes 1	Energie interne séchage Déroulage	512 261	31%	Quantité de biomasse nécessaire au process calculée à partir du rendement de production (FCBA - CODIFAB, 2019)
Feuillus	Connexes 1	Energie chaleur	404 549	24%	Calcul par différentiel entre le total et les utilisations ci-dessus Le partage entre utilisation en chaleur et électricité est une estimation
Feuillus	Connexes 1	Energie électricité	134 850	8%	
		TOTAL	1 678 364	100%	Calcul à partir du volume de BO et des rendements du Tableau 4

Tableau 10 : Devenir des connexes de 1^{ère} transformation de BO de feuillus

Le rendement de production des panneaux, de la pâte et des granulés est donné dans le tableau ci-dessous :

Origine	Essence		Semi-produit	% de matière sèche	Source
BIBE-Connexes	Toute essence	Rendement 1ère transfo	PP	89%	(FCBA - CODIFAB, 2018)
BIBE-Connexes	Toute essence	Rendement 1ère transfo	MDF	80%	(FCBA - CODIFAB, 2018)
BIBE-Connexes	Toute essence	Rendement 1ère transfo	OSB	89%	(FCBA - CODIFAB, 2018)
BIBE-Connexes	Toute essence	Rendement 1ère transfo	Panneau isolant	76%	FCBA - CODIFAB, 2018) – assimilation au MDF ultralight
BIBE-Connexes	Toute essence	Rendement 1ère transfo	HDF	84%	FCBA - CODIFAB, 2018)
BIBE-Connexes	Toute essence	Rendement 1ère transfo	Spécialité	60%	(CGE, 2021) (moyenne des rendements donnés pour le papier hygiène
BIBE-Connexes	Toute essence	Rendement 1ère transfo	Carton d'emballages	70%	(CGE, 2021) moyenne entre un rendement de pâte recyclée et un rendement de pâte chimique
BIBE-Connexes	Toute essence	Rendement 1ère transfo	Graphique	50%	(CGE, 2021) – rendement pâte chimique
BIBE-Connexes	Toute essence	Rendement 1ère transfo	Journal	80%	(CGE, 2021) – rendement pâte mécanique
BIBE-Connexes	Toute essence	Rendement 1ère transfo	Granulés	87%	(Logel et al., 2022)

Tableau 11 : Rendements de première transformation à partir de BIBE

Le devenir des panneaux est donné dans le tableau ci-dessous :

Semi-produit	Secteur	Produit fini	Pourcentage	Source
PP	Ameublement	Meubles	69%	(European Panel Federation, 2021) (certaines catégories ont été simplifiées et la catégorie « autres » a été supprimée)
PP	Construction	Mur Ossature Bois (porteur)	28%	
PP	Emballages	Emballages	2%	
MDF	Ameublement	Meubles	29%	
MDF	Construction (sols)	Sols stratifiés	40%	
MDF	Construction (agencement)	Agencement	32%	
OSB	Construction	Mur Ossature Bois (porteur)	85%	
OSB	Emballages	Emballages	6%	
OSB	Constructions (sols)	Plancher	5%	
OSB	Ameublement	Meubles	3%	
Hardboard	Emballages	Emballages	50%	
Hardboard	Ameublement	Meubles	30%	
Hardboard	Construction	Agencement	20%	

Semi-produit	Secteur	Produit fini	Pourcentage	Source
Softboard	Isolation	Isolation	100%	Estimation FCBA à partir des données (FAOSTAT, 2022)
Pâte	Papier	Spécialité	5%	
Pâte	Papier	Emballage	27%	
Pâte	Papier	Graphique	60%	
Pâte	Papier	Journal	8%	

Tableau 12 : Devenir des panneaux de process

Les rendements de deuxième transformation des produits à base de connexes ou de BIBE sont donnés dans le tableau suivant :

Produit d'origine	Produit après rendement	Rendement	Source
PP	Mur Ossature Bois (porteur)	87%	Données FDES MOB
PP	Meubles	70%	Référentiel ADEME AFNOR Meubles en bois (version en cours d'élaboration) - rendement pour le panneau
PP	Emballages	90%	Données Expertise FCBA
OSB	Meubles	70%	Référentiel ADEME AFNOR Meubles en bois (version en cours d'élaboration) - rendement pour le panneau
OSB	Mur Ossature Bois (porteur)	87%	Données FDES MOB
OSB	Plancher Ossature Bois	87%	Comme dans Simapro, égal à la perte sur le contreventement
OSB	Emballages	90%	Données Expertise FCBA
HDF	Emballages	90%	Données Expertise FCBA
HDF	Sols stratifiés	90%	hypothèse mais 100% dans FORMIT
HDF	Meubles	70%	Référentiel ADEME AFNOR Meubles en bois (version en cours d'élaboration) - rendement pour le panneau
CP	Mur Ossature Bois (porteur)	87%	Donnes FDES MOB
CP	Emballages	90%	Données Expertise FCBA
Softboard	Panneau isolant	100%	
MDF	Sols stratifiés	90%	Hypothèse FCBA
MDF	Agencement	100%	Hypothèse FCBA
MDF	Meubles	70%	Référentiel ADEME AFNOR Meubles en bois (version en cours d'élaboration) - rendement pour le panneau
Energie	Energie	100%	Rendement =1 car les impacts évités tiennent compte du rendement
Pâte	Papier	100%	Hypothèse simplificatrice

Tableau 13 : Rendements de deuxième transformation à base de BIBE et de connexes

2.4. DEVENIR DU BOIS D'INDUSTRIE/BOIS ENERGIE (BIBE)

L'IGN ne différencie pas le bois d'industrie (BI) et le bois énergie (BE). La récolte figurant dans les données Agreste (Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation, 2022) ne représente que la part commercialisée du bois énergie et donc le pourcentage que l'on pourrait calculer grâce à ces données ne correspondrait pas à la réelle répartition entre BI et BE. Les données sur le bois énergie non commercialisé sont issues de l'étude (SOLAGRO et al., 2018) qui donne 17,5 millions de m³ de bois bûche utilisés par les ménages pour se chauffer dont 3 millions sont commercialisés, ce qui donne 14,5 millions de m³ de bois issu de forêt non commercialisé.

	mm ³	Source
BI Feuillu	4 421	(Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation, 2022)
BI Résineux	6 112	
BE commercialisé (plaquettes et rondins)	4 532	
BE commercialisé (bois bûche)	3 529	
BE non commercialisé (bois bûche)	14 500	
Total	33 094	(SOLAGRO et al., 2018)

BE Feuillu	18 492	90% de la récolte de bois bûche issu de forêt est du feuillu (SOLAGRO et al., 2018)
BE Résineux	4 069	50% des plaquettes et des ronds sont du feuillu (hypothèse)

Tableau 14 : Répartition bois énergie et bois d'industrie

La part de BI dans le BIBE est donc de 89% pour les résineux (le volume de BIBE résineux issu de l'IGN est de 6 112 mm³ en 2020) et 21% pour les feuillus (le volume de BIBE feuillus issu de l'IGN est de 21 245 mm³ en 2020).

2.5. DEVENIR DU BOIS D'INDUSTRIE (BI)

Le devenir du bois d'industrie est donné dans le tableau suivant :

Essence	Devenir		% Tonnes matières sèches	Source
Résineux	PP		4%	(FAOSTAT, 2022) pour la production des différents panneaux (FCBA - CODIFAB, 2018) pour le pourcentage de bois d'industrie utilisé
Résineux	MDF		8%	
Résineux	OSB		7%	
Résineux	HDF		1%	
Résineux	Panneau isolant (softboard)		0%	
Résineux	Pâte		68%	(COPACEL, 2020) sur la réception de matières premières bois des producteurs de pâte
Résineux	Bois ronds	Energie (particulier)(granulés)	2%	La production de granulés de bois ronds est estimée à 120 kt et à 50% de résineux
Résineux	Bois ronds	Energie (collectif, industriel)	8%	Par différentiel entre la totalité du BI résineux et les volumes ci-dessus

Tableau 15 : Devenir du bois d'industrie résineux

Esence	Devenir		% Tonnes matières sèches	Source
Feuillus	PP		1%	(FAOSTAT, 2022) pour la production des différents panneaux (FCBA - CODIFAB, 2018) pour le pourcentage de bois d'industrie utilisé
Feuillus	MDF		10%	
Feuillus	OSB		2%	
Feuillus	HDF		2%	
Feuillus	Panneau isolant (softboard)		0%	
Feuillus	Pâte		29%	(COPACEL, 2020) sur la réception de matières premières bois des producteurs de pâte
Feuillus	Bois ronds	Energie (particulier)(granulés)	2%	La production de granulés de bois ronds est estimée à 120 kt et à 50% de feuillus
Feuillus	Bois ronds	Energie (collectif, industriel)	54%	Par différentiel entre la totalité du BI feuillus et les volumes ci-dessus

Tableau 16 : Devenir du bois d'industrie feuillus

Le devenir des panneaux de process et de la pâte est décrit dans le Tableau 12 et les rendements de production dans le Tableau 11.

2.6. DEVENIR DU BOIS ENERGIE (BE)

Il est considéré que les plaquettes forestières sont utilisées dans des chaudières industrielles ou collectives. Le devenir des bûches est assimilé à du chauffage domestique dans les appareils tels que décrits dans le tableau ci-dessous. La répartition entre les appareils des volumes de bois bûche est estimée en fonction de la répartition des millions d'utilisateurs.

Utilisation	millions d'utilisateurs	%
Foyer ouvert	0,8	14%
Foyer fermé	3,1	55%
Poele bûche	1,7	30%

Tableau 17 : Utilisation du bois bûche

2.7. DEVENIR DES CONNEXES DE SECONDE TRANSFORMATION

Le devenir des connexes de seconde transformation sont considérés comme recyclés à 51% et valorisés énergétiquement à 49% (source (FCBA et al., 2022)).

2.8. DEVENIR DES DECHETS POST-CONSOMMATEURS

Le devenir des déchets post-consommateurs est présenté ci-dessous :

	Pourcentage	Source
Mise en décharge	7,5%	Ce chiffre correspond aux refus de tri (FCBA et al., 2022)
Valorisation énergétique	57,5%	Calculé par différentiel
Recyclage	35%	(ADEME, 2019)

Tableau 18 : Devenir des déchets post-consommateurs

Le taux d'utilisation du bois recyclé en France est de 62% (FCBA et al., 2022).

2.9. DIAGRAMME DE SANKEY

Sur la base des données présentée en section 2, un diagramme de Sankey a été élaboré (en t de carbone).

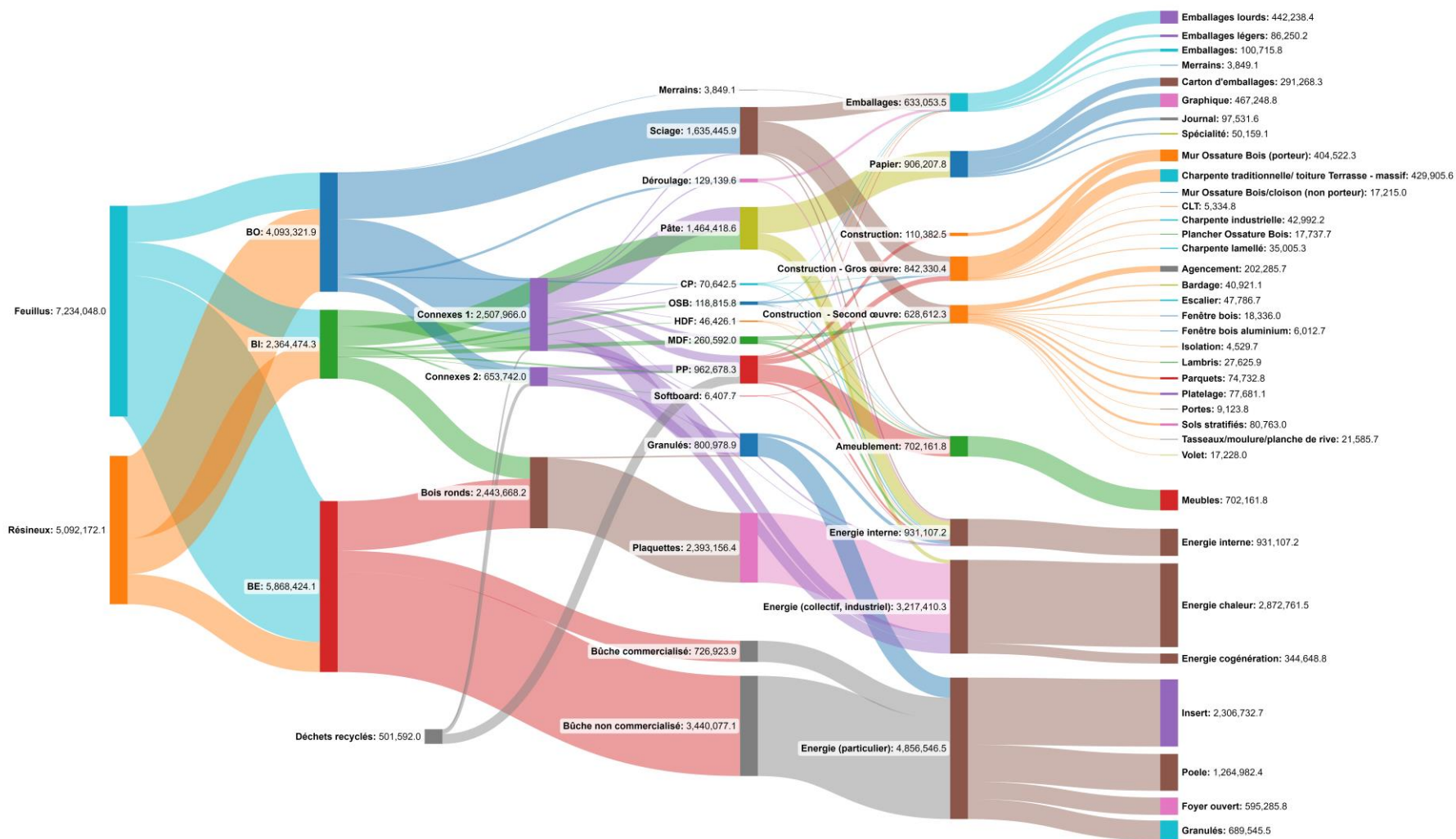


Figure 1 : Diagramme de flux pour l'année 2029/2020 en t de carbone

3. SCHEMAS DE FILIERE POST 2019

Il est fait l'hypothèse que l'augmentation de la récolte à partir de 2019 vient satisfaire l'augmentation de la demande. Les volumes de BIBE et de BO récoltés correspondant aux volumes de 2020 sont utilisés pour fournir les mêmes produits qu'en 2019. Le devenir de la récolte additionnelle est donc différent de celui de la récolte « de base ».

3.1. EXEMPLE DE CALCUL DE LA RECOLTE ADDITIONNELLE

Les deux schémas suivants présentent la récolte totale du scénario de référence B1R1C2 et la récolte additionnelle à partir de 2020.

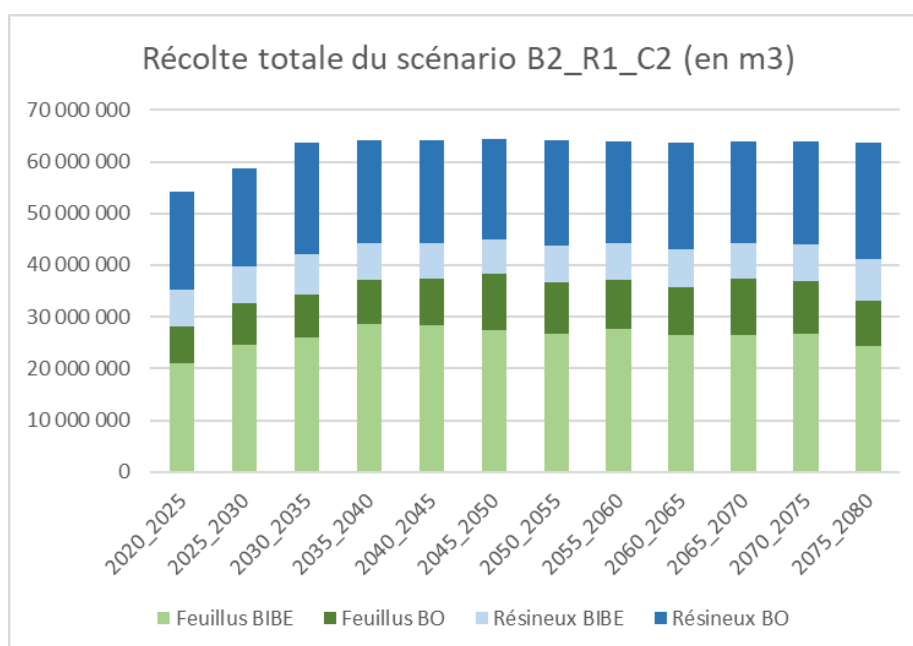


Figure 2 : récolte totale du scénario B2R1C2

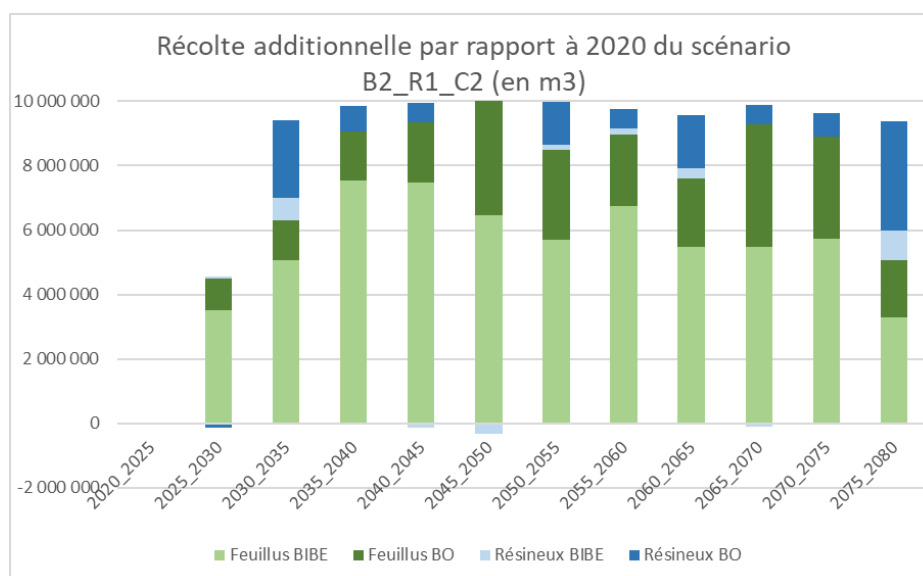


Figure 3 : récolte additionnelle du scénario B2R1C2

3.2. SCENARIOS DE DEMANDE

Les scénarios de demande sont issus de la tâche 4 de la présente étude et du projet (Donadieu de Lavit et al., 2019) partiellement mis à jour par FCBA en 2022 en ce qui concerne les volumes de sciages et de panneaux pour l'année 2020. Dans cette dernière étude, c'est le scénario volontariste qui a été choisi car il correspond au scénario avec mesures existantes (AME) dont notamment la réglementation environnementale RE2020.

Le tableau suivant résume les hypothèses considérées dans cette tâche pour allouer la récolte additionnelle :

Secteur	Période 2020-2050	Conséquence sur le devenir de la récolte additionnelle
Energie	Augmentation de la demande de 16% entre 2020 et 2035 puis demande constante (Une partie de la récolte additionnelle de BIBE est utilisée pour l'énergie
Pâte	Diminution de la production de 6,7% de 2020 à 2023 puis augmentation de 0,2% par an	La récolte additionnelle n'est pas utilisée pour la production de pâte
Emballage	Augmentation de 12% entre 2020 et 2025 puis augmentation de 1,4% par an.	Une partie de la récolte additionnelle est utilisée pour la production de sciages pour emballage
Ameublement	La demande augmente de 0,6% en moyenne par an jusqu'en 2050	Les meubles de salle de bain et de cuisine sont inclus dans les volumes d'aménagement intérieur de la construction. La récolte additionnelle n'est pas utilisée pour les produits d'ameublement autres.
Construction – structure et isolant	Une augmentation de 3% par an environ jusqu'en 2030 puis une stabilisation jusqu'en 2050.	Une partie de la récolte additionnelle est utilisée pour la production de sciages et de panneaux pour la construction
Construction – aménagement intérieur	Une augmentation de 5% par an environ jusqu'en 2030 puis une stabilisation jusqu'en 2050.	
Construction – aménagement extérieur	Une augmentation de 3% par an environ jusqu'en 2030 puis une stabilisation jusqu'en 2050.	

Tableau 19 : Hypothèses considérées pour l'utilisation de la récolte additionnelle

Trois adaptations ont été faites aux données issues du scénario volontariste de (Donadieu de Lavit et al., 2019) :

- Le volume estimé de demande de lamellé collé est de 214 000 m³ en 2020, 215 900 m³ en 2035 et 183 000 m³ en 2050 dans le scénario volontariste de (Donadieu de Lavit et al., 2019) recalculé en 2022. La capacité de production supplémentaire associée aux projets financés par le dispositif France 2030 est de 100 000 m³. On a considéré que cette production supplémentaire est utilisée en France et que la demande en lamellé est donc de 315 000 m³ en 2035 et 315 000 en 2050.
- Le volume estimé de demande en isolant à base de bois est de 475 000 m³ en 2020, 498 000 m³ en 2035 et 801 000 m³ en 2050 dans le scénario volontariste de (Donadieu de Lavit et al., 2019) recalculé en 2022. La capacité de production supplémentaire associée aux projets financés par le dispositif France 2030 est de 1 000 000 m³. La demande totale en isolant est donc évaluée à 1 000 000 m³ en 2035 et 2050 sachant que le volume de bois d'industrie et de connexe associé à cette demande est inférieure à

celui des panneaux de process étant donné la densité considérée (un ratio a été fait entre la densité des panneaux isolants, 160 kg/m³ et la densité moyenne des bois ronds).

- Enfin, la capacité de production de l'OSB et du contreplaqué a été portée à 765 000 m³ par le dispositif France Relance. La demande en panneau structurels a donc été portée à 765 000 m³ en 2035 et 2050 au lieu de respectivement 347 000 m³ et 334 000 m³.

Les tableaux ci-dessous traduisent la demande en BO et BI ou connexes associés aux hypothèses ci-dessus.

Les volumes de BO et de BI/connexes additionnels correspondant sont présentés dans les tableaux ci-dessous :

Produit fini à partir de BO (mm³)

	Construction	Ameublement	Emballage
2020	4 200	200	3 300
2035	5 700	200	3 500
2050	5 300	200	3 900

Consommation de BO associée (mm³)

Construction	Ameublement	Emballage	Pâte	Energie
10 900	800	6 800	0	0
15 400	800	7 200	0	0
14 500	800	8 100	0	0

Produit fini panneaux à partir de BIBE ou de connexes mm³

	Construction	Ameublement	Emballage
2020	1 000	1 600	40
2035	2 200	1 800	40
2050	2 200	2 000	40

Consommation de BIBE ou connexes associée aux panneaux + pâte + Energie (mm³)

Construction	Ameublement	Emballage	Pâte	Energie
1 400	3 100	100	7 600	28 200
2 900	3 500	100	7 000	32 700
3 000	3 900	100	7 200	32 700

Tableau 20 : Volumes de BO, BIBE et connexes associés à la demande pour les années 2035 et 2050

A partir du Tableau 20, les volumes additionnels sont calculés par rapport à l'année 2020 et présentés en volume et en pourcentage dans le Tableau 21. Tableau 21

Consommation de BO associée à la demande additionnelle (mm³)

	Construction	Ameublement	Emballage	Pâte	Energie
2035	4 500	0	400	0	0
2050	3 700	0	1 200	0	0

Consommation de BO associée à la demande additionnelle (%)

Construction	Ameublement	Emballage	Pâte	Energie
92%	0	8%	0	0
76%	0	24%	0	0

Consommation de BI ou connexes associée à la demande additionnelle (mm³)

	Construction	Ameublement	Emballage	Pâte	Energie
2035	1 500	300	0	-600	4 500
2050	1 600	700	0	-400	4 500

Consommation de BI ou connexes associée à la demande additionnelle (%)

Construction	Ameublement	Emballage	Pâte	Energie
24%	5%	0	0	71%
24%	10%	0	0	66%

Tableau 21 : Répartition des flux de BO et de BI entre les différents secteurs pour le scénario F1

3.3. ELABORATION DES DIFFERENTS SCENARIOS DE FILIERES

Les volumes récoltés calculés par l'IGN sont les volumes suivants : BO potentiel résineux, BO potentiel feuillus, BIBE résineux et BIBE feuillus. Le Tableau 22 permet de répartir ces flux en BO utilisé en sciage et en déroulage, en BI et en BE selon les scénarios de filière considérés (F1 à F10). Le devenir des flux de BO, BI et BE est donné dans le Tableau 21 et le devenir des déchets est décrit dans le Tableau 24 pour les scénarios F1 à F10.

	Tout scénario	Scénario F1-F2-F3-F4-F5-F6			Scénario F7-F8		Scénario F9		Scénario F10	
	2020	2035	2050	2035	2050	2035	2050	2035	2050	
Taux de BIBE utilisé en BI - Résineux	89%	89%	89%	89%	89%	89%	89%	89%	89%	
Taux de BIBE utilisé en BI - Feuillus	21%	39%	41%	39%	41%	39%	41%	66%	66%	
Taux de BO potentiel non utilisé en sciage et en déroulage - Résineux	21%	12%	12%	12%	12%	12%	12%	12%	12%	
Taux de BO potentiel non utilisé en sciage et en déroulage - Feuillus	25%	23%	23%	12%	12%	12%	12%	12%	12%	
Taux de BO potentiel non utilisé en sciage et en déroulage utilisé en BI - Résineux	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	
Taux de BO potentiel non utilisé en sciage et en déroulage utilisé en BI - Feuillus	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	
Taux d'utilisation du bois recyclé en France/ prise en compte du déchet exporté	62%	62%	62%	62%	62%	100%	100%	100%	100%	

Tableau 22 : Répartition des flux IGN en BO, BI et BE en pourcentage selon les scénarios de filière

Bois	Essence	Intermédiaire 1	Intermédiaire 2	Secteur	Application	Tout scénario	Scénario F1		Scénario F2		Scénario F3		Scénario F4		Scénario F5		Scénario F6-F7-F8-F9-F10			
						2020	2035	2050	2035	2050	2035	2050	2035	2050	2035	2050	2035	2050	2035	2050
						Récolte globale	Récolte additionnelle													
BO	Feuillus	Sciage	Sciage	Construction - Gros œuvre	CLT	0,0%	14,6%	13,5%	14,6%	13,5%	14,6%	13,5%	14,6%	13,5%	14,6%	13,5%	16,0%	14,8%		
BO	Feuillus	Sciage	Sciage	Construction - Gros œuvre	Mur Ossature Bois (porteur)	0,0%	1,1%	1,1%	1,1%	1,1%	1,1%	1,1%	1,1%	1,1%	1,1%	1,1%	2,4%	2,6%		
BO	Feuillus	Sciage	Sciage	Construction - Gros œuvre	Plancher Ossature Bois	0,0%	1,3%	1,6%	1,3%	1,6%	1,3%	1,6%	1,3%	1,6%	1,3%	1,6%	2,4%	2,5%		
BO	Feuillus	Sciage	Sciage	Construction - Gros œuvre	Poteaux Poutres	0,0%	0,4%	0,4%	0,4%	0,4%	0,4%	0,4%	0,4%	0,4%	0,4%	0,4%	2,3%	2,4%		
BO	Feuillus	Sciage	Sciage	Construction - Gros œuvre	Mur Ossature Bois/cloison (non porteur)	0,0%	0,4%	0,8%	0,4%	0,8%	0,4%	0,8%	0,4%	0,8%	0,4%	0,8%	2,4%	2,6%		
BO	Feuillus	Sciage	Sciage	Construction - Gros œuvre	FOB	0,0%	0,5%	0,5%	0,5%	0,5%	0,5%	0,5%	0,5%	0,5%	0,5%	0,5%	2,4%	2,6%		
BO	Feuillus	Sciage	Sciage	Construction - Gros œuvre	Plancher Bois Béton	0,0%	1,5%	1,4%	1,5%	1,4%	1,5%	1,4%	1,5%	1,4%	1,5%	1,4%	2,4%	2,5%		
BO	Feuillus	Sciage	Sciage	Construction - Gros œuvre	Charpente industrielle	0,1%	-0,6%	-4,8%	-0,6%	-4,8%	-0,6%	-4,8%	-0,6%	-4,8%	-0,6%	-4,8%	2,4%	2,6%		
BO	Feuillus	Sciage	Sciage	Construction - Gros œuvre	Charpente traditionnelle/ toiture Terrasse - massif	2,9%	-0,2%	-3,3%	-0,2%	-3,3%	-0,2%	-3,3%	-0,2%	-3,3%	-0,2%	-3,3%	2,3%	2,4%		
BO	Feuillus	Sciage	Sciage	Construction - Gros œuvre	Charpente lamellé	0,0%	1,9%	2,4%	1,9%	2,4%	1,9%	2,4%	1,9%	2,4%	1,9%	2,4%	2,2%	2,3%		
BO	Feuillus	Sciage	Sciage	Construction - Second œuvre	Bois d'ITE	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%		
BO	Feuillus	Sciage	Sciage	Construction - Second œuvre	Parquets	2,8%	1,0%	1,7%	1,0%	1,7%	1,0%	1,7%	1,0%	1,7%	1,0%	1,7%	0,0%	0,0%		
BO	Feuillus	Sciage	Sciage	Construction - Second œuvre	Escalier	1,6%	0,4%	2,0%	0,4%	2,0%	0,4%	2,0%	0,4%	2,0%	0,4%	2,0%	0,0%	0,0%		

Bois	Essence	Intermédiaire 1	Intermédiaire 2	Secteur	Application	Tout scénario	Scénario F1		Scénario F2		Scénario F3		Scénario F4		Scénario F5		Scénario F6-F7-F8-F9-F10			
						2020	2035	2050	2035	2050	2035	2050	2035	2050	2035	2050	2035	2050	2035	2050
						Récolte globale	Récolte additionnelle													
BO	Feuillus	Sciage	Sciage	Construction - Second œuvre	Portes	0,3%	-0,2%	-0,7%	-0,2%	-0,7%	-0,2%	-0,7%	-0,2%	-0,7%	-0,2%	-0,7%	0,0%	0,0%		
BO	Feuillus	Sciage	Sciage	Construction - Second œuvre	Lambris	0,6%	0,8%	2,2%	0,8%	2,2%	0,8%	2,2%	0,8%	2,2%	0,8%	2,2%	0,0%	0,0%		
BO	Feuillus	Sciage	Sciage	Construction - Second œuvre	Tasseaux/moulure/planche de rive	0,8%	0,6%	0,9%	0,6%	0,9%	0,6%	0,9%	0,6%	0,9%	0,6%	0,9%	0,0%	0,0%		
BO	Feuillus	Sciage	Sciage	Construction - Second œuvre	Fenêtre bois	0,9%	1,0%	2,6%	1,0%	2,6%	1,0%	2,6%	1,0%	2,6%	1,0%	2,6%	0,0%	0,0%		
BO	Feuillus	Sciage	Sciage	Construction - Second œuvre	Fenêtre bois aluminium	0,3%	0,6%	1,2%	0,6%	1,2%	0,6%	1,2%	0,6%	1,2%	0,6%	1,2%	0,0%	0,0%		
BO	Feuillus	Sciage	Sciage	Construction - Second œuvre	Volet	0,7%	0,9%	2,5%	0,9%	2,5%	0,9%	2,5%	0,9%	2,5%	0,9%	2,5%	0,0%	0,0%		
BO	Feuillus	Sciage	Sciage	Construction - Second œuvre	Platelage	1,8%	1,8%	0,9%	1,8%	0,9%	1,8%	0,9%	1,8%	0,9%	1,8%	0,9%	0,0%	0,0%		
BO	Feuillus	Sciage	Sciage	Construction - Second œuvre	Bardage	0,4%	2,2%	0,9%	2,2%	0,9%	2,2%	0,9%	2,2%	0,9%	2,2%	0,9%	0,0%	0,0%		
BO	Feuillus	Sciage	Sciage	Construction - Second œuvre	Portail	0,0%	0,1%	0,2%	0,1%	0,2%	0,1%	0,2%	0,1%	0,2%	0,1%	0,2%	0,0%	0,0%		
BO	Feuillus	Sciage	Sciage	Emballages	Emballages	7,7%	3,9%	3,9%	3,9%	3,9%	3,9%	3,9%	3,9%	3,9%	3,9%	3,9%	0,0%	0,0%		
BO	Feuillus	Sciage	Sciage	Construction - Second œuvre	Agencement	4,1%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%	0,0%		
BO	Feuillus	Sciage	Sciage	Ameublement	Meubles	2,9%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%		
BO	Feuillus	CP	CP	Construction - Gros œuvre	Mur Ossature Bois (porteur)	0,7%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%		
BO	Feuillus	CP	CP	Emballages	Emballages lourds	0,1%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%		
BO	Feuillus	CP	CP	Ameublement	Meubles	0,4%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%		
BO	Feuillus	Déroutage	Déroutage	Emballages	Emballages légers	6,6%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%		
BO	Feuillus	Merrains	Merrains	Emballages	Merrains	1,2%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%		
BO	Feuillus	Connexes 2	Connexes 2	Energie (collectif, industriel)	Energie chaleur	6,2%	3,8%	4,3%	3,3%	3,8%	3,8%	4,3%	3,8%	4,3%	7,1%	7,6%	6,0%	6,0%		
BO	Feuillus	Connexes 2	PP	Ameublement	Meubles	4,8%	3,4%	3,9%	3,2%	3,7%	3,4%	3,9%	3,4%	3,9%	4,9%	5,4%	4,2%	4,2%		
BO	Feuillus	Connexes 2	PP	Construction - Gros œuvre	Mur Ossature Bois (porteur)	2,0%	4,2%	4,9%	3,9%	4,6%	4,2%	4,9%	4,2%	4,9%	6,1%	6,8%	5,3%	5,2%		
BO	Feuillus	Connexes 2	PP	Emballages	Emballages lourds	0,1%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%		
BO	Feuillus	Connexes 2	Connexes 2	Energie interne	Energie interne	0,4%	3,5%	4,1%	3,5%	4,1%	3,5%	4,1%	3,5%	4,1%	3,5%	4,1%	3,2%	3,0%		
BO	Feuillus	Connexes 1	PP	Ameublement	Meubles	4,3%	1,6%	1,6%	0,0%	0,0%	1,6%	1,6%	1,6%	1,6%	11,5%	11,5%	11,5%	11,5%		
BO	Feuillus	Connexes 1	PP	Construction - Gros œuvre	Mur Ossature Bois (porteur)	2,2%	2,4%	2,5%	0,0%	0,0%	2,4%	2,5%	2,4%	2,5%	17,8%	17,8%	17,8%	17,8%		
BO	Feuillus	Connexes 1	PP	Emballages	Emballages lourds	0,2%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%		
BO	Feuillus	Connexes 1	MDF	Ameublement	Meubles	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,2%	0,2%	0,2%	0,2%			

Bois	Essence	Intermédiaire 1	Intermédiaire 2	Secteur	Application	Tout scénario	Scénario F1		Scénario F2		Scénario F3		Scénario F4		Scénario F5		Scénario F6-F7-F8-F9-F10					
						2020	2035	2050	2035	2050	2035	2050	2035	2050	2035	2050	2035	2050				
						Récolte globale	Récolte additionnelle															
BO	Feuillus	Connexes 1	MDF	Construction - Second œuvre	Sols stratifiés	0,1%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,2%	0,1%	0,2%	0,1%				
BO	Feuillus	Connexes 1	MDF	Construction - Second œuvre	Agencement	0,1%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,3%	0,3%	0,3%	0,3%				
BO	Feuillus	Connexes 1	OSB	Construction - Gros œuvre	Mur Ossature Bois (porteur)	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%				
BO	Feuillus	Connexes 1	OSB	Emballages	Emballages lourds	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%				
BO	Feuillus	Connexes 1	OSB	Construction - Gros œuvre	Plancher Ossature Bois	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%				
BO	Feuillus	Connexes 1	OSB	Ameublement	Meubles	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%				
BO	Feuillus	Connexes 1	HDF	Emballages	Emballages lourds	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%				
BO	Feuillus	Connexes 1	HDF	Ameublement	Meubles	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%				
BO	Feuillus	Connexes 1	HDF	Construction - Second œuvre	Sols stratifiés	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%				
BO	Feuillus	Connexes 1	Softboard	Construction - Second œuvre	Isolation	0,0%	1,1%	1,0%	0,0%	0,0%	1,1%	1,0%	1,1%	1,0%	1,1%	1,0%	1,1%	1,0%				
BO	Feuillus	Connexes 1	Pâte	Papier	Spécialité	0,1%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%				
BO	Feuillus	Connexes 1	Pâte	Papier	Carton d'emballages	0,8%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%				
BO	Feuillus	Connexes 1	Pâte	Papier	Graphique	1,3%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%				
BO	Feuillus	Connexes 1	Pâte	Papier	Journal	0,3%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%				
BO	Feuillus	Connexes 1	Granulés	Energie (particulier)	Granulés	3,5%	3,3%	3,3%	3,3%	3,3%	3,3%	3,3%	3,3%	3,3%	3,3%	3,3%	3,3%	3,3%				
BO	Feuillus	Connexes 1	Sciage	Energie interne	Energie interne	0,9%	3,9%	3,9%	3,9%	3,9%	3,9%	3,9%	3,9%	3,9%	3,9%	3,9%	3,9%	3,9%				
BO	Feuillus	Connexes 1	CP	Energie interne	Energie interne	1,3%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%				
BO	Feuillus	Connexes 1	Déroulage	Energie interne	Energie interne	6,3%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%				
BO	Feuillus	Connexes 1	Connexes 1	Energie (collectif, industriel)	Energie chaleur	17,5%	25,9%	25,9%	31,0%	31,0%	25,9%	25,9%	25,9%	25,9%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%				
BO	Feuillus	Connexes 1	Connexes 1	Energie (collectif, industriel)	Energie cogénération	7,5%	11,1%	11,1%	13,3%	13,3%	11,1%	11,1%	11,1%	11,1%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%				
BO	Feuillus	Connexes 1	PP	Energie interne	Energie interne	1,1%	0,6%	0,7%	0,0%	0,0%	0,6%	0,7%	0,6%	0,7%	4,7%	4,7%	4,7%	4,7%				
BO	Feuillus	Connexes 1	MDF	Energie interne	Energie interne	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,2%	0,2%	0,2%	0,2%				
BO	Feuillus	Connexes 1	OSB	Energie interne	Energie interne	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%				
BO	Feuillus	Connexes 1	HDF	Energie interne	Energie interne	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%				
BO	Feuillus	Connexes 1	Softboard	Energie interne	Energie interne	0,0%	0,3%	0,3%	0,0%	0,0%	0,3%	0,3%	0,3%	0,3%	0,3%	0,3%	0,3%	0,3%				
BO	Feuillus	Connexes 1	Pâte	Energie interne	Energie interne	1,4%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%				
BO	Feuillus	Connexes 1	Pâte	Energie (collectif, industriel)	Energie chaleur	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%				
BO	Feuillus	Connexes 1	Pâte	Energie (collectif, industriel)	Energie cogénération	0,4%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%				
BO	Feuillus	Connexes 1	Granulés	Energie interne	Energie interne	0,5%	0,5%	0,5%	0,5%	0,5%	0,5%	0,5%	0,5%	0,5%	0,5%	0,5%	0,5%	0,5%				

Bois	Essence	Intermédiaire 1	Intermédiaire 2	Secteur	Application	Tout scénario	Scénario F1		Scénario F2		Scénario F3		Scénario F4		Scénario F5		Scénario F6-F7-F8-F9-F10			
						2020	2035	2050	2035	2050	2035	2050	2035	2050	2035	2050	2035	2050	2035	2050
						Récolte globale	Récolte additionnelle													
BO	Résineux	Sciage	Sciage	Construction - Gros œuvre	CLT	0,2%	16,0%	14,8%	16,0%	14,8%	16,0%	14,8%	16,0%	14,8%	16,0%	14,8%	17,6%	16,3%		
BO	Résineux	Sciage	Sciage	Construction - Gros œuvre	Mur Ossature Bois (porteur)	1,1%	1,2%	1,2%	1,2%	1,2%	1,2%	1,2%	1,2%	1,2%	1,2%	1,2%	2,6%	2,8%		
BO	Résineux	Sciage	Sciage	Construction - Gros œuvre	Plancher Ossature Bois	0,5%	1,5%	1,7%	1,5%	1,7%	1,5%	1,7%	1,5%	1,7%	1,5%	1,7%	2,6%	2,8%		
BO	Résineux	Sciage	Sciage	Construction - Gros œuvre	Poteaux Poutres	0,0%	0,4%	0,5%	0,4%	0,5%	0,4%	0,5%	0,4%	0,5%	0,4%	0,5%	2,5%	2,7%		
BO	Résineux	Sciage	Sciage	Construction - Gros œuvre	Mur Ossature Bois/cloison (non porteur)	0,6%	0,4%	0,9%	0,4%	0,9%	0,4%	0,9%	0,4%	0,9%	0,4%	0,9%	2,6%	2,8%		
BO	Résineux	Sciage	Sciage	Construction - Gros œuvre	FOB	0,0%	0,5%	0,5%	0,5%	0,5%	0,5%	0,5%	0,5%	0,5%	0,5%	0,5%	2,6%	2,8%		
BO	Résineux	Sciage	Sciage	Construction - Gros œuvre	Plancher Bois Béton	0,0%	1,6%	1,5%	1,6%	1,5%	1,6%	1,5%	1,6%	1,5%	1,6%	1,5%	2,6%	2,8%		
BO	Résineux	Sciage	Sciage	Construction - Gros œuvre	Charpente industrielle	1,5%	-0,7%	-5,3%	-0,7%	-5,3%	-0,7%	-5,3%	-0,7%	-5,3%	-0,7%	-5,3%	2,6%	2,8%		
BO	Résineux	Sciage	Sciage	Construction - Gros œuvre	Charpente traditionnelle/ toiture Terrasse - massif	14,0%	-0,2%	-3,6%	-0,2%	-3,6%	-0,2%	-3,6%	-0,2%	-3,6%	-0,2%	-3,6%	2,5%	2,7%		
BO	Résineux	Sciage	Sciage	Construction - Gros œuvre	Charpente lamellé	1,3%	2,1%	2,6%	2,1%	2,6%	2,1%	2,6%	2,1%	2,6%	2,1%	2,6%	2,4%	2,6%		
BO	Résineux	Sciage	Sciage	Construction - Second œuvre	Bois d'ITE	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%		
BO	Résineux	Sciage	Sciage	Construction - Second œuvre	Parquets	1,4%	1,1%	1,8%	1,1%	1,8%	1,1%	1,8%	1,1%	1,8%	1,1%	1,8%	0,0%	0,0%		
BO	Résineux	Sciage	Sciage	Construction - Second œuvre	Escalier	1,0%	0,4%	2,2%	0,4%	2,2%	0,4%	2,2%	0,4%	2,2%	0,4%	2,2%	0,0%	0,0%		
BO	Résineux	Sciage	Sciage	Construction - Second œuvre	Portes	0,2%	-0,2%	-0,8%	-0,2%	-0,8%	-0,2%	-0,8%	-0,2%	-0,8%	-0,2%	-0,8%	0,0%	0,0%		
BO	Résineux	Sciage	Sciage	Construction - Second œuvre	Lambris	0,7%	0,9%	2,5%	0,9%	2,5%	0,9%	2,5%	0,9%	2,5%	0,9%	2,5%	0,0%	0,0%		
BO	Résineux	Sciage	Sciage	Construction - Second œuvre	Tasseaux/moulure/planche de rive	0,4%	0,7%	1,0%	0,7%	1,0%	0,7%	1,0%	0,7%	1,0%	0,7%	1,0%	0,0%	0,0%		
BO	Résineux	Sciage	Sciage	Construction - Second œuvre	Fenêtre bois	0,2%	1,1%	2,9%	1,1%	2,9%	1,1%	2,9%	1,1%	2,9%	1,1%	2,9%	0,0%	0,0%		
BO	Résineux	Sciage	Sciage	Construction - Second œuvre	Fenêtre bois aluminium	0,1%	0,7%	1,3%	0,7%	1,3%	0,7%	1,3%	0,7%	1,3%	0,7%	1,3%	0,0%	0,0%		
BO	Résineux	Sciage	Sciage	Construction - Second œuvre	Volet	0,3%	1,0%	2,8%	1,0%	2,8%	1,0%	2,8%	1,0%	2,8%	1,0%	2,8%	0,0%	0,0%		
BO	Résineux	Sciage	Sciage	Construction - Second œuvre	Platelage	2,0%	1,9%	1,0%	1,9%	1,0%	1,9%	1,0%	1,9%	1,0%	1,9%	1,0%	0,0%	0,0%		
BO	Résineux	Sciage	Sciage	Construction - Second œuvre	Bardage	1,3%	2,4%	1,0%	2,4%	1,0%	2,4%	1,0%	2,4%	1,0%	2,4%	1,0%	0,0%	0,0%		
BO	Résineux	Sciage	Sciage	Construction - Second œuvre	Portail	0,0%	0,1%	0,3%	0,1%	0,3%	0,1%	0,3%	0,1%	0,3%	0,1%	0,3%	0,0%	0,0%		
BO	Résineux	Sciage	Sciage	Emballages	Emballages lourds	14,1%	4,3%	4,3%	4,3%	4,3%	4,3%	4,3%	4,3%	4,3%	4,3%	4,3%	0,0%	0,0%		

Bois	Essence	Intermédiaire 1	Intermédiaire 2	Secteur	Application	Tout scénario	Scénario F1		Scénario F2		Scénario F3		Scénario F4		Scénario F5		Scénario F6-F7-F8-F9-F10			
						2020	2035	2050	2035	2050	2035	2050	2035	2050	2035	2050	2035	2050	2035	2050
						Récolte globale	Récolte additionnelle													
BO	Résineux	Sciage	Sciage	Construction - Second œuvre	Agencement	3,0%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%	0,0%		
BO	Résineux	Sciage	Sciage	Ameublement	Meubles	0,3%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%		
BO	Résineux	CP	CP	Construction - Gros œuvre	Mur Ossature Bois (porteur)	0,4%	0,8%	0,8%	0,8%	0,8%	0,8%	0,8%	0,8%	0,8%	0,8%	0,8%	0,8%	0,8%		
BO	Résineux	CP	CP	Emballages	Emballages lourds	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%		
BO	Résineux	CP	CP	Ameublement	Meubles	0,3%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%		
BO	Résineux	Connexes 2	Connexes 2	Energie (collectif, industriel)	Energie chaleur	4,9%	4,2%	4,7%	3,7%	4,2%	4,2%	4,7%	4,2%	4,7%	5,0%	5,5%	3,7%	3,8%		
BO	Résineux	Connexes 2	PP	Ameublement	Meubles	3,8%	3,7%	4,3%	3,5%	4,0%	3,7%	4,3%	3,7%	4,3%	4,1%	4,7%	3,4%	3,3%		
BO	Résineux	Connexes 2	PP	Construction - Gros œuvre	Mur Ossature Bois (porteur)	1,5%	4,7%	5,3%	4,4%	5,0%	4,7%	5,3%	4,7%	5,3%	5,1%	5,8%	4,2%	4,1%		
BO	Résineux	Connexes 2	PP	Emballages	Emballages lourds	0,1%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%		
BO	Résineux	Connexes 2		Energie interne	Energie interne	0,3%	3,9%	4,5%	3,9%	4,5%	3,9%	4,5%	3,9%	4,5%	3,9%	4,5%	3,5%	3,3%		
BO	Résineux	Connexes 1	PP	Ameublement	Meubles	3,1%	1,4%	1,4%	0,0%	0,0%	1,4%	1,4%	1,4%	1,4%	3,4%	3,4%	3,4%	3,4%		
BO	Résineux	Connexes 1	PP	Construction - Gros œuvre	Mur Ossature Bois (porteur)	1,6%	2,1%	2,1%	0,0%	0,0%	2,1%	2,1%	2,1%	2,1%	5,3%	5,3%	5,2%	5,3%		
BO	Résineux	Connexes 1	PP	Emballages	Emballages lourds	0,1%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%		
BO	Résineux	Connexes 1	MDF	Ameublement	Meubles	0,3%	0,3%	0,3%	0,0%	0,0%	0,3%	0,3%	0,3%	0,3%	0,7%	0,7%	0,7%	0,7%		
BO	Résineux	Connexes 1	MDF	Construction - Second œuvre	Sols stratifiés	0,4%	0,2%	0,1%	0,0%	0,0%	0,2%	0,1%	0,2%	0,1%	0,4%	0,3%	0,4%	0,3%		
BO	Résineux	Connexes 1	MDF	Construction - Second œuvre	Agencement	0,4%	0,3%	0,4%	0,0%	0,0%	0,3%	0,4%	0,3%	0,4%	0,7%	0,9%	0,7%	0,9%		
BO	Résineux	Connexes 1	OSB	Construction - Gros œuvre	Mur Ossature Bois (porteur)	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%		
BO	Résineux	Connexes 1	OSB	Emballages	Emballages lourds	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%		
BO	Résineux	Connexes 1	OSB	Construction - Gros œuvre	Plancher Ossature Bois	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%		
BO	Résineux	Connexes 1	OSB	Ameublement	Meubles	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%		
BO	Résineux	Connexes 1	HDF	Emballages	Emballages lourds	0,1%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%		
BO	Résineux	Connexes 1	HDF	Ameublement	Meubles	0,1%	0,1%	0,1%	0,0%	0,0%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%		
BO	Résineux	Connexes 1	HDF	Construction - Second œuvre	Sols stratifiés	0,0%	0,1%	0,1%	0,0%	0,0%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%	0,2%	0,2%	0,2%	0,2%		
BO	Résineux	Connexes 1	Softboard	Construction - Second œuvre	Isolation	0,0%	1,0%	0,9%	0,0%	0,0%	1,0%	0,9%	1,0%	0,9%	1,0%	0,9%	1,0%	0,9%		
BO	Résineux	Connexes 1	Pâte	Papier	Spécialité	0,4%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%		
BO	Résineux	Connexes 1	Pâte	Papier	Carton d'emballages	2,2%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%		
BO	Résineux	Connexes 1	Pâte	Papier	Graphique	3,5%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%		
BO	Résineux	Connexes 1	Pâte	Papier	Journal	0,7%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%		
BO	Résineux	Connexes 1	Granulés	Energie (particulier)	Granulés	20,6%	21,3%	21,3%	21,3%	21,3%	21,3%	21,3%	21,3%	21,3%	21,3%	21,3%	21,3%	21,3%		
BO	Résineux	Connexes 1	Sciage	Energie interne	Energie interne	1,3%	4,3%	4,3%	4,3%	4,3%	4,3%	4,3%	4,3%	4,3%	4,3%	4,3%	4,3%	4,3%		
BO	Résineux	Connexes 1	CP	Energie interne	Energie interne	0,8%	0,8%	0,8%	0,8%	0,8%	0,8%	0,8%	0,8%	0,8%	0,8%	0,8%	0,8%	0,8%		

Bois	Essence	Intermédiaire 1	Intermédiaire 2	Secteur	Application	Tout scénario	Scénario F1		Scénario F2		Scénario F3		Scénario F4		Scénario F5		Scénario F6-F7-F8-F9-F10	
						2020	2035	2050	2035	2050	2035	2050	2035	2050	2035	2050	2035	2050
						Récolte globale	Récolte additionnelle											
BO	Résineux	Connexes 1		Energie (collectif, industriel)	Energie chaleur	0,0%	6,4%	6,5%	11,7%	11,7%	6,4%	6,5%	6,4%	6,5%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
BO	Résineux	Connexes 1		Energie (collectif, industriel)	Energie cogénération	0,0%	2,8%	2,8%	5,0%	5,0%	2,8%	2,8%	2,8%	2,8%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
BO	Résineux	Connexes 1	PP	Energie interne	Energie interne	0,8%	0,6%	0,6%	0,0%	0,0%	0,6%	0,6%	0,6%	0,6%	1,4%	1,4%	1,4%	1,4%
BO	Résineux	Connexes 1	MDF	Energie interne	Energie interne	0,3%	0,2%	0,2%	0,0%	0,0%	0,2%	0,2%	0,2%	0,2%	0,5%	0,5%	0,5%	0,5%
BO	Résineux	Connexes 1	OSB	Energie interne	Energie interne	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
BO	Résineux	Connexes 1	HDF	Energie interne	Energie interne	0,1%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%
BO	Résineux	Connexes 1	Softboard	Energie interne	Energie interne	0,0%	0,3%	0,3%	0,0%	0,0%	0,3%	0,3%	0,3%	0,3%	0,3%	0,3%	0,3%	0,3%
BO	Résineux	Connexes 1	Pâte	Energie interne	Energie interne	3,8%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
BO	Résineux	Connexes 1	Pâte	Energie (collectif, industriel)	Energie chaleur	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
BO	Résineux	Connexes 1	Pâte	Energie (collectif, industriel)	Energie cogénération	1,1%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
BO	Résineux	Connexes 1	Granulés	Energie interne	Energie interne	3,0%	3,1%	3,1%	3,1%	3,1%	3,1%	3,1%	3,1%	3,1%	3,1%	3,1%	3,1%	3,1%
BI	Feuillus	PP	PP	Ameublement	Meubles	0,7%	0,3%	0,3%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	2,3%	2,3%	2,3%	2,3%	2,3%	2,3%
BI	Feuillus	PP	PP	Construction - Gros œuvre	Mur Ossature Bois (porteur)	0,3%	0,5%	0,5%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	3,6%	3,6%	3,6%	3,6%	3,6%	3,6%
BI	Feuillus	PP	PP	Emballages	Emballages lourds	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
BI	Feuillus	MDF	MDF	Ameublement	Meubles	1,5%	1,8%	1,8%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	12,9%	13,2%	12,9%	13,2%	12,9%	13,2%
BI	Feuillus	MDF	MDF	Construction - Second œuvre	Sols stratifiés	2,7%	1,1%	0,8%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	8,1%	5,9%	8,1%	5,9%	8,1%	5,9%
BI	Feuillus	MDF	MDF	Construction - Second œuvre	Agencement	2,4%	2,0%	2,4%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	14,0%	16,8%	14,0%	16,8%	14,0%	16,8%
BI	Feuillus	OSB	OSB	Construction - Gros œuvre	Mur Ossature Bois (porteur)	1,3%	0,4%	0,4%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	2,7%	3,0%	2,7%	3,0%	2,7%	3,0%
BI	Feuillus	OSB	OSB	Emballages	Emballages lourds	0,1%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
BI	Feuillus	OSB	OSB	Construction - Gros œuvre	Plancher Ossature Bois	0,1%	0,3%	0,2%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	2,0%	1,7%	2,0%	1,7%	2,0%	1,7%
BI	Feuillus	OSB	OSB	Ameublement	Meubles	0,0%	0,4%	0,4%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	3,0%	3,0%	3,0%	3,0%	3,0%	3,0%
BI	Feuillus	HDF	HDF	Emballages	Emballages lourds	0,6%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
BI	Feuillus	HDF	HDF	Ameublement	Meubles	0,3%	0,3%	0,3%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	2,4%	2,5%	2,4%	2,5%	2,4%	2,5%
BI	Feuillus	HDF	HDF	Construction - Second œuvre	Sols stratifiés	0,3%	0,5%	0,6%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	3,9%	4,0%	3,9%	4,0%	3,9%	4,0%
BI	Feuillus	Softboard	Softboard	Construction - Second œuvre	Isolation	0,2%	2,1%	1,9%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	15,0%	13,8%	15,0%	13,8%	15,0%	13,8%
BI	Feuillus	Pâte	Pâte	Papier	Spécialité	0,9%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
BI	Feuillus	Pâte	Pâte	Papier	Carton d'emballages	5,4%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
BI	Feuillus	Pâte	Pâte	Papier	Graphique	8,7%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
BI	Feuillus	Pâte	Pâte	Papier	Journal	1,8%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%

Bois	Essence	Intermédiaire 1	Intermédiaire 2	Secteur	Application	Tout scénario	Scénario F1		Scénario F2		Scénario F3		Scénario F4		Scénario F5		Scénario F6-F7-F8-F9-F10	
						2020	2035	2050	2035	2050	2035	2050	2035	2050	2035	2050	2035	2050
						Récolte globale	Récolte additionnelle											
BI	Feuillus	Bois ronds	Granulés	Energie (particulier)	Granulés	2,1%	3,2%	3,2%	3,7%	3,7%	3,7%	3,7%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
BI	Feuillus	Bois ronds	Plaquettes	Energie (collectif, industriel)	Energie chaleur	37,6%	57,6%	57,6%	67,0%	67,0%	67,0%	67,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
BI	Feuillus	Bois ronds	Plaquettes	Energie (collectif, industriel)	Energie cogénération	16,1%	24,7%	24,7%	28,7%	28,7%	28,7%	28,7%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
BI	Feuillus	Connexes 2	0	Energie (collectif, industriel)	Energie chaleur	0,9%	0,8%	0,8%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	5,6%	5,6%	5,6%	5,6%	5,6%	5,6%
BI	Feuillus	Connexes 2	PP	Ameublement	Meubles	0,6%	0,4%	0,4%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	2,6%	2,6%	2,6%	2,6%	2,6%	2,6%
BI	Feuillus	Connexes 2	PP	Construction - Gros œuvre	Mur Ossature Bois (porteur)	0,3%	0,5%	0,5%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	3,2%	3,2%	3,2%	3,2%	3,2%	3,2%
BI	Feuillus	Connexes 2	PP	Emballages	Emballages lourds	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
BI	Feuillus	Connexes 2	0	Energie interne	Energie interne	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
BI	Feuillus	Connexes 1	PP	Energie interne	Energie interne	0,5%	0,2%	0,2%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	1,6%	1,6%	1,6%	1,6%	1,6%	1,6%
BI	Feuillus	Connexes 1	MDF	Energie interne	Energie interne	3,1%	1,3%	1,3%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	9,8%	9,9%	9,8%	9,9%	9,8%	9,9%
BI	Feuillus	Connexes 1	OSB	Energie interne	Energie interne	0,6%	0,3%	0,3%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	2,0%	2,1%	2,0%	2,1%	2,0%	2,1%
BI	Feuillus	Connexes 1	HDF	Energie interne	Energie interne	0,6%	0,2%	0,2%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	1,8%	1,8%	1,8%	1,8%	1,8%	1,8%
BI	Feuillus	Connexes 1	Softboard	Energie interne	Energie interne	0,1%	0,5%	0,4%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	3,7%	3,4%	3,7%	3,4%	3,7%	3,4%
BI	Feuillus	Connexes 1	Granulés	Energie interne	Energie interne	0,8%	0,6%	0,6%	0,5%	0,5%	0,5%	0,5%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
BI	Feuillus	Connexes 1	Pâte	Energie interne	Energie interne	7,3%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
BI	Feuillus	Connexes 1	Pâte	Energie (collectif, industriel)	Energie chaleur	2,1%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
BI	Feuillus	Connexes 1	Pâte	Energie (collectif, industriel)	Energie cogénération	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
BI	Résineux	PP	PP	Ameublement	Meubles	2,6%	0,8%	0,8%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	5,8%	6,0%	5,8%	6,0%	5,8%	6,0%
BI	Résineux	PP	PP	Construction - Gros œuvre	Mur Ossature Bois (porteur)	1,3%	1,3%	1,3%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	9,0%	9,2%	9,0%	9,2%	9,0%	9,2%
BI	Résineux	PP	PP	Emballages	Emballages lourds	0,1%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
BI	Résineux	MDF	MDF	Ameublement	Meubles	1,3%	1,0%	1,1%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	7,4%	7,5%	7,4%	7,5%	7,4%	7,5%
BI	Résineux	MDF	MDF	Construction - Second œuvre	Sols stratifiés	2,4%	0,6%	0,5%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	4,6%	3,4%	4,6%	3,4%	4,6%	3,4%
BI	Résineux	MDF	MDF	Construction - Second œuvre	Agencement	2,1%	1,1%	1,3%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	8,0%	9,6%	8,0%	9,6%	8,0%	9,6%
BI	Résineux	OSB	OSB	Construction - Gros œuvre	Mur Ossature Bois (porteur)	4,5%	0,8%	1,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	6,1%	6,8%	6,1%	6,8%	6,1%	6,8%
BI	Résineux	OSB	OSB	Emballages	Emballages lourds	0,4%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
BI	Résineux	OSB	OSB	Construction - Gros œuvre	Plancher Ossature Bois	0,3%	0,6%	0,5%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	4,5%	3,9%	4,5%	3,9%	4,5%	3,9%
BI	Résineux	OSB	OSB	Ameublement	Meubles	0,1%	1,0%	1,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	6,8%	6,9%	6,8%	6,9%	6,8%	6,9%
BI	Résineux	HDF	HDF	Emballages	Emballages lourds	0,5%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
BI	Résineux	HDF	HDF	Ameublement	Meubles	0,2%	0,2%	0,2%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	1,3%	1,3%	1,3%	1,3%	1,3%	1,3%

Bois	Essence	Intermédiaire 1	Intermédiaire 2	Secteur	Application	Tout scénario	Scénario F1		Scénario F2		Scénario F3		Scénario F4		Scénario F5		Scénario F6-F7-F8-F9-F10	
						2020	2035	2050	2035	2050	2035	2050	2035	2050	2035	2050	2035	2050
						Récolte globale	Récolte additionnelle											
BI	Résineux	HDF	HDF	Construction - Second œuvre	Sols stratifiés	0,2%	0,3%	0,3%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	2,1%	2,1%	2,1%	2,1%	2,1%	2,1%
BI	Résineux	Softboard	Softboard	Construction - Second œuvre	Isolation	0,1%	2,1%	1,9%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	15,0%	13,8%	15,0%	13,8%	15,0%	13,8%
BI	Résineux	Pâte	Pâte	Papier	Spécialité	2,2%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
BI	Résineux	Pâte	Pâte	Papier	Carton d'emballages	12,8%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
BI	Résineux	Pâte	Pâte	Papier	Graphique	20,5%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
BI	Résineux	Pâte	Pâte	Papier	Journal	4,3%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
BI	Résineux	Bois ronds	Granulés	Energie (particulier)	Granulés	2,2%	21,2%	21,2%	24,7%	24,7%	24,7%	24,7%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
BI	Résineux	Bois ronds	Plaquettes	Energie (collectif, industriel)	Energie chaleur	4,4%	43,2%	43,2%	50,2%	50,2%	50,2%	50,2%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
BI	Résineux	Bois ronds	Plaquettes	Energie (collectif, industriel)	Energie cogénération	1,9%	18,5%	18,5%	21,5%	21,5%	21,5%	21,5%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
BI	Résineux	Connexes 2		Energie (collectif, industriel)	Energie chaleur	1,5%	0,9%	0,9%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	6,3%	6,3%	6,3%	6,3%	6,3%	6,3%
BI	Résineux	Connexes 2	PP	Ameublement	Meubles	1,1%	0,4%	0,4%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	2,9%	2,9%	2,9%	2,9%	2,9%	2,9%
BI	Résineux	Connexes 2	PP	Construction - Gros œuvre	Mur Ossature Bois (porteur)	0,5%	0,5%	0,5%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	3,6%	3,7%	3,6%	3,7%	3,6%	3,7%
BI	Résineux	Connexes 2	PP	Emballages	Emballages lourds	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
BI	Résineux	Connexes 2		Energie interne	Energie interne	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
BI	Résineux	Connexes 1	PP	Energie interne	Energie interne	2,0%	0,4%	0,4%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	3,5%	3,6%	3,5%	3,6%	3,5%	3,6%
BI	Résineux	Connexes 1	MDF	Energie interne	Energie interne	2,9%	0,6%	0,6%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	4,9%	5,0%	4,9%	5,0%	4,9%	5,0%
BI	Résineux	Connexes 1	OSB	Energie interne	Energie interne	2,4%	0,5%	0,5%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	4,1%	4,2%	4,1%	4,2%	4,1%	4,2%
BI	Résineux	Connexes 1	HDF	Energie interne	Energie interne	0,5%	0,1%	0,1%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,8%	0,8%	0,8%	0,8%	0,8%	0,8%
BI	Résineux	Connexes 1	Softboard	Energie interne	Energie interne	0,1%	0,4%	0,4%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	3,3%	3,0%	3,3%	3,0%	3,3%	3,0%
BI	Résineux	Connexes 1	Granulés	Energie interne	Energie interne	0,9%	3,4%	3,4%	3,6%	3,6%	3,6%	3,6%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
BI	Résineux	Connexes 1	Pâte	Energie interne	Energie interne	18,4%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
BI	Résineux	Connexes 1	Pâte	Energie (collectif, industriel)	Energie chaleur	5,2%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
BI	Résineux	Connexes 1	Pâte	Energie (collectif, industriel)	Energie cogénération	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
BE	Feuillus	Bois ronds	Plaquettes	Energie (collectif, industriel)	Energie chaleur	13,8%	13,8%	13,8%	13,8%	13,8%	13,8%	13,8%	13,8%	13,8%	13,8%	13,8%	13,8%	13,8%
BE	Feuillus	Bûche commercialisé	Bûche commercialisé	Energie (particulier)	Foyer ouvert	2,1%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
BE	Feuillus	Bûche commercialisé	Bûche commercialisé	Energie (particulier)	Insert	8,3%	9,7%	9,7%	9,7%	9,7%	9,7%	9,7%	9,7%	9,7%	9,7%	9,7%	9,7%	9,7%
BE	Feuillus	Bûche commercialisé	Bûche commercialisé	Energie (particulier)	Poêle	4,6%	5,3%	5,3%	5,3%	5,3%	5,3%	5,3%	5,3%	5,3%	5,3%	5,3%	5,3%	5,3%

Bois	Essence	Intermédiaire 1	Intermédiaire 2	Secteur	Application	Tout scénario	Scénario F1		Scénario F2		Scénario F3		Scénario F4		Scénario F5		Scénario F6-F7-F8-F9-F10			
						2020	2035	2050	2035	2050	2035	2050	2035	2050	2035	2050	2035	2050		
						Récolte globale	Récolte additionnelle													
BE	Feuillus	Bûche non commercialisé	Bûche non commercialisé	Energie (particulier)	Foyer ouvert	10,2%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%		
BE	Feuillus	Bûche non commercialisé	Bûche non commercialisé	Energie (particulier)	Insert	39,4%	45,9%	45,9%	45,9%	45,9%	45,9%	45,9%	45,9%	45,9%	45,9%	45,9%	45,9%	45,9%		
BE	Feuillus	Bûche non commercialisé	Bûche non commercialisé	Energie (particulier)	Poêle	21,6%	25,2%	25,2%	25,2%	25,2%	25,2%	25,2%	25,2%	25,2%	25,2%	25,2%	25,2%	25,2%		
BE	Résineux	Bois ronds	Plaquettes	Energie (collectif, industriel)	Energie chaleur	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%		

Tableau 23 : Devenir des différents flux de bois selon les scénarios en pourcentage de filière

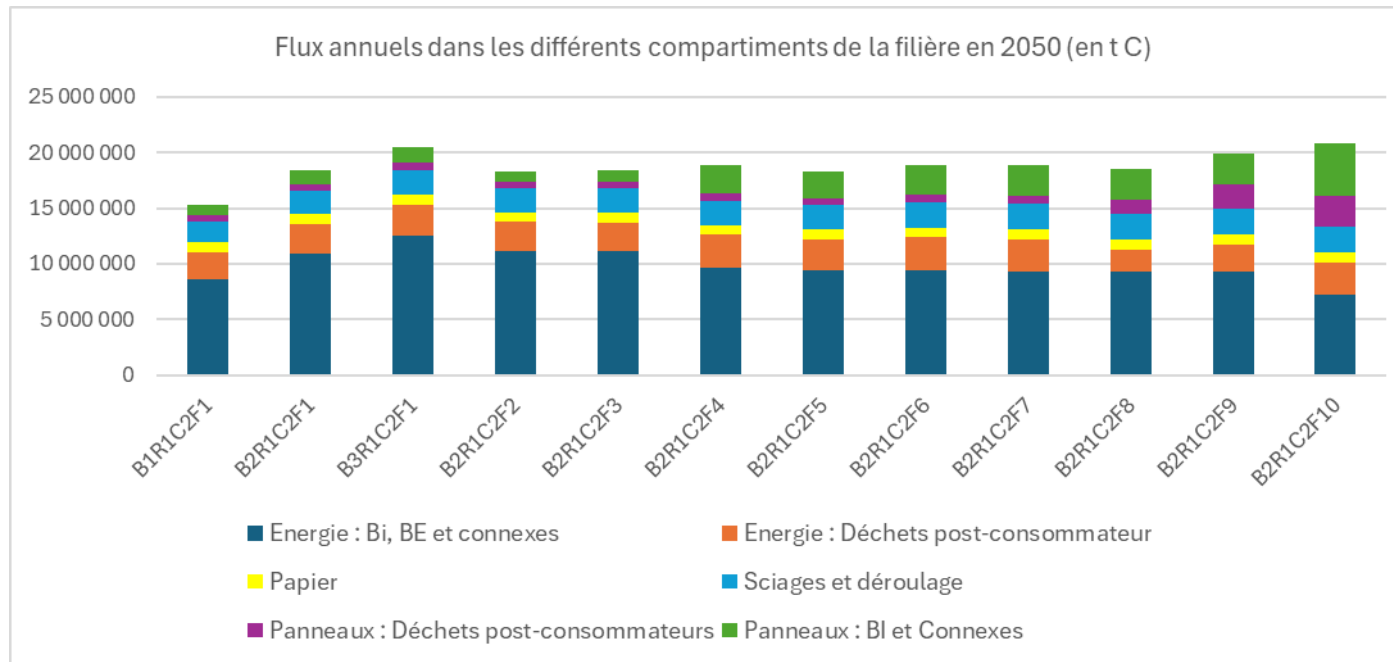
Bois	Intermédiaire 1	Intermédiaire 2	Secteur	Application	Tout scénario	Scénario F1-F2-F3-F4-F5-F6-F7			Scénario F8-F10	
					2020	2035	2050	2035	2050	
					Récolte globale	Récolte globale	Récolte globale	Récolte globale	Récolte globale	
Déchets	Déchets recyclés	PP	Ameublement	Meubles	24%	20%	20%	20%	33%	
Déchets	Déchets recyclés	PP	Construction - Gros œuvre	Mur Ossature Bois (porteur)	10%	25%	25%	25%	42%	
Déchets	Déchets recyclés	PP	Emballages	Emballages lourds	0,7%	0%	0%	0%	0%	
Déchets	Mise en décharge				7,50%	7,50%	7,50%	8%	7,50%	
Déchets	Valorisation énergétique				57,50%	47,50%	47,50%	48%	17,50%	

Tableau 24 : Fin de vie des produits bois et devenir des panneaux fabriqués à partir de recyclé selon les scénarios de filière

3.4. FLUX DE CARBONE ET PRODUITS FINIS PAR SCENARIOS DE FILIERE

Les différentes variantes de schémas de filières sont basées sur les hypothèses présentées dans les sections 3.1, 3.2 et 3.3. Les conséquences sur les flux de carbone sont données dans la figure suivante.

Figure 4 : Description des flux



Les deux tableaux ci-après présentent la production d'énergie pour les 10 scénarios de filière étudiés en TWh ainsi qu'une comparaison avec les scénarios du bouclage biomasse du run 1¹ de la SFEC.

Tableau 25 : Production d'énergie pour les différents scénarios étudiés dans la filière aval en 2035

2035		AME Run 1 ² 2030	AMS Run1 2030	B1R1C2F1	B2R1C2F1	B3R1C2F1	B2R1C2F2	B2R1C2F3	B2R1C2F4	B2R1C2F5	B2R1C2F6	B2R1C2F7	B2R1C2F8	B2R1C2F9	B2R1C2F10	
Domestique	TWh	100,17	94,49	28,1	44,4	50,8	47,3	46,6	31,3	29,5	29,4	29,2	29,2	29,2	27,6	
Industriel, collectif et tertiaire	TWh			48,9	52,5	54,9	52,6	52,6	51,8	51,8	51,8	49,7	49,7	49,7	49,7	32,6
Energie interne	TWh			10,1	11,4	11,8	10,9	11,0	14,1	14,3	14,3	14,6	14,6	14,6	14,6	18,4
Déchets	TWh	18,81	20,87	24,1	25,2	25,6	25,2	25,2	26,0	26,2	26,0	26,1	26,1	28,4	29,9	
Total	TWh	119,0	115,4	111,3	133,5	143,2	135,9	135,3	123,2	121,9	121,5	119,7	119,7	121,9	108,4	

Tableau 26 : Production d'énergie pour les différents scénarios étudiés dans la filière aval en 2050

2050		AME Run 1 2050	AMS Run 1 2050	B1R1C2F1	B2R1C2F1	B3R1C2F1	B2R1C2F2	B2R1C2F3	B2R1C2F4	B2R1C2F5	B2R1C2F6	B2R1C2F7	B2R1C2F8	B2R1C2F9	B2R1C2F10	
Domestique	TWh	100,17	90,53	27,9	47,0	59,8	50,3	49,4	32,1	29,5	29,5	29,3	29,3	29,3	22,8	
Industriel, collectif et tertiaire	TWh			49,3	53,0	56,1	53,0	53,0	52,4	51,8	52,4	50,1	50,1	50,1	50,1	31,1
Energie interne	TWh			10,3	11,6	12,4	11,0	11,1	14,6	14,3	14,8	15,2	15,2	15,2	15,2	20,1
Déchets	TWh	20,65	20,65	25,2	26,7	27,5	26,2	26,4	29,6	29,4	29,7	30,1	20,9	25,4	29,5	
Total	TWh	120,8	111,2	112,6	138,3	155,7	140,5	140,0	128,8	125,1	126,4	124,6	115,4	119,9	103,5	

¹ D'après les processus de modélisation ministériels (bouclage biomasse) du scénario de transition énergétique AME (Avec Mesure Existante) de la stratégie française sur l'énergie et le climat (SFEC)

² D'après les processus de modélisation ministériels (bouclage biomasse) des scénarios de transition énergétique AME (Avec Mesure Existante) et AMS (Avec Mesure Supplémentaire) de la stratégie française sur l'énergie et le climat (SFEC)

Les deux tableaux suivants présentent les volumes ou tonnages des différents produits mis en œuvre par scénario

Tableau 27 : Volumes de produit mis en œuvre pour les différents scénarios étudiés dans la filière aval en 2035

2035		B1R1C2F1	B2R1C2F1	B3R1C2F1	B2R1C2F2	B2R1C2F3	B2R1C2F4	B2R1C2F5	B2R1C2F6	B2R1C2F7	B2R1C2F8	B2R1C2F9	B2R1C2F10
Sciages et déroulage	m m3	7 155	8 121	8 503	8 121	8 121	8 121	8 121	8 252	8 603	8 603	8 603	8 603
PP - BI et connexes	m m3	2 145	2 519	2 646	2 266	2 421	3 121	3 589	3 528	3 864	3 864	3 864	4 659
MDF - BI et connexes	m m3	607	860	951	581	600	2 457	2 489	2 489	2 494	2 494	2 494	4 678
HDF - BI et connexes	m m3	83	118	130	79	82	336	341	341	342	342	342	641
OSB - BI et connexes	m m3	313	385	408	315	315	819	819	819	819	819	819	1 385
Isolant bois - BI et connexes	m t	26	115	143	10	35	609	609	609	615	615	615	1 283
PP - Déchets post-consommateurs	m m3	1 760	1 912	1 960	1 828	1 835	2 058	2 076	2 051	2 070	2 070	3 476	3 705
Papier - carton	m t	1 803	1 818	1 840	1 818	1 818	1 818	1 818	1 818	1 818	1 818	1 818	1 818

Tableau 28 : Volumes de produit mis en œuvre pour les différents scénarios étudiés dans la filière aval en 2050

2050		B1R1C2F1	B2R1C2F1	B3R1C2F1	B2R1C2F2	B2R1C2F3	B2R1C2F4	B2R1C2F5	B2R1C2F6	B2R1C2F7	B2R1C2F8	B2R1C2F9	B2R1C2F10
Sciages et déroulage	m m3	7 342	8 188	8 738	8 188	8 188	8 188	8 121	8 454	8 856	8 856	8 856	8 856
PP - BI et connexes	m m3	2 240	2 633	2 866	2 348	2 529	3 278	3 589	3 829	4 209	4 209	4 209	5 464
MDF - BI et connexes	m m3	592	904	1 105	581	599	2 776	2 489	2 810	2 816	2 816	2 816	5 614
HDF - BI et connexes	m m3	81	123	151	79	82	378	341	383	385	385	385	762
OSB - BI et connexes	m m3	303	389	441	315	315	847	819	847	847	847	847	1 813
Isolant bois - BI et connexes	m t	23	118	177	10	36	623	609	623	629	629	629	1 458
PP - Déchets post-consommateurs	m m3	1 898	2 139	2 238	1 989	2 009	2 531	2 076	2 542	2 595	4 424	7 718	9 565
Papier - carton	m t	1 803	1 818	1 840	1 818	1 818	1 818	1 818	1 818	1 818	1 818	1 818	1 818

4. METHODOLOGIE ASSOCIEE A LA SUBSTITUTION

La substitution consiste à évaluer les impacts de l'utilisation de bois venant se substituer à des matériaux ayant la même unité fonctionnelle. On peut distinguer deux cas de substitution :

- la substitution énergie consiste à évaluer les impacts du bois énergie venant se substituer aux ressources fossiles telles que le charbon, le fioul ou le gaz naturel ;
- la substitution matériaux consiste à évaluer les émissions fossiles évitées par l'usage du bois à la place de matériaux concurrents tels que le béton, l'acier ou l'aluminium.

Basé sur (Rüter et al., 2016) et (Werner et al., 2006), le système étudié pour calculer l'effet de substitution matériaux est constitué de quatre composantes :

- **Impact généré associé à la production** : la production du produit bois ;
- **Impact évité associé à la production** : la production de produits concurrents ;
- **Impact généré associé à la fin de vie** : la fin de vie du produit bois, y compris la substitution associée à la valorisation énergétique ou matière :
 - par exemple, si un produit du bois est envoyé à une usine de valorisation énergétique, la production de l'énergie économisée par cette incinération est incluse dans cette étape.
- **Impact évité associé à la fin de vie** : la fin de vie du produit substitué, y compris la substitution associée à la valorisation énergétique ou matière :
 - par exemple, si un revêtement en acier est recyclé, la production d'acier vierge économisée par ce recyclage est incluse dans cette étape.

La substitution est temporalisée : la substitution en fin de vie intervient une fois que le produit atteint sa fin de vie.

Les données sont issues du document (Valada et al., 2016) élaboré à partir du projet FORMIT et du projet GESFOR en considérant un mix électrique français comme dans (Donadieu de Lavit et al., 2019). Ce travail a permis de constituer une base de données paramétrée sur la substitution dans le logiciel SimaPro (logiciel de référence de l'ACV) relative à la substitution pour différents produits.

5. SUBSTITUTION MATERIAUX

Les impacts générés associés aux produits finis issus des sciages de feuillus sont présentés dans le tableau suivant :

Bois	Essence	Intermédiaire 1	Secteur	Application	Contenu en bois anhydre du produit kg Bois/kg de produit	kg CO2/kg produit - Généré	kg CO2/kg produit - Evité
BO	Feuillus	Sciage	Construction - Gros œuvre	CLT	0,870	0,170	-0,570
BO	Feuillus	Sciage	Construction - Gros œuvre	Mur Ossature Bois (porteur)	0,870	0,548	-1,530
BO	Feuillus	Sciage	Construction - Gros œuvre	Plancher Ossature Bois	0,870	0,095	-0,988
BO	Feuillus	Sciage	Construction - Gros œuvre	Poteaux Poutres	0,870	0,220	-1,130
BO	Feuillus	Sciage	Construction - Gros œuvre	Mur Ossature Bois/cloison (non porteur)	0,870	0,548	-1,530
BO	Feuillus	Sciage	Construction - Gros œuvre	FOB	0,870	0,548	-1,530
BO	Feuillus	Sciage	Construction - Gros œuvre	Plancher Bois Béton	0,870	0,514	-0,859
BO	Feuillus	Sciage	Construction - Gros œuvre	Charpente industrielle	0,870	0,090	-1,551

Bois	Essence	Intermédiaire 1	Secteur	Application	Contenu en bois anhydre du produit kg Bois/kg de produit	kg CO2/kg produit - Généré	kg CO2/kg produit - Evité
BO	Feuillus	Sciage	Construction - Gros œuvre	Charpente traditionnelle/ toiture Terrasse - massif	0,870	0,090	-1,551
BO	Feuillus	Sciage	Construction - Gros œuvre	Charpente lamellé	0,870	0,220	-1,130
BO	Feuillus	Sciage	Construction - Second œuvre	Bois d'ITE	0,870	0,090	-1,551
BO	Feuillus	Sciage	Construction - Second œuvre	Parquets	0,870	0,306	-3,000
BO	Feuillus	Sciage	Construction - Second œuvre	Escalier	0,870	0,090	-1,551
BO	Feuillus	Sciage	Construction - Second œuvre	Portes	0,870	1,173	-4,880
BO	Feuillus	Sciage	Construction - Second œuvre	Lambris	0,870	0,306	-3,000
BO	Feuillus	Sciage	Construction - Second œuvre	Tasseaux/moulure/planche de rive	0,870	0,306	-3,000
BO	Feuillus	Sciage	Construction - Second œuvre	Fenêtre bois	0,870	1,173	-4,880
BO	Feuillus	Sciage	Construction - Second œuvre	Fenêtre bois aluminium	0,870	1,173	-4,880
BO	Feuillus	Sciage	Construction - Second œuvre	Volet	0,870	1,173	-4,880
BO	Feuillus	Sciage	Construction - Second œuvre	Platelage	0,870	0,306	-3,000
BO	Feuillus	Sciage	Construction - Second œuvre	Bardage	0,870	0,104	-1,870
BO	Feuillus	Sciage	Construction - Second œuvre	Portail	0,870	1,173	-4,880
BO	Feuillus	Sciage	Emballages	Emballages	0,870	0,873	-1,762
BO	Feuillus	Sciage	Construction - Second œuvre	Agencement	0,870	0,338	-1,625
BO	Feuillus	Sciage	Ameublement	Meubles	0,870	0,338	-1,625

Tableau 29 : Impacts générés par les produits bois issus du sciage de feuillus (en kg eq. CO2 par kg de bois contenu dans le produit)

Bois	Essence	Intermédiaire 1	Secteur	Application	Contenu en bois anhydre du produit kg Bois/kg de produit	kg CO2/kg produit - Généré	kg CO2/kg produit - Evité
BO	Résineux	Sciage	Construction - Gros œuvre	CLT	0,870	0,170	-0,570
BO	Résineux	Sciage	Construction - Gros œuvre	Mur Ossature Bois (porteur)	0,870	0,548	-1,530
BO	Résineux	Sciage	Construction - Gros œuvre	Plancher Ossature Bois	0,870	0,095	-0,988
BO	Résineux	Sciage	Construction - Gros œuvre	Poteaux Poutres	0,870	0,220	-1,130
BO	Résineux	Sciage	Construction - Gros œuvre	Mur Ossature Bois/cloison (non porteur)	0,870	0,548	-1,530

Bois	Essence	Inter-médiaire 1	Secteur	Application	Contenu en bois anhydre du produit kg Bois/kg de produit	kg CO2/kg produit - Généré	kg CO2/kg produit - Evité
BO	Résineux	Sciage	Construction - Gros œuvre	FOB	0,870	0,548	-1,530
BO	Résineux	Sciage	Construction - Gros œuvre	Plancher Bois Béton	0,870	0,514	-0,859
BO	Résineux	Sciage	Construction - Gros œuvre	Charpente industrielle	0,870	0,075	-0,900
BO	Résineux	Sciage	Construction - Gros œuvre	Charpente traditionnelle/ toiture Terrasse - massif	0,870	0,075	-0,900
BO	Résineux	Sciage	Construction - Gros œuvre	Charpente lamellé	0,870	0,220	-1,130
BO	Résineux	Sciage	Construction - Second œuvre	Bois d'ITE	0,870	0,075	-0,900
BO	Résineux	Sciage	Construction - Second œuvre	Parquets	0,870	0,265	-2,249
BO	Résineux	Sciage	Construction - Second œuvre	Escalier	0,870	0,075	-0,900
BO	Résineux	Sciage	Construction - Second œuvre	Portes	0,870	0,970	-3,640
BO	Résineux	Sciage	Construction - Second œuvre	Lambris	0,870	0,265	-2,249
BO	Résineux	Sciage	Construction - Second œuvre	Tasseaux/moulure/planche de rive	0,870	0,265	-2,249
BO	Résineux	Sciage	Construction - Second œuvre	Fenêtre bois	0,870	0,970	-3,640
BO	Résineux	Sciage	Construction - Second œuvre	Fenêtre bois aluminium	0,870	0,970	-3,640
BO	Résineux	Sciage	Construction - Second œuvre	Volet	0,870	0,970	-3,640
BO	Résineux	Sciage	Construction - Second œuvre	Platelage	0,870	0,265	-2,249
BO	Résineux	Sciage	Construction - Second œuvre	Bardage	0,870	0,350	-1,470
BO	Résineux	Sciage	Construction - Second œuvre	Portail	0,870	0,970	-3,640
BO	Résineux	Sciage	Emballages	Emballages	0,870	0,861	-1,762
BO	Résineux	Sciage	Construction - Second œuvre	Agencement	0,870	0,398	-2,040
BO	Résineux	Sciage	Ameublement	Meubles	0,870	0,398	-2,040

Tableau 30 : Impacts générés et évités par les produits bois issus du sciage de résineux (en kg eq. CO2 par kg de bois contenu dans le produit)

Intermédiaire 1	Secteur	Application	Contenu en bois anhydre du produit kg Bois/kg de produit	kg CO2/kg produit Généré	kg CO2/kg produit Evité
PP	Ameublement	Meubles	0,820	0,579	-1,574
PP	Construction - Gros œuvre	Mur Ossature Bois (porteur)	0,820	0,841	-1,772
PP	Emballages	Emballages lourds	0,820	1,293	-1,762
MDF	Ameublement	Meubles	0,750	0,895	0,000
MDF	Construction - Second œuvre	Sols stratifiés	0,750	0,706	-1,574

Intermédiaire 1	Secteur	Application	Contenu en bois anhydre du produit kg Bois/kg de produit	kg CO2/kg produit Généré	kg CO2/kg produit Evité
MDF	Construction - Second œuvre	Agencement	0,750	0,570	-1,772
OSB	Construction - Gros œuvre	Mur Ossature Bois (porteur)	0,908	0,800	-1,762
OSB	Emballages	Emballages lourds	0,908	1,268	-1,179
OSB	Construction - Gros œuvre	Plancher Ossature Bois	0,908	0,080	-1,299
OSB	Ameublement	Meubles	0,908	0,303	-0,338
HDF	Emballages	Emballages lourds	0,751	1,858	-1,530
HDF	Ameublement	Meubles	0,751	1,015	-1,762
HDF	Construction - Second œuvre	Sols stratifiés	0,751	0,790	-1,080
Softboard	Construction - Second œuvre	Isolation	0,950	0,700	-0,436
Pâte	Papier	Spécialité	0,950	0,000	-1,762
Pâte	Papier	Carton d'emballages	0,950	0,000	-1,574
Pâte	Papier	Graphique	0,950	0,000	-1,290
Pâte	Papier	Journal	0,950	0,000	-0,629
Granulés	Energie (particulier)	Granulés	0,950	0,031	0,000

Tableau 31 : Impacts générés et évités par les produits bois issus du BI et des connexes de première transformation (en kg eq. CO2 par kg de bois contenu dans le produit)

6. SUBSTITUTION ENERGIE

Quatre types de coefficients de substitution sont calculés :

- Utilisation de granulés chez le particulier,
- Utilisation de bois bûche chez le particulier,
- Utilisation de plaquettes forestières ou de connexes dans une chaudière industrielle,
- Utilisation de plaquettes forestière ou de connexes en cogénération.

Les caractéristiques de cette production d'énergie sont présentées dans le tableau suivant.

	2020
Utilisation de granulés chez le particulier	
Rendement	80%
Energie substituée	76% gaz, 24% fuel
Utilisation de bois bûche chez le particulier	
Rendement	50%
Energie substituée	76% gaz, 24% fuel
Utilisation de plaquettes forestières ou de connexes dans une chaudière industrielle	
Rendement	85%
Energie substituée	100% gaz
Utilisation de plaquettes forestière ou de connexes en cogénération.	
Rendement	75%
Part de chaleur produite	73%
Energie substituée pour la chaleur	100% gaz
Energie substituée pour l'électricité	Mix moyen français

Tableau 32 : Paramètres principaux associés à la substitution énergie

	2020
Utilisation de granulés chez le particulier	
kg CO2/kg produit Généré	0,120
kg CO2/kg produit Evité	-1,081
Utilisation de bois bûche résineux chez le particulier	
kg CO2/kg produit Généré	0,051
kg CO2/kg produit Evité	-0,492
Utilisation de bois bûche feuillus chez le particulier	
kg CO2/kg produit Généré	0,044
kg CO2/kg produit Evité	-0,492
Utilisation de plaquettes forestières ou de connexes dans une chaudière industrielle	
kg CO2/kg produit Généré	0,043
kg CO2/kg produit Evité	-0,881
Utilisation de plaquettes forestière ou de connexes en cogénération.	
kg CO2/kg produit Généré	0,043
kg CO2/kg produit Evité	-0,633

Tableau 33 : Paramètres principaux associés à la substitution énergie

7. ANALYSE DE SENSIBILITE SUR LA DECARBONATION DE L'INDUSTRIE

L'objectif est de déterminer l'évolution des coefficients de substitutions de différents produits bois en même temps que la décarbonation de l'électricité, du béton et de l'acier selon deux scénarii différents : un scénario pro techno et un scénario sobriété. Les données sur l'évolution de la décarbonation sont issues de l'étude conduite par Carbone 4 pour France Bois Forêt et le CODIFAB en 2023.

Un coefficient a été introduit dans la base de données de substitution de FCBA pour recalculer les coefficients de substitution en fonction du temps (voir tableau suivant) sachant que par défaut ces coefficients sont calculés à partir des données de la base de données Ecoinvent v3.8.

Trajectoires de décarbonation						
FE	Unités	2020 EIV 3	2020	2030	2040	2050
Electricité						
Electricité mix France scopes 1,2,3	gCO2e/kWh	73,44	59,9	45,4	25,1	0,0
Coefficient C4_Electricity	-	1,00	0,82	0,62	0,34	0,00
Acier						
Acier - scénario protechno	kgCO2e/tonne	1443,51	1433,00	1385,68	1171,74	912,30
Coefficient C4_Steel	-	1,00	0,99	0,96	0,81	0,63
Acier - scénario sobriété	kgCO2e/tonne	1443,51	1433,00	1376,26	1319,51	1262,77
Coefficient C4_Steel	-	1,00	0,99	0,95	0,91	0,87
Béton						
Béton - scénario protechno	kgCO2e/m3	138,00	182,40	144,28	97,76	51,25
Coefficient C4_Concrete	-	1,00	1,32	1,05	0,71	0,37
Béton - scénario sobriété	kgCO2e/m3	138,00	182,40	143,46	98,72	87,12
Coefficient C4_Concrete	-	1,00	1,32	1,04	0,72	0,63

Tableau 34 : Trajectoire de décarbonation de l'industrie

Une variation moyenne des coefficients de substitution des produits de structure a été calculée car ce sont ceux qui varient en fonction de l'impact de l'acier et du béton. Cette variation a été ensuite appliquée aux autres matériaux pour lesquels on ne disposait pas de trajectoire de décarbonation et également à la production de chaleur.

La baisse moyenne constatée est la suivante :

	2035	2050
Protechno : Impact généré	-11%	-19%
Protechno : Impact évité	-17%	-41%
Sobriété : Impact généré	-3%	-17%
Sobriété : Impact évité	-16%	-27%

Tableau 35 : Evolution de l'impact généré et évité en fonction des scénarios de décarbonation de l'étude Carbone 4/FBF/CODIFA

BIBLIOGRAPHIE

ADEME. (2019). Bilan national du recyclage 2008-2017. ADEME.

CGE. (2021). Mission relative à l'évaluation de la situation et au soutien de la filière papier/carton. Conseil général de l'environnement et du développement durable, Conseil général de l'économie & Contrôle général économique et financier.

CITEPA. (2023). Rapport CCNUCC. CITEPA.

COPACEL. (2020). Rapport statistique 2019.

De Cherisey, H. (2022). GRAMIX – Livrable 5—Benchmark – Granulé incorporant du bois de feuillus (24 pages).

Donadieu de Lavit, P., Leridon, N., Levet, A.-L., Thivolle-Cazat, A., Radziminski, R., & Vial, E. (2019). Etude prospective : Evolution de la demande finale du bois dans la construction, la rénovation et l'aménagement des bâtiments—Evaluation de l'amélioration de la performance environnementale du secteur du bâtiment permise par l'emploi de solutions de bois—Substitution et stockage. BIPE, FCBA pour CODIFAB, FBF, ADEME, CSF Bois.

European Panel Federation. (2021). End-uses of board.

FAOSTAT. (2022). Forêts Production et Commerce : Volume de produits et semi-produits (production, import, export) jusqu'en 2021. FAOSTAT.

FCBA - CODIFAB. (2018). FDES - Panneaux de process.

FCBA - CODIFAB. (2019). FDES - Panneaux de contreplaqué.

FCBA, Guinard, L., Deroubaix, G., Roux, M.-L., Levet, A.-L., & Quint, V. (2015). Évaluation du gisement de déchets bois et son positionnement dans la filière bois / bois-énergie—DEBOIDEM. ADEME.

FCBA, Xerfi Specific, CODIFAB, & France Bois Forêt. (2022). Gestion des Déchets Bois du Bâtiment Phase 1 : Devenir des déchets bois issus de la construction neuve, de la démolition et de la rénovation du bâtiment—GDBAT. CODIFAB, France Bois Forêt.

Inventaires de cycle de vie du sciage français (n° 0304C0148). (2005). ADEME FCBA ECOBILAN.

Lochu, S. (2016). Actualisation des études « sciages » et « produits techniques dérivés du sciage ». FBF, FNB, LCB.

Logel, X., Lhotellier, B., De Caevel, B., Alexandre, C., Cousin, S., Vial, E., Thivolle-Cazat, A., Cailly, P., Dubilly, A., Buitrago, M., Durand, M., Machefaux, E., & Mousset, J. (2022). Analyse du Cycle de Vie du bois énergie collectif et industriel (p. 400 page) [Rapport]. ADEME, RDC, FCBA, Biomasse Normandie.

Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation. (2022). Récolte de bois et production de sciages jusqu'au 2021. Agreste.

Pingoud K, Skog KE, Martino DL, Tonosaki M, Xiaoquan Z (2006) Harvested wood products. In: Eggleston HS, Buendia L, Miwa K, Ngara T, Tanabe K (eds) 2006 IPCC guidelines for national greenhouse gas inventories. IGES, Hayama.

Rüter, S., Werner, F., Forsell, N., Prins, C., Vial, E., & Levet, A.-L. (2016). ClimWood2030, Climate benefits of material substitution by forest biomass and harvested wood products: Perspective 2030 (p. 141 p). Braunschweig: Johann Heinrich von Thünen-Institut.

SOLAGRO, Biomasse Normandie, & BVA. (2018). Étude sur le chauffage domestique au bois : Marchés et approvisionnement. ADEME.

Valada, T., Cardellini, G., Vial, E., Levet, A.-L., Muys, B., Lamoulie, J., Hurel, C., Privat, F., Cornillier, C., & Verbist, B. (2016). FORMIT Project—Deliverable 3.2—LCA and mitigation potential from forest products (D 3.2).

Werner, F., Taverna, R., Hofer, P., & Richter, K. (2006). Greenhouse Gas Dynamics of an Increased Use of Wood in Buildings in Switzerland. *Climatic Change*, 74(1-3), 319-347.

Annexe T8 : Définition des scénarios de gestion pour la projection

Auteur : Claire Bastick (IGN) - Date : Avril 2024

Contenu

1. Objectifs du document.....	151
2. Description des scénarios de gestion.....	151
3. Calcul des disponibilités en bois en projection	153
3.1. Les coupes liées au plan de renouvellement	153
3.2. Les coupes sanitaires.....	153
3.3. Les coupes de gestion « courante »	154
Complément 1 : Mobilisation et valorisation de la mortalité	156
Complément 2 : Clé de classification par niveau de gestion.....	158
Complément 3 : Description, hypothèses et évolution potentielle de la récolte par groupes de strates	162

1. OBJECTIFS DU DOCUMENT

Pour les différents scénarios de gestion simulés dans les projections, l'intensité de prélèvement varie en fonction des types de peuplements. Ce document précise les hypothèses des scénarios de gestion (cf. §2), ainsi que leur mode de prise en compte dans l'outil de simulation (cf. §3). Les modulations par type de peuplement de l'évolution de la gestion entre scénarios et dans le temps sont également fournies avec quelques indicateurs simples pour illustrer ces différences entre peuplements (cf. complément 3 de la présente annexe).

2. DESCRIPTION DES SCENARIOS DE GESTION

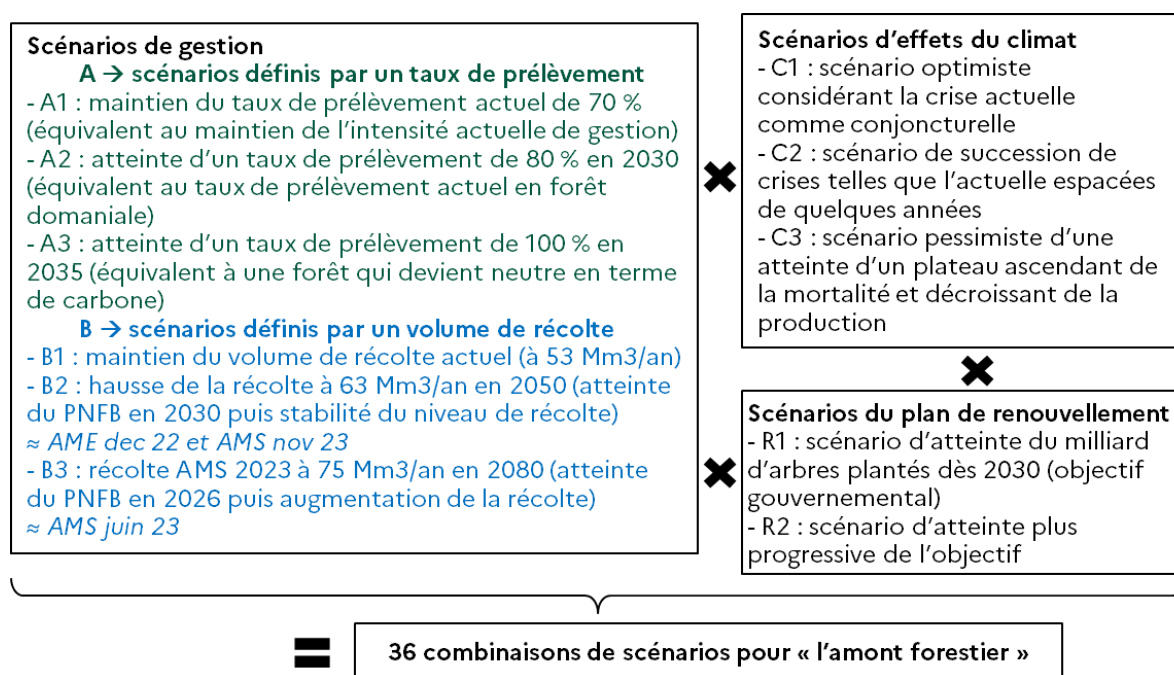
Les scénarios de gestion sont définis pour atteindre un objectif de prélèvement fixé au niveau national, soit en absolu (volume récolté), soit en pourcentage de l'accroissement net (taux de prélèvement). Six scénarios de gestion sont ainsi définis (regroupés en familles de scénarios A pour les scénarios guidés par un taux de prélèvement et B pour les scénarios guidés par un volume de récolte), et sont croisés en projection avec les scénarios d'effets climatiques (famille C) et les scénarios de renouvellement (famille R).

Pour les scénarios guidés par un volume absolu de récolte (famille B), la variation du stock et le bilan carbone en forêt sont des conséquences de l'objectif national de récolte. Dans ce cas la récolte reboucle sur un niveau global de demande de la filière mais le type de produits dépend de la gestion en forêt et non des consommations industrielles. A l'inverse, dans les scénarios guidés par un taux de prélèvement national (famille A), ce sont l'évolution de la production et de la mortalité au niveau national qui pilotent le volume de récolte. Les produits bois arrivant sur le marché dépendent alors uniquement de l'amont forestier.

En projection, si le niveau total de récolte est fixé à l'échelle agrégée France entière par l'objectif du scénario, la gestion et les prélèvements diffèrent entre les types de peuplements et niveaux de maturité (strates et classes de diamètre). Les types de produits bois évoluent selon les conditions des coupes (liées à une crise, etc.) et dépendent de l'évolution de la ressource forestière (proportion feuillus/résineux, petits bois/gros bois, etc.).

Les trois scénarios d'impacts du climat sont issus des travaux de la tâche 2 (cf. annexe dédiée), et simulent un gradient de sévérité dans la détérioration de la mortalité et de la croissance des arbres, à partir d'hypothèses basées sur les données IFN récentes. Les deux scénarios du plan de renouvellement sont issus des travaux de la tâche 3 (cf. annexe dédiée), et simulent une atteinte plus ou moins rapide des objectifs du plan d'investissement « France 2030 ».

Figure 1 : Schéma du croisement des scénarios de gestion, de renouvellement et d'effets du climat



Tous les scénarios de gestion incluent une expansion forestière. Cette hypothèse de surfaces afforestées est reprise des scénarios AME/AMS, à savoir une diminution progressive de ces nouvelles surfaces, partant de 50 000 ha/an en 2025, pour atteindre 15 000 ha/an en 2030, 1 000 ha/an en 2050 et remontant à 5 000 ha/an en 2080 (cf. table ci-dessous). Ces surfaces sont réparties dans chaque strate proportionnellement à l'expansion forestière observée actuellement grâce aux données IFN. La grande majorité de ces surfaces afforestées sont des accrus naturels, mais d'ici 2035 dans le scénario de renouvellement R1, certaines surfaces de boisements de terres en déprise agricole sont également considérées, auxquelles seront appliqués les paramètres du plan de renouvellement (cf. annexe tâche 1 et annexe tâche 3). Dans le scénario R2 ces terres en déprise sont laissées à l'abandon sans pour autant passer à la forêt. L'ensemble de ces nouvelles surfaces forestières, accrus et boisements, concernent uniquement la forêt privée.

Table de l'évolution des surfaces selon les scénarios

	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050	2055	2060	2065	2070	2075	2080
R1	16,23 Mha	16,59 Mha	16,82 Mha	16,93 Mha	16,98 Mha	17,02 Mha	17,03 Mha	17,04 Mha	17,05 Mha	17,06 Mha	17,08 Mha	17,10 Mha	17,12 Mha
R2	16,23 Mha	16,58 Mha	16,76 Mha	16,83 Mha	16,88 Mha	16,91 Mha	16,93 Mha	16,93 Mha	16,94 Mha	16,96 Mha	16,97 Mha	16,99 Mha	17,02 Mha

Les accrus forestiers, les surfaces reboisées et boisées des scénarios R1 et R2, ainsi que les peupleraies sont traités de façon indépendante en projection, via un modèle par classe d'âge, alors que l'évolution des forêts restant forêts et des régénérations hors plan de renouvellement sont gérés avec le modèle MARGOT par classe de diamètre de l'IGN. Un seul scénario de gestion est appliqué sur les surfaces reboisées, les accrus et les peupleraies, correspondant à un maintien des pratiques actuelles de gestion pour les accrus et peupleraies et à une application d'itinéraires type de gestion sylvicole pour les reboisements (cf. annexe tâche 1).

3. CALCUL DES DISPONIBILITES EN BOIS EN PROJECTION

Trois grands types de coupes viennent alimenter les disponibilités en projection :

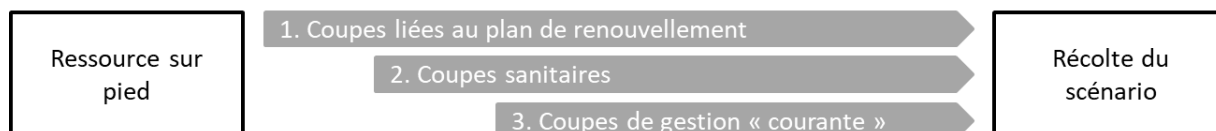


Figure 2 : Schéma de la chronologie d'application des types de coupes composant la récolte d'un scénario

3.1. LES COUPES LIEES AU PLAN DE RENOUVELLEMENT

Ces coupes liées au plan de renouvellement (cf. annexe de la tâche 3) concernent dans un premier temps les coupes des peuplements à reboiser parmi les 118 strates de forêt et dans un second temps les coupes dans les plantations telles que définies dans les itinéraires sylvicoles dédiés. Ces coupes sont le premier « pool » de récolte à alimenter les disponibilités de chaque scénario et chaque période.

Les coupes de peuplements identifiés comme cibles pour le plan de renouvellement ont majoritairement lieu dans des peuplements dépérissants ou vulnérables. Les récoltes induites par la mise en place du plan de renouvellement entrent en compte dans l'objectif de prélèvement des scénarios de gestion, ces coupes pouvant en effet être considérées comme des coupes subies par les « crises » de mortalité. Durant la période à laquelle a lieu le reboisement (jusqu'en 2035), les coupes rases des peuplements renouvelés alimentent ainsi les disponibilités en bois de la période. Techniquement, ces coupes en vue du reboisement viennent par défaut remplacer des coupes de gestion « courante » qui auraient dû avoir lieu à la même période.

Par la suite, lorsque les premières plantations du plan de renouvellement passent en coupe (principalement à partir de 2050), ces volumes alimentent à leur tour les disponibilités, en produits sains cette fois-ci.

3.2. LES COUPES SANITAIRES

Dans les autres peuplements, une part de la récolte est liée à des coupes sanitaires ou accidentelles, qui risquent de s'accroître avec la hausse de la mortalité. Ces coupes sont le second « pool » de bois alimentant les disponibilités. Dans cette étude, les produits sanitaires ont été individualisés dans les paramètres actuels de prélèvement et de mortalité pour la calibration du modèle par classe de diamètre (cf. annexe de la tâche 1). Ces produits sanitaires sont également individualisés dans les projections des disponibilités, une partie de la mortalité (pouvant représenter des arbres morts ou mourants) étant considérée comme récoltée. Cette distinction entre mortalité, produits sanitaires et récolte totale nécessite de croiser différentes sources de données et de fixer certaines hypothèses sur la mobilisation et la valorisation des bois morts (cf. complément 1 de la présente annexe). En projection, la mortalité évolue selon les scénarios d'effets du climat, et la part de mortalité récoltée venant alimenter les disponibilités en bois varie selon le niveau de gestion des strates et des scénarios. De la même façon que pour les coupes liées au plan de renouvellement, par défaut, ces coupes sanitaires sont « subies » et viennent remplacer certaines coupes de gestion « normale » qui auraient dû avoir lieu à la même période.

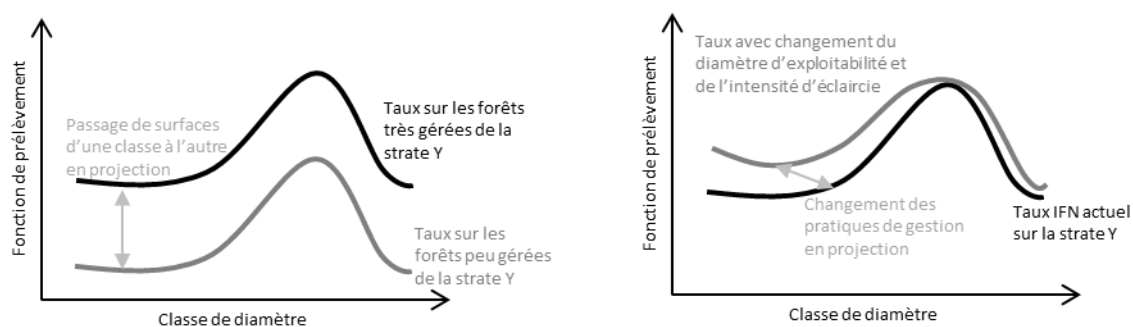
3.3. LES COUPES DE GESTION « COURANTE »

Enfin, le dernier « pool » de récolte est celui constitué par les récoltes issues de la sylviculture « normale » dans les peuplements. Ces volumes constituent d'une certaine manière la « variable d'ajustement » pour atteindre l'objectif du scénario de gestion. Si la sylviculture est fixée et ne varie pas dans les accrus, les plantations et les peupleraies, pour lesquels un seul scénario de gestion est défini, cette sylviculture est considérée « adaptative » dans les autres forêts, variant en fonction des scénarios de gestion et des volumes de coupe « subis » présentés ci-dessus.

Dans le modèle de projection par classe de diamètre de l'IGN, la gestion « courante » est représentée par groupe de strates, et via des fonctions de prélèvement selon la classe de diamètre. Les 30 groupes de strates (feuillus/résineux x GRECO x propriété) utilisés pour définir la gestion sont des regroupements des 118 strates de la projection sur lesquelles sont calculées les dynamiques naturelles (essence x GRECO x propriété). Ces regroupements permettent plus de robustesse dans les calculs (plus de points d'inventaire pour calibrer les fonctions de prélèvement), et facilitent la modulation entre les scénarios de gestion (regroupement des essences pour réduire le nombre de possibilités et de paramètres à caler dans cette étude nationale).

Les fonctions de prélèvement « actuelles » sont calculées à partir des observations de coupe sur les points IFN. Cette calibration par strate sur la période récente permet de tenir compte des spécificités des types de peuplements, régions et catégories de propriété forestière dans la gestion forestière et la récolte de bois. Différentes fonctions de prélèvement sont calculées par strate selon les niveaux de gestion, permettant ainsi de moduler la récolte entre scénarios de gestion en projection (cf. la Figure 3 ci-dessous et complément 1 de l'annexe de la tâche 1). La gamme de fonctions de prélèvement par strate représente à la fois : 1/ la variabilité du prélèvement entre des observations de coupes réalisées dans des forêts peu gérées et des forêts très gérées d'une même strate en lien avec des conditions d'accessibilité, de propriété, etc. (cf. courbes plus ou moins « hautes » dans la Figure 3) ; 2/ l'impact d'une variation du diamètre d'exploitabilité et de l'intensité de coupe en éclaircie dans les forêts gérées (cf. courbes plus ou moins « déformées » dans la Figure 3).

Figure 3 : Schéma d'exemple de fonctions de prélèvement et de modulation en projection pour une strate



En projection, selon les objectifs des scénarios de gestion, le prélèvement d'une strate peut donc varier en modulant à la fois : 1/ la part de surfaces peu gérées et très gérées dans la strate (simulant une évolution de l'accessibilité, du comportement des propriétaires, etc.) ; 2/ l'intensité de gestion en matière de diamètre d'exploitabilité et d'intensité des éclaircies (simulant une évolution des pratiques sylvicoles dans les forêts gérées). Ces modulations visent à atteindre, via une hausse ou une baisse du prélèvement, l'objectif chiffré fixé au niveau du scénario France entière. Elles ne sont cependant pas du même ordre de grandeur selon les strates, en fonction du potentiel d'évolution de la gestion de chacune d'entre elles. Ce potentiel pour chaque strate est défini à dire d'expert (en s'appuyant sur d'autres études et sur quelques indicateurs clés de chaque strate, cf. complément 3 de la présente annexe).

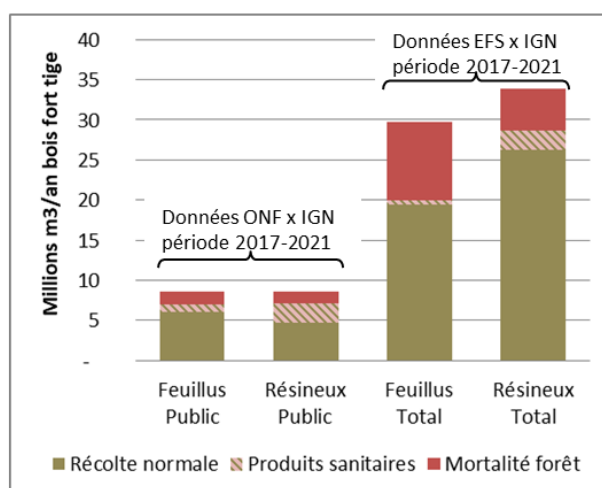
La modulation par strate sera effectuée pour représenter à la fois : (1) une modification de la part de surface gérée (i.e. augmentation ou diminution des surfaces exploitées) et (2) une évolution de l'intensité de la sylviculture (i.e. une baisse ou hausse des diamètres d'exploitabilité notamment). Les conséquences de ces modulations sur la fonction de prélèvement actuelle (taux IFN) concernent toutes les classes de diamètres pour le point 1 (cf. translation de la courbe dans la Figure 3 ci-dessus), et les classes de diamètres autour du diamètre d'exploitabilité pour le point 2 (cf. déformation de la courbe dans la Figure 3 ci-dessus).

COMPLEMENT 1 : MOBILISATION ET VALORISATION DE LA MORTALITE

Une part de la mortalité en forêt est mobilisée et valorisée en produits sanitaires. Il est difficile d'en connaître la part exacte, car les données IFN seules ne renseignent pas sur ces volumes, les observations de récolte lors du retour sur les points IFN ne pouvant déterminer la raison de la coupe d'un arbre. Pour pouvoir estimer cette part de prélèvement d'arbres morts et simuler son évolution en projection, il est nécessaire de mobiliser des informations de l'enquête Agreste et/ou de l'ONF qui recensent les produits accidentels dans la récolte par essence et par année, et de les combiner avec les données IFN de mortalité et de récolte. Cependant, cette estimation obtenue par combinaison de données possède une incertitude forte, les différentes sources n'utilisant pas toujours des définitions comparables (volume, produit accidentel, périmètre, etc.). La différence de proportion entre les données ONF et Agreste peut ainsi à la fois refléter une différence de mobilisation et de valorisation des bois morts entre la forêt privée et la forêt publique, mais également une différence de définition de ce qui représente un produit accidentel ou sanitaire entre les deux enquêtes.

Table de la part des produits sanitaires ou accidentels par essence sur la période 2017-2021 d'après les données de volumes désignés ONF et l'enquête EFS d'Agreste, et graphique de l'application de cette part aux données IGN de prélèvement et de mortalité. Ainsi le prélèvement « standard » IGN est composé de la partie marron et de la partie hachurée du graphique, et la mortalité de la partie rouge.

	Données ONF	Données EFS
Chênes sessile et pédonculé	11%	2%
Hêtre	13%	4%
Châtaignier	12%	2%
Autres feuillus	11%	3%
Moyenne feuillus	12%	2%
Sapin	27%	12%
Epicéa	60%	23%
Douglas	7%	1%
Pin sylvestre	11%	1%
Pin maritime	5%	0%
Autres résineux	17%	1%
Moyenne résineux	33%	8%



A partir de ces données, un volume de bois mort prélevé sur la période récente a été calculé par strate et ajouté au taux de mortalité initial par classe de diamètre, pour les arbres de diamètre supérieur à 22,5 cm uniquement. Il est ainsi considéré que les petits bois morts sont laissés en forêt pour des raisons écologiques et économiques. En projection, ce volume est alors simulé avec la mortalité, donc soumis aux modulateurs des scénarios d'effets du climat. Afin d'éviter les doubles comptes, ces volumes sont en parallèle soustraits des fonctions de prélèvement par strate, sauf pour les scénarios visant à mobiliser plus dans lesquels l'on considère que ces coupes sanitaires viennent s'ajouter aux coupes de gestion « courante » (cf. complément 1 de l'annexe de la tâche 1).

Le volume de mortalité ainsi projeté comporte donc une part d'arbres qui seront mobilisés et valorisés, et qui viendront alimenter les disponibilités en bois. Sur la période 2017-2021 (cf. graphique ci-dessus), la part en volume d'arbres morts qui sont récoltés est de 34 et 62% respectivement pour les feuillus et les résineux d'après les données ONF et IGN (forêt publique) et de 5 et 32% respectivement pour les feuillus et les résineux d'après les données EFS et IGN. Cette part est évidemment variable selon les régions, l'exploitabilité, le type de peuplement, etc. mais il est difficile de connaître les valeurs exactes selon ces critères. Ces taux de récolte de bois mort ont donc été fixés par hypothèse, en se basant sur les 4 pourcentages précédemment cités qui

permettent de distinguer le groupe d'essence (feuillu/résineux) et de propriété (public/privé), et en distinguant les taux selon le niveau de gestion (faible/moyenne/forte, cf. complément 1 de l'annexe de la tâche 1). Cette distinction par niveau de gestion permet :

- D'une part, de tenir compte de variations régionales et locales de la mobilisation et valorisation des bois morts, notamment pour la ventilation des résultats. En effet, les zones en gestion « forte » ont tendance à bien mobiliser les bois morts même si la mortalité y est faible (ex. pin maritime dans les Landes), alors que les zones en gestion « faible » ont un taux de récolte des bois mort même si la mortalité y est très forte (ex. zones de montagne inaccessibles).
- D'autre part, de rendre la récolte de produits sanitaire dépendante des scénarios de gestion. En effet, les scénarios de gestion faisant varier la part de surface dans les différentes catégories de gestion (cf. complément 1 de l'annexe de la tâche 1), cela permet simultanément de simuler une augmentation de la récolte de bois mort dans les scénarios de gestion plus dynamiques.

Table des hypothèses de la part de mortalité récoltée dans les bois moyens et gros bois par essence, propriété et niveau de gestion (% du volume bois fort tige avant déduction des pertes)

		Gestion « faible »	Gestion « moyenne »	Gestion « forte »
Privé	Feuillus	1%	5%	50%
	Résineux	5%	30%	70%
Public	Feuillus	10%	40%	70%
	Résineux	15%	60%	90%

De la même façon que pour les calculs précédents, ces taux de « valorisation » ne s'appliquent que les bois moyens et les gros bois. Par ailleurs, ne sont ici appliquées ni de dégradation de la qualité potentielle associée aux produits accidentels, ni de modification de la part de pertes d'exploitation sur ces produits. Cela suppose que la mobilisation des bois concernés est suffisamment rapide pour éviter la dégradation de la qualité des grumes, ce qui n'est pas toujours le cas dans la réalité. Une perspective intéressante pour affiner ces calculs serait de quantifier cette dégradation des produits sanitaires, pour laquelle aucune information n'existe à l'heure actuelle.

Compte-tenu des incertitudes et de la potentielle variabilité autour de la part de la mortalité mobilisée et valorisée, les hypothèses autour de ces taux (cf. tableau ci-dessus) font l'objet d'une analyse de sensibilité en projection, permettant d'évaluer l'impact sur les volumes de disponibilités d'une augmentation de ces taux à l'avenir.

COMPLEMENT 2 : CLE DE CLASSIFICATION PAR NIVEAU DE GESTION

Les objectifs de la classification des points d'une strate par catégorie de gestion sont d'une part de discrétiser les niveaux de prélèvement actuels au sein d'une strate et d'autre part de prioriser les peuplements pouvant faire en premier l'objet d'une intensification ou d'une extensification de la gestion (cf. complément 1 annexe tâche 1). Pour répondre à ces objectifs, une analyse des données IFN permettant le mieux d'expliquer les niveaux de prélèvements dans les peuplements de chaque strate ont été étudiés.

Le classement des points d'une strate selon leur niveau de gestion actuel se fait à partir des 4 données observées sur les points d'inventaire ou croisées avec ces dernières :

- Les points classés « hors sylviculture » par l'ONF en forêt publique, ainsi que les points des forêts privées et publiques actuellement situés dans des zones de protection forte impactant la gestion (zones cœur de PN hors Cévennes, RNN, RNR, RNC, sites classés, RBI, RBD) sont considérés comme appartenant à la catégorie de gestion « faible ». Ces peuplements ne pouvant pas faire l'objet de dynamisation de la gestion à l'avenir, elles ne changent jamais de catégorie de gestion durant la projection. La SNAP prévoyant 70 000 ha supplémentaires de forêts sous forte protection en métropole d'ici 2030 (dont 50 000 ha en forêt domaniale), ces surfaces se trouveront a priori dans cette catégorie à l'avenir. Certaines y sont déjà (zones « hors sylviculture » de l'ONF qui pour certaines seront sans doute de futures aires de protection) et une partie de la SNAP est donc implicitement prise en compte dans la projection. Pour les autres futures aires de protection, il conviendrait de les ajouter à cette catégorie en projection, mais sans information sur leur localisation et compte-tenu de la faible surface concernée impactant peu les résultats (moins de 0,4% de la surface forestière), ces dernières ne sont pas spécifiquement intégrées dans la projection.

Pour information, ces surfaces se répartissent comme suit :

	Forêts en zones de protection « forte »	Forêts en zone « hors sylviculture »	Total (sans doubles compte)
Forêts privées	147 000 ha	-	147 000 ha
Forêts publiques	183 000 ha	642 000 ha	785 000 ha

- Les autres points sont répartis dans les 3 catégories de niveaux de gestion (« faible », « moyenne » ou « forte ») selon la présence ou l'absence de coupe récente (de moins de 5 ans lors de la 1^{ère} visite du point) et la présence ou l'absence de signes de gestion (traces de souches, d'élagage, présence de pistes, etc.). Ces deux facteurs sont très corrélés aux coupes observées entre la 1^{ère} et la 2^{ème} visite du point d'inventaire et permettent une bonne hiérarchisation de la fonction de prélèvement.

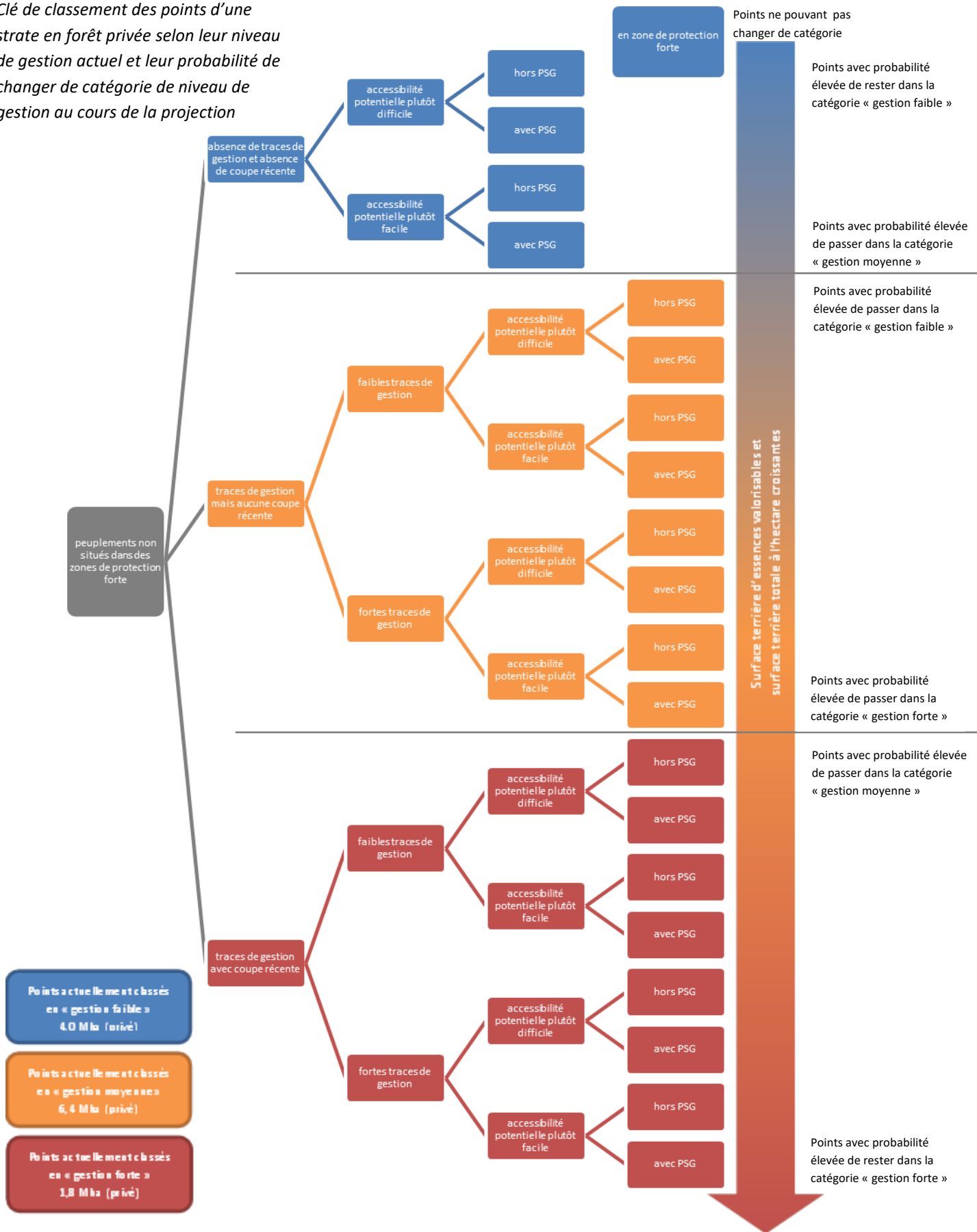
Lors de la projection, les points peuvent passer d'une catégorie de gestion à l'autre en fonction du niveau de dynamisation ou au contraire d'extensification de la gestion. Ce passage d'une catégorie à l'autre se fait selon un gradient entre points IFN déterminé à l'aide d'autres données impactant la gestion :

- L'accessibilité physique du point IFN, classées en catégorie « plutôt facile » ou « plutôt difficile » selon une grille croisant notamment la pente et la distance de débardage (grille validée fin 2022 avec un groupe de professionnels). Ce classement prend également en compte le potentiel d'augmentation de l'accessibilité (travaux IGN-FCBA de la tâche 5, cf. annexe dédiée), soit par un effort de création de desserte, soit par une évolution des méthodes d'exploitation, rendant davantage exploitables certaines zones actuellement éloignées du réseau routier ou en forte pente (pour des peuplements d'intérêt non situés dans des aires de protection). Les points IFN identifiés dans ces analyses comme pouvant passer d'une accessibilité « plutôt difficile » à une exploitabilité « plutôt facile », sont donc considérés comme plus propices à changer de catégorie de gestion en projection.

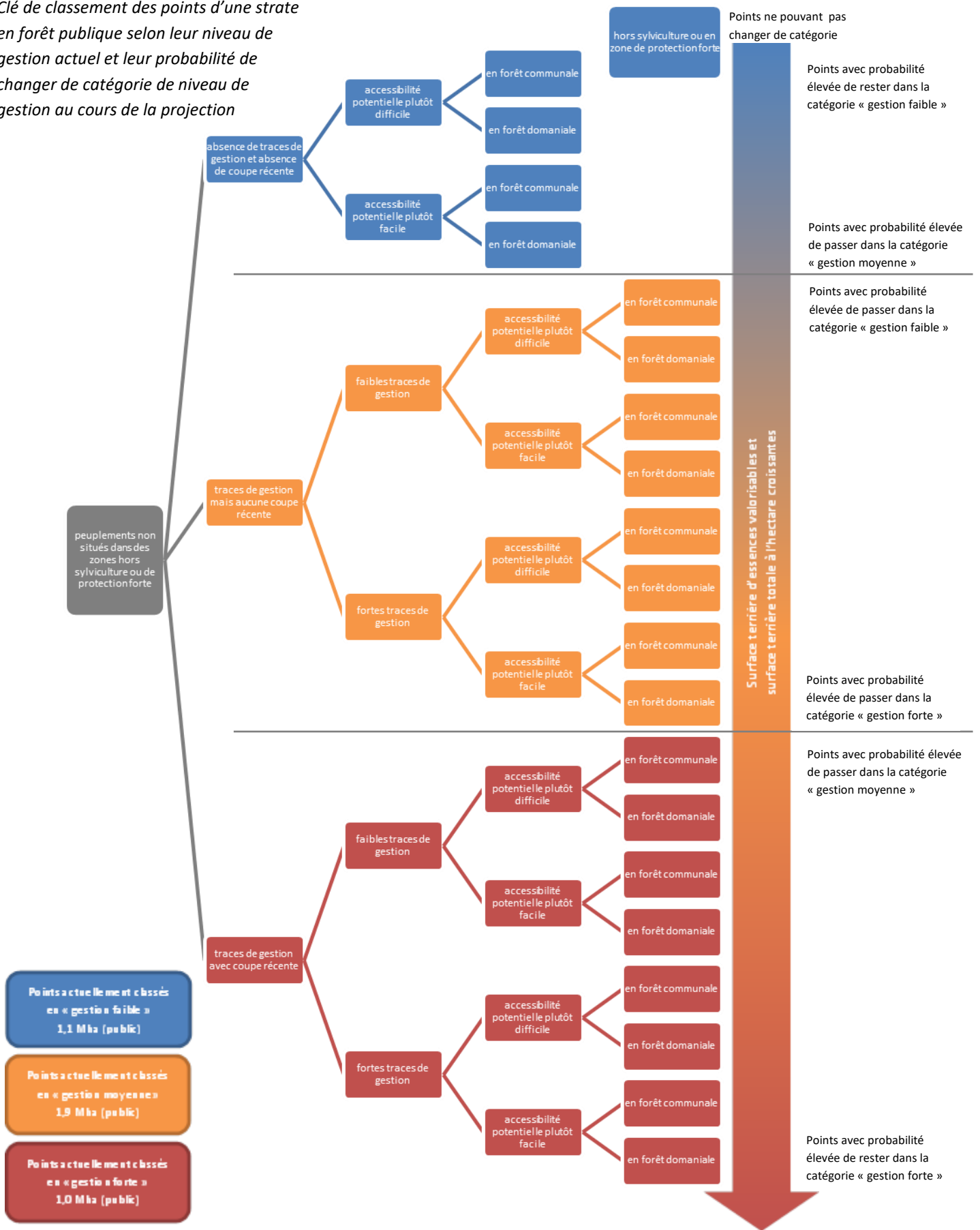
- La présence d'un PSG pour les forêts privées et le type de propriété en forêt publique. Ce critère présume du fait que la gestion sera plus facilement dynamisable en forêt sous PSG qu'en forêt hors PSG dans le privé, ou en forêt domaniale qu'en forêt communale dans le public, et inversement en cas d'extensification. En forêt privée, les surfaces sous PSG représentent actuellement environ 26 % de la surface des forêts privées, mais compte-tenu des évolutions à venir (augmentation de la couverture des PSG volontaires et obligatoires, passage du seuil d'obligation à 20 ha) environ 500 000 ha supplémentaires pourraient être couverts par un PSG sur la période de projection, permettant d'atteindre un taux de couverture de 32 % des forêts privées. Ces surfaces supplémentaires sous PSG ne sont pas clairement identifiées dans la projection, mais cette information est à prendre en compte dans la détermination du potentiel des strates de forêt privée pour une dynamisation de la gestion.

Enfin, la surface terrière d'essences valorisables et le capital moyen à l'hectare sont également pris en compte pour classer les points qui sont les plus susceptibles de changer de classe de gestion. Il est ainsi supposé que les points avec le plus de capital et d'essences valorisables seront plus facilement sujets à une dynamisation que les autres peuplements. Ce critère est ici figé en projection (bien que la surface terrière évolue), mais permet essentiellement de classer de façon continue les points ayant les mêmes caractéristiques pour les critères qualitatifs précédents. Il pourrait être intéressant d'ajouter une notion de fertilité ou de productivité des peuplements afin d'améliorer cette clé de classification

Clé de classement des points d'une strate en forêt privée selon leur niveau de gestion actuel et leur probabilité de changer de catégorie de niveau de gestion au cours de la projection



Clé de classement des points d'une strate en forêt publique selon leur niveau de gestion actuel et leur probabilité de changer de catégorie de niveau de gestion au cours de la projection



- Points actuellement classés en « gestion faible » 1,1 Mha (public)
- Points actuellement classés en « gestion moyenne » 1,9 Mha (public)
- Points actuellement classés en « gestion forte » 1,0 Mha (public)

COMPLEMENT 3 : DESCRIPTION, HYPOTHESES ET EVOLUTION POTENTIELLE DE LA RECOLTE PAR GROUPES DE STRATES

Les fonctions de prélèvement et les calculs de disponibilités de la projection sont effectués sur un regroupement des 118 strates de la projection pour les dynamiques naturelles (essence de l'arbre x GRECO x propriété) en 30 groupes de strates (peuplement feuillu ou résineux x GRECO x propriété).

Pour chaque groupe de strate de gestion, des fonctions de prélèvement par classe de niveau de gestion (faible/moyenne/forte) et par intensité de gestion (diamètre d'exploitabilité et intensité de coupe en éclaircie) sont définies (cf. complément 1 de l'annexe de la tâche 1). En projection, la variation entre ces fonctions de prélèvement permet de moduler le prélèvement de chaque strate. Des variations à la hausse ou à la baisse sont appliquées de manière itérative jusqu'à reboucler avec l'objectif du scénario au niveau national pour chaque période (en taux de prélèvement de l'accroissement pour les scénarios A et en volume absolu de récolte pour les scénarios B). Mais l'ampleur de cette variation est différente selon les strates, et est définie selon le potentiel de chaque strate à évoluer en termes de surface gérée et d'intensité de la sylviculture. Ce potentiel est défini à dire d'expert à l'aide de quelques indicateurs descriptifs de la strate et de la connaissance des possibilités d'évolutions selon les régions, essences, et types de propriété. L'approche est comparable à la démarche retenue pour l'étude INRA-IGN de 2017 pour la définition du scénario « Intensification » de l'époque (cf. page A.12-36 des annexes du rapport <https://www.inrae.fr/sites/default/files/pdf/etude-forets-bois-et-changement-climatique-annexes-au-rapport-1.pdf>) et s'appuie également sur les modulateurs définis dans cette précédente étude.

Table résumé des potentiels d'évolution de la surface gérée et de l'intensité de gestion par groupe de strates

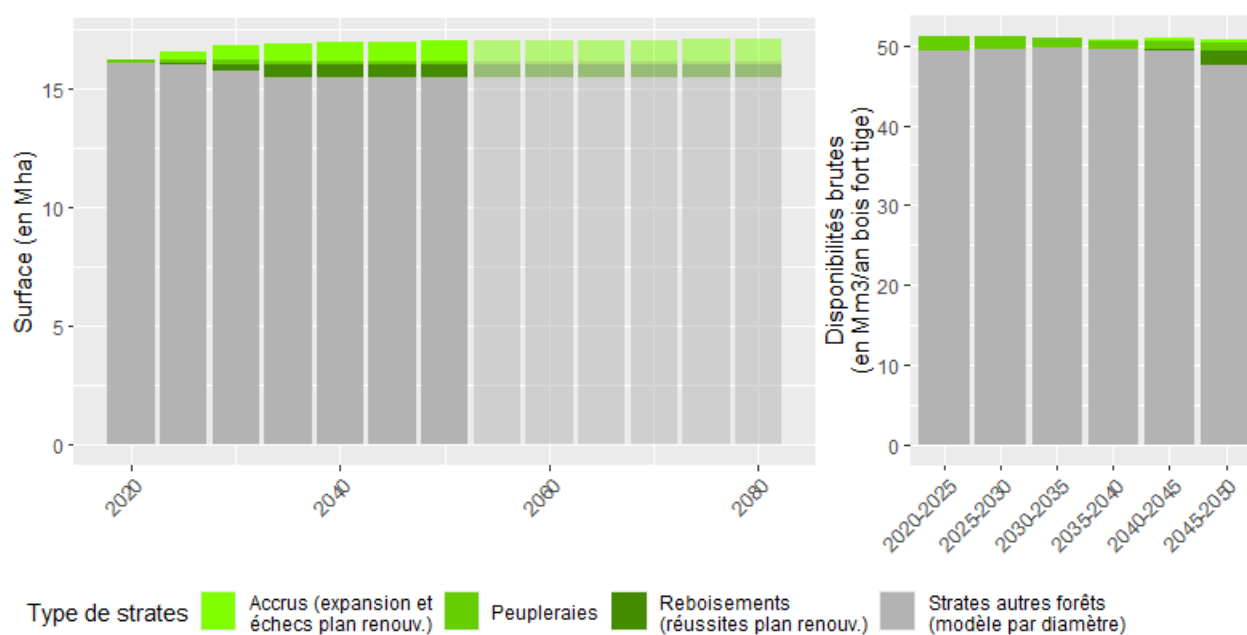
GRECO	Forêts privés				Forêts publiques			
	Feuillus		Résineux		Feuillus		Résineux	
	Potentiel d'évolution surface gérée	Potentiel d'évolution intensité gestion	Potentiel d'évolution surface gérée	Potentiel d'évolution intensité gestion	Potentiel d'évolution surface gérée	Potentiel d'évolution intensité gestion	Potentiel d'évolution surface gérée	Potentiel d'évolution intensité gestion
A	Très fort	Moyen	Moyen	Moyen	Faible	Moyen	Faible	Moyen
B	Fort	Moyen	Fort	Moyen				
C	Fort	Moyen	Moyen	Moyen	Faible	Moyen	Faible	Faible
DE	Moyen	Moyen	Faible	Faible	Faible	Moyen	Faible	Faible
F	Fort	Fort	Faible	Faible	Faible	Moyen	Faible	Moyen
G	Très fort	Moyen	Très fort	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen
HI	Fort	Moyen	Fort	Fort	Fort	Fort	Fort	Fort
JK	Très fort	Moyen	Très fort	Moyen	Moyen	Moyen	Fort	Fort

Ainsi pour un scénario d'intensification de la gestion, une strate dont le potentiel d'évolution de la surface gérée est « fort », verra une plus grande part de sa surface passer dans une catégorie de gestion plus intensive qu'une strate dont ce potentiel est « faible ». Et dans ce cas d'intensification, une strate dont le potentiel d'évolution de l'intensité de gestion est « fort », aura une diminution du diamètre d'exploitabilité et une augmentation de l'intensité en éclaircie plus importantes qu'une strate dont ce potentiel est « faible ». Inversement, pour un scénario d'extensification de la gestion, une strate à potentiel « fort » aura une baisse de la gestion en surface ou en intensité plus importante qu'une strate à potentiel « faible ».

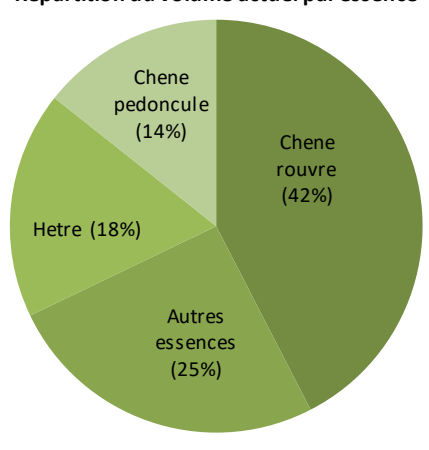
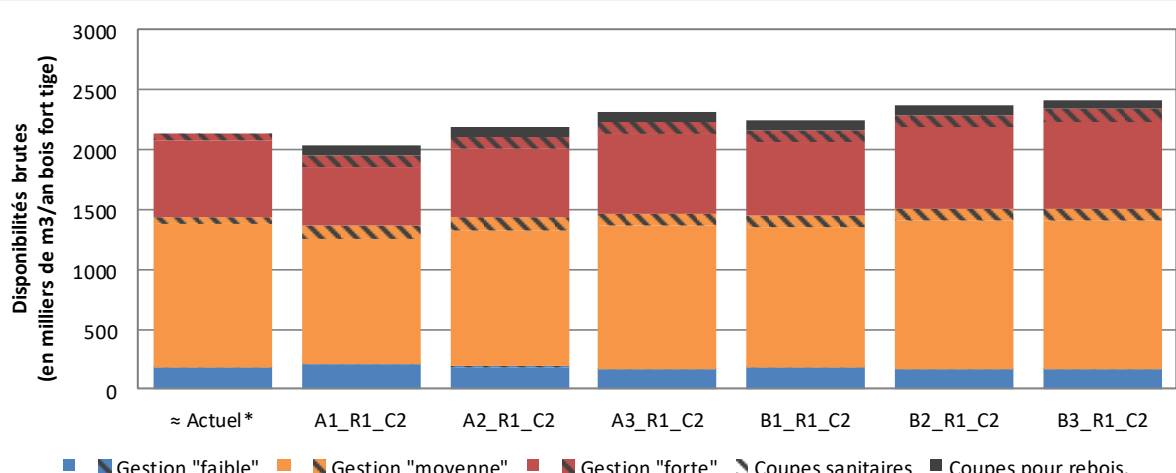
Les pages suivantes fournissent par groupe de strate, une brève description de la strate et de son potentiel d'évolution de la gestion, ainsi que quelques grands résultats par scénario afin d'illustrer l'impact de ces hypothèses sur le prélèvement.

Pour rappel, seules les strates projetées par le modèle par classe de diamètre sont présentées dans les pages suivantes. Les strates simulées par le modèle par classe d'âge, c'est-à-dire les nouveaux accrus de l'expansion forestière, les plantations des peuplements du plan de renouvellement, ainsi que les peupleraies, ne font pas l'objet de variation de la gestion suivant les scénarios. Leur part dans la surface forestière et le volume de disponibilités brutes que ces surfaces représentent sont illustrés dans le graphique ci-dessous.

Graphique de l'évolution de la surface et des disponibilités par strate pour le scénario B1_R1_C2 (accrus peupleraies et reboisements simulés par le modèle par classe d'âge vs. autres strates forestières simulées par le modèle par classe de diamètre)



Feuillus - Forêts publiques - GRECO A&B

Description de la ressource actuelle de la strate (année moyenne IFN 2020)	Surface forestière : 528 000 ha (+11 milliers d'ha en 10 ans)	Répartition du volume actuel par essence 						
	Volume sur pied : 110 000 milliers de m3 bois fort tige soit 208 m3/ha (+14 m3/ha en 10 ans)							
Hypothèses sur le potentiel d'évolution de la gestion	Pot. d'évol. des surfaces en gestion : Faible	Strate à potentiel d'évolution de la gestion plutôt faible, avec une part de surfaces actuellement gérées très élevée (97% avec traces de gestion), une grande part de forêts domaniales (76%) et beaucoup de zones sous protection forte ou hors sylviculture (9%). L'accessibilité physique y est actuellement très facile avec un potentiel d'amélioration de cette dernière plutôt faible (cf. tâche 5). Les reboisements prévus concernent une surface faible (environ 14 000 ha, cf. tâche 3).						
	Pot. d'évol. de l'intensité de gestion : Moyen							
Résultats principaux de récolte sur la strate selon les scénarios de gestion à l'horizon 2050	≈ Actuel*	Transcription des hypothèses de potentiel d'évolution de la gestion, et taux de prélèvement moyen sur la période 2020-2050 pour les différents scénarios :						
	Taux de prélèvement	82%	A1_R1_C2 98%	A2_R1_C2 105%	A3_R1_C2 112%	B1_R1_C2 109%	B2_R1_C2 116%	B3_R1_C2 118%
	Coupes sanit. et de rebois.		<i>à la place des coupes norm.</i>	<i>à la place des coupes norm.</i>	<i>selon les périodes</i>	<i>selon les périodes</i>	<i>en plus des coupes norm.</i>	<i>en plus des coupes norm.</i>
	Evol. surface gérée		<i>surface en gestion ≈ actu</i>	<i>surface en gestion ≈ actu</i>	<i>surface en gestion ≈ actu</i>	<i>surface en gestion ≈ actu</i>	<i>surface en gestion ≈ actu</i>	<i>surface en gestion ≈ actu</i>
	Evol. Intens. gestion		<i>Dexp +5 cm & intens. -2,5%</i>	<i>Dexp actu & intens. actu</i>	<i>Dexp actu & intens. actu</i>	<i>Dexp actu & intens. actu</i>	<i>Dexp actu & intens. actu</i>	<i>Dexp actu & intens. actu</i>
	Disponibilités et niveaux de gestion projetés sur la période 2020-2050 pour les différents scénarios :							
	Part moy. par niveau de gest. (en % de la surf. hors rebois.)	33 %	30 %	32 %	33 %	32 %	33 %	34 %
	(en % de la surf. hors rebois.)	57 %	56 %	57 %	57 %	57 %	57 %	57 %
	(en % de la surf. hors rebois.)	11 %	14 %	11 %	10 %	11 %	10 %	10 %
	Disponibilités brutes (en milliers de m3/an bois fort tige)	≈ Actuel*	A1_R1_C2	A2_R1_C2	A3_R1_C2	B1_R1_C2	B2_R1_C2	B3_R1_C2
								
■ Gestion "faible" ■ Gestion "moyenne" ■ Gestion "forte" ▨ Coupes sanitaires ■ Coupes pour rebois.								
* Calculé à partir d'un scénario d'application de la gestion actuelle, sans effets de climat sur la première période de projection (≈ à la récolte actuelle)								

Résineux - Forêts publiques - GRECO A&B

Description de la ressource actuelle de la strate (année moyenne IFN 2020)	Surface forestière : 106 000 ha <i>(+15 milliers d'ha en 10 ans)</i>	<p>Répartition du volume actuel par essence</p>
	Volume sur pied : 21 000 milliers de m3 bois fort tige soit 200 m3/ha <i>(+9 m3/ha en 10 ans)</i>	

Hypothèses sur le potentiel d'évolution de la gestion	Pot. d'évol. des surfaces en gestion : Faible	Strate à potentiel d'évolution de la gestion plutôt faible, avec une part de surfaces actuellement gérées très élevée (100% avec traces de gestion), une grande part de forêts domaniales (79%) et beaucoup de zones sous protection forte ou hors sylviculture (16%). L'accessibilité physique y est actuellement très facile avec un potentiel d'amélioration de cette dernière plutôt faible (cf. tâche 5). Les reboisements prévus concernent une surface faible (environ 3 000 ha, cf. tâche 3).
	Pot. d'évol. de l'intensité de gestion : Moyen	

Résultats principaux de récolte sur la strate selon les scénarios de gestion à l'horizon 2050		≈ Actuel*	Transcription des hypothèses de potentiel d'évolution de la gestion, et taux de prélèvement moyen sur la période 2020-2050 pour les différents scénarios :					
			A1_R1_C2	A2_R1_C2	A3_R1_C2	B1_R1_C2	B2_R1_C2	B3_R1_C2
	Taux de prélèvement	96%	119%	130%	139%	136%	148%	150%
	Coupes sanit. et de rebois.		<i>à la place des coupes norm.</i>	<i>à la place des coupes norm.</i>	<i>selon les périodes</i>	<i>selon les périodes</i>	<i>en plus des coupes norm.</i>	<i>en plus des coupes norm.</i>
	Evol. surface gérée		<i>surface en gestion ≈ actu</i>	<i>surface en gestion ≈ actu</i>	<i>surface en gestion ≈ actu</i>	<i>surface en gestion ≈ actu</i>	<i>surface en gestion ≈ actu</i>	<i>surface en gestion ≈ actu</i>
	Evol. Intens. gestion		<i>Dexp +5 cm & intens. -2,5%</i>	<i>Dexp actu & intens. actu</i>	<i>Dexp actu & intens. actu</i>	<i>Dexp actu & intens. actu</i>	<i>Dexp actu & intens. actu</i>	<i>Dexp actu & intens. actu</i>
	Disponibilités et niveaux de gestion projetés sur la période 2020-2050 pour les différents scénarios :							
	Part moy. par niveau de gest. (en % de la surf. hors rebois.)	19 %	16 %	18 %	19 %	18 %	19 %	20 %
		65 %	65 %	65 %	64 %	65 %	64 %	64 %
		16 %	20 %	17 %	17 %	17 %	16 %	16 %
	■	■	■	■	■	■	■	

* Calculé à partir d'un scénario d'application de la gestion actuelle, sans effets de climat sur la première période de projection (≈ à la récolte actuelle)

Feuillus - Forêts privées - GRECO A

Description de la ressource actuelle de la strate (année moyenne IFN 2020)	Surface forestière : 538 000 ha (+100 milliers d'ha en 10 ans)	Répartition du volume actuel par essence 						
	Volume sur pied : 88 000 milliers de m3 bois fort tige soit 164 m3/ha (+15 m3/ha en 10 ans)							
Hypothèses sur le potentiel d'évolution de la gestion	Pot. d'évol. des surfaces en gestion : <b style="color: red;">Très fort	Strate à potentiel d'évolution de la gestion très fort, avec une part de surfaces actuellement gérées assez élevée (71% avec traces de gestion), une petite part de forêts sous PSG (23%) et beaucoup de zones sous protection forte (2%). L'accessibilité physique y est actuellement très facile avec un potentiel d'amélioration de cette dernière plutôt faible (cf. tâche 5). Les reboisements prévus concernent une surface faible (environ 18 000 ha, cf. tâche 3).						
	Pot. d'évol. de l'intensité de gestion : <b style="color: green;">Moyen							
Résultats principaux de récolte sur la strate selon les scénarios de gestion à l'horizon 2050	≈ Actuel*	Transcription des hypothèses de potentiel d'évolution de la gestion, et taux de prélèvement moyen sur la période 2020-2050 pour les différents scénarios :						
	Taux de prélèvement	32%	A1_R1_C2 29%	A2_R1_C2 35%	A3_R1_C2 53%	B1_R1_C2 41%	B2_R1_C2 55%	B3_R1_C2 63%
	Coupes sanit. et de rebois.		<i>à la place des coupes norm.</i>	<i>à la place des coupes norm.</i>	<i>selon les périodes</i>	<i>selon les périodes</i>	<i>en plus des coupes norm.</i>	<i>en plus des coupes norm.</i>
	Evol. surface gérée		↘↘ surface en gestion	↘ surface en gestion	↗↗ surface en gestion	surface en gestion ≈ actu	↗ surface en gestion	↗↗ surface en gestion
	Evol. Intens. gestion		<i>Dexp +5 cm & intens. -2,5%</i>	<i>Dexp actu & intens. actu</i>	<i>Dexp actu & intens. actu</i>	<i>Dexp actu & intens. actu</i>	<i>Dexp actu & intens. actu</i>	<i>Dexp actu & intens. actu</i>
	Disponibilités et niveaux de gestion projetés sur la période 2020-2050 pour les différents scénarios :							
	Part moy. par niveau de gest. (en % de la surf. hors rebois.)	15 %	4 %	7 %	34 %	15 %	33 %	49 %
		56 %	30 %	43 %	44 %	56 %	50 %	38 %
		29 %	66 %	50 %	22 %	29 %	17 %	14 %
	Disponibilités brutes (en milliers de m3/an bois fort tige)		≈ Actuel*	A1_R1_C2	A2_R1_C2	A3_R1_C2	B1_R1_C2	B2_R1_C2
		■ Gestion "faible" ■ Gestion "moyenne" ■ Gestion "forte" ■ Coupes sanitaires ■ Coupes pour rebois.						
* Calculé à partir d'un scénario d'application de la gestion actuelle, sans effets de climat sur la première période de projection (≈ à la récolte actuelle)								

Résineux - Forêts privées - GRECO A

Description de la ressource actuelle de la strate (année moyenne IFN 2020)	Surface forestière : 114 000 ha (-19 milliers d'ha en 10 ans)	Répartition du volume actuel par essence
	Volume sur pied : 28 000 milliers de m3 bois fort tige soit 244 m3/ha (+26 m3/ha en 10 ans)	

Hypothèses sur le potentiel d'évolution de la gestion	Pot. d'évol. des surfaces en gestion :	Strate à potentiel d'évolution de la gestion plutôt moyen, avec une part de surfaces actuellement gérées très élevée (90% avec traces de gestion), une grande part de forêts sous PSG (49%) et beaucoup de zones sous protection forte (1%). L'accessibilité physique y est actuellement très facile avec un potentiel d'amélioration de cette dernière plutôt faible (cf. tâche 5). Les reboisements prévus concernent une surface faible (environ 2 000 ha, cf. tâche 3).
	Pot. d'évol. de l'intensité de gestion :	

Résultats principaux de récolte sur la strate selon les scénarios de gestion à l'horizon 2050		≈ Actuel*	Transcription des hypothèses de potentiel d'évolution de la gestion, et taux de prélèvement moyen sur la période 2020-2050 pour les différents scénarios :					
			A1_R1_C2	A2_R1_C2	A3_R1_C2	B1_R1_C2	B2_R1_C2	B3_R1_C2
	Taux de prélèvement	75%	80%	93%	107%	100%	111%	116%
	Coupes sanit. et de rebois.		<i>à la place des coupes norm.</i>	<i>à la place des coupes norm.</i>	<i>selon les périodes</i>	<i>selon les périodes</i>	<i>en plus des coupes norm.</i>	<i>en plus des coupes norm.</i>
	Evol. surface gérée		↘ surface en gestion	↘ surface en gestion	↗ surface en gestion	surface en gestion ≈ actu	↗ surface en gestion	↗ surface en gestion
	Evol. Intens. gestion		<i>Dexp +5 cm & intens. -2,5%</i>	<i>Dexp actu & intens. actu</i>	<i>Dexp actu & intens. actu</i>	<i>Dexp actu & intens. actu</i>	<i>Dexp actu & intens. actu</i>	<i>Dexp actu & intens. actu</i>
	Disponibilités et niveaux de gestion projetés sur la période 2020-2050 pour les différents scénarios :							
	Part moy. par niveau de gest. (en % de la surf. hors rebois.)	16 %	7 %	11 %	23 %	16 %	23 %	29 %
		73 %	62 %	72 %	69 %	74 %	71 %	66 %
		10 %	31 %	17 %	8 %	10 %	6 %	5 %
<small>* Calculé à partir d'un scénario d'application de la gestion actuelle, sans effets de climat sur la première période de projection (≈ à la récolte actuelle)</small>								

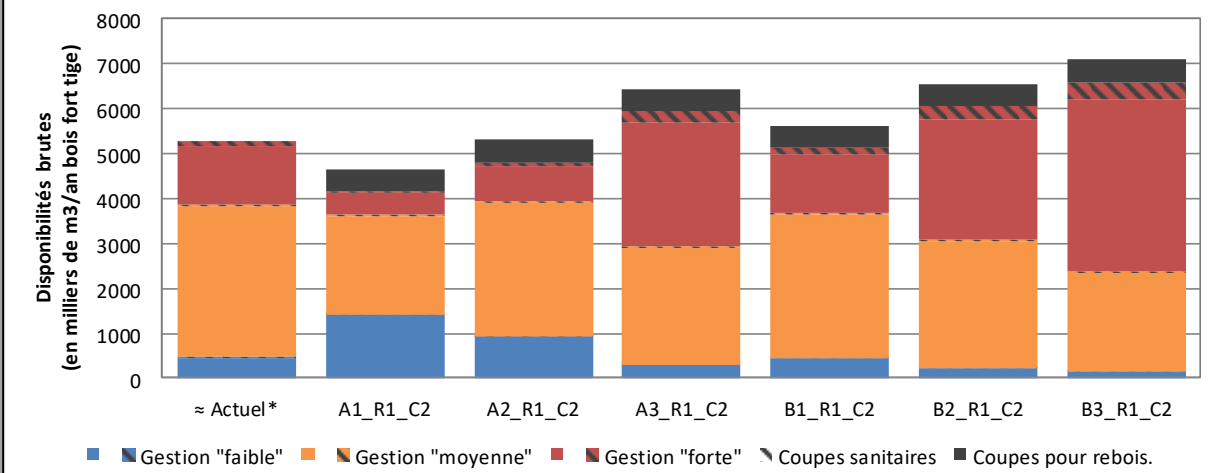
Feuillus - Forêts privées - GRECO B

Description de la ressource actuelle de la strate (année moyenne IFN 2020)	Surface forestière : 2 131 000 ha (+178 milliers d'ha en 10 ans)	Répartition du volume actuel par essence
	Volume sur pied : 393 000 milliers de m3 bois fort tige soit 184 m3/ha (+11 m3/ha en 10 ans)	

Hypothèses sur le potentiel d'évolution de la gestion	Pot. d'évol. des surfaces en gestion :	Strate à potentiel d'évolution de la gestion plutôt fort, avec une part de surfaces actuellement gérées très élevée (86% avec traces de gestion), une grande part de forêts sous PSG (43%) et beaucoup de zones sous protection forte (1%). L'accessibilité physique y est actuellement très facile avec un potentiel d'amélioration de cette dernière plutôt faible (cf. tâche 5). Les reboisements prévus concernent une surface faible (environ 91 000 ha, cf. tâche 3).
	Pot. d'évol. de l'intensité de gestion :	

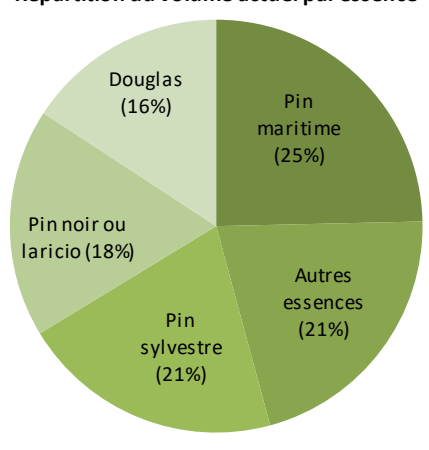
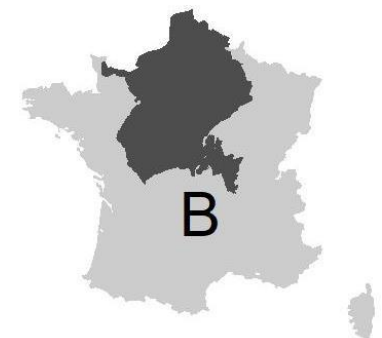
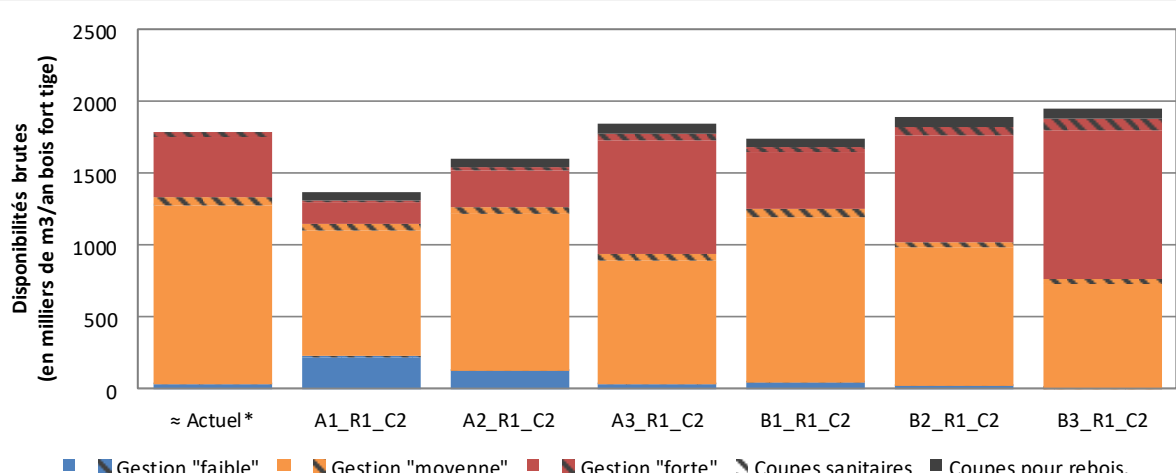
Résultats principaux de récolte sur la strate selon les scénarios de gestion à l'horizon 2050		≈ Actuel*	Transcription des hypothèses de potentiel d'évolution de la gestion, et taux de prélèvement moyen sur la période 2020-2050 pour les différents scénarios :					
			A1_R1_C2	A2_R1_C2	A3_R1_C2	B1_R1_C2	B2_R1_C2	B3_R1_C2
	Taux de prélèvement	59%	80%	91%	107%	99%	111%	117%
	Coupes sanit. et de rebois.		<i>à la place des coupes norm.</i>	<i>à la place des coupes norm.</i>	<i>selon les périodes</i>	<i>selon les périodes</i>	<i>en plus des coupes norm.</i>	<i>en plus des coupes norm.</i>
	Evol. surface gérée		↘ surface en gestion	↘ surface en gestion	↗ surface en gestion	surface en gestion ≈ actu	↗ surface en gestion	↗ surface en gestion
	Evol. Intens. gestion		Dexp +5 cm & intens. -2,5%	Dexp actu & intens. actu	Dexp actu & intens. actu	Dexp actu & intens. actu	Dexp actu & intens. actu	Dexp actu & intens. actu

Disponibilités et niveaux de gestion projetés sur la période 2020-2050 pour les différents scénarios :							
Part moy. par niveau de gest. (en % de la surf. hors rebois.)	21 %	8 %	11 %	34 %	21 %	34 %	46 %
	64 %	48 %	59 %	53 %	64 %	57 %	47 %
	15 %	44 %	30 %	12 %	15 %	9 %	7 %



* Calculé à partir d'un scénario d'application de la gestion actuelle, sans effets de climat sur la première période de projection (≈ à la récolte actuelle)

Résineux - Forêts privées - GRECO B

Description de la ressource actuelle de la strate (année moyenne IFN 2020)	Surface forestière : 295 000 ha (+12 milliers d'ha en 10 ans)	Répartition du volume actuel par essence 						
	Volume sur pied : 64 000 milliers de m3 bois fort tige soit 216 m3/ha (+13 m3/ha en 10 ans)							
								
Hypothèses sur le potentiel d'évolution de la gestion	Pot. d'évol. des surfaces en gestion : <b style="color: orange;">Fort	Strate à potentiel d'évolution de la gestion plutôt fort, avec une part de surfaces actuellement gérées très élevée (93% avec traces de gestion), une grande part de forêts sous PSG (60%) et beaucoup de zones sous protection forte (1%). L'accessibilité physique y est actuellement très facile avec un potentiel d'amélioration de cette dernière plutôt faible (cf. tâche 5). Les reboisements prévus concernent une surface faible (environ 10 000 ha, cf. tâche 3).						
	Pot. d'évol. de l'intensité de gestion : <b style="color: green;">Moyen							
Résultats principaux de récolte sur la strate selon les scénarios de gestion à l'horizon 2050	≈ Actuel*	Transcription des hypothèses de potentiel d'évolution de la gestion, et taux de prélèvement moyen sur la période 2020-2050 pour les différents scénarios :						
		A1_R1_C2	A2_R1_C2	A3_R1_C2	B1_R1_C2	B2_R1_C2	B3_R1_C2	
	Taux de prélèvement	90%	92%	112%	131%	125%	140%	
	Coupes sanit. et de rebois.	<i>à la place des coupes norm.</i>	<i>à la place des coupes norm.</i>	<i>selon les périodes</i>	<i>selon les périodes</i>	<i>en plus des coupes norm.</i>	<i>en plus des coupes norm.</i>	
	Evol. surface gérée	↘↘ surface en gestion	↘ surface en gestion	↗ surface en gestion	surface en gestion ≈ actu	↗ surface en gestion	↗↗ surface en gestion	
	Evol. Intens. gestion	<i>Dexp +5 cm & intens. -2,5%</i>	<i>Dexp actu & intens. actu</i>	<i>Dexp actu & intens. actu</i>	<i>Dexp actu & intens. actu</i>	<i>Dexp actu & intens. actu</i>	<i>Dexp actu & intens. actu</i>	
	Disponibilités et niveaux de gestion projetés sur la période 2020-2050 pour les différents scénarios :							
	Part moy. par niveau de gest. (en % de la surf. hors rebois.)	23 %	8 %	13 %	36 %	23 %	36 %	48 %
		69 %	53 %	65 %	56 %	69 %	59 %	49 %
		8 %	39 %	23 %	8 %	8 %	5 %	4 %
Disponibilités brutes (en milliers de m3/an bois fort tige)								
	≈ Actuel*	A1_R1_C2	A2_R1_C2	A3_R1_C2	B1_R1_C2	B2_R1_C2	B3_R1_C2	
	■ Gestion "faible"	■ Gestion "moyenne"	■ Gestion "forte"	▨ Coupes sanitaires	■ Coupes pour rebois.			
* Calculé à partir d'un scénario d'application de la gestion actuelle, sans effets de climat sur la première période de projection (≈ à la récolte actuelle)								

Feuillus - Forêts privées - GRECO C

Description de la ressource actuelle de la strate (année moyenne IFN 2020)	Surface forestière : 971 000 ha (+66 milliers d'ha en 10 ans)		Répartition du volume actuel par essence 					
	Volume sur pied : 180 000 milliers de m3 bois fort tige soit 186 m3/ha (+6 m3/ha en 10 ans)							
Hypothèses sur le potentiel d'évolution de la gestion	Pot. d'évol. des surfaces en gestion : Fort	Strate à potentiel d'évolution de la gestion plutôt fort, avec une part de surfaces actuellement gérées très élevée (80% avec traces de gestion), une grande part de forêts sous PSG (27%) et beaucoup de zones sous protection forte (1%). L'accessibilité physique y est actuellement très facile avec un potentiel d'amélioration de cette dernière plutôt faible (cf. tâche 5). Les reboisements prévus concernent une surface faible (environ 45 000 ha, cf. tâche 3).						
	Pot. d'évol. de l'intensité de gestion : Moyen							
Résultats principaux de récolte sur la strate selon les scénarios de gestion à l'horizon 2050	≈ Actuel*		Transcription des hypothèses de potentiel d'évolution de la gestion, et taux de prélèvement moyen sur la période 2020-2050 pour les différents scénarios :					
			A1_R1_C2	A2_R1_C2	A3_R1_C2	B1_R1_C2	B2_R1_C2	B3_R1_C2
	Taux de prélèvement	67%	73%	86%	109%	97%	114%	122%
	Coupes sanit. et de rebois.		<i>à la place des coupes norm.</i>	<i>à la place des coupes norm.</i>	<i>selon les périodes</i>	<i>selon les périodes</i>	<i>en plus des coupes norm.</i>	<i>en plus des coupes norm.</i>
	Evol. surface gérée		↘↘ surface en gestion	↘ surface en gestion	↗ surface en gestion	surface en gestion ≈ actu	↗ surface en gestion	↗↗ surface en gestion
	Evol. Intens. gestion		<i>Dexp +5 cm & intens. -2,5%</i>	<i>Dexp actu & intens. actu</i>	<i>Dexp actu & intens. actu</i>	<i>Dexp actu & intens. actu</i>	<i>Dexp actu & intens. actu</i>	<i>Dexp actu & intens. actu</i>
	Disponibilités et niveaux de gestion projetés sur la période 2020-2050 pour les différents scénarios :							
	Part moy. par niveau de gest. (en % de la surf. hors rebois.)	20 %	8 %	11 %	33 %	20 %	33 %	45 %
		59 %	42 %	53 %	51 %	59 %	55 %	45 %
		21 %	50 %	36 %	16 %	21 %	12 %	11 %
Disponibilités brutes (en milliers de m3/an bois fort tige)								
	≈ Actuel*	A1_R1_C2	A2_R1_C2	A3_R1_C2	B1_R1_C2	B2_R1_C2	B3_R1_C2	
	■ Gestion "faible" ■ Gestion "moyenne" ■ Gestion "forte" ■ Coupes sanitaires ■ Coupes pour rebois.							
* Calculé à partir d'un scénario d'application de la gestion actuelle, sans effets de climat sur la première période de projection (≈ à la récolte actuelle)								

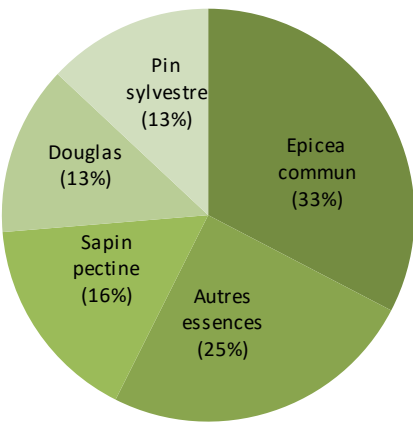

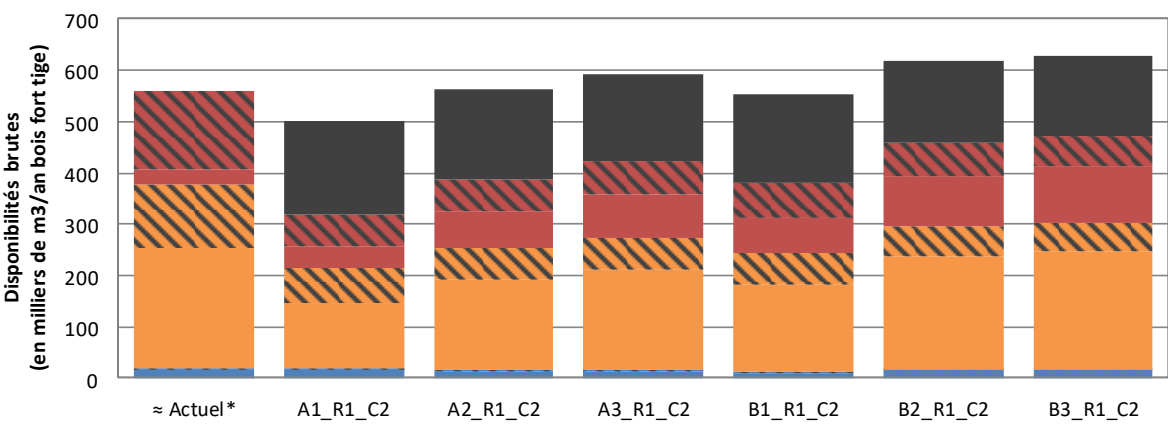
Résineux - Forêts privées - GRECO C

Description de la ressource actuelle de la strate (année moyenne IFN 2020)	Surface forestière : 121 000 ha (-15 milliers d'ha en 10 ans)	<p style="margin: 0;">Répartition du volume actuel par essence</p>						
	Volume sur pied : 30 000 milliers de m3 bois fort tige soit 253 m3/ha (+5 m3/ha en 10 ans)							
Hypothèses sur le potentiel d'évolution de la gestion	Pot. d'évol. des surfaces en gestion : Moyen	Strate à potentiel d'évolution de la gestion plutôt moyen, avec une part de surfaces actuellement gérées très élevée (91% avec traces de gestion), une grande part de forêts sous PSG (47%) et beaucoup de zones sous protection forte (2%). L'accessibilité physique y est actuellement très facile avec un potentiel d'amélioration de cette dernière plutôt moyen (cf. tâche 5). Les reboisements prévus concernent une surface importante (environ 26 000 ha, cf. tâche 3).						
	Pot. d'évol. de l'intensité de gestion : Moyen							
Résultats principaux de récolte sur la strate selon les scénarios de gestion à l'horizon 2050	≈ Actuel*	Transcription des hypothèses de potentiel d'évolution de la gestion, et taux de prélèvement moyen sur la période 2020-2050 pour les différents scénarios :						
	Taux de prélèvement	121%	A1_R1_C2 149%	A2_R1_C2 172%	A3_R1_C2 190%	B1_R1_C2 178%	B2_R1_C2 201%	B3_R1_C2 210%
	Coupes sanit. et de rebois.		<i>à la place des coupes norm.</i>	<i>à la place des coupes norm.</i>	<i>selon les périodes</i>	<i>selon les périodes</i>	<i>en plus des coupes norm.</i>	<i>en plus des coupes norm.</i>
	Evol. surface gérée		↘ surface en gestion	↘ surface en gestion	↗ surface en gestion	surface en gestion ≈ actu	↗ surface en gestion	↗ surface en gestion
	Evol. Intens. gestion		<i>Dexp +5 cm & intens. -2,5%</i>	<i>Dexp actu & intens. actu</i>	<i>Dexp actu & intens. actu</i>	<i>Dexp actu & intens. actu</i>	<i>Dexp actu & intens. actu</i>	<i>Dexp actu & intens. actu</i>
	Disponibilités et niveaux de gestion projetés sur la période 2020-2050 pour les différents scénarios :		23 %	12 %	17 %	27 %	23 %	27 %
Part moy. par niveau de gest. (en % de la surf. hors rebois.)		66 %	55 %	64 %	64 %	66 %	66 %	61 %
10 %		32 %	19 %	9 %	11 %	7 %	6 %	
Disponibilités brutes (en milliers de m3/an bois fort tige)		≈ Actuel*	A1_R1_C2	A2_R1_C2	A3_R1_C2	B1_R1_C2	B2_R1_C2	B3_R1_C2
900								
0		■ Gestion "faible"	■ Gestion "moyenne"	■ Gestion "forte"	▨ Coupes sanitaires	■ Coupes pour rebois.		
* Calculé à partir d'un scénario d'application de la gestion actuelle, sans effets de climat sur la première période de projection (≈ à la récolte actuelle)								

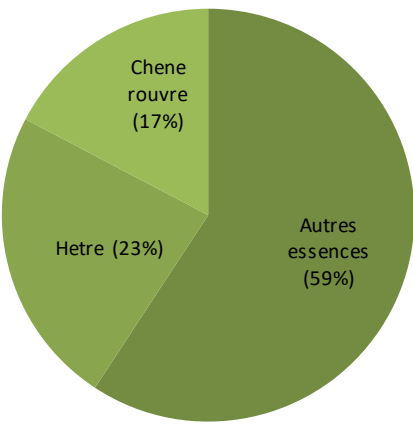

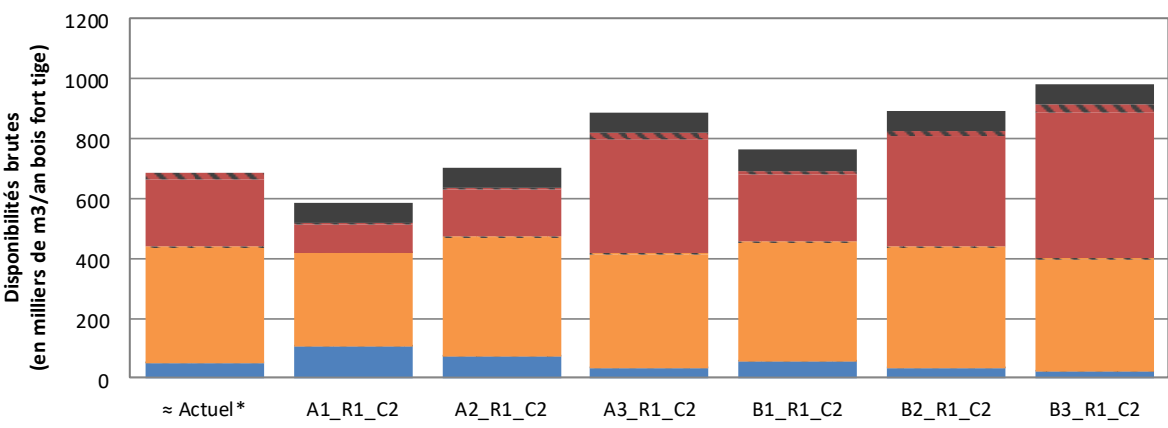
Feuillus - Forêts publiques - GRECO C

Description de la ressource actuelle de la strate (année moyenne IFN 2020)	Surface forestière : 1 039 000 ha (+24 milliers d'ha en 10 ans)	Répartition du volume actuel par essence 						
	Volume sur pied : 183 000 milliers de m3 bois fort tige soit 176 m3/ha (+14 m3/ha en 10 ans)							
Hypothèses sur le potentiel d'évolution de la gestion	Pot. d'évol. des surfaces en gestion : Faible	Strate à potentiel d'évolution de la gestion plutôt faible, avec une part de surfaces actuellement gérées très élevée (98% avec traces de gestion), une petite part de forêts domaniales (26%) et beaucoup de zones sous protection forte ou hors sylviculture (9%). L'accessibilité physique y est actuellement très facile avec un potentiel d'amélioration de cette dernière plutôt faible (cf. tâche 5). Les reboisements prévus concernent une surface faible (environ 21 000 ha, cf. tâche 3).						
	Pot. d'évol. de l'intensité de gestion : Moyen							
Résultats principaux de récolte sur la strate selon les scénarios de gestion à l'horizon 2050	≈ Actuel*	Transcription des hypothèses de potentiel d'évolution de la gestion, et taux de prélèvement moyen sur la période 2020-2050 pour les différents scénarios :						
	Taux de prélèvement	71%	A1_R1_C2 80%	A2_R1_C2 86%	A3_R1_C2 91%	B1_R1_C2 89%	B2_R1_C2 94%	B3_R1_C2 96%
	Coupes sanit. et de rebois.		<i>à la place des coupes norm.</i>	<i>à la place des coupes norm.</i>	<i>selon les périodes</i>	<i>selon les périodes</i>	<i>en plus des coupes norm.</i>	<i>en plus des coupes norm.</i>
	Evol. surface gérée		<i>surface en gestion ≈ actu</i>	<i>surface en gestion ≈ actu</i>	<i>surface en gestion ≈ actu</i>	<i>surface en gestion ≈ actu</i>	<i>surface en gestion ≈ actu</i>	<i>surface en gestion ≈ actu</i>
	Evol. Intens. gestion		<i>Dexp +5 cm & intens. -2,5%</i>	<i>Dexp actu & intens. actu</i>	<i>Dexp actu & intens. actu</i>	<i>Dexp actu & intens. actu</i>	<i>Dexp actu & intens. actu</i>	<i>Dexp actu & intens. actu</i>
	Disponibilités et niveaux de gestion projetés sur la période 2020-2050 pour les différents scénarios :							
Part moy. par niveau de gest. (en % de la surf. hors rebois.)	33 %	30 %	32 %	33 %	33 %	33 %	34 %	
	57 %	57 %	57 %	57 %	57 %	57 %	57 %	
	10 %	13 %	11 %	10 %	10 %	10 %	10 %	
Disponibilités brutes (en milliers de m3/an bois fort tige)		≈ Actuel*	A1_R1_C2	A2_R1_C2	A3_R1_C2	B1_R1_C2	B2_R1_C2	B3_R1_C2
		■ Gestion "faible" ■ Gestion "moyenne" ■ Gestion "forte" Coupes sanitaires Coupes pour rebois.						
* Calculé à partir d'un scénario d'application de la gestion actuelle, sans effets de climat sur la première période de projection (≈ à la récolte actuelle)								

Résineux - Forêts publiques - GRECO C

Description de la ressource actuelle de la strate (année moyenne IFN 2020)	Surface forestière : 78 000 ha (-6 milliers d'ha en 10 ans)	Répartition du volume actuel par essence 						
	Volume sur pied : 21 000 milliers de m3 bois fort tige soit 265 m3/ha (+40 m3/ha en 10 ans)							
								
Hypothèses sur le potentiel d'évolution de la gestion	Pot. d'évol. des surfaces en gestion : Faible	Strate à potentiel d'évolution de la gestion plutôt faible, avec une part de surfaces actuellement gérées très élevée (99% avec traces de gestion), une petite part de forêts domaniales (36%) et peu de zones sous protection forte ou hors sylviculture (6%). L'accessibilité physique y est actuellement très facile avec un potentiel d'amélioration de cette dernière plutôt faible (cf. tâche 5). Les reboisements prévus concernent une surface importante (environ 23 000 ha, cf. tâche 3).						
	Pot. d'évol. de l'intensité de gestion : Faible							
Résultats principaux de récolte sur la strate selon les scénarios de gestion à l'horizon 2050	≈ Actuel*	Transcription des hypothèses de potentiel d'évolution de la gestion, et taux de prélèvement moyen sur la période 2020-2050 pour les différents scénarios :						
	Taux de prélèvement	119%	A1_R1_C2 145%	A2_R1_C2 162%	A3_R1_C2 171%	B1_R1_C2 163%	B2_R1_C2 186%	B3_R1_C2 193%
	Coupes sanit. et de rebois.		<i>à la place des coupes norm.</i>	<i>à la place des coupes norm.</i>	<i>selon les périodes</i>	<i>selon les périodes</i>	<i>en plus des coupes norm.</i>	<i>en plus des coupes norm.</i>
	Evol. surface gérée		<i>surface en gestion ≈ actu</i>	<i>surface en gestion ≈ actu</i>	<i>surface en gestion ≈ actu</i>	<i>surface en gestion ≈ actu</i>	<i>surface en gestion ≈ actu</i>	<i>surface en gestion ≈ actu</i>
	Evol. Intens. gestion		<i>Dexp actu & intens. actu</i>	<i>Dexp actu & intens. actu</i>	<i>Dexp actu & intens. actu</i>	<i>Dexp actu & intens. actu</i>	<i>Dexp actu & intens. actu</i>	<i>Dexp actu & intens. actu</i>
	Disponibilités et niveaux de gestion projetés sur la période 2020-2050 pour les différents scénarios :							
	Part moy. par niveau de gest. (en % de la surf. hors rebois.)	30 %	27 %	29 %	30 %	30 %	30 %	31 %
		64 %	63 %	63 %	63 %	63 %	63 %	62 %
		6 %	10 %	8 %	7 %	7 %	7 %	7 %
	Disponibilités brutes (en milliers de m3/an bois fort tige)		≈ Actuel*	A1_R1_C2	A2_R1_C2	A3_R1_C2	B1_R1_C2	B2_R1_C2
								
		■ Gestion "faible" ■ Gestion "moyenne" ■ Gestion "forte" ▨ Coupes sanitaires ■ Coupes pour rebois.						
* Calculé à partir d'un scénario d'application de la gestion actuelle, sans effets de climat sur la première période de projection (≈ à la récolte actuelle)								

Feuillus - Forêts privées - GRECO D&E

Description de la ressource actuelle de la strate (année moyenne IFN 2020)	Surface forestière : 307 000 ha (+18 milliers d'ha en 10 ans)	Répartition du volume actuel par essence 						
	Volume sur pied : 62 000 milliers de m3 bois fort tige soit 201 m3/ha (+14 m3/ha en 10 ans)							
								
Hypothèses sur le potentiel d'évolution de la gestion	Pot. d'évol. des surfaces en gestion : Moyen	Strate à potentiel d'évolution de la gestion plutôt moyen, avec une part de surfaces actuellement gérées assez élevée (74% avec traces de gestion), une petite part de forêts sous PSG (15%) et peu de zones sous protection forte (1%). L'accessibilité physique y est actuellement très facile avec un potentiel d'amélioration de cette dernière plutôt moyen (cf. tâche 5). Les reboisements prévus concernent une surface faible (environ 10 000 ha, cf. tâche 3).						
	Pot. d'évol. de l'intensité de gestion : Moyen							
Résultats principaux de récolte sur la strate selon les scénarios de gestion à l'horizon 2050	≈ Actuel*	Transcription des hypothèses de potentiel d'évolution de la gestion, et taux de prélèvement moyen sur la période 2020-2050 pour les différents scénarios :						
		A1_R1_C2	A2_R1_C2	A3_R1_C2	B1_R1_C2	B2_R1_C2	B3_R1_C2	
	Taux de prélèvement	57%	51%	63%	79%	70%	82%	90%
	Coupes sanit. et de rebois.	<i>à la place des coupes norm.</i>	<i>à la place des coupes norm.</i>	<i>selon les périodes</i>	<i>selon les périodes</i>	<i>en plus des coupes norm.</i>	<i>en plus des coupes norm.</i>	<i>en plus des coupes norm.</i>
	Evol. surface gérée	<i>↘ surface en gestion</i>	<i>↘ surface en gestion</i>	<i>↗ surface en gestion</i>	<i>surface en gestion ≈ actu</i>	<i>↗ surface en gestion</i>	<i>↗ surface en gestion</i>	<i>↗ surface en gestion</i>
	Evol. Intens. gestion	<i>Dexp +5 cm & intens. -2,5%</i>	<i>Dexp actu & intens. actu</i>	<i>Dexp actu & intens. actu</i>	<i>Dexp actu & intens. actu</i>	<i>Dexp actu & intens. actu</i>	<i>Dexp actu & intens. actu</i>	<i>Dexp actu & intens. actu</i>
	Disponibilités et niveaux de gestion projetés sur la période 2020-2050 pour les différents scénarios :							
	Part moy. par niveau de gest. (en % de la surf. hors rebois.)	19 %	8 %	13 %	25 %	19 %	25 %	32 %
		55 %	47 %	54 %	55 %	55 %	55 %	53 %
		26 %	46 %	34 %	20 %	26 %	20 %	15 %
Disponibilités brutes (en milliers de m3/an bois fort tige)								
	≈ Actuel*	A1_R1_C2	A2_R1_C2	A3_R1_C2	B1_R1_C2	B2_R1_C2	B3_R1_C2	
	■	■	■	■	■	■	■	
	■	■	■	■	■	■	■	
	■	■	■	■	■	■	■	
	■	■	■	■	■	■	■	
	■	■	■	■	■	■	■	
* Calculé à partir d'un scénario d'application de la gestion actuelle, sans effets de climat sur la première période de projection (≈ à la récolte actuelle)								

Résineux - Forêts privées - GRECO D&E

Description de la ressource actuelle de la strate (année moyenne IFN 2020)	Surface forestière : 167 000 ha <i>(-9 milliers d'ha en 10 ans)</i>	<p style="margin: 0;">Répartition du volume actuel par essence</p>						
	Volume sur pied : 62 000 milliers de m3 bois fort tige soit 367 m3/ha <i>(+14 m3/ha en 10 ans)</i>							
Hypothèses sur le potentiel d'évolution de la gestion	Pot. d'évol. des surfaces en gestion : Faible	Strate à potentiel d'évolution de la gestion plutôt faible, avec une part de surfaces actuellement gérées très élevée (95% avec traces de gestion), une grande part de forêts sous PSG (35%) et beaucoup de zones sous protection forte (1%). L'accessibilité physique y est actuellement très facile avec un potentiel d'amélioration de cette dernière plutôt forte (cf. tâche 5). Les reboisements prévus concernent une surface importante (environ 40 000 ha, cf. tâche 3).						
	Pot. d'évol. de l'intensité de gestion : Faible							
Résultats principaux de récolte sur la strate selon les scénarios de gestion à l'horizon 2050	≈ Actuel*	Transcription des hypothèses de potentiel d'évolution de la gestion, et taux de prélèvement moyen sur la période 2020-2050 pour les différents scénarios :						
	Taux de prélèvement	146%	A1_R1_C2 169%	A2_R1_C2 186%	A3_R1_C2 194%	B1_R1_C2 185%	B2_R1_C2 205%	B3_R1_C2 211%
	Coupes sanit. et de rebois.		<i>à la place des coupes norm.</i>	<i>à la place des coupes norm.</i>	<i>selon les périodes</i>	<i>selon les périodes</i>	<i>en plus des coupes norm.</i>	<i>en plus des coupes norm.</i>
	Evol. surface gérée		<i>surface en gestion ≈ actu</i>	<i>surface en gestion ≈ actu</i>	<i>surface en gestion ≈ actu</i>	<i>surface en gestion ≈ actu</i>	<i>surface en gestion ≈ actu</i>	<i>surface en gestion ≈ actu</i>
	Evol. Intens. gestion		<i>Dexp actu & intens. actu</i>	<i>Dexp actu & intens. actu</i>	<i>Dexp actu & intens. actu</i>	<i>Dexp actu & intens. actu</i>	<i>Dexp actu & intens. actu</i>	<i>Dexp actu & intens. actu</i>
	Disponibilités et niveaux de gestion projetés sur la période 2020-2050 pour les différents scénarios :	Part moy. par niveau de gest. (en % de la surf. hors rebois.)	39 % 55 % 6 %	35 % 55 % 10 %	37 % 56 % 8 %	38 % 56 % 6 %	37 % 56 % 7 %	38 % 56 % 6 %
Disponibilités brutes (en milliers de m3/an bois fort tige)		≈ Actuel*	A1_R1_C2	A2_R1_C2	A3_R1_C2	B1_R1_C2	B2_R1_C2	B3_R1_C2
		■ Gestion "faible" ■ Gestion "moyenne" ■ Gestion "forte" Coupes sanitaires Coupes pour rebois.						
		* Calculé à partir d'un scénario d'application de la gestion actuelle, sans effets de climat sur la première période de projection (≈ à la récolte actuelle)						

Feuillus - Forêts publiques - GRECO D&E

Description de la ressource actuelle de la strate (année moyenne IFN 2020)	Surface forestière : 318 000 ha (+18 milliers d'ha en 10 ans)	Répartition du volume actuel par essence 						
	Volume sur pied : 71 000 milliers de m3 bois fort tige soit 222 m3/ha (+16 m3/ha en 10 ans)							
Hypothèses sur le potentiel d'évolution de la gestion	Pot. d'évol. des surfaces en gestion : <b style="color: blue;">Faible	Strate à potentiel d'évolution de la gestion plutôt faible, avec une part de surfaces actuellement gérées très élevée (94% avec traces de gestion), une petite part de forêts domaniales (24%) et beaucoup de zones sous protection forte ou hors sylviculture (8%). L'accessibilité physique y est actuellement très facile avec un potentiel d'amélioration de cette dernière plutôt moyen (cf. tâche 5). Les reboisements prévus concernent une surface faible (environ 11 000 ha, cf. tâche 3).						
	Pot. d'évol. de l'intensité de gestion : <b style="color: green;">Moyen							
Résultats principaux de récolte sur la strate selon les scénarios de gestion à l'horizon 2050	≈ Actuel*	Transcription des hypothèses de potentiel d'évolution de la gestion, et taux de prélèvement moyen sur la période 2020-2050 pour les différents scénarios :						
	Taux de prélèvement	86%	86%	94%	100%	98%	104%	108%
	Coupes sanit. et de rebois.		<i>à la place des coupes norm.</i>	<i>à la place des coupes norm.</i>	<i>selon les périodes</i>	<i>selon les périodes</i>	<i>en plus des coupes norm.</i>	<i>en plus des coupes norm.</i>
	Evol. surface gérée		<i>surface en gestion ≈ actu</i>	<i>surface en gestion ≈ actu</i>	<i>surface en gestion ≈ actu</i>	<i>surface en gestion ≈ actu</i>	<i>surface en gestion ≈ actu</i>	<i>surface en gestion ≈ actu</i>
	Evol. Intens. gestion		<i>Dexp +5 cm & intens. -2,5%</i>	<i>Dexp actu & intens. actu</i>	<i>Dexp actu & intens. actu</i>	<i>Dexp actu & intens. actu</i>	<i>Dexp actu & intens. actu</i>	<i>Dexp actu & intens. actu</i>
	Disponibilités et niveaux de gestion projetés sur la période 2020-2050 pour les différents scénarios :							
	Part moy. par niveau de gest. (en % de la surf. hors rebois.)	40 %	38 %	40 %	41 %	40 %	41 %	42 %
		48 %	47 %	47 %	47 %	47 %	47 %	47 %
		12 %	15 %	13 %	12 %	12 %	12 %	11 %
	Disponibilités brutes (en milliers de m3/an bois fort tige)		≈ Actuel*	A1_R1_C2	A2_R1_C2	A3_R1_C2	B1_R1_C2	B2_R1_C2
		■ Gestion "faible" ■ Gestion "moyenne" ■ Gestion "forte" ▨ Coupes sanitaires ■ Coupes pour rebois.						
* Calculé à partir d'un scénario d'application de la gestion actuelle, sans effets de climat sur la première période de projection (≈ à la récolte actuelle)								

Résineux - Forêts publiques - GRECO D&E

Description de la ressource actuelle de la strate (année moyenne IFN 2020)	Surface forestière : 296 000 ha (-1 milliers d'ha en 10 ans)	Répartition du volume actuel par essence 						
	Volume sur pied : 102 000 milliers de m3 bois fort tige soit 343 m3/ha (+41 m3/ha en 10 ans)							
Hypothèses sur le potentiel d'évolution de la gestion	Pot. d'évol. des surfaces en gestion : Faible	Strate à potentiel d'évolution de la gestion plutôt faible, avec une part de surfaces actuellement gérées très élevée (100% avec traces de gestion), une petite part de forêts domaniales (29%) et beaucoup de zones sous protection forte ou hors sylviculture (6%). L'accessibilité physique y est actuellement très facile avec un potentiel d'amélioration de cette dernière très fort (cf. tâche 5). Les reboisements prévus concernent une surface importante (environ 44 000 ha, cf. tâche 3).						
	Pot. d'évol. de l'intensité de gestion : Faible							
Résultats principaux de récolte sur la strate selon les scénarios de gestion à l'horizon 2050	≈ Actuel*	Transcription des hypothèses de potentiel d'évolution de la gestion, et taux de prélèvement moyen sur la période 2020-2050 pour les différents scénarios :						
	Taux de prélèvement	80%	A1_R1_C2 102%	A2_R1_C2 115%	A3_R1_C2 121%	B1_R1_C2 115%	B2_R1_C2 131%	B3_R1_C2 134%
	Coupes sanit. et de rebois.		<i>à la place des coupes norm.</i>	<i>à la place des coupes norm.</i>	<i>selon les périodes</i>	<i>selon les périodes</i>	<i>en plus des coupes norm.</i>	<i>en plus des coupes norm.</i>
	Evol. surface gérée		<i>surface en gestion ≈ actu</i>	<i>surface en gestion ≈ actu</i>	<i>surface en gestion ≈ actu</i>	<i>surface en gestion ≈ actu</i>	<i>surface en gestion ≈ actu</i>	<i>surface en gestion ≈ actu</i>
	Evol. Intens. gestion		<i>Dexp actu & intens. actu</i>	<i>Dexp actu & intens. actu</i>	<i>Dexp actu & intens. actu</i>	<i>Dexp actu & intens. actu</i>	<i>Dexp actu & intens. actu</i>	<i>Dexp actu & intens. actu</i>
	Disponibilités et niveaux de gestion projetés sur la période 2020-2050 pour les différents scénarios :							
	Part moy. par niveau de gest. (en % de la surf. hors rebois.)	45 %	42 %	44 %	45 %	45 %	45 %	46 %
	(en % de la surf. hors rebois.)	49 %	49 %	49 %	48 %	49 %	49 %	48 %
	(en % de la surf. hors rebois.)	6 %	9 %	7 %	7 %	6 %	6 %	6 %
	Disponibilités brutes (en milliers de m3/an bois fort tige)		≈ Actuel*	A1_R1_C2	A2_R1_C2	A3_R1_C2	B1_R1_C2	B2_R1_C2
■ Gestion "faible" ■ Gestion "moyenne" ■ Gestion "forte" ▨ Coupes sanitaires ■ Coupes pour rebois.								
* Calculé à partir d'un scénario d'application de la gestion actuelle, sans effets de climat sur la première période de projection (≈ à la récolte actuelle)								

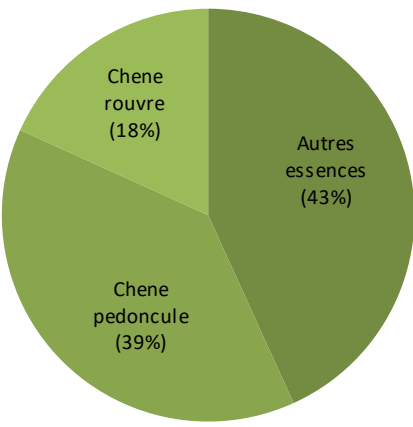
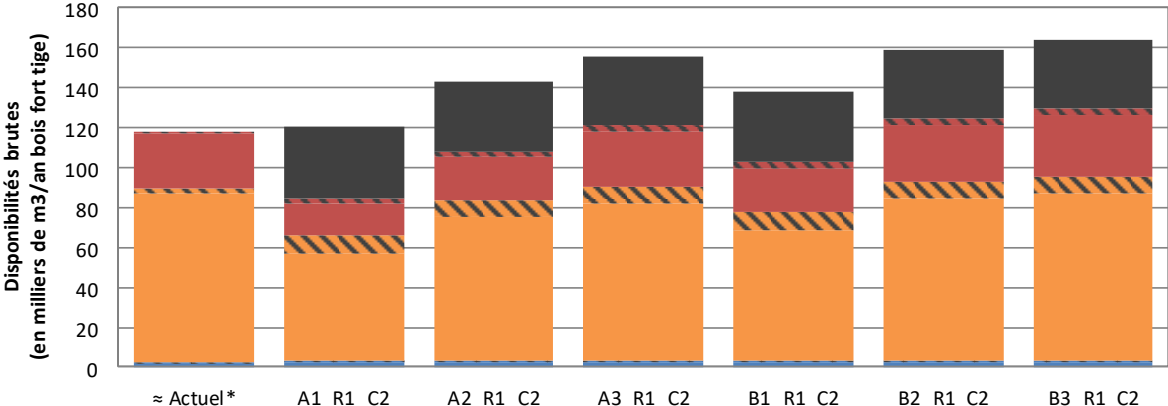
Feuillus - Forêts privées - GRECO F

Description de la ressource actuelle de la strate (année moyenne IFN 2020)	Surface forestière : 1 529 000 ha (+90 milliers d'ha en 10 ans)	Répartition du volume actuel par essence 						
	Volume sur pied : 199 000 milliers de m3 bois fort tige soit 130 m3/ha (+13 m3/ha en 10 ans)							
Hypothèses sur le potentiel d'évolution de la gestion	Pot. d'évol. des surfaces en gestion : <b style="color: orange;">Fort	Strate à potentiel d'évolution de la gestion plutôt fort, avec une part de surfaces actuellement gérées assez basse (59% avec traces de gestion), une petite part de forêts sous PSG (13%) et peu de zones sous protection forte (0%). L'accessibilité physique y est actuellement très facile avec un potentiel d'amélioration de cette dernière plutôt faible (cf. tâche 5). Les reboisements prévus concernent une surface faible (environ 84 000 ha, cf. tâche 3).						
	Pot. d'évol. de l'intensité de gestion : <b style="color: orange;">Fort							
Résultats principaux de récolte sur la strate selon les scénarios de gestion à l'horizon 2050	≈ Actuel*	Transcription des hypothèses de potentiel d'évolution de la gestion, et taux de prélèvement moyen sur la période 2020-2050 pour les différents scénarios :						
		A1_R1_C2	A2_R1_C2	A3_R1_C2	B1_R1_C2	B2_R1_C2	B3_R1_C2	
	Taux de prélèvement	42%	62%	72%	97%	79%	101%	114%
	Coupes sanit. et de rebois.	<i>à la place des coupes norm.</i>	<i>à la place des coupes norm.</i>	<i>selon les périodes</i>	<i>selon les périodes</i>	<i>en plus des coupes norm.</i>	<i>en plus des coupes norm.</i>	
	Evol. surface gérée	↘↘ surface en gestion	↘ surface en gestion	↗ surface en gestion	surface en gestion ≈ actu	↗ surface en gestion	↗↗ surface en gestion	
	Evol. Intens. gestion	<i>Dexp +5 cm & intens. -2,5%</i>	<i>Dexp actu & intens. actu</i>	<i>Dexp actu & intens. actu</i>	<i>Dexp actu & intens. actu</i>	<i>Dexp actu & intens. actu</i>	<i>Dexp +5 cm & intens. -2,5%</i>	
	Disponibilités et niveaux de gestion projetés sur la période 2020-2050 pour les différents scénarios :							
	Part moy. par niveau de gest. (en % de la surf. hors rebois.)	12 %	6 %	7 %	24 %	12 %	23 %	34 %
		47 %	29 %	38 %	46 %	47 %	49 %	44 %
		41 %	65 %	55 %	30 %	41 %	29 %	22 %
Disponibilités brutes (en milliers de m3/an bois fort tige)								
	≈ Actuel*	A1_R1_C2	A2_R1_C2	A3_R1_C2	B1_R1_C2	B2_R1_C2	B3_R1_C2	
	■ Gestion "faible"	■ Gestion "moyenne"	■ Gestion "forte"	■ Coupes sanitaires	■ Coupes pour rebois.			
* Calculé à partir d'un scénario d'application de la gestion actuelle, sans effets de climat sur la première période de projection (≈ à la récolte actuelle)								

Résineux - Forêts privées - GRECO F

Description de la ressource actuelle de la strate (année moyenne IFN 2020)	Surface forestière : 780 000 ha (-30 milliers d'ha en 10 ans)	Répartition du volume actuel par essence 						
	Volume sur pied : 92 000 milliers de m3 bois fort tige soit 117 m3/ha (+21 m3/ha en 10 ans)							
Hypothèses sur le potentiel d'évolution de la gestion	Pot. d'évol. des surfaces en gestion : Faible	Strate à potentiel d'évolution de la gestion plutôt faible, avec une part de surfaces actuellement gérées très élevée (96% avec traces de gestion), une grande part de forêts sous PSG (62%) et peu de zones sous protection forte (1%). L'accessibilité physique y est actuellement très facile avec un potentiel d'amélioration de cette dernière plutôt faible (cf. tâche 5). Les reboisements prévus concernent une surface faible (environ 7 000 ha, cf. tâche 3).						
	Pot. d'évol. de l'intensité de gestion : Faible							
Résultats principaux de récolte sur la strate selon les scénarios de gestion à l'horizon 2050	≈ Actuel*	Transcription des hypothèses de potentiel d'évolution de la gestion, et taux de prélèvement moyen sur la période 2020-2050 pour les différents scénarios :						
	Taux de prélèvement	75%	A1_R1_C2 86%	A2_R1_C2 90%	A3_R1_C2 92%	B1_R1_C2 91%	B2_R1_C2 93%	B3_R1_C2 94%
	Coupes sanit. et de rebois.		<i>à la place des coupes norm.</i>	<i>à la place des coupes norm.</i>	<i>selon les périodes</i>	<i>selon les périodes</i>	<i>en plus des coupes norm.</i>	<i>en plus des coupes norm.</i>
	Evol. surface gérée		<i>surface en gestion ≈ actu</i>	<i>surface en gestion ≈ actu</i>	<i>surface en gestion ≈ actu</i>	<i>surface en gestion ≈ actu</i>	<i>surface en gestion ≈ actu</i>	<i>surface en gestion ≈ actu</i>
	Evol. Intens. gestion		<i>Dexp actu & intens. actu</i>	<i>Dexp actu & intens. actu</i>	<i>Dexp actu & intens. actu</i>	<i>Dexp actu & intens. actu</i>	<i>Dexp actu & intens. actu</i>	<i>Dexp actu & intens. actu</i>
	Disponibilités et niveaux de gestion projetés sur la période 2020-2050 pour les différents scénarios :							
	Part moy. par niveau de gest. (en % de la surf. hors rebois.)	22 % 74 % 5 %	20 % 73 % 7 %	21 % 73 % 5 %	23 % 73 % 4 %	22 % 73 % 5 %	23 % 73 % 4 %	23 % 73 % 4 %
	Disponibilités brutes (en milliers de m3/an bois fort tige)	≈ Actuel*	A1_R1_C2	A2_R1_C2	A3_R1_C2	B1_R1_C2	B2_R1_C2	B3_R1_C2
	■ Gestion "faible" ■ Gestion "moyenne" ■ Gestion "forte" ■ Coupes sanitaires ■ Coupes pour rebois.							
* Calculé à partir d'un scénario d'application de la gestion actuelle, sans effets de climat sur la première période de projection (≈ à la récolte actuelle)								

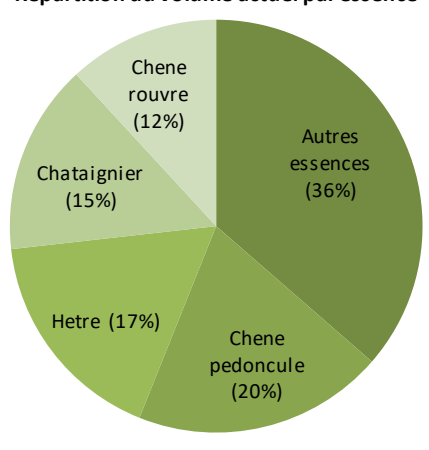
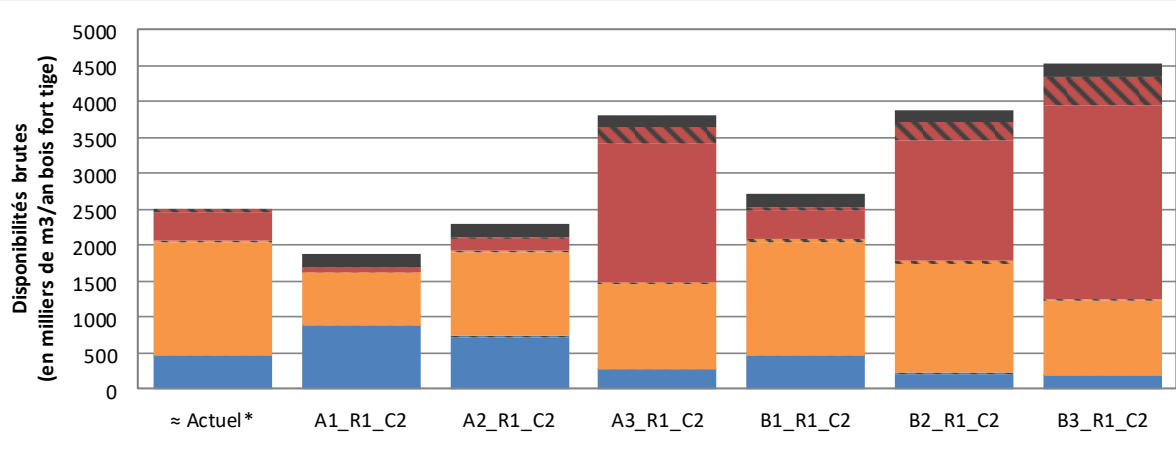
Feuillus - Forêts publiques - GRECO F

Description de la ressource actuelle de la strate (année moyenne IFN 2020)	Surface forestière : 63 000 ha (+1 milliers d'ha en 10 ans)	Répartition du volume actuel par essence 						
	Volume sur pied : 8 000 milliers de m3 bois fort tige soit 126 m3/ha (+11 m3/ha en 10 ans)							
Hypothèses sur le potentiel d'évolution de la gestion	Pot. d'évol. des surfaces en gestion : <b style="color: blue;">Faible	Strate à potentiel d'évolution de la gestion plutôt faible, avec une part de surfaces actuellement gérées très élevée (89% avec traces de gestion), une grande part de forêts domaniales (37%) et beaucoup de zones sous protection forte ou hors sylviculture (7%). L'accessibilité physique y est actuellement très facile avec un potentiel d'amélioration de cette dernière plutôt faible (cf. tâche 5). Les reboisements prévus concernent une surface importante (environ 7 000 ha, cf. tâche 3).						
	Pot. d'évol. de l'intensité de gestion : <b style="color: green;">Moyen							
Résultats principaux de récolte sur la strate selon les scénarios de gestion à l'horizon 2050	≈ Actuel*	Transcription des hypothèses de potentiel d'évolution de la gestion, et taux de prélèvement moyen sur la période 2020-2050 pour les différents scénarios :						
	Taux de prélèvement	53%	79%	93%	103%	94%	107%	112%
	Coupes sanit. et de rebois.	<i>à la place des coupes norm.</i>	<i>à la place des coupes norm.</i>	<i>selon les périodes</i>	<i>selon les périodes</i>	<i>en plus des coupes norm.</i>	<i>en plus des coupes norm.</i>	<i>en plus des coupes norm.</i>
	Evol. surface gérée	<i>surface en gestion ≈ actu</i>	<i>surface en gestion ≈ actu</i>	<i>surface en gestion ≈ actu</i>	<i>surface en gestion ≈ actu</i>	<i>surface en gestion ≈ actu</i>	<i>surface en gestion ≈ actu</i>	<i>surface en gestion ≈ actu</i>
	Evol. Intens. gestion	<i>Dexp +5 cm & intens. -2,5%</i>	<i>Dexp actu & intens. actu</i>	<i>Dexp actu & intens. actu</i>	<i>Dexp actu & intens. actu</i>	<i>Dexp actu & intens. actu</i>	<i>Dexp actu & intens. actu</i>	<i>Dexp actu & intens. actu</i>
	Disponibilités et niveaux de gestion projetés sur la période 2020-2050 pour les différents scénarios :							
	Part moy. par niveau de gest. (en % de la surf. hors rebois.)	22 %	21 %	22 %	23 %	23 %	23 %	24 %
		61 %	58 %	59 %	59 %	59 %	59 %	59 %
		17 %	21 %	19 %	18 %	18 %	18 %	17 %
	Disponibilités brutes (en milliers de m3/an bois fort tige)							
	≈ Actuel*	A1_R1_C2	A2_R1_C2	A3_R1_C2	B1_R1_C2	B2_R1_C2	B3_R1_C2	
	■ Gestion "faible"	■ Gestion "moyenne"	■ Gestion "forte"	▨ Coupes sanitaires	■ Coupes pour rebois.			
* Calculé à partir d'un scénario d'application de la gestion actuelle, sans effets de climat sur la première période de projection (≈ à la récolte actuelle)								

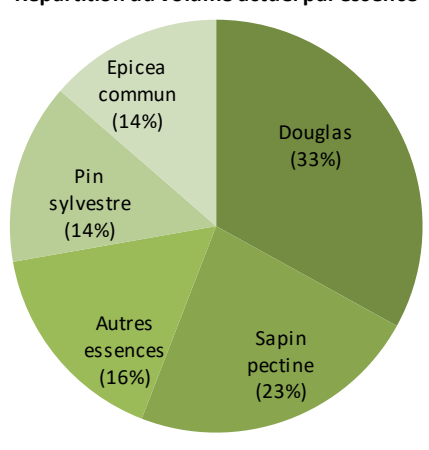

Résineux - Forêts publiques - GRECO F

Description de la ressource actuelle de la strate (année moyenne IFN 2020)	Surface forestière : 106 000 ha (+0 milliers d'ha en 10 ans)	Répartition du volume actuel par essence 						
	Volume sur pied : 14 000 milliers de m3 bois fort tige soit 127 m3/ha (+25 m3/ha en 10 ans)							
Hypothèses sur le potentiel d'évolution de la gestion	Pot. d'évol. des surfaces en gestion : Faible	Strate à potentiel d'évolution de la gestion plutôt faible, avec une part de surfaces actuellement gérées très élevée (100% avec traces de gestion), une grande part de forêts domaniales (40%) et beaucoup de zones sous protection forte ou hors sylviculture (11%). L'accessibilité physique y est actuellement très facile avec un potentiel d'amélioration de cette dernière plutôt faible (cf. tâche 5). Les reboisements prévus concernent une surface faible (environ 2 000 ha, cf. tâche 3).						
	Pot. d'évol. de l'intensité de gestion : Moyen							
Résultats principaux de récolte sur la strate selon les scénarios de gestion à l'horizon 2050	≈ Actuel*	Transcription des hypothèses de potentiel d'évolution de la gestion, et taux de prélèvement moyen sur la période 2020-2050 pour les différents scénarios :						
	Taux de prélèvement	64%	79%	84%	88%	86%	90%	91%
	Coupes sanit. et de rebois.		<i>à la place des coupes norm.</i>	<i>à la place des coupes norm.</i>	<i>selon les périodes</i>	<i>selon les périodes</i>	<i>en plus des coupes norm.</i>	<i>en plus des coupes norm.</i>
	Evol. surface gérée		<i>surface en gestion ≈ actu</i>	<i>surface en gestion ≈ actu</i>	<i>surface en gestion ≈ actu</i>	<i>surface en gestion ≈ actu</i>	<i>surface en gestion ≈ actu</i>	<i>surface en gestion ≈ actu</i>
	Evol. Intens. gestion		<i>Dexp +5 cm & intens. -2,5%</i>	<i>Dexp actu & intens. actu</i>	<i>Dexp actu & intens. actu</i>	<i>Dexp actu & intens. actu</i>	<i>Dexp actu & intens. actu</i>	<i>Dexp actu & intens. actu</i>
	Disponibilités et niveaux de gestion projetés sur la période 2020-2050 pour les différents scénarios :							
	Part moy. par niveau de gest. (en % de la surf. hors rebois.)	27 %	24 %	26 %	27 %	27 %	27 %	28 %
	(en % de la surf. hors rebois.)	62 %	62 %	61 %	61 %	62 %	61 %	61 %
	(en % de la surf. hors rebois.)	12 %	14 %	12 %	12 %	12 %	11 %	11 %
	Disponibilités brutes (en milliers de m3/an bois fort tige)		≈ Actuel*	A1_R1_C2	A2_R1_C2	A3_R1_C2	B1_R1_C2	B2_R1_C2
		■ Gestion "faible" ■ Gestion "moyenne" ■ Gestion "forte" ▨ Coupes sanitaires ■ Coupes pour rebois.						
* Calculé à partir d'un scénario d'application de la gestion actuelle, sans effets de climat sur la première période de projection (≈ à la récolte actuelle)								

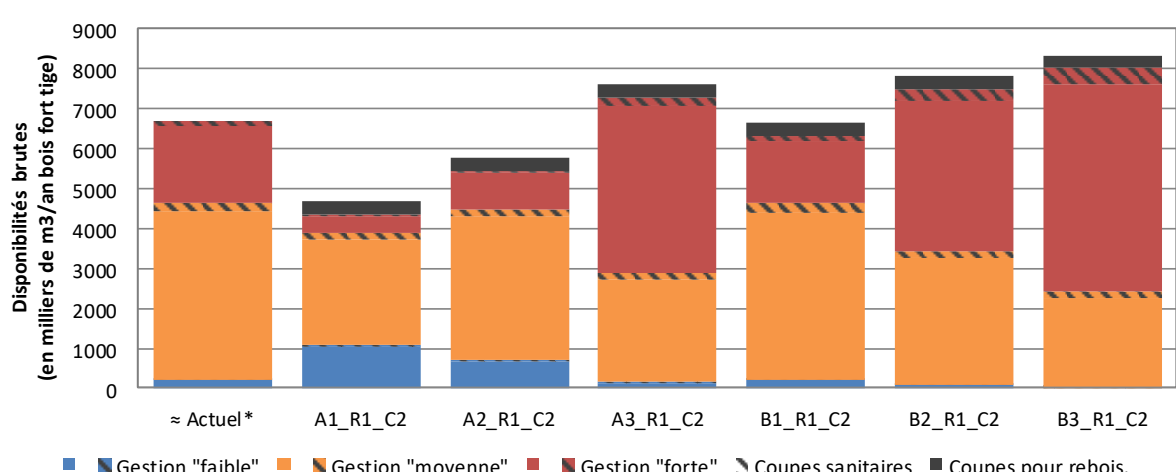
Feuillus - Forêts privées - GRECO G

Description de la ressource actuelle de la strate (année moyenne IFN 2020)	Surface forestière : 1 744 000 ha (+106 milliers d'ha en 10 ans)	Répartition du volume actuel par essence 						
	Volume sur pied : 284 000 milliers de m3 bois fort tige soit 163 m3/ha (+8 m3/ha en 10 ans)							
Hypothèses sur le potentiel d'évolution de la gestion	Pot. d'évol. des surfaces en gestion : Très fort	Strate à potentiel d'évolution de la gestion très fort, avec une part de surfaces actuellement gérées assez élevée (61% avec traces de gestion), une petite part de forêts sous PSG (10%) et peu de zones sous protection forte (1%). L'accessibilité physique y est actuellement très facile avec un potentiel d'amélioration de cette dernière plutôt forte (cf. tâche 5). Les reboisements prévus concernent une surface faible (environ 44 000 ha, cf. tâche 3).						
	Pot. d'évol. de l'intensité de gestion : Moyen							
Résultats principaux de récolte sur la strate selon les scénarios de gestion à l'horizon 2050	≈ Actuel*	Transcription des hypothèses de potentiel d'évolution de la gestion, et taux de prélèvement moyen sur la période 2020-2050 pour les différents scénarios :						
	Taux de prélèvement	42%	65%	77%	118%	99%	126%	135%
	Coupes sanit. et de rebois.		<i>à la place des coupes norm.</i>	<i>à la place des coupes norm.</i>	<i>selon les périodes</i>	<i>selon les périodes</i>	<i>en plus des coupes norm.</i>	<i>en plus des coupes norm.</i>
	Evol. surface gérée		↘↘ surface en gestion	↘ surface en gestion	↗↗ surface en gestion	surface en gestion ≈ actu	↗ surface en gestion	↗↗ surface en gestion
	Evol. Intens. gestion		<i>Dexp +5 cm & intens. -2,5%</i>	<i>Dexp actu & intens. actu</i>	<i>Dexp actu & intens. actu</i>	<i>Dexp actu & intens. actu</i>	<i>Dexp actu & intens. actu</i>	<i>Dexp actu & intens. actu</i>
	Disponibilités et niveaux de gestion projetés sur la période 2020-2050 pour les différents scénarios :							
	Part moy. par niveau de gest. (en % de la surf. hors rebois.)	10 %	4 %	5 %	30 %	10 %	28 %	43 %
		50 %	24 %	36 %	40 %	51 %	49 %	37 %
		39 %	73 %	59 %	29 %	39 %	23 %	20 %
	Disponibilités brutes (en milliers de m3/an bois fort tige)		≈ Actuel*	A1_R1_C2	A2_R1_C2	A3_R1_C2	B1_R1_C2	B2_R1_C2
								
		■ Gestion "faible" ■ Gestion "moyenne" ■ Gestion "forte" ■ Coupes sanitaires ■ Coupes pour rebois.						
* Calculé à partir d'un scénario d'application de la gestion actuelle, sans effets de climat sur la première période de projection (≈ à la récolte actuelle)								

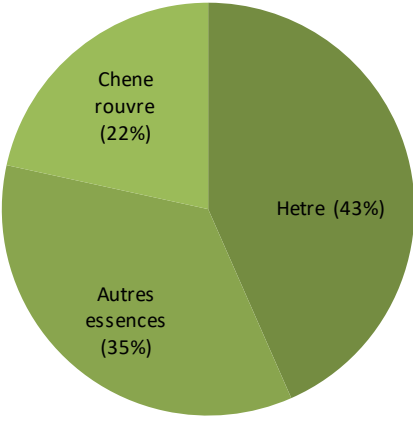
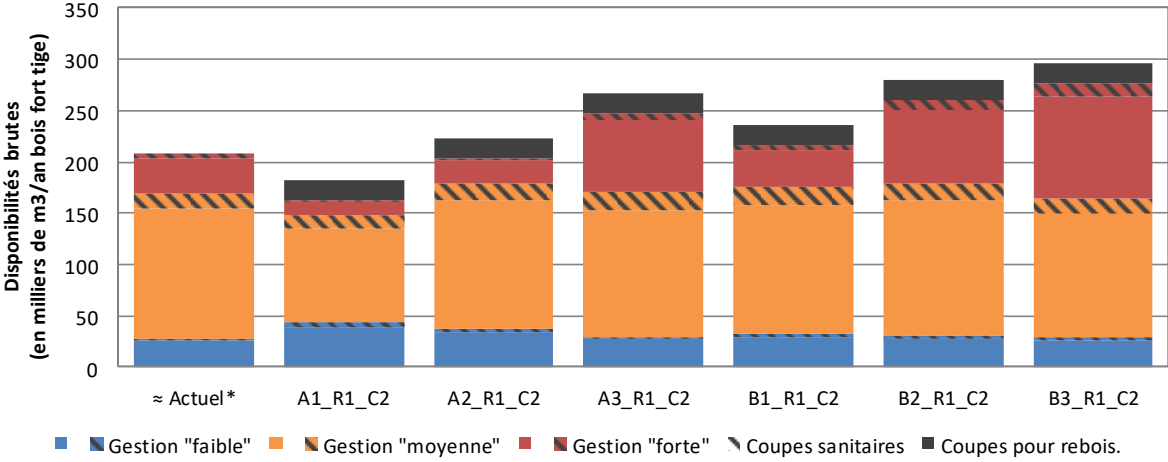
Résineux - Forêts privées - GRECO G

Description de la ressource actuelle de la strate (année moyenne IFN 2020)	Surface forestière : 797 000 ha <i>(-38 milliers d'ha en 10 ans)</i>	Répartition du volume actuel par essence 
	Volume sur pied : 236 000 milliers de m3 bois fort tige soit 296 m3/ha <i>(+40 m3/ha en 10 ans)</i>	
		

Hypothèses sur le potentiel d'évolution de la gestion	Pot. d'évol. des surfaces en gestion : Très fort	Strate à potentiel d'évolution de la gestion très fort, avec une part de surfaces actuellement gérées très élevée (86% avec traces de gestion), une grande part de forêts sous PSG (29%) et peu de zones sous protection forte (1%). L'accessibilité physique y est actuellement très facile avec un potentiel d'amélioration de cette dernière très fort (cf. tâche 5). Les reboisements prévus concernent une surface faible (environ 31 000 ha, cf. tâche 3).
	Pot. d'évol. de l'intensité de gestion : Moyen	

Résultats principaux de récolte sur la strate selon les scénarios de gestion à l'horizon 2050		≈ Actuel*	Transcription des hypothèses de potentiel d'évolution de la gestion, et taux de prélèvement moyen sur la période 2020-2050 pour les différents scénarios :					
			A1_R1_C2	A2_R1_C2	A3_R1_C2	B1_R1_C2	B2_R1_C2	B3_R1_C2
	Taux de prélèvement	97%	87%	108%	148%	130%	156%	167%
	Coupes sanit. et de rebois.		<i>à la place des coupes norm.</i>	<i>à la place des coupes norm.</i>	<i>selon les périodes</i>	<i>selon les périodes</i>	<i>en plus des coupes norm.</i>	<i>en plus des coupes norm.</i>
	Evol. surface gérée		<i>↘↘ surface en gestion</i>	<i>↘ surface en gestion</i>	<i>↗↗ surface en gestion</i>	<i>surface en gestion ≈ actu</i>	<i>↗ surface en gestion</i>	<i>↗↗ surface en gestion</i>
	Evol. Intens. gestion		<i>Dexp +5 cm & intens. -2,5%</i>	<i>Dexp actu & intens. actu</i>	<i>Dexp actu & intens. actu</i>	<i>Dexp actu & intens. actu</i>	<i>Dexp actu & intens. actu</i>	<i>Dexp actu & intens. actu</i>
	Disponibilités et niveaux de gestion projetés sur la période 2020-2050 pour les différents scénarios :							
	Part moy. par niveau de gest. (en % de la surf. hors rebois.)	20 %	5 %	9 %	38 %	19 %	37 %	52 %
		66 %	41 %	54 %	49 %	66 %	55 %	43 %
		15 %	54 %	37 %	14 %	15 %	8 %	6 %
								
<small>* Calculé à partir d'un scénario d'application de la gestion actuelle, sans effets de climat sur la première période de projection (≈ à la récolte actuelle)</small>								

Feuillus - Forêts publiques - GRECO G

Description de la ressource actuelle de la strate (année moyenne IFN 2020)	Surface forestière : 150 000 ha (+5 milliers d'ha en 10 ans)	Répartition du volume actuel par essence 						
	Volume sur pied : 27 000 milliers de m3 bois fort tige soit 182 m3/ha (+25 m3/ha en 10 ans)							
Hypothèses sur le potentiel d'évolution de la gestion	Pot. d'évol. des surfaces en gestion : Moyen	Strate à potentiel d'évolution de la gestion plutôt moyen, avec une part de surfaces actuellement gérées assez élevée (76% avec traces de gestion), une grande part de forêts domaniales (46%) et beaucoup de zones sous protection forte ou hors sylviculture (31%). L'accessibilité physique y est actuellement très facile avec un potentiel d'amélioration de cette dernière plutôt forte (cf. tâche 5). Les reboisements prévus concernent une surface faible (environ 3 000 ha, cf. tâche 3).						
	Pot. d'évol. de l'intensité de gestion : Moyen							
Résultats principaux de récolte sur la strate selon les scénarios de gestion à l'horizon 2050	≈ Actuel*	Transcription des hypothèses de potentiel d'évolution de la gestion, et taux de prélèvement moyen sur la période 2020-2050 pour les différents scénarios :						
	Taux de prélèvement	38%	45%	56%	67%	62%	72%	76%
	Coupes sanit. et de rebois.		<i>à la place des coupes norm.</i>	<i>à la place des coupes norm.</i>	<i>selon les périodes</i>	<i>selon les périodes</i>	<i>en plus des coupes norm.</i>	<i>en plus des coupes norm.</i>
	Evol. surface gérée		↘ surface en gestion	↘ surface en gestion	↗ surface en gestion	surface en gestion ≈ actu	↗ surface en gestion	↗ surface en gestion
	Evol. Intens. gestion		<i>Dexp +5 cm & intens. -2,5%</i>	<i>Dexp actu & intens. actu</i>	<i>Dexp actu & intens. actu</i>	<i>Dexp actu & intens. actu</i>	<i>Dexp actu & intens. actu</i>	<i>Dexp actu & intens. actu</i>
	Disponibilités et niveaux de gestion projetés sur la période 2020-2050 pour les différents scénarios :							
	Part moy. par niveau de gest. (en % de la surf. hors rebois.)	11 %	4 %	7 %	17 %	11 %	18 %	23 %
	51 %	42 %	49 %	46 %	50 %	47 %	43 %	
	38 %	54 %	45 %	37 %	39 %	35 %	34 %	
	Disponibilités brutes (en milliers de m3/an bois fort tige)	≈ Actuel*	A1_R1_C2	A2_R1_C2	A3_R1_C2	B1_R1_C2	B2_R1_C2	B3_R1_C2
								
■ Gestion "faible" ■ Gestion "moyenne" ■ Gestion "forte" ▨ Coupes sanitaires ■ Coupes pour rebois.								
* Calculé à partir d'un scénario d'application de la gestion actuelle, sans effets de climat sur la première période de projection (≈ à la récolte actuelle)								

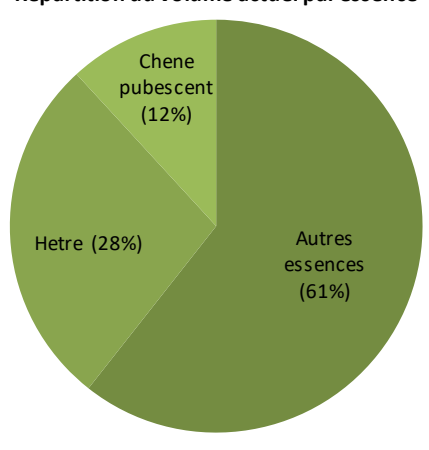
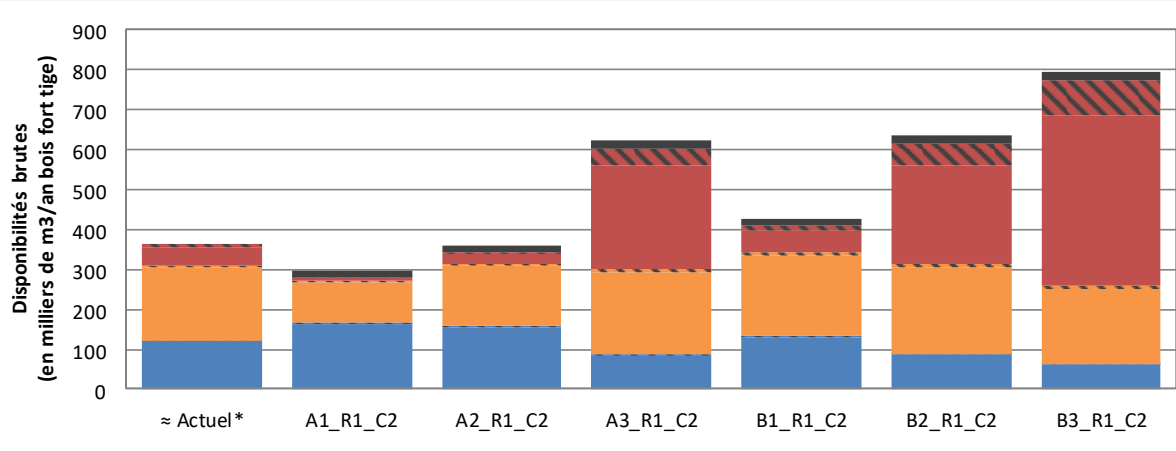
Résineux - Forêts publiques - GRECO G

Description de la ressource actuelle de la strate (année moyenne IFN 2020)	Surface forestière : 168 000 ha <i>(+1 milliers d'ha en 10 ans)</i>	Répartition du volume actuel par essence
	Volume sur pied : 45 000 milliers de m3 bois fort tige soit 266 m3/ha <i>(+24 m3/ha en 10 ans)</i>	

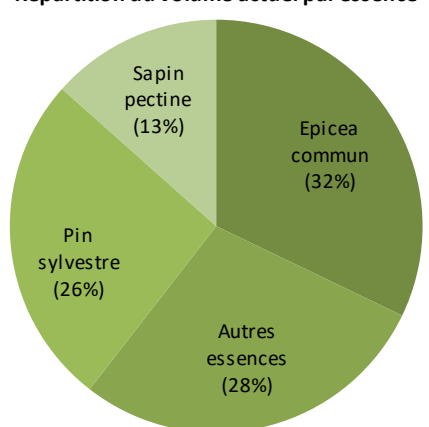

Hypothèses sur le potentiel d'évolution de la gestion	Pot. d'évol. des surfaces en gestion : Moyen	Strate à potentiel d'évolution de la gestion plutôt moyen, avec une part de surfaces actuellement gérées très élevée (91% avec traces de gestion), une grande part de forêts domaniales (40%) et beaucoup de zones sous protection forte ou hors sylviculture (19%). L'accessibilité physique y est actuellement très facile avec un potentiel d'amélioration de cette dernière très fort (cf. tâche 5). Les reboisements prévus concernent une surface faible (environ 4 000 ha, cf. tâche 3).
	Pot. d'évol. de l'intensité de gestion : Moyen	

Résultats principaux de récolte sur la strate selon les scénarios de gestion à l'horizon 2050		≈ Actuel*	Transcription des hypothèses de potentiel d'évolution de la gestion, et taux de prélèvement moyen sur la période 2020-2050 pour les différents scénarios :					
			A1_R1_C2	A2_R1_C2	A3_R1_C2	B1_R1_C2	B2_R1_C2	B3_R1_C2
	Taux de prélèvement	78%	154%	139%	146%	145%	164%	165%
	Coupes sanit. et de rebois.		<i>à la place des coupes norm.</i>	<i>à la place des coupes norm.</i>	<i>selon les périodes</i>	<i>selon les périodes</i>	<i>en plus des coupes norm.</i>	<i>en plus des coupes norm.</i>
	Evol. surface gérée		<i>↘ surface en gestion</i>	<i>↘ surface en gestion</i>	<i>↗ surface en gestion</i>	<i>surface en gestion ≈ actu</i>	<i>↗ surface en gestion</i>	<i>↗ surface en gestion</i>
	Evol. Intens. gestion		<i>Dexp +5 cm & intens. -2,5%</i>	<i>Dexp actu & intens. actu</i>	<i>Dexp actu & intens. actu</i>	<i>Dexp actu & intens. actu</i>	<i>Dexp actu & intens. actu</i>	<i>Dexp actu & intens. actu</i>
	Disponibilités et niveaux de gestion projetés sur la période 2020-2050 pour les différents scénarios :							
	Part moy. par niveau de gest. (en % de la surf. hors rebois.)	24 %	11 %	17 %	30 %	24 %	31 %	36 %
		51 %	47 %	51 %	46 %	51 %	48 %	43 %
		25 %	42 %	32 %	23 %	24 %	21 %	20 %
<p style="text-align: center;">■ Gestion "faible" ■ Gestion "moyenne" ■ Gestion "forte" ▨ Coupes sanitaires ■ Coupes pour rebois.</p> <p style="font-size: small;">* Calculé à partir d'un scénario d'application de la gestion actuelle, sans effets de climat sur la première période de projection (≈ à la récolte actuelle)</p>								

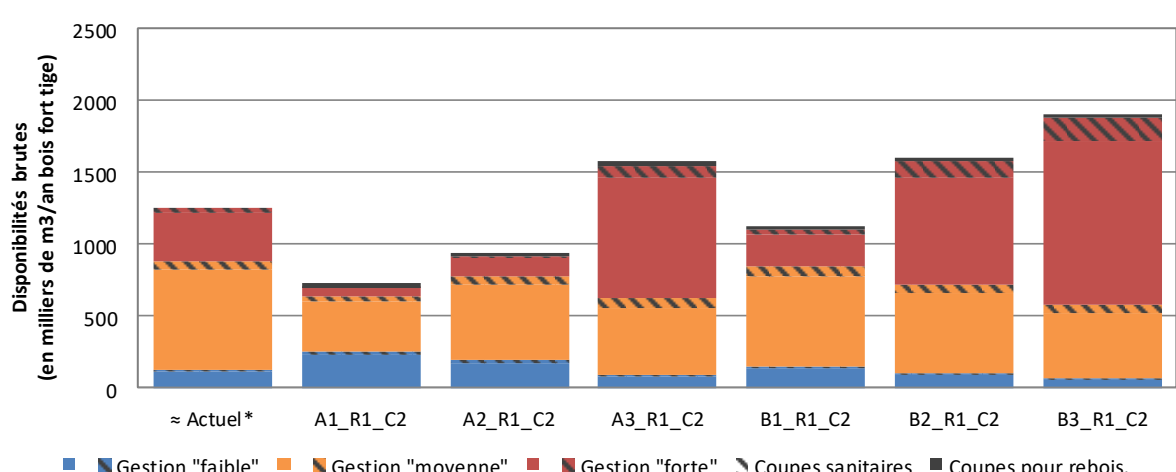
Feuillus - Forêts privées - GRECO H&I

Description de la ressource actuelle de la strate (année moyenne IFN 2020)	Surface forestière : 678 000 ha (+5 milliers d'ha en 10 ans)	Répartition du volume actuel par essence 						
	Volume sur pied : 96 000 milliers de m3 bois fort tige soit 141 m3/ha (0 m3/ha en 10 ans)							
Hypothèses sur le potentiel d'évolution de la gestion	Pot. d'évol. des surfaces en gestion : <b style="color: orange;">Fort	Strate à potentiel d'évolution de la gestion plutôt fort, avec une part de surfaces actuellement gérées très basse (37% avec traces de gestion), une petite part de forêts sous PSG (7%) et peu de zones sous protection forte (1%). L'accessibilité physique y est actuellement intermédiaire avec un potentiel d'amélioration de cette dernière très fort (cf. tâche 5). Les reboisements prévus concernent une surface faible (environ 3 000 ha, cf. tâche 3).						
	Pot. d'évol. de l'intensité de gestion : <b style="color: green;">Moyen							
Résultats principaux de récolte sur la strate selon les scénarios de gestion à l'horizon 2050	≈ Actuel*	Transcription des hypothèses de potentiel d'évolution de la gestion, et taux de prélèvement moyen sur la période 2020-2050 pour les différents scénarios :						
	Taux de prélèvement	20%	A1_R1_C2 29%	A2_R1_C2 35%	A3_R1_C2 57%	B1_R1_C2 46%	B2_R1_C2 65%	B3_R1_C2 77%
	Coupes sanit. et de rebois.		<i>à la place des coupes norm.</i>	<i>à la place des coupes norm.</i>	<i>selon les périodes</i>	<i>selon les périodes</i>	<i>en plus des coupes norm.</i>	<i>en plus des coupes norm.</i>
	Evol. surface gérée		↘↘ surface en gestion	↘ surface en gestion	↗ surface en gestion	surface en gestion ≈ actu	↗ surface en gestion	↗↗ surface en gestion
	Evol. Intens. gestion		<i>Dexp +5 cm & intens. -2,5%</i>	<i>Dexp actu & intens. actu</i>	<i>Dexp actu & intens. actu</i>	<i>Dexp actu & intens. actu</i>	<i>Dexp actu & intens. actu</i>	<i>Dexp actu & intens. actu</i>
	Disponibilités et niveaux de gestion projetés sur la période 2020-2050 pour les différents scénarios :							
	Part moy. par niveau de gest. (en % de la surf. hors rebois.)	6 %	1 %	2 %	19 %	6 %	17 %	30 %
		31 %	15 %	23 %	31 %	31 %	32 %	31 %
		63 %	84 %	75 %	50 %	63 %	50 %	39 %
	Disponibilités brutes (en milliers de m3/an bois fort tige)		≈ Actuel*	A1_R1_C2	A2_R1_C2	A3_R1_C2	B1_R1_C2	B2_R1_C2
								
		■ Gestion "faible" ■ Gestion "moyenne" ■ Gestion "forte" ↘ Coupes sanitaires ■ Coupes pour rebois.						
* Calculé à partir d'un scénario d'application de la gestion actuelle, sans effets de climat sur la première période de projection (≈ à la récolte actuelle)								

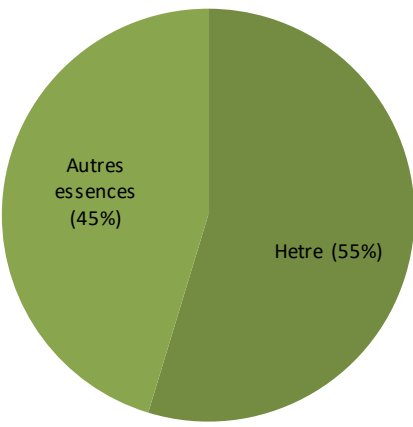

Résineux - Forêts privées - GRECO H&I

Description de la ressource actuelle de la strate (année moyenne IFN 2020)	Surface forestière : 476 000 ha (+6 milliers d'ha en 10 ans)	 <p style="text-align: center;">Répartition du volume actuel par essence</p> <ul style="list-style-type: none"> Epicea commun (32%) Autres essences (28%) Pin sylvestre (26%) Sapin pectine (13%)
	Volume sur pied : 89 000 milliers de m3 bois fort tige soit 188 m3/ha (+18 m3/ha en 10 ans)	
		

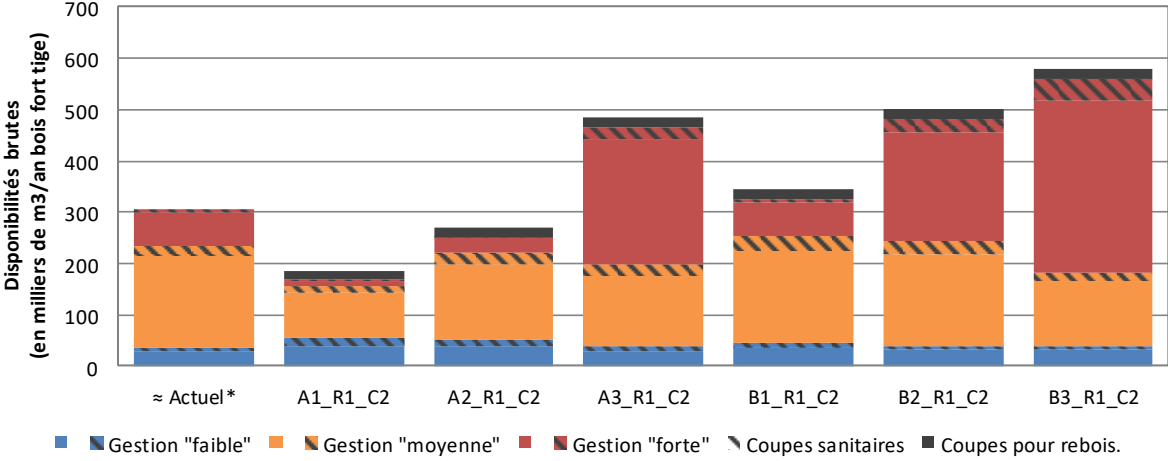
Hypothèses sur le potentiel d'évolution de la gestion	Pot. d'évol. des surfaces en gestion : Fort	Strate à potentiel d'évolution de la gestion plutôt fort, avec une part de surfaces actuellement gérées très basse (38% avec traces de gestion), une petite part de forêts sous PSG (11%) et beaucoup de zones sous protection forte (3%). L'accessibilité physique y est actuellement plutôt difficile avec un potentiel d'amélioration de cette dernière très fort (cf. tâche 5). Les reboisements prévus concernent une surface faible (environ 5 000 ha, cf. tâche 3).
	Pot. d'évol. de l'intensité de gestion : Fort	

Résultats principaux de récolte sur la strate selon les scénarios de gestion à l'horizon 2050		≈ Actuel*	Transcription des hypothèses de potentiel d'évolution de la gestion, et taux de prélèvement moyen sur la période 2020-2050 pour les différents scénarios :					
			A1_R1_C2	A2_R1_C2	A3_R1_C2	B1_R1_C2	B2_R1_C2	B3_R1_C2
	Taux de prélèvement	89%	107%	124%	184%	157%	204%	219%
	Coupes sanit. et de rebois.		<i>à la place des coupes norm.</i>	<i>à la place des coupes norm.</i>	<i>selon les périodes</i>	<i>selon les périodes</i>	<i>en plus des coupes norm.</i>	<i>en plus des coupes norm.</i>
	Evol. surface gérée		↘↘ surface en gestion	↘ surface en gestion	↗ surface en gestion	surface en gestion ≈ actu	↗ surface en gestion	↗↗ surface en gestion
	Evol. Intens. gestion		<i>Dexp +5 cm & intens. -2,5%</i>	<i>Dexp actu & intens. actu</i>	<i>Dexp actu & intens. actu</i>	<i>Dexp actu & intens. actu</i>	<i>Dexp actu & intens. actu</i>	<i>Dexp +5 cm & intens. -2,5%</i>
	Disponibilités et niveaux de gestion projetés sur la période 2020-2050 pour les différents scénarios :							
	Part moy. par niveau de gest. (en % de la surf. hors rebois.)	7 %	1 %	3 %	19 %	7 %	18 %	30 %
		31 %	14 %	22 %	32 %	31 %	32 %	31 %
		62 %	85 %	76 %	49 %	63 %	50 %	39 %
	 <p style="text-align: center;">Disponibilités brutes (en milliers de m3/an bois fort tige)</p> <p style="text-align: center;">■ Gestion "faible" ■ Gestion "moyenne" ■ Gestion "forte" ▨ Coupes sanitaires ■ Coupes pour rebois.</p>							
* Calculé à partir d'un scénario d'application de la gestion actuelle, sans effets de climat sur la première période de projection (≈ à la récolte actuelle)								

Feuillus - Forêts publiques - GRECO H&I

Description de la ressource actuelle de la strate (année moyenne IFN 2020)	Surface forestière : 308 000 ha (-22 milliers d'ha en 10 ans)	<p>Répartition du volume actuel par essence</p> 
	Volume sur pied : 57 000 milliers de m3 bois fort tige soit 186 m3/ha (+17 m3/ha en 10 ans)	
		

Hypothèses sur le potentiel d'évolution de la gestion	Pot. d'évol. des surfaces en gestion : Fort	Strate à potentiel d'évolution de la gestion plutôt fort, avec une part de surfaces actuellement gérées assez basse (56% avec traces de gestion), une petite part de forêts domaniales (32%) et beaucoup de zones sous protection forte ou hors sylviculture (39%). L'accessibilité physique y est actuellement plutôt difficile avec un potentiel d'amélioration de cette dernière très fort (cf. tâche 5). Les reboisements prévus concernent une surface faible (environ 3 000 ha, cf. tâche 3).
	Pot. d'évol. de l'intensité de gestion : Fort	

Résultats principaux de récolte sur la strate selon les scénarios de gestion à l'horizon 2050	≈ Actuel*	Transcription des hypothèses de potentiel d'évolution de la gestion, et taux de prélèvement moyen sur la période 2020-2050 pour les différents scénarios :						
		A1_R1_C2	A2_R1_C2	A3_R1_C2	B1_R1_C2	B2_R1_C2	B3_R1_C2	
	Taux de prélèvement	33%	27%	39%	72%	56%	80%	91%
	Coupes sanit. et de rebois.	<i>à la place des coupes norm.</i>	<i>à la place des coupes norm.</i>	<i>selon les périodes</i>	<i>selon les périodes</i>	<i>en plus des coupes norm.</i>	<i>en plus des coupes norm.</i>	
	Evol. surface gérée	↘↘ surface en gestion	↘ surface en gestion	↗ surface en gestion	surface en gestion ≈ actu	↗ surface en gestion	↗↗ surface en gestion	
	Evol. Intens. gestion	<i>Dexp +5 cm & intens. -2,5%</i>	<i>Dexp actu & intens. actu</i>	<i>Dexp actu & intens. actu</i>	<i>Dexp actu & intens. actu</i>	<i>Dexp actu & intens. actu</i>	<i>Dexp +5 cm & intens. -2,5%</i>	
	Disponibilités et niveaux de gestion projetés sur la période 2020-2050 pour les différents scénarios :							
	Part moy. par niveau de gest. (en % de la surf. hors rebois.)	7 %	1 %	3 %	20 %	7 %	18 %	28 %
		36 %	22 %	29 %	27 %	35 %	32 %	27 %
		57 %	77 %	69 %	53 %	58 %	49 %	45 %
Disponibilités brutes (en milliers de m3/an bois fort tige)								
	≈ Actuel*	A1_R1_C2	A2_R1_C2	A3_R1_C2	B1_R1_C2	B2_R1_C2	B3_R1_C2	
	■ Gestion "faible"	■ Gestion "moyenne"	■ Gestion "forte"	▨ Coupes sanitaires	■ Coupes pour rebois.			
* Calculé à partir d'un scénario d'application de la gestion actuelle, sans effets de climat sur la première période de projection (≈ à la récolte actuelle)								

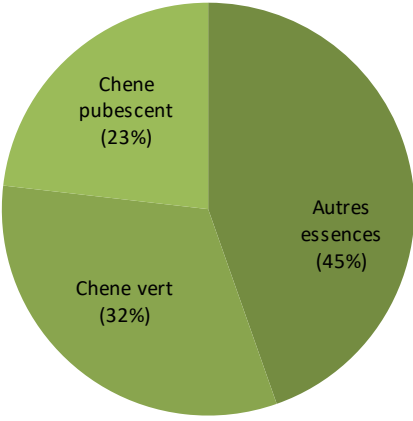
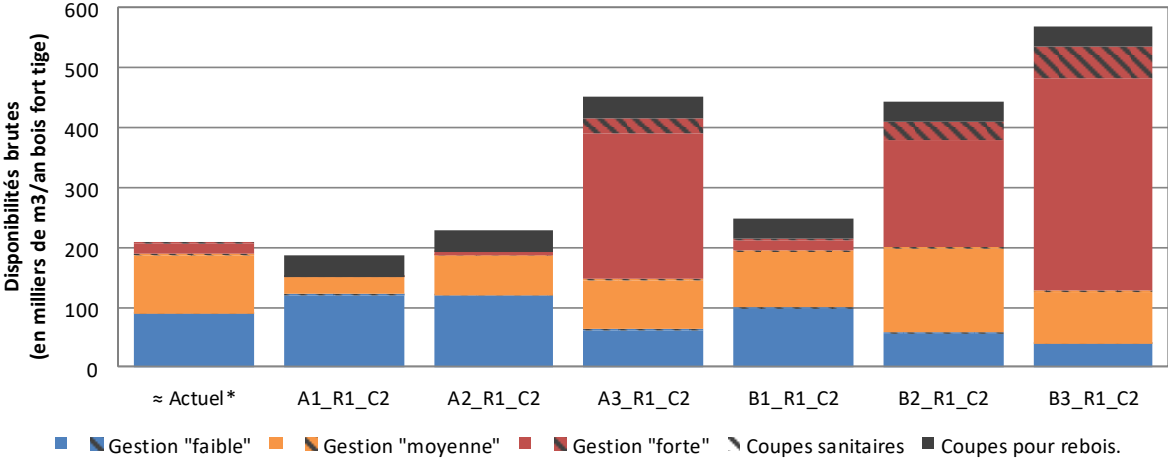
Résineux - Forêts publiques - GRECO H&I

Description de la ressource actuelle de la strate (année moyenne IFN 2020)	Surface forestière : 449 000 ha <i>(+4 milliers d'ha en 10 ans)</i>	<p>Répartition du volume actuel par essence</p>
	Volume sur pied : 103 000 milliers de m3 bois fort tige soit 229 m3/ha <i>(+18 m3/ha en 10 ans)</i>	

Hypothèses sur le potentiel d'évolution de la gestion	Pot. d'évol. des surfaces en gestion : Fort	Strate à potentiel d'évolution de la gestion plutôt fort, avec une part de surfaces actuellement gérées assez élevée (65% avec traces de gestion), une petite part de forêts domaniales (32%) et beaucoup de zones sous protection forte ou hors sylviculture (39%). L'accessibilité physique y est actuellement plutôt difficile avec un potentiel d'amélioration de cette dernière très fort (cf. tâche 5). Les reboisements prévus concernent une surface faible (environ 3 000 ha, cf. tâche 3).
	Pot. d'évol. de l'intensité de gestion : Fort	

Résultats principaux de récolte sur la strate selon les scénarios de gestion à l'horizon 2050		≈ Actuel*	Transcription des hypothèses de potentiel d'évolution de la gestion, et taux de prélèvement moyen sur la période 2020-2050 pour les différents scénarios :					
			A1_R1_C2	A2_R1_C2	A3_R1_C2	B1_R1_C2	B2_R1_C2	B3_R1_C2
	Taux de prélèvement	50%	54%	68%	89%	85%	100%	102%
	Coupes sanit. et de rebois.		<i>à la place des coupes norm.</i>	<i>à la place des coupes norm.</i>	<i>selon les périodes</i>	<i>selon les périodes</i>	<i>en plus des coupes norm.</i>	<i>en plus des coupes norm.</i>
	Evol. surface gérée		<i>↘ surface en gestion</i>	<i>↘ surface en gestion</i>	<i>↗ surface en gestion</i>	<i>surface en gestion ≈ actu</i>	<i>↗ surface en gestion</i>	<i>↗↗ surface en gestion</i>
	Evol. Intens. gestion		<i>Dexp +5 cm & intens. -2,5%</i>	<i>Dexp actu & intens. actu</i>	<i>Dexp actu & intens. actu</i>	<i>Dexp actu & intens. actu</i>	<i>Dexp actu & intens. actu</i>	<i>Dexp +5 cm & intens. -2,5%</i>
	Disponibilités et niveaux de gestion projetés sur la période 2020-2050 pour les différents scénarios :							
	Part moy. par niveau de gest. (en % de la surf. hors rebois.)	14 %	7 %	10 %	26 %	14 %	25 %	35 %
		33 %	19 %	26 %	24 %	33 %	29 %	21 %
		53 %	74 %	64 %	49 %	53 %	46 %	44 %
<p style="text-align: center;">■ Gestion "faible" ■ Gestion "moyenne" ■ Gestion "forte" ▨ Coupes sanitaires ■ Coupes pour rebois.</p>								
* Calculé à partir d'un scénario d'application de la gestion actuelle, sans effets de climat sur la première période de projection (≈ à la récolte actuelle)								

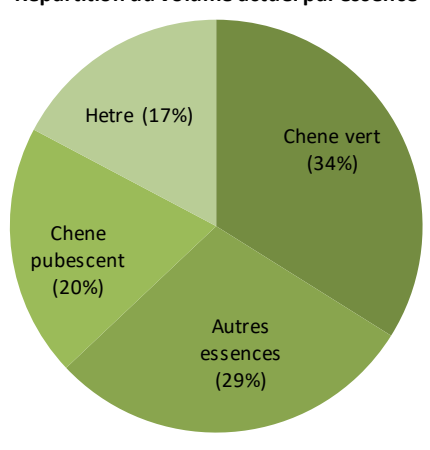

Feuillus - Forêts privées - GRECO J&K

Description de la ressource actuelle de la strate (année moyenne IFN 2020)	Surface forestière : 1 105 000 ha (+96 milliers d'ha en 10 ans)	Répartition du volume actuel par essence 						
	Volume sur pied : 64 000 milliers de m3 bois fort tige soit 58 m3/ha (-1 m3/ha en 10 ans)							
Hypothèses sur le potentiel d'évolution de la gestion	Pot. d'évol. des surfaces en gestion : Très fort	Strate à potentiel d'évolution de la gestion très fort, avec une part de surfaces actuellement gérées très basse (32% avec traces de gestion), une petite part de forêts sous PSG (9%) et beaucoup de zones sous protection forte (2%). L'accessibilité physique y est actuellement très facile avec un potentiel d'amélioration de cette dernière plutôt faible (cf. tâche 5). Les reboisements prévus concernent une surface faible (environ 31 000 ha, cf. tâche 3).						
	Pot. d'évol. de l'intensité de gestion : Moyen							
Résultats principaux de récolte sur la strate selon les scénarios de gestion à l'horizon 2050	≈ Actuel*	Transcription des hypothèses de potentiel d'évolution de la gestion, et taux de prélèvement moyen sur la période 2020-2050 pour les différents scénarios :						
	Taux de prélèvement	13%	A1_R1_C2 13%	A2_R1_C2 15%	A3_R1_C2 30%	B1_R1_C2 17%	B2_R1_C2 30%	B3_R1_C2 39%
	Coupes sanit. et de rebois.		<i>à la place des coupes norm.</i>	<i>à la place des coupes norm.</i>	<i>selon les périodes</i>	<i>selon les périodes</i>	<i>en plus des coupes norm.</i>	<i>en plus des coupes norm.</i>
	Evol. surface gérée		↘↘ surface en gestion	↘ surface en gestion	↗↗ surface en gestion	surface en gestion ≈ actu	↗ surface en gestion	↗↗ surface en gestion
	Evol. Intens. gestion		<i>Dexp +5 cm & intens. -2,5%</i>	<i>Dexp actu & intens. actu</i>	<i>Dexp actu & intens. actu</i>	<i>Dexp actu & intens. actu</i>	<i>Dexp actu & intens. actu</i>	<i>Dexp actu & intens. actu</i>
	Disponibilités et niveaux de gestion projetés sur la période 2020-2050 pour les différents scénarios :							
	Part moy. par niveau de gest. (en % de la surf. hors rebois.)	3 %	1 %	1 %	23 %	3 %	19 %	34 %
		29 %	11 %	16 %	25 %	29 %	30 %	26 %
		68 %	88 %	82 %	52 %	68 %	51 %	40 %
	Disponibilités brutes (en milliers de m3/an bois fort tige)		≈ Actuel*	A1_R1_C2	A2_R1_C2	A3_R1_C2	B1_R1_C2	B2_R1_C2
								
		■ Gestion "faible" ■ Gestion "moyenne" ■ Gestion "forte" ■ Coupes sanitaires ■ Coupes pour rebois.						
* Calculé à partir d'un scénario d'application de la gestion actuelle, sans effets de climat sur la première période de projection (≈ à la récolte actuelle)								

Résineux - Forêts privées - GRECO J&K

Description de la ressource actuelle de la strate (année moyenne IFN 2020)	Surface forestière : 361 000 ha (+47 milliers d'ha en 10 ans)	Répartition du volume actuel par essence 						
	Volume sur pied : 27 000 milliers de m3 bois fort tige soit 75 m3/ha (-9 m3/ha en 10 ans)							
Hypothèses sur le potentiel d'évolution de la gestion	Pot. d'évol. des surfaces en gestion : Très fort	Strate à potentiel d'évolution de la gestion très fort, avec une part de surfaces actuellement gérées assez basse (41% avec traces de gestion), une petite part de forêts sous PSG (14%) et beaucoup de zones sous protection forte (2%). L'accessibilité physique y est actuellement très facile avec un potentiel d'amélioration de cette dernière plutôt moyen (cf. tâche 5). Les reboisements prévus concernent une surface faible (environ 5 000 ha, cf. tâche 3).						
	Pot. d'évol. de l'intensité de gestion : Moyen							
Résultats principaux de récolte sur la strate selon les scénarios de gestion à l'horizon 2050	≈ Actuel*	Transcription des hypothèses de potentiel d'évolution de la gestion, et taux de prélèvement moyen sur la période 2020-2050 pour les différents scénarios :						
		A1_R1_C2	A2_R1_C2	A3_R1_C2	B1_R1_C2	B2_R1_C2	B3_R1_C2	
	Taux de prélèvement	15%	15%	18%	35%	20%	35%	46%
	Coupes sanit. et de rebois.	<i>à la place des coupes norm.</i>	<i>à la place des coupes norm.</i>	<i>selon les périodes</i>	<i>selon les périodes</i>	<i>en plus des coupes norm.</i>	<i>en plus des coupes norm.</i>	
	Evol. surface gérée	<i>↘↘ surface en gestion</i>	<i>↘ surface en gestion</i>	<i>↗↗ surface en gestion</i>	<i>surface en gestion ≈ actu</i>	<i>↗ surface en gestion</i>	<i>↗↗ surface en gestion</i>	
	Evol. Intens. gestion	<i>Dexp +5 cm & intens. -2,5%</i>	<i>Dexp actu & intens. actu</i>	<i>Dexp actu & intens. actu</i>	<i>Dexp actu & intens. actu</i>	<i>Dexp actu & intens. actu</i>	<i>Dexp actu & intens. actu</i>	
	Disponibilités et niveaux de gestion projetés sur la période 2020-2050 pour les différents scénarios :							
	Part moy. par niveau de gest. (en % de la surf. hors rebois.)	7 %	1 %	2 %	26 %	7 %	24 %	39 %
		34 %	15 %	22 %	29 %	34 %	34 %	27 %
		59 %	85 %	76 %	45 %	59 %	42 %	34 %
Disponibilités brutes (en milliers de m3/an bois fort tige)								
	≈ Actuel*	A1_R1_C2	A2_R1_C2	A3_R1_C2	B1_R1_C2	B2_R1_C2	B3_R1_C2	
	■ Gestion "faible"	■ Gestion "moyenne"	■ Gestion "forte"	■ Coupes sanitaires	■ Coupes pour rebois.			
* Calculé à partir d'un scénario d'application de la gestion actuelle, sans effets de climat sur la première période de projection (≈ à la récolte actuelle)								

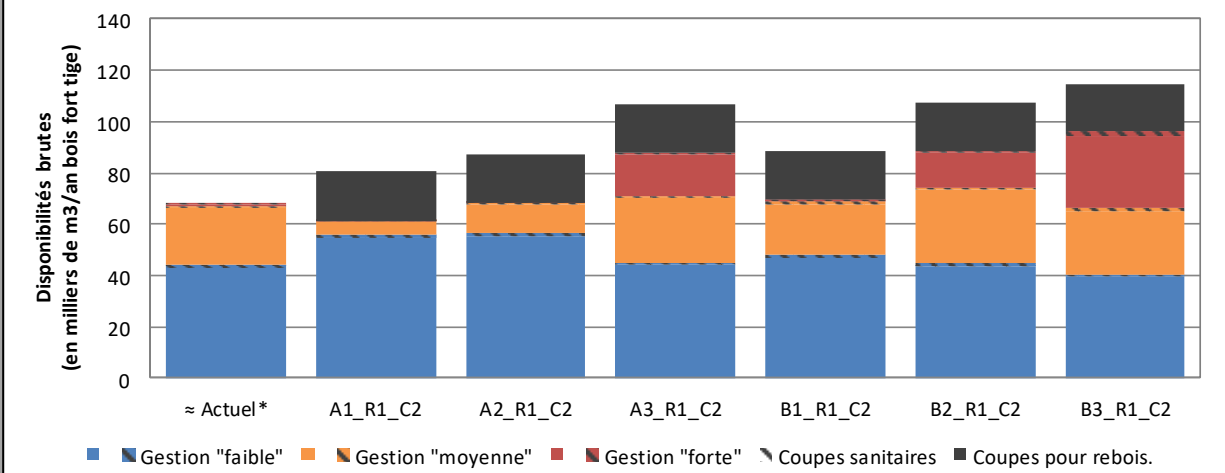
Feuillus - Forêts publiques - GRECO J&K

Description de la ressource actuelle de la strate (année moyenne IFN 2020)	Surface forestière : 238 000 ha (+8 milliers d'ha en 10 ans)	
	Volume sur pied : 13 000 milliers de m3 bois fort tige soit 56 m3/ha (-4 m3/ha en 10 ans)	
		

Hypothèses sur le potentiel d'évolution de la gestion	Pot. d'évol. des surfaces en gestion : Moyen	Strate à potentiel d'évolution de la gestion plutôt moyen, avec une part de surfaces actuellement gérées très basse (37% avec traces de gestion), une petite part de forêts domaniales (14%) et beaucoup de zones sous protection forte ou hors sylviculture (55%). L'accessibilité physique y est actuellement très facile avec un potentiel d'amélioration de cette dernière plutôt faible (cf. tâche 5). Les reboisements prévus concernent une surface faible (environ 8 000 ha, cf. tâche 3).
	Pot. d'évol. de l'intensité de gestion : Moyen	

Résultats principaux de récolte sur la strate selon les scénarios de gestion à l'horizon 2050		≈ Actuel*	Transcription des hypothèses de potentiel d'évolution de la gestion, et taux de prélèvement moyen sur la période 2020-2050 pour les différents scénarios :					
			A1_R1_C2	A2_R1_C2	A3_R1_C2	B1_R1_C2	B2_R1_C2	B3_R1_C2
	Taux de prélèvement	20%	24%	26%	32%	27%	33%	35%
	Coupes sanit. et de rebois.		<i>à la place des coupes norm.</i>	<i>à la place des coupes norm.</i>	<i>selon les périodes</i>	<i>selon les périodes</i>	<i>en plus des coupes norm.</i>	<i>en plus des coupes norm.</i>
	Evol. surface gérée		↘ surface en gestion	↘ surface en gestion	↗ surface en gestion	surface en gestion ≈ actu	↗ surface en gestion	↗ surface en gestion
	Evol. Intens. gestion		<i>Dexp +5 cm & intens. -2,5%</i>	<i>Dexp actu & intens. actu</i>	<i>Dexp actu & intens. actu</i>	<i>Dexp actu & intens. actu</i>	<i>Dexp actu & intens. actu</i>	<i>Dexp actu & intens. actu</i>

Disponibilités et niveaux de gestion projetés sur la période 2020-2050 pour les différents scénarios :							
Part moy. par niveau de gest. (en % de la surf. hors rebois.)	2 %	1 %	1 %	9 %	2 %	8 %	14 %
	17 %	6 %	10 %	16 %	16 %	16 %	15 %
	81 %	92 %	88 %	75 %	82 %	76 %	70 %



* Calculé à partir d'un scénario d'application de la gestion actuelle, sans effets de climat sur la première période de projection (= à la récolte actuelle)

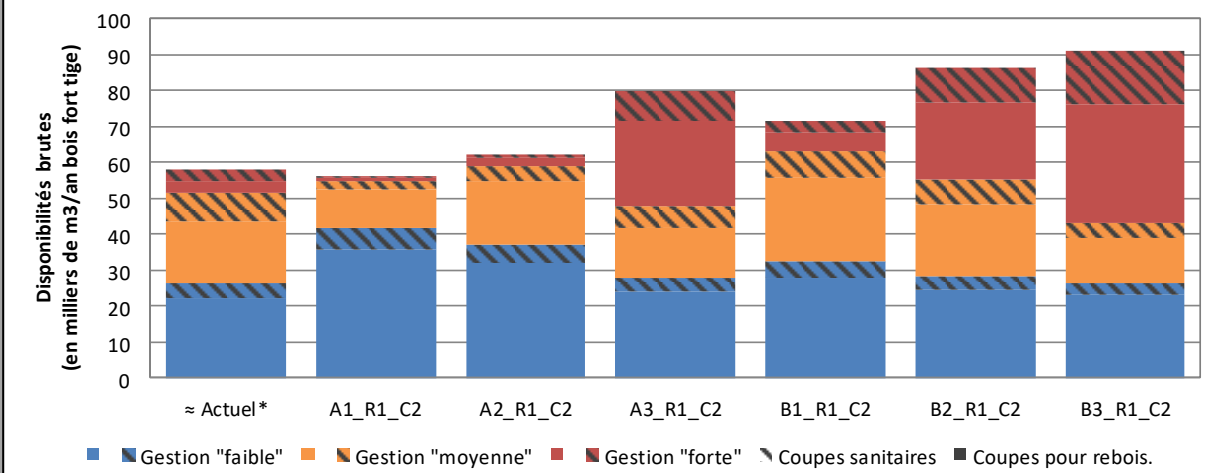
Résineux - Forêts publiques - GRECO J&K

Description de la ressource actuelle de la strate (année moyenne IFN 2020)	Surface forestière : 117 000 ha (-11 milliers d'ha en 10 ans)	Répartition du volume actuel par essence
	Volume sur pied : 17 000 milliers de m3 bois fort tige soit 146 m3/ha (+40 m3/ha en 10 ans)	

Hypothèses sur le potentiel d'évolution de la gestion	Pot. d'évol. des surfaces en gestion :	Strate à potentiel d'évolution de la gestion plutôt fort, avec une part de surfaces actuellement gérées assez basse (58% avec traces de gestion), une petite part de forêts domaniales (15%) et beaucoup de zones sous protection forte ou hors sylviculture (53%). L'accessibilité physique y est actuellement très facile avec un potentiel d'amélioration de cette dernière très fort (cf. tâche 5). Les reboisements prévus concernent une surface faible (environ 0 ha, cf. tâche 3).
	Pot. d'évol. de l'intensité de gestion :	

Résultats principaux de récolte sur la strate selon les scénarios de gestion à l'horizon 2050		≈ Actuel*	Transcription des hypothèses de potentiel d'évolution de la gestion, et taux de prélèvement moyen sur la période 2020-2050 pour les différents scénarios :					
			A1_R1_C2	A2_R1_C2	A3_R1_C2	B1_R1_C2	B2_R1_C2	B3_R1_C2
	Taux de prélèvement	22%	22%	24%	30%	28%	33%	34%
	Coupes sanit. et de rebois.		<i>à la place des coupes norm.</i>	<i>à la place des coupes norm.</i>	<i>selon les périodes</i>	<i>selon les périodes</i>	<i>en plus des coupes norm.</i>	<i>en plus des coupes norm.</i>
	Evol. surface gérée		↘ surface en gestion	↘ surface en gestion	↗ surface en gestion	surface en gestion ≈ actu	↗ surface en gestion	↗↗ surface en gestion
	Evol. Intens. gestion		<i>Dexp +5 cm & intens. -2,5%</i>	<i>Dexp actu & intens. actu</i>	<i>Dexp actu & intens. actu</i>	<i>Dexp actu & intens. actu</i>	<i>Dexp actu & intens. actu</i>	<i>Dexp +5 cm & intens. -2,5%</i>

Disponibilités et niveaux de gestion projetés sur la période 2020-2050 pour les différents scénarios :							
Part moy. par niveau de gest. (en % de la surf. hors rebois.)	4 %	2 %	2 %	22 %	4 %	15 %	23 %
	28 %	11 %	18 %	17 %	28 %	23 %	17 %
	68 %	87 %	79 %	61 %	68 %	62 %	60 %



* Calculé à partir d'un scénario d'application de la gestion actuelle, sans effets de climat sur la première période de projection (≈ à la récolte actuelle)

Annexe T9 : Résultats des différents scénarios de projection en volume et en carbone

Auteur : Claire Bastick (IGN), Estelle Vial (FCBA) – Date : Avril 2024

Contenu

Description des variables	196
Scénarios de gestion A1	197
Scénario A1_R1_C1	197
Scénario A1_R1_C2	200
Scénario A1_R1_C3	203
Scénario A1_R2_C1	206
Scénario A1_R2_C2	209
Scénario A1_R2_C3	212
Scénarios de gestion A2	215
Scénario A2_R1_C1	215
Scénario A2_R1_C2	218
Scénario A2_R1_C3	221
Scénario A2_R2_C1	224
Scénario A2_R2_C2	227
Scénario A2_R2_C3	230
Scénarios de gestion A3	233
Scénario A3_R1_C1	233
Scénario A3_R1_C2	236
Scénario A3_R1_C3	239
Scénario A3_R2_C1	242
Scénario A3_R2_C2	245
Scénario A3_R2_C3	248
Scénarios de gestion B1	251
Scénario B1_R1_C1_F1.....	251

Scénario B1_R1_C2_F1.....	254
Scénario B1_R1_C3_F1.....	257
Scénario B1_R2_C1	260
Scénario B1_R2_C2	263
Scénario B1_R2_C3	266
Scénarios de gestion B2	269
Scénario B2_R1_C1_F1.....	269
Scénario B2_R1_C2_F1.....	272
Scénario B2_R1_C2_F2.....	275
Scénario B2_R1_C2_F3.....	276
Scénario B2_R1_C2_F4.....	277
Scénario B2_R1_C2_F5.....	278
Scénario B2_R1_C2_F6.....	279
Scénario B2_R1_C2_F7.....	280
Scénario B2_R1_C2_F8.....	281
Scénario B2_R1_C2_F9.....	282
Scénario B2_R1_C2_F10	283
Scénario B2_R1_C3_F1.....	284
Scénario B2_R2_C1	287
Scénario B2_R2_C2_F1.....	290
Scénario B2_R2_C3	293
Scénarios de gestion B3	296
Scénario B3_R1_C1_F1.....	296
Scénario B3_R1_C2_F1.....	299
Scénario B3_R1_C3_F1.....	302
Scénario B3_R2_C1	305
Scénario B3_R2_C2	308
Scénario B3_R2_C3	311
Analyses de sensibilité autour du scénario B2_R1_C2.....	314

Scénario B2_R1_C2_F1_charb	314
Scénario B2_R1_C2_F1_sob	315
Scénario B2_R1_C2_F1_tech	316
Scénario B2_R1_C2_pertes	317
Scénario B2_R1_C2_valo.....	318
Scénario B2_R1_C2_valo_pertes	319

DESCRIPTION DES VARIABLES

Pour chaque combinaison de scénarios, 3 grands types de résultats sont fournis par année projetée ou période de 5 ans jusqu'en 2050 (et 2080 à titre indicatif pour le bilan carbone) :

- Sur l'évolution stocks sur pied et surfaces forestières : table des volumes de bois sur pied par type d'essence et propriété, des stocks de carbone, des surfaces par type de propriété, graphique de l'évolution du volume moyen à l'hectare par type de propriété.
- Sur l'évolution des flux de bois, disponibilités et mortalité : table des disponibilités brutes en bois fort tige et techniques après déduction des pertes, par essence, qualité potentielle et propriété, table de la part des produits sanitaires et des coupes liées au renouvellement dans les disponibilités, table de la mortalité restant en forêt en volume et en carbone, graphique de l'évolution des disponibilités par type d'essence et qualité potentielle.
- Sur l'évolution des bilans carbone, incluant l'amont (et l'aval dans le cas des scénarios F) : table des résultats en équivalent de tonnes de CO2 du stockage dans la biomasse, dans le bois mort, dans les produits bois (si calculé), et de l'effet substitution énergie et matériaux (si calculés), et graphique de l'évolution du bilan carbone par composante.

SCENARIOS DE GESTION A1

SCENARIO A1_R1_C1

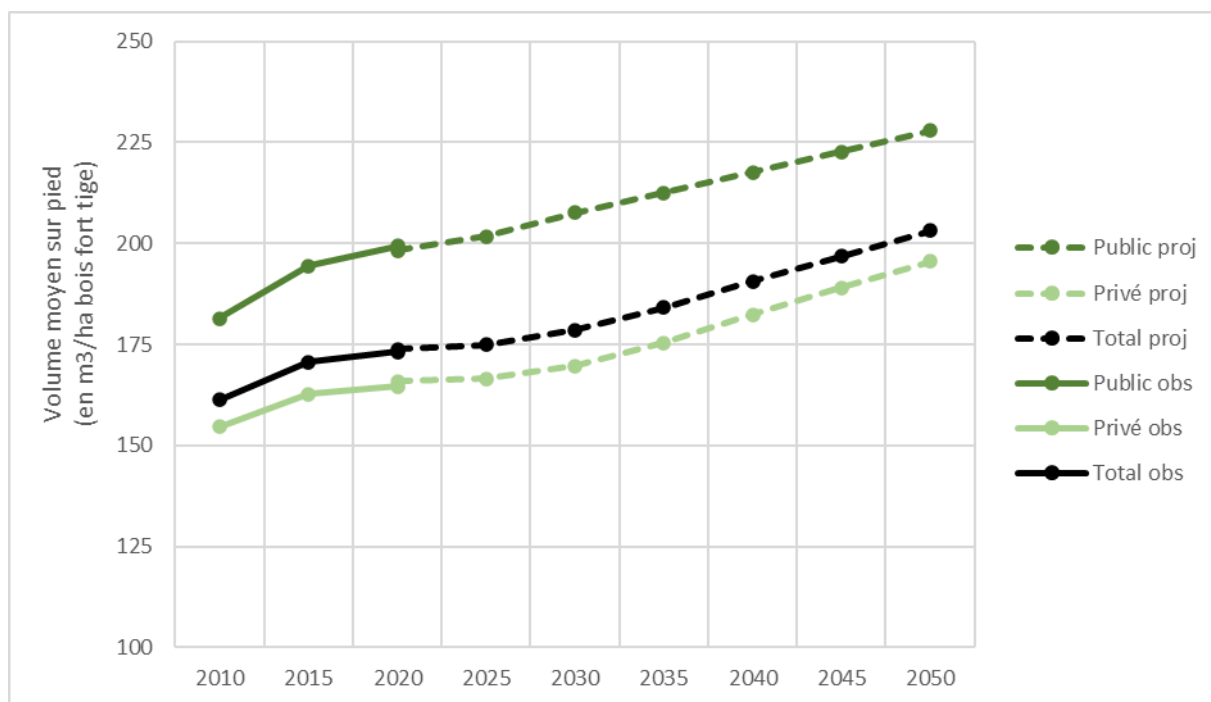
A1 : maintien du taux de prélèvement actuel de 70 % (équivalent au maintien de l'intensité actuelle de gestion)

R1 : scénario d'atteinte du milliard d'arbres plantés de « France 2030 » dès 2030

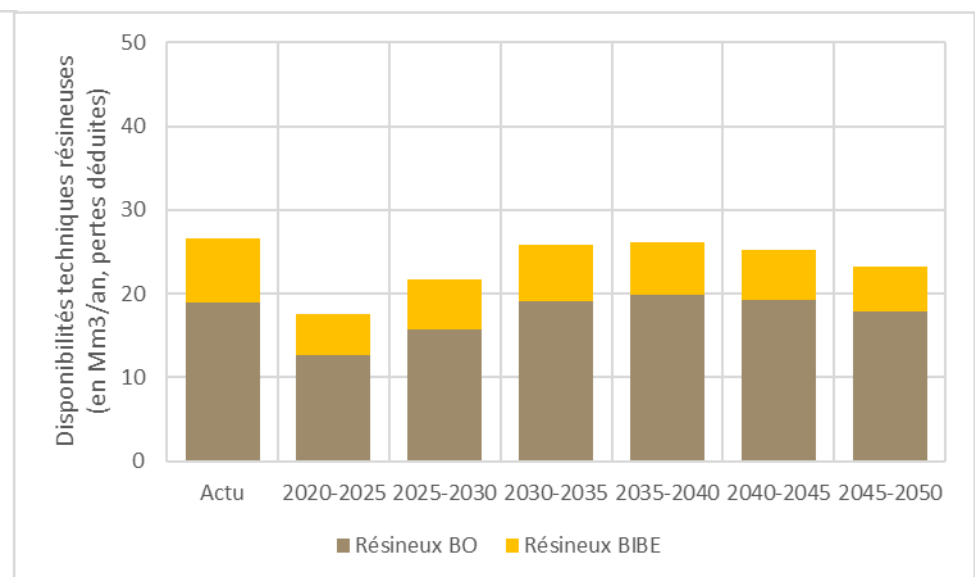
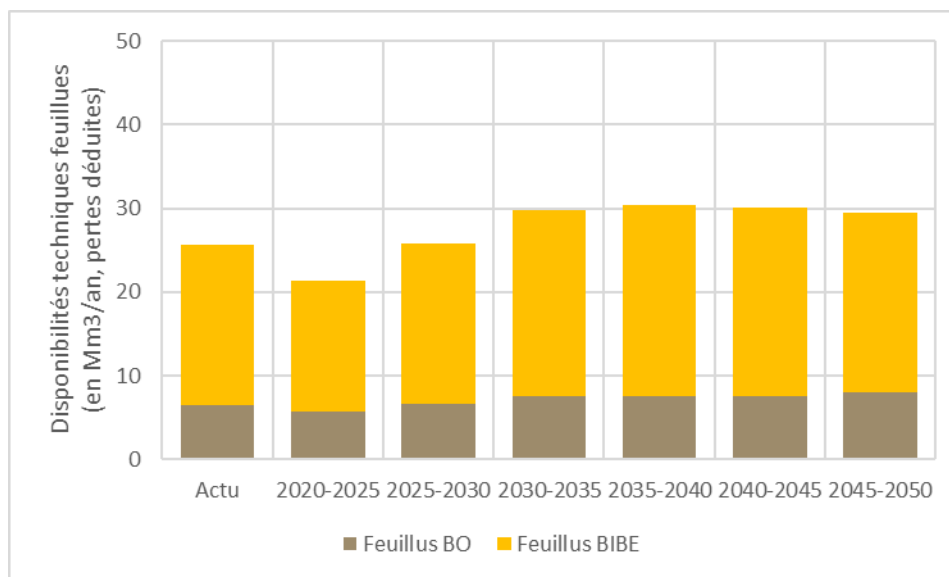
C1 : scénario optimiste considérant la crise actuelle comme conjoncturelle

Pas de calcul sur l'aval et la filière

Scénario	A1_R1_C1	Volume sur pied (en Mm3 bois fort tige)					Stock de carbone (en MtC)	Surface (en milliers d'ha)	
		Feuillus		Résineux		Total		Public	Privé
		Public	Privé	Public	Privé				
Obs. /FN	2010	424 ± 16	1 202 ± 27	288 ± 16	603 ± 25	2 518 ± 38	1 182 ± 17	3 930 ± 50	11 680 ± 100
	2015	438 ± 17	1 296 ± 31	331 ± 21	663 ± 28	2 728 ± 45	1 268 ± 20	3 950 ± 50	12 030 ± 110
	2020	462 ± 17	1 358 ± 31	330 ± 21	661 ± 29	2 811 ± 46	1 316 ± 20	3 970 ± 40	12 270 ± 110
Projections 2020-2050	2025	478	1 437	323	665	2 902	1 359	3 970	12 620
	2030	493	1 498	331	682	3 003	1 415	3 970	12 850
	2035	508	1 573	336	701	3 118	1 479	3 970	12 960
	2040	522	1 651	342	721	3 235	1 543	3 970	13 010
	2045	537	1 731	347	736	3 350	1 606	3 970	13 050
	2050	551	1 808	354	747	3 460	1 668	3 970	13 060



Scénario	A1_R1_C1	Flux en volume (en Mm3/an bois fort tige)		Flux en carbone (en Mm3/an bois fort tige)		Disponibilités techniques (en Mm3/an, pertes déduites)								Origine des disponibilités (en % du total)		
		Période	Dispos.	Mortalité	Dispos	Mortalité	Feuillus				Résineux				Total	Coupes liées au plan de renouvel.
	BO pot.						BIBE		BO pot.		BIBE					
	Public						Privé	Public	Privé	Public	Privé	Public	Privé			
Obs. /FN	2013-2022	51,4 ± 2,7	13,1 ± 0,6	Non estimé		2,2 ± 0,3	4,3 ± 0,5	5,6 ± 0,5	13,5 ± 1,1	4,9 ± 0,8	14 ± 1,7	1,8 ± 0,3	5,9 ± 0,6	52,3 ± 2,6	Non estimé	
Projections 2020-2050	2020-2025	37,7	25,2	15,8	11,3	2,2	3,6	5,2	10,3	3,7	9,0	1,2	3,6	38,8	5%	10%
	2025-2030	45,9	16,9	19,4	7,9	2,5	4,2	5,7	13,4	3,8	11,9	1,4	4,6	47,4	20%	5%
	2030-2035	53,8	12,0	22,8	5,6	2,7	4,8	6,6	15,7	4,7	14,4	1,7	5,1	55,7	23%	3%
	2035-2040	54,4	12,9	23,4	6,1	2,7	4,9	6,7	16,1	4,9	14,9	1,5	4,9	56,6	0%	4%
	2040-2045	53,0	14,0	22,9	6,6	2,7	4,9	6,7	15,8	4,7	14,5	1,4	4,6	55,4	0%	4%
	2045-2050	50,6	15,3	21,9	7,3	2,6	5,4	6,5	14,9	4,2	13,6	1,2	4,2	52,8	3%	4%

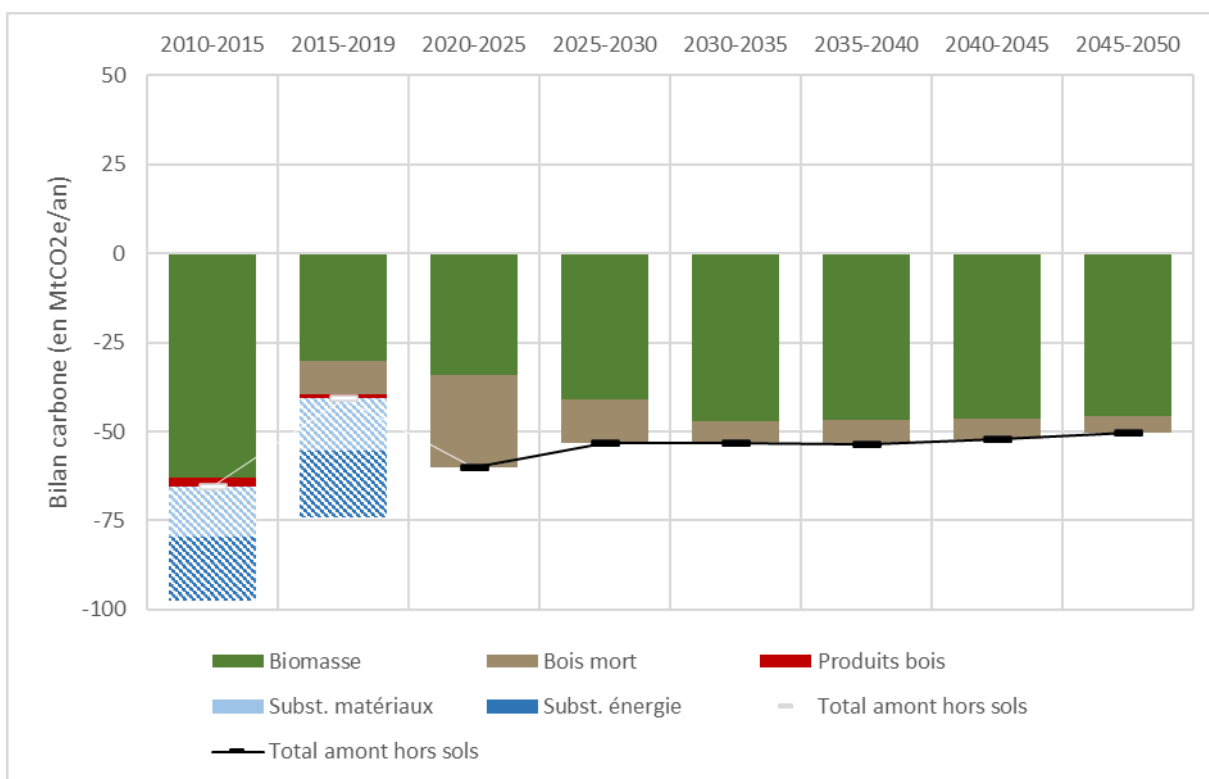


Scénario	A1_R1_C1	Flux dans l'écosystème (en MtCO2e/an)			Flux dans les produits bois (en MtCO2e/an)	Effet substitution (en MtCO2e/an)	
	Année	Biomasse	Bois mort	Total forêt		Matériaux	Énergie
IGD	2010-2015	-63,1	0	-63,1	-2,3	-14,3*	-18*
	2015-2019	-30,1	-9,5	-39,6	-1,1	-14,7*	-18,7*
Projections 2020-2050	2020-2025	-34,3	-25,8	-60,1	Non estimé	Non	estimé
	2025-2030	-41	-12,2	-53,2	Non estimé	Non	estimé
	2030-2035	-47	-6,2	-53,2	Non estimé	Non	estimé
	2035-2040	-46,7	-6,8	-53,5	Non estimé	Non	estimé
	2040-2045	-46,3	-5,9	-52,2	Non estimé	Non	estimé
	2045-2050	-45,6	-4,8	-50,4	Non estimé	Non	estimé
Projections 2050-2080 *	2050-2055	-46,1	-3,6	-49,7	Non estimé	Non	estimé
	2055-2060	-46,1	-3	-49,1	Non estimé	Non	estimé
	2060-2065	-47,3	-2,2	-49,5	Non estimé	Non	estimé
	2065-2070	-47,3	-2,2	-49,5	Non estimé	Non	estimé
	2070-2075	-48,2	-1,8	-50	Non estimé	Non	estimé
	2075-2080	-49,2	-0,9	-50,1	Non estimé	Non	estimé

NB : Les projections post-2050 sont fournies à titre indicatif, la robustesse de ces résultats est très faible et les hypothèses de certains scénarios n'ont pas été définies sur cette période.

L'effet substitution calculé dans les IGD utilisait une méthode et des coefficients qui ont été revus dans la présente étude, engendrant des valeurs plus faibles en projection.

Le stockage dans les sols et la litière n'est pas intégré dans les résultats présentés ici.



SCENARIO A1_R1_C2

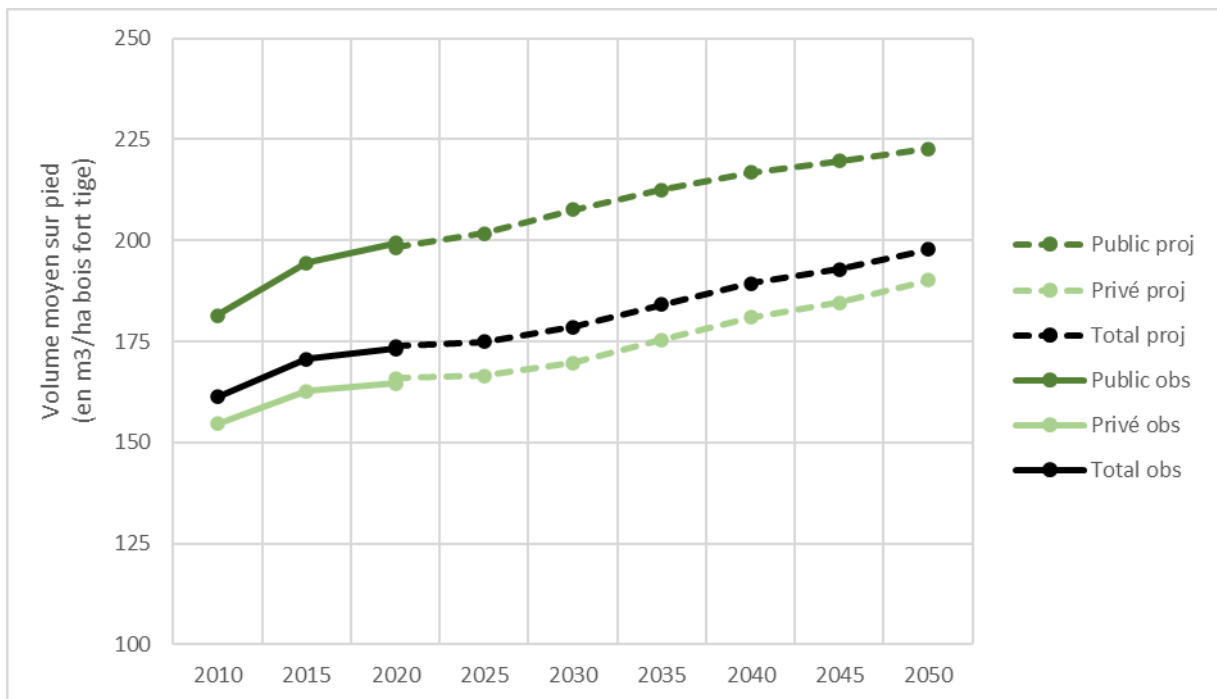
A1 : maintien du taux de prélèvement actuel de 70 % (équivalent au maintien de l'intensité actuelle de gestion)

R1 : scénario d'atteinte du milliard d'arbres plantés de « France 2030 » dès 2030

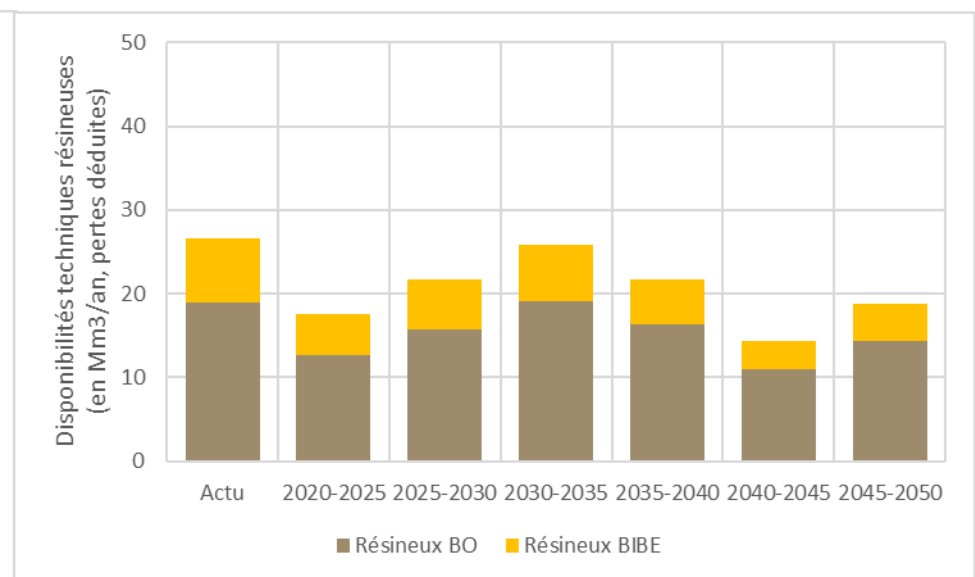
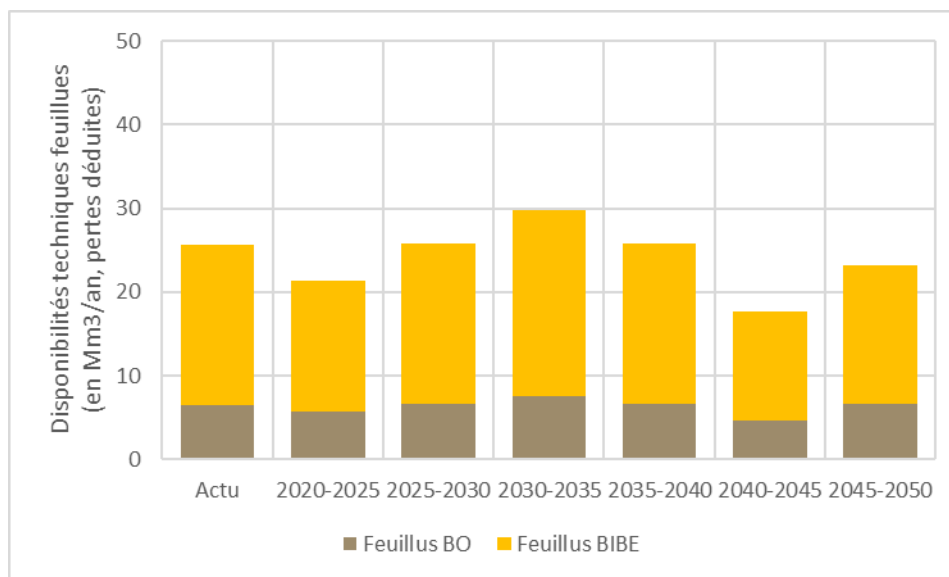
C2 : scénario de succession de crises telles que l'actuelle espacées de quelques années (analogie aux périodes successives d'années de sécheresse)

Pas de calcul sur l'aval et la filière

Scénario	A1_R1_C2	Volume sur pied (en Mm3 bois fort tige)					Stock de carbone (en MtC)	Surface (en milliers d'ha)	
		Feuillus		Résineux		Total		Public	Privé
		Public	Privé	Public	Privé				
Obs. IFN	2010	424 ± 16	1 202 ± 27	288 ± 16	603 ± 25	2 518 ± 38	1 182 ± 17	3 930 ± 50	11 680 ± 100
	2015	438 ± 17	1 296 ± 31	331 ± 21	663 ± 28	2 728 ± 45	1 268 ± 20	3 950 ± 50	12 030 ± 110
	2020	462 ± 17	1 358 ± 31	330 ± 21	661 ± 29	2 811 ± 46	1 316 ± 20	3 970 ± 40	12 270 ± 110
Projections 2020-2050	2025	478	1 437	323	665	2 902	1 359	3 970	12 620
	2030	493	1 498	331	682	3 003	1 415	3 970	12 850
	2035	508	1 573	336	701	3 118	1 479	3 970	12 960
	2040	519	1 630	342	725	3 215	1 532	3 970	13 010
	2045	529	1 657	343	753	3 281	1 568	3 970	13 050
	2050	537	1 713	347	770	3 367	1 616	3 970	13 060



Scénario	A1_R1_C2	Flux en volume (en Mm3/an bois fort tige)		Flux en carbone (en Mm3/an bois fort tige)		Disponibilités techniques (en Mm3/an, pertes déduites)								Origine des disponibilités (en % du total)		
		Période	Dispos.	Mortalité	Dispos	Mortalité	Feuillus				Résineux				Total	Coupes liées au plan de renouvel.
	BO pot.						BIBE		BO pot.		BIBE					
	Public						Privé	Public	Privé	Public	Privé	Public	Privé			
Obs. /FN	2013-2022	51,4 ± 2,7	13,1 ± 0,6	Non estimé		2,2 ± 0,3	4,3 ± 0,5	5,6 ± 0,5	13,5 ± 1,1	4,9 ± 0,8	14 ± 1,7	1,8 ± 0,3	5,9 ± 0,6	52,3 ± 2,6	Non estimé	
Projections 2020-2050	2020-2025	37,7	25,2	15,8	11,3	2,2	3,6	5,2	10,3	3,7	9,0	1,2	3,6	38,8	5%	10%
	2025-2030	45,9	16,9	19,4	7,9	2,5	4,2	5,7	13,4	3,8	11,9	1,4	4,6	47,4	20%	5%
	2030-2035	53,8	12,0	22,8	5,6	2,7	4,8	6,6	15,7	4,7	14,4	1,7	5,1	55,7	23%	3%
	2035-2040	45,6	20,6	19,6	9,7	2,5	4,2	6,0	13,1	4,1	12,3	1,2	4,1	47,5	0%	5%
	2040-2045	30,6	35,4	13,3	16,5	1,8	2,8	4,5	8,5	3,1	7,8	0,8	2,7	31,9	1%	8%
	2045-2050	40,2	22,6	17,5	10,6	2,4	4,3	5,9	10,6	3,7	10,7	1,0	3,4	42,0	4%	6%

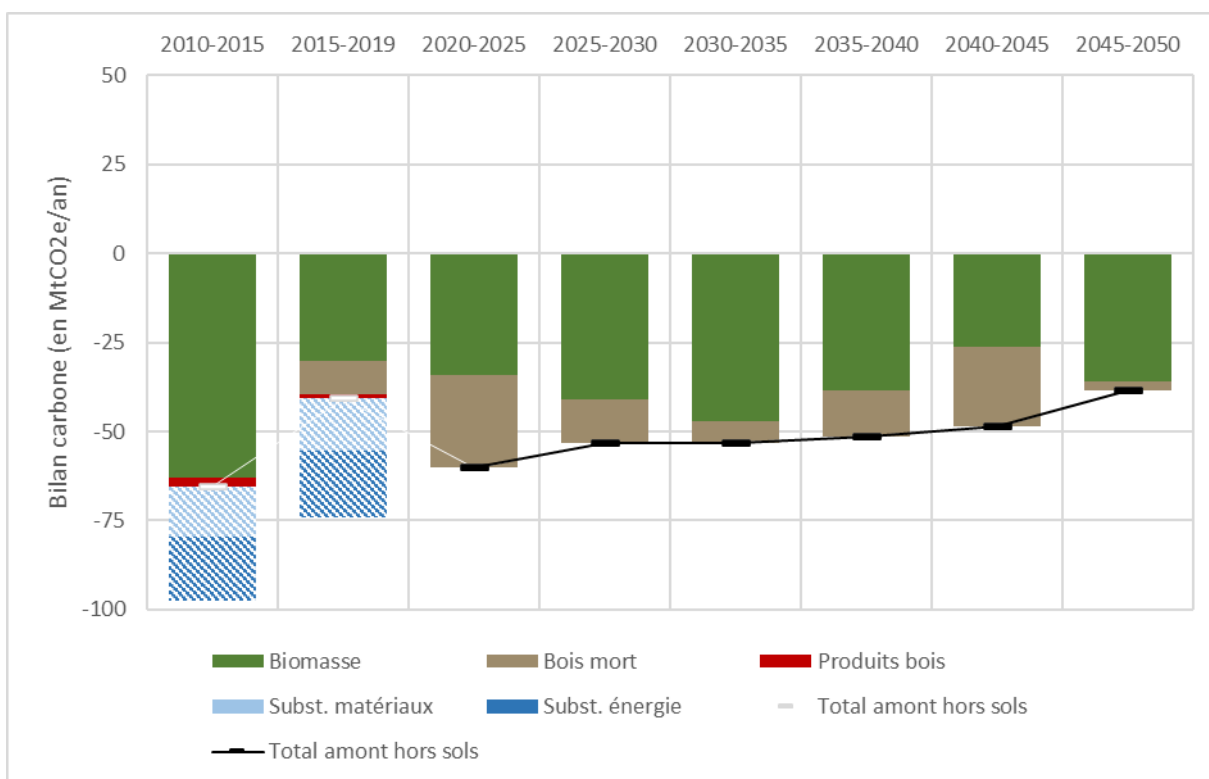


Scénario	A1_R1_C2	Flux dans l'écosystème (en MtCO2e/an)			Flux dans les produits bois (en MtCO2e/an)	Effet substitution (en MtCO2e/an)	
	Année	Biomasse	Bois mort	Total forêt		Matériaux	Énergie
IGD	2010-2015	-63,1	0	-63,1	-2,3	-14,3*	-18*
	2015-2019	-30,1	-9,5	-39,6	-1,1	-14,7*	-18,7*
Projections 2020-2050	2020-2025	-34,3	-25,8	-60,1	Non estimé	Non	estimé
	2025-2030	-41	-12,2	-53,2	Non estimé	Non	estimé
	2030-2035	-47	-6,2	-53,2	Non estimé	Non	estimé
	2035-2040	-38,4	-13	-51,4	Non estimé	Non	estimé
	2040-2045	-26,3	-22,3	-48,6	Non estimé	Non	estimé
	2045-2050	-35,8	-2,6	-38,4	Non estimé	Non	estimé
Projections 2050-2080 *	2050-2055	-36	-1,2	-37,2	Non estimé	Non	estimé
	2055-2060	-37,1	-0,1	-37,2	Non estimé	Non	estimé
	2060-2065	-37	0,2	-36,8	Non estimé	Non	estimé
	2065-2070	-37,7	0,6	-37,1	Non estimé	Non	estimé
	2070-2075	-38,3	0,8	-37,5	Non estimé	Non	estimé
	2075-2080	-38,8	1,3	-37,5	Non estimé	Non	estimé

NB : Les projections post-2050 sont fournies à titre indicatif, la robustesse de ces résultats est très faible et les hypothèses de certains scénarios n'ont pas été définies sur cette période.

L'effet substitution calculé dans les IGD utilisait une méthode et des coefficients qui ont été revus dans la présente étude, engendrant des valeurs plus faibles en projection.

Le stockage dans les sols et la litière n'est pas intégré dans les résultats présentés ici.



SCENARIO A1_R1_C3

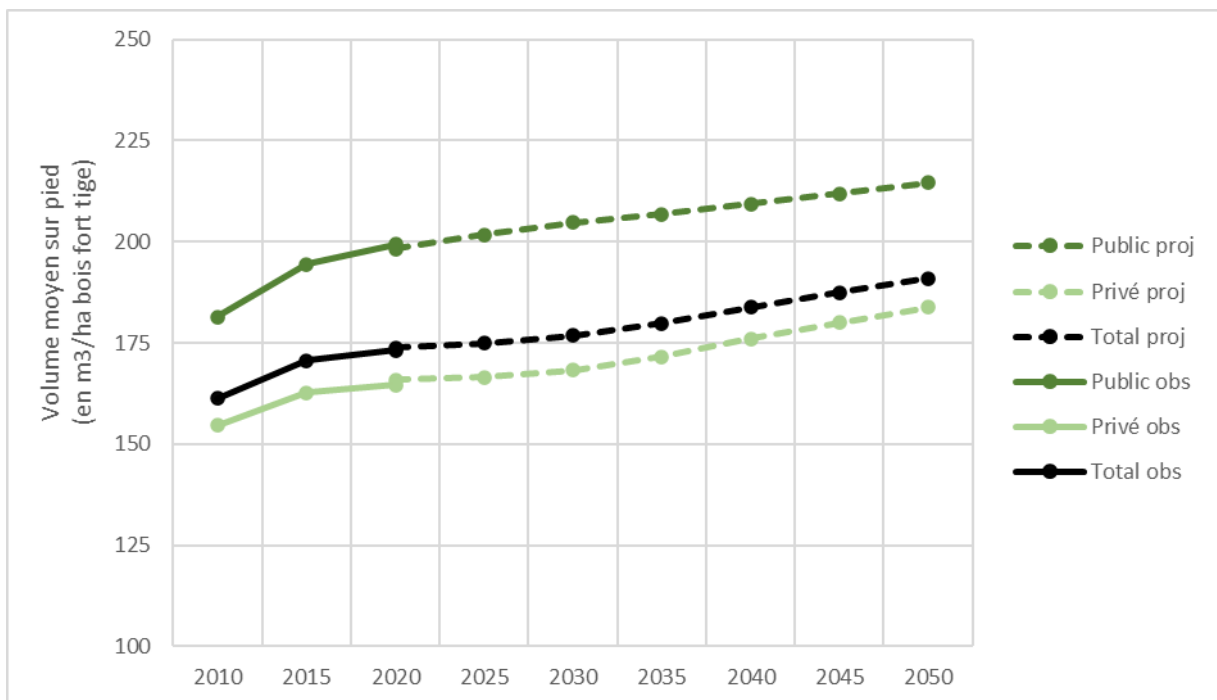
A1 : maintien du taux de prélèvement actuel de 70 % (équivalent au maintien de l'intensité actuelle de gestion)

R1 : scénario d'atteinte du milliard d'arbres plantés de « France 2030 » dès 2030

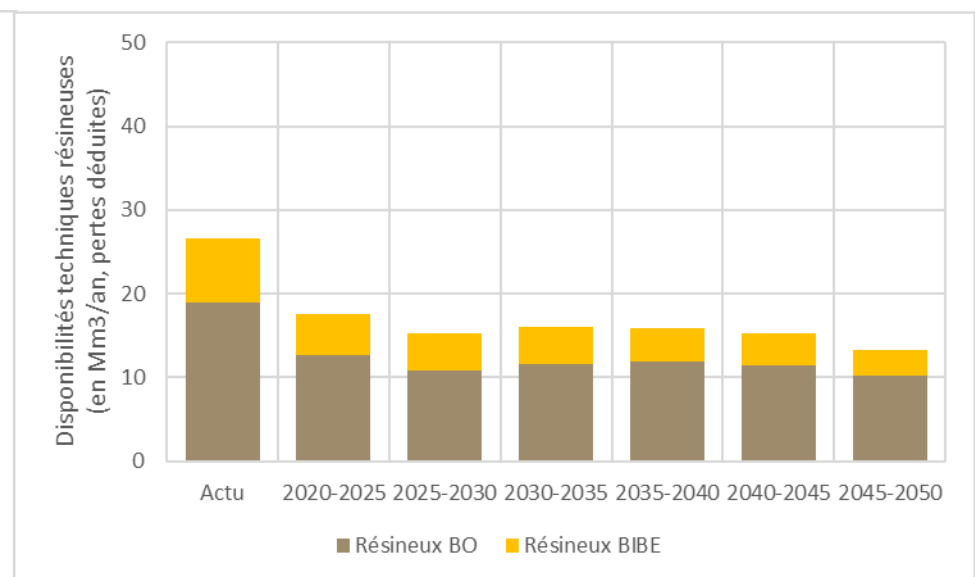
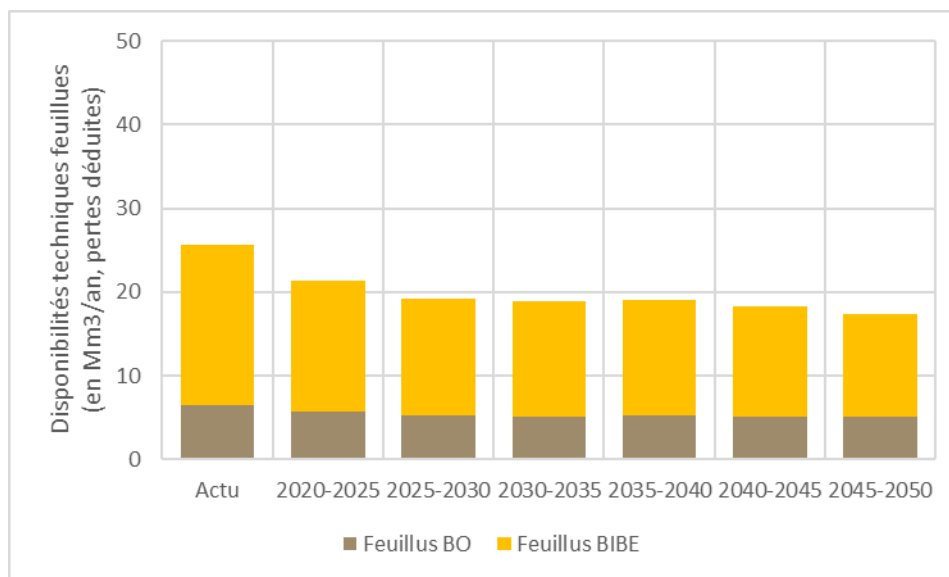
C3 : scénario pessimiste d'une atteinte d'un plateau ascendant de la mortalité et décroissant de la production

Pas de calcul sur l'aval et la filière

Scénario	A1_R1_C3	Volume sur pied (en Mm3 bois fort tige)					Stock de carbone (en MtC)	Surface (en milliers d'ha)	
		Feuillus		Résineux		Total		Public	Privé
		Année	Public	Privé	Public		Privé		
Obs. /FN	2010	424 ± 16	1 202 ± 27	288 ± 16	603 ± 25	2 518 ± 38	1 182 ± 17	3 930 ± 50	11 680 ± 100
	2015	438 ± 17	1 296 ± 31	331 ± 21	663 ± 28	2 728 ± 45	1 268 ± 20	3 950 ± 50	12 030 ± 110
	2020	462 ± 17	1 358 ± 31	330 ± 21	661 ± 29	2 811 ± 46	1 316 ± 20	3 970 ± 40	12 270 ± 110
Projections 2020-2050	2025	478	1 437	323	665	2 902	1 359	3 970	12 620
	2030	487	1 473	326	689	2 975	1 400	3 970	12 850
	2035	494	1 508	327	717	3 047	1 440	3 970	12 960
	2040	501	1 544	330	746	3 120	1 479	3 970	13 010
	2045	509	1 581	332	768	3 190	1 517	3 970	13 050
	2050	519	1 612	333	789	3 253	1 553	3 970	13 060



Scénario	A1_R1_C3	Flux en volume (en Mm3/an bois fort tige)		Flux en carbone (en Mm3/an bois fort tige)		Disponibilités techniques (en Mm3/an, pertes déduites)								Origine des disponibilités (en % du total)		
		Période	Dispos.	Mortalité	Dispos	Mortalité	Feuillus				Résineux				Total	Coupes liées au plan de renouvel.
	BO pot.						BIBE		BO pot.		BIBE					
	Public						Privé	Public	Privé	Public	Privé	Public	Privé			
Obs. /FN	2013-2022	51,4 ± 2,7	13,1 ± 0,6	Non estimé		2,2 ± 0,3	4,3 ± 0,5	5,6 ± 0,5	13,5 ± 1,1	4,9 ± 0,8	14 ± 1,7	1,8 ± 0,3	5,9 ± 0,6	52,3 ± 2,6	Non estimé	
Projections 2020-2050	2020-2025	37,7	25,2	15,8	11,3	2,2	3,6	5,2	10,3	3,7	9,0	1,2	3,6	38,8	5%	10%
	2025-2030	33,2	27,1	14,1	12,5	2,2	3,1	5,0	8,9	3,2	7,6	1,2	3,2	34,3	28%	7%
	2030-2035	33,8	27,7	14,3	12,8	2,2	2,9	5,3	8,5	3,4	8,2	1,2	3,2	34,9	36%	7%
	2035-2040	33,3	28,4	14,4	13,1	2,2	3,0	5,2	8,6	3,4	8,5	1,0	3,0	34,7	0%	7%
	2040-2045	31,9	28,9	13,9	13,4	2,1	3,0	4,9	8,3	3,2	8,3	0,9	2,8	33,3	1%	8%
	2045-2050	29,3	30,1	12,8	13,9	1,7	3,4	4,1	8,1	2,8	7,4	0,7	2,4	30,6	5%	7%

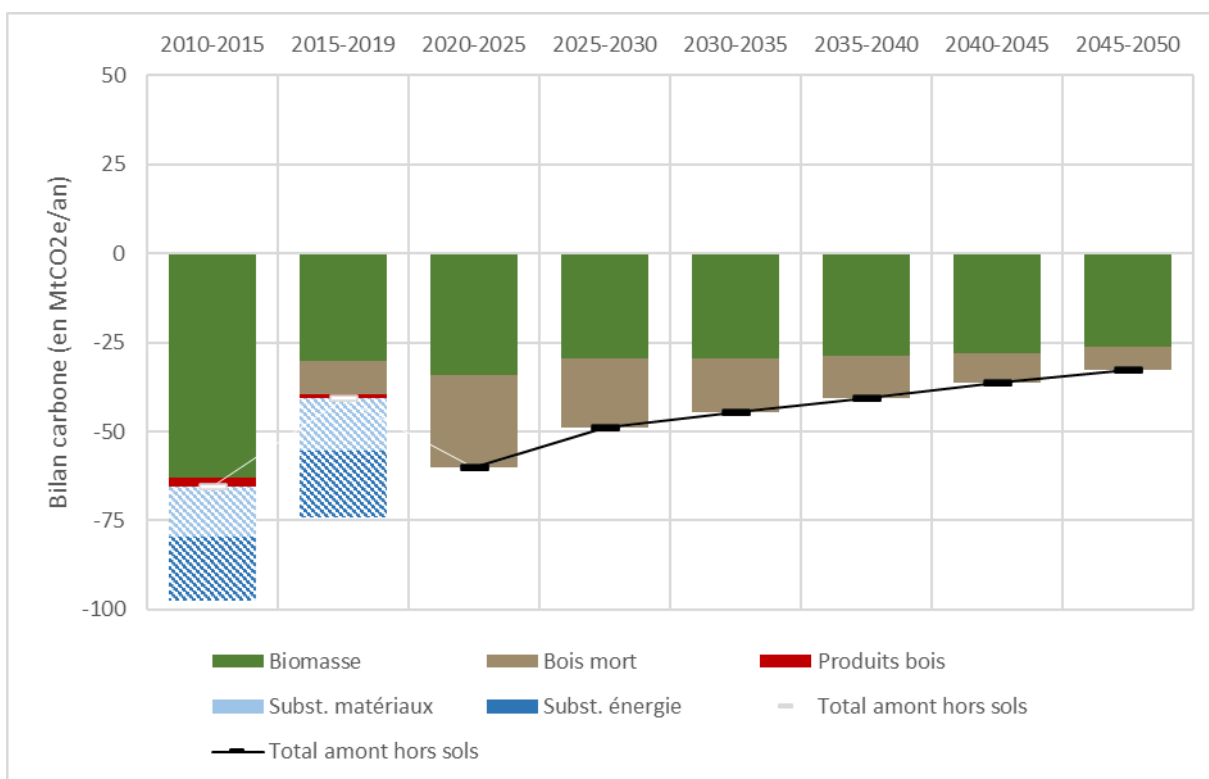


Scénario	A1_R1_C3	Flux dans l'écosystème (en MtCO2e/an)			Flux dans les produits bois (en MtCO2e/an)	Effet substitution (en MtCO2e/an)	
	Année	Biomasse	Bois mort	Total forêt		Matériaux	Énergie
IGD	2010-2015	-63,1	0	-63,1	-2,3	-14,3*	-18*
	2015-2019	-30,1	-9,5	-39,6	-1,1	-14,7*	-18,7*
Projections 2020-2050	2020-2025	-34,3	-25,8	-60,1	Non estimé	Non	estimé
	2025-2030	-29,5	-19,6	-49,1	Non estimé	Non	estimé
	2030-2035	-29,6	-15	-44,6	Non estimé	Non	estimé
	2035-2040	-28,7	-12	-40,7	Non estimé	Non	estimé
	2040-2045	-27,9	-8,5	-36,4	Non estimé	Non	estimé
	2045-2050	-26,4	-6,2	-32,6	Non estimé	Non	estimé
Projections 2050-2080 *	2050-2055	-27,6	-2,2	-29,8	Non estimé	Non	estimé
	2055-2060	-28,7	0,3	-28,4	Non estimé	Non	estimé
	2060-2065	-29,1	1,3	-27,8	Non estimé	Non	estimé
	2065-2070	-29,5	1,8	-27,7	Non estimé	Non	estimé
	2070-2075	-30,1	2,1	-28	Non estimé	Non	estimé
	2075-2080	-29,9	2,2	-27,7	Non estimé	Non	estimé

NB : Les projections post-2050 sont fournies à titre indicatif, la robustesse de ces résultats est très faible et les hypothèses de certains scénarios n'ont pas été définies sur cette période.

L'effet substitution calculé dans les IGD utilisait une méthode et des coefficients qui ont été revus dans la présente étude, engendrant des valeurs plus faibles en projection.

Le stockage dans les sols et la litière n'est pas intégré dans les résultats présentés ici.



SCENARIO A1_R2_C1

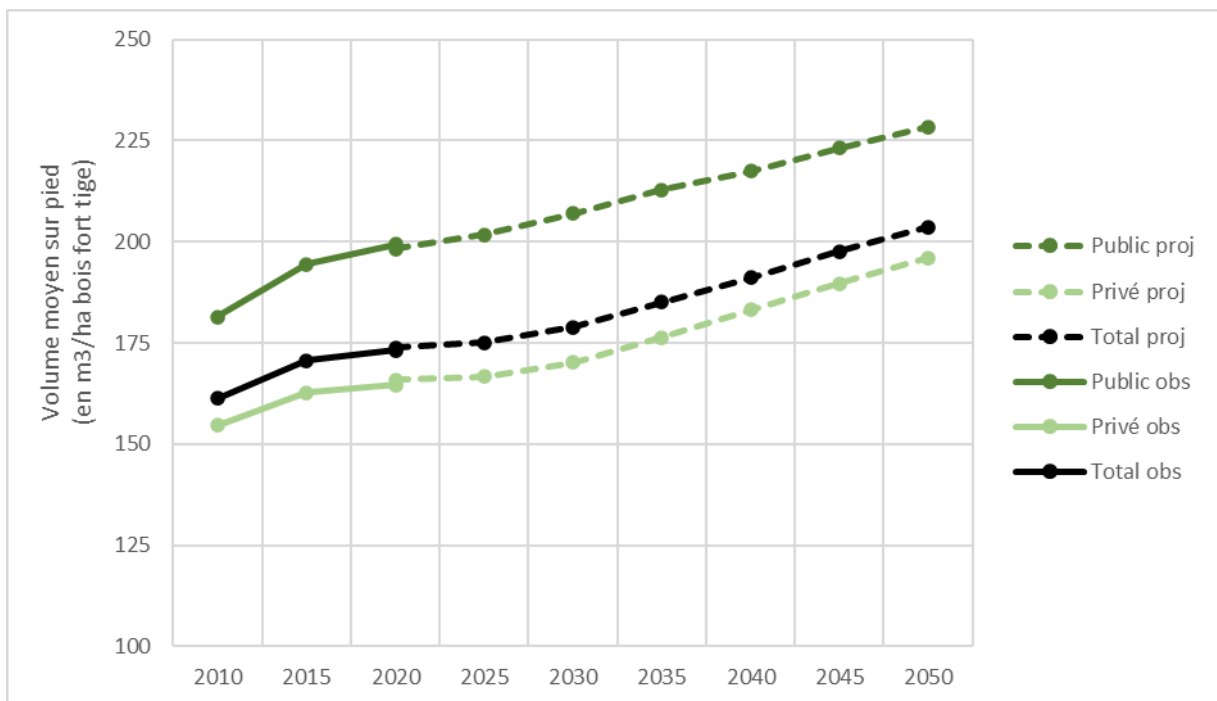
A1 : maintien du taux de prélèvement actuel de 70 % (équivalent au maintien de l'intensité actuelle de gestion)

R2 : scénario d'atteinte plus progressive des objectifs de « France 2030 »

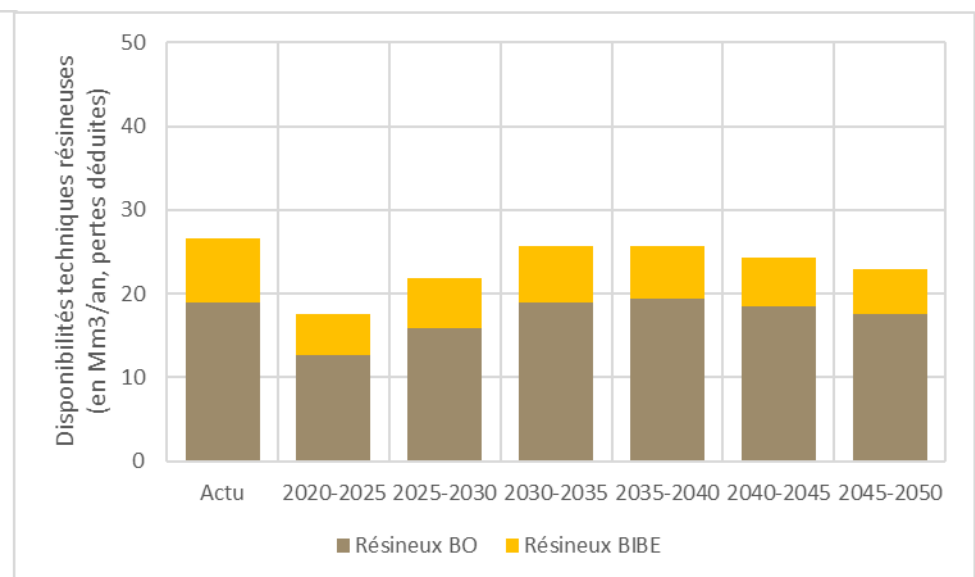
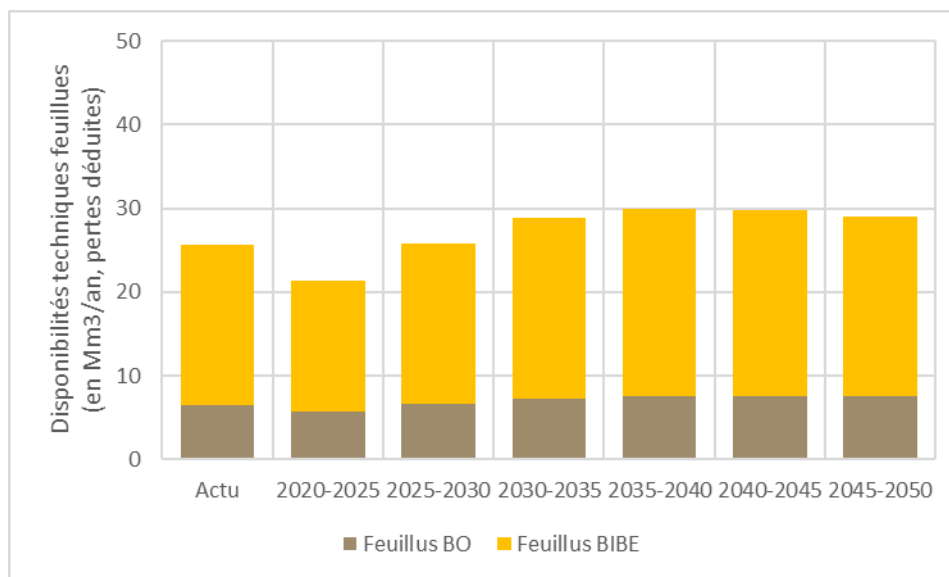
C1 : scénario optimiste considérant la crise actuelle comme conjoncturelle

Pas de calcul sur l'aval et la filière

Scénario	A1_R2_C1	Volume sur pied (en Mm3 bois fort tige)					Stock de carbone (en MtC)	Surface (en milliers d'ha)	
		Feuillus		Résineux		Total		Public	Privé
		Public	Privé	Public	Privé				
Obs. /FN	2010	424 ± 16	1 202 ± 27	288 ± 16	603 ± 25	2 518 ± 38	1 182 ± 17	3 930 ± 50	11 680 ± 100
	2015	438 ± 17	1 296 ± 31	331 ± 21	663 ± 28	2 728 ± 45	1 268 ± 20	3 950 ± 50	12 030 ± 110
	2020	462 ± 17	1 358 ± 31	330 ± 21	661 ± 29	2 811 ± 46	1 316 ± 20	3 970 ± 40	12 270 ± 110
Projections 2020-2050	2025	478	1 437	323	665	2 902	1 359	3 970	12 610
	2030	492	1 497	330	680	2 999	1 414	3 970	12 790
	2035	509	1 574	336	695	3 114	1 478	3 970	12 860
	2040	523	1 653	340	711	3 227	1 541	3 970	12 910
	2045	539	1 732	347	723	3 340	1 603	3 970	12 940
	2050	554	1 810	353	731	3 447	1 664	3 970	12 960



Scénario	A1_R2_C1	Flux en volume (en Mm3/an bois fort tige)		Flux en carbone (en Mm3/an bois fort tige)		Disponibilités techniques (en Mm3/an, pertes déduites)								Origine des disponibilités (en % du total)		
		Période	Dispos.	Mortalité	Dispos	Mortalité	Feuillus				Résineux				Total	Coupes liées au plan de renouvel.
	BO pot.						BIBE		BO pot.		BIBE					
	Public						Privé	Public	Privé	Public	Privé	Public	Privé			
Obs. IFN	2013-2022	51,4 ± 2,7	13,1 ± 0,6	Non estimé		2,2 ± 0,3	4,3 ± 0,5	5,6 ± 0,5	13,5 ± 1,1	4,9 ± 0,8	14 ± 1,7	1,8 ± 0,3	5,9 ± 0,6	52,3 ± 2,6	Non estimé	
Projections 2020-2050	2020-2025	37,7	25,2	15,9	11,3	2,2	3,6	5,2	10,3	3,7	9,0	1,2	3,6	38,8	4%	10%
	2025-2030	46,1	16,8	19,5	7,8	2,4	4,3	5,8	13,3	3,8	12,0	1,4	4,6	47,6	9%	5%
	2030-2035	52,9	11,7	22,3	5,5	2,6	4,7	6,4	15,2	4,7	14,3	1,7	5,0	54,7	18%	3%
	2035-2040	53,4	12,8	23,0	6,0	2,7	4,8	6,7	15,7	4,8	14,6	1,5	4,8	55,6	0%	4%
	2040-2045	51,9	13,9	22,5	6,6	2,6	4,9	6,6	15,7	4,4	14,1	1,3	4,5	54,2	0%	4%
	2045-2050	49,7	15,2	21,6	7,3	2,6	5,0	6,6	14,8	4,2	13,4	1,2	4,1	52,0	1%	4%

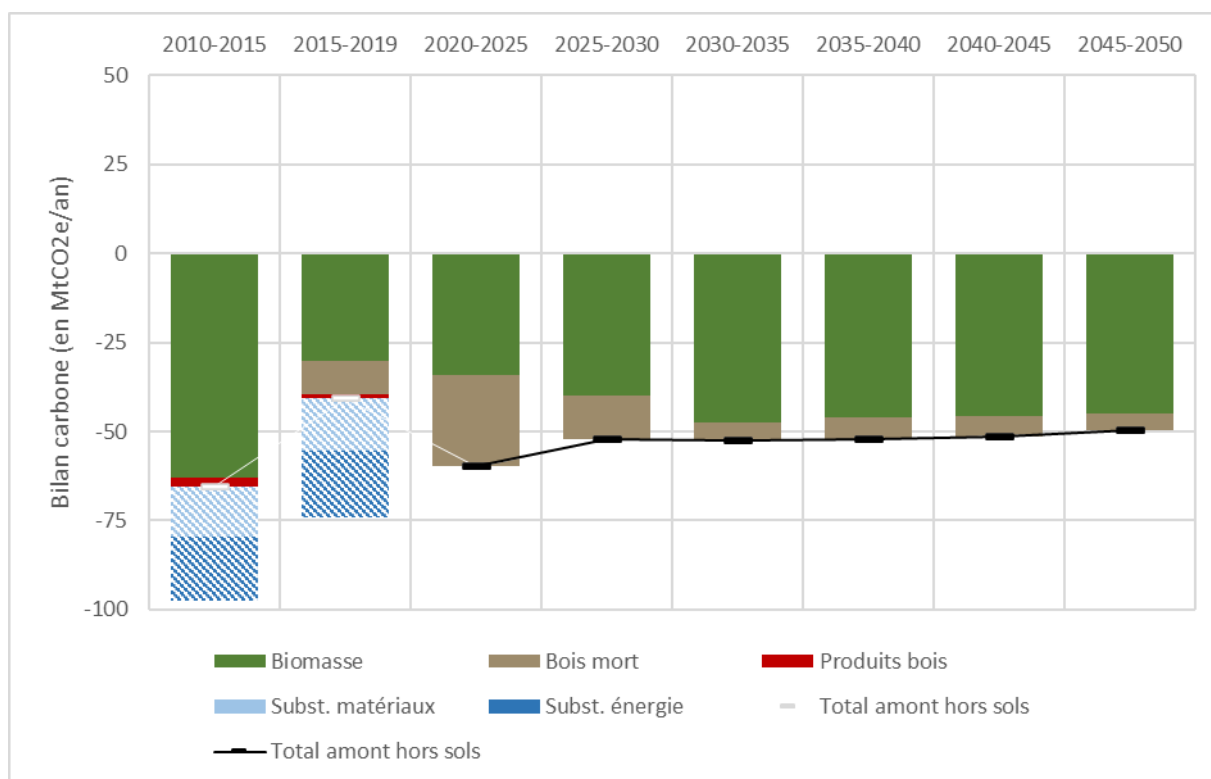


Scénario	A1_R2_C1	Flux dans l'écosystème (en MtCO2e/an)			Flux dans les produits bois (en MtCO2e/an)	Effet substitution (en MtCO2e/an)	
	Année	Biomasse	Bois mort	Total forêt		Matériaux	Énergie
IGD	2010-2015	-63,1	0	-63,1	-2,3	-14,3*	-18*
	2015-2019	-30,1	-9,5	-39,6	-1,1	-14,7*	-18,7*
Projections 2020-2050	2020-2025	-34,1	-25,8	-59,9	Non estimé	Non	estimé
	2025-2030	-39,9	-12,3	-52,2	Non estimé	Non	estimé
	2030-2035	-47,4	-5,2	-52,6	Non estimé	Non	estimé
	2035-2040	-46	-6,3	-52,3	Non estimé	Non	estimé
	2040-2045	-45,7	-5,6	-51,3	Non estimé	Non	estimé
	2045-2050	-45	-4,8	-49,8	Non estimé	Non	estimé
Projections 2050-2080 *	2050-2055	-45	-3,7	-48,7	Non estimé	Non	estimé
	2055-2060	-45,6	-2,9	-48,5	Non estimé	Non	estimé
	2060-2065	-46,8	-2,2	-49	Non estimé	Non	estimé
	2065-2070	-47,3	-2	-49,3	Non estimé	Non	estimé
	2070-2075	-47,5	-1,8	-49,3	Non estimé	Non	estimé
	2075-2080	-47,7	-1,5	-49,2	Non estimé	Non	estimé

NB : Les projections post-2050 sont fournies à titre indicatif, la robustesse de ces résultats est très faible et les hypothèses de certains scénarios n'ont pas été définies sur cette période.

L'effet substitution calculé dans les IGD utilisait une méthode et des coefficients qui ont été revus dans la présente étude, engendrant des valeurs plus faibles en projection.

Le stockage dans les sols et la litière n'est pas intégré dans les résultats présentés ici.



SCENARIO A1_R2_C2

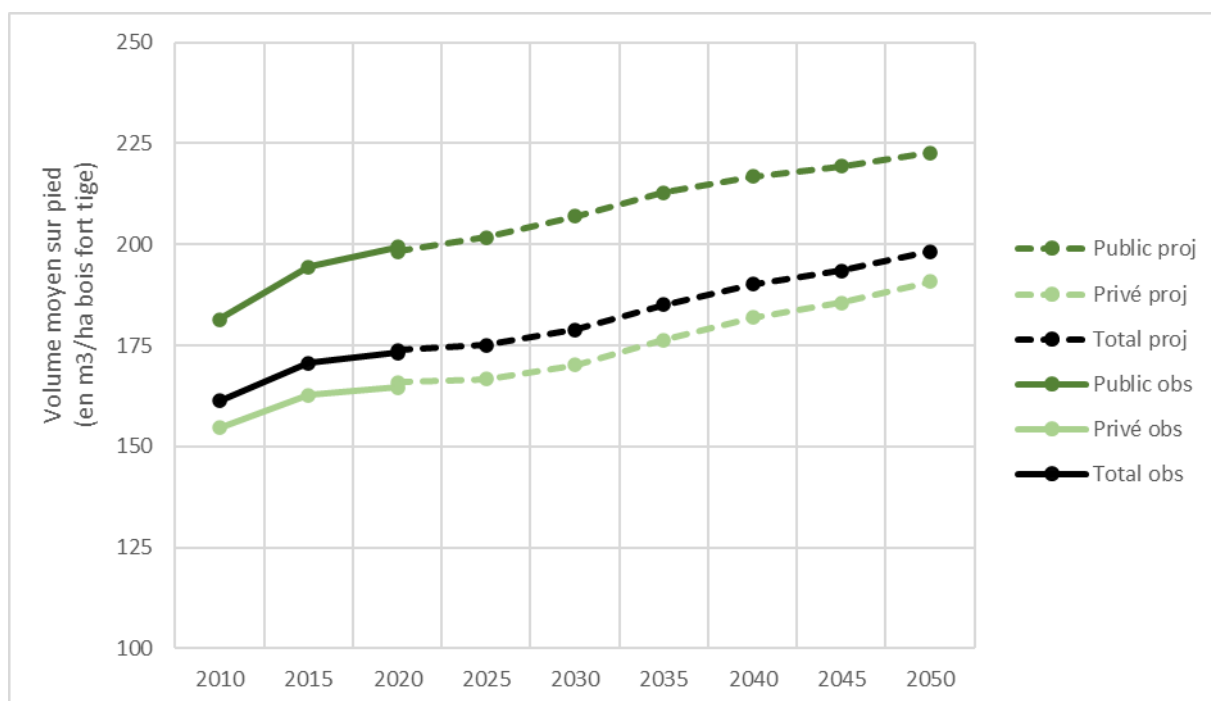
A1 : maintien du taux de prélèvement actuel de 70 % (équivalent au maintien de l'intensité actuelle de gestion)

R2 : scénario d'atteinte plus progressive des objectifs de « France 2030 »

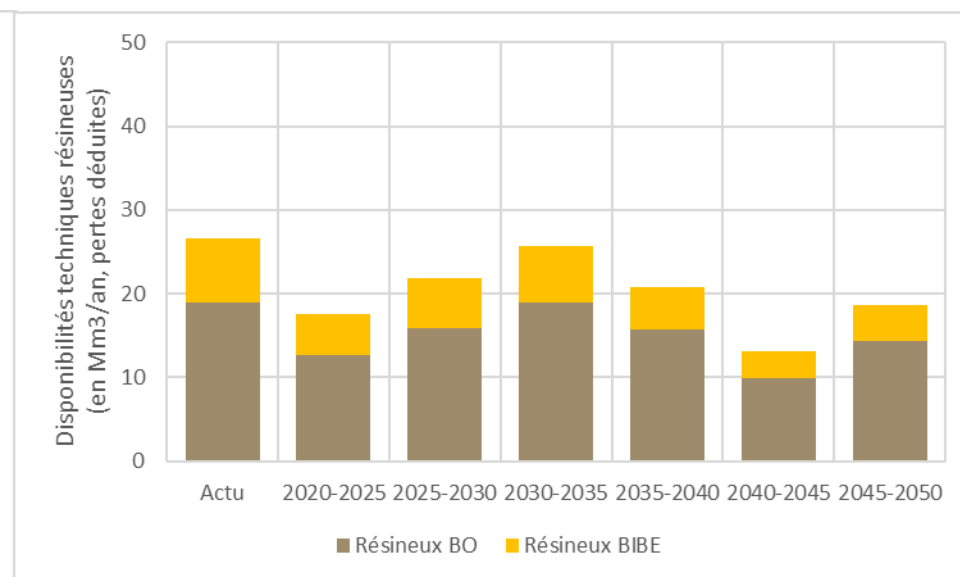
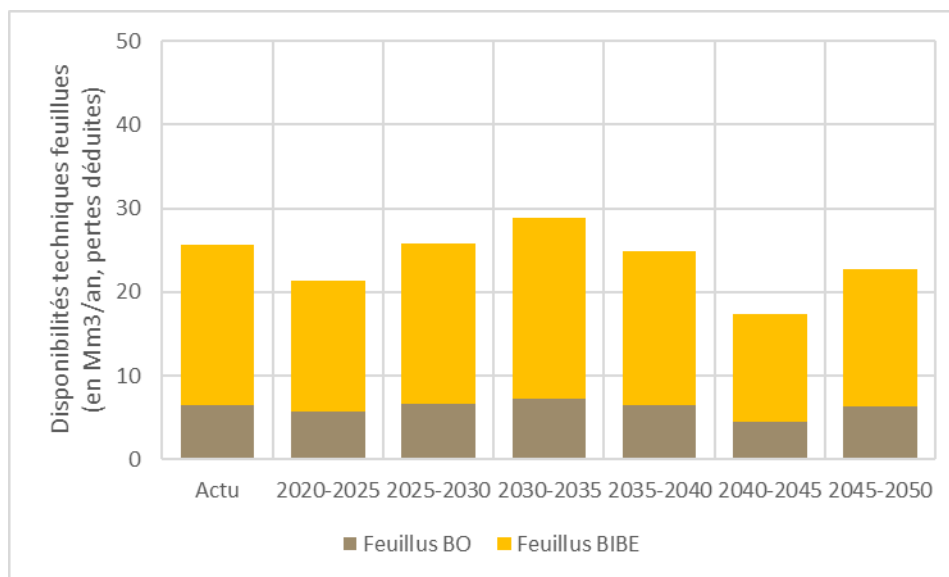
C2 : scénario de succession de crises telles que l'actuelle espacées de quelques années (analogie aux périodes successives d'années de sécheresse)

Pas de calcul sur l'aval et la filière

Scénario	A1_R2_C2	Volume sur pied (en Mm3 bois fort tige)					Stock de carbone (en MtC)	Surface (en milliers d'ha)	
		Feuillus		Résineux		Total		Public	Privé
		Public	Privé	Public	Privé				
Obs. IFN	2010	424 ± 16	1 202 ± 27	288 ± 16	603 ± 25	2 518 ± 38	1 182 ± 17	3 930 ± 50	11 680 ± 100
	2015	438 ± 17	1 296 ± 31	331 ± 21	663 ± 28	2 728 ± 45	1 268 ± 20	3 950 ± 50	12 030 ± 110
	2020	462 ± 17	1 358 ± 31	330 ± 21	661 ± 29	2 811 ± 46	1 316 ± 20	3 970 ± 40	12 270 ± 110
Projections 2020-2050	2025	478	1 437	323	665	2 902	1 359	3 970	12 610
	2030	492	1 497	330	680	2 999	1 414	3 970	12 790
	2035	509	1 574	336	695	3 114	1 478	3 970	12 860
	2040	520	1 632	341	717	3 210	1 531	3 970	12 910
	2045	530	1 656	341	745	3 272	1 565	3 970	12 940
	2050	539	1 714	345	759	3 356	1 613	3 970	12 960



Scénario	A1_R2_C2	Flux en volume (en Mm3/an bois fort tige)		Flux en carbone (en Mm3/an bois fort tige)		Disponibilités techniques (en Mm3/an, pertes déduites)								Origine des disponibilités (en % du total)		
		Période	Dispos.	Mortalité	Dispos	Mortalité	Feuillus				Résineux				Total	Coupes liées au plan de renouvel.
	BO pot.						BIBE		BO pot.		BIBE					
	Public						Privé	Public	Privé	Public	Privé	Public	Privé			
Obs. /FN	2013-2022	51,4 ± 2,7	13,1 ± 0,6	Non estimé		2,2 ± 0,3	4,3 ± 0,5	5,6 ± 0,5	13,5 ± 1,1	4,9 ± 0,8	14 ± 1,7	1,8 ± 0,3	5,9 ± 0,6	52,3 ± 2,6	Non estimé	
Projections 2020-2050	2020-2025	37,7	25,2	15,9	11,3	2,2	3,6	5,2	10,3	3,7	9,0	1,2	3,6	38,8	4%	10%
	2025-2030	46,1	16,8	19,5	7,8	2,4	4,3	5,8	13,3	3,8	12,0	1,4	4,6	47,6	9%	5%
	2030-2035	52,9	11,7	22,3	5,5	2,6	4,7	6,4	15,2	4,7	14,3	1,7	5,0	54,7	18%	3%
	2035-2040	43,9	20,6	18,9	9,7	2,5	4,0	6,0	12,4	4,0	11,7	1,2	3,9	45,7	0%	5%
	2040-2045	29,1	35,9	12,7	16,7	1,7	2,8	4,3	8,5	2,9	7,0	0,8	2,4	30,4	0%	8%
	2045-2050	39,5	22,4	17,2	10,6	2,4	4,0	5,9	10,4	3,7	10,6	1,0	3,3	41,3	1%	6%

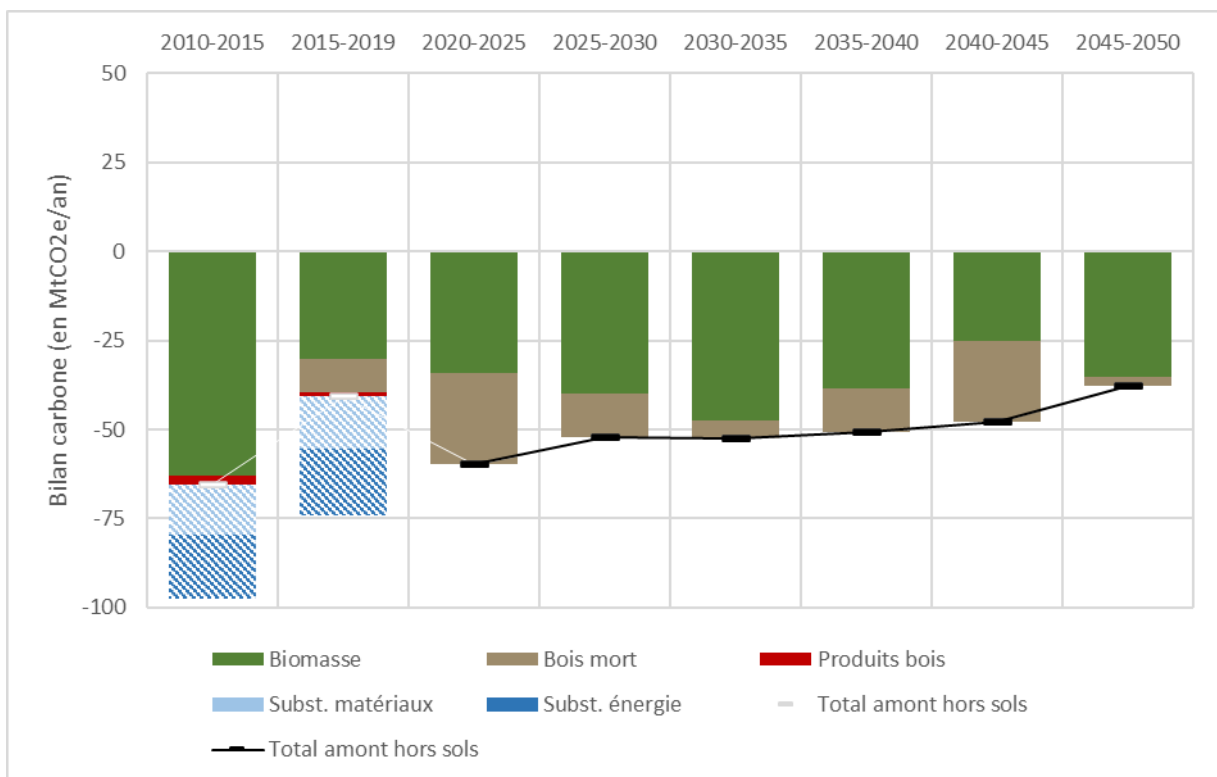


Scénario	A1_R2_C2	Flux dans l'écosystème (en MtCO2e/an)			Flux dans les produits bois (en MtCO2e/an)	Effet substitution (en MtCO2e/an)	
	Année	Biomasse	Bois mort	Total forêt		Matériaux	Énergie
IGD	2010-2015	-63,1	0	-63,1	-2,3	-14,3*	-18*
	2015-2019	-30,1	-9,5	-39,6	-1,1	-14,7*	-18,7*
Projections 2020-2050	2020-2025	-34,1	-25,8	-59,9	Non estimé	Non	estimé
	2025-2030	-39,9	-12,3	-52,2	Non estimé	Non	estimé
	2030-2035	-47,4	-5,2	-52,6	Non estimé	Non	estimé
	2035-2040	-38,4	-12,4	-50,8	Non estimé	Non	estimé
	2040-2045	-25,2	-22,7	-47,9	Non estimé	Non	estimé
	2045-2050	-35,2	-2,4	-37,6	Non estimé	Non	estimé
Projections 2050-2080 *	2050-2055	-36,1	-0,7	-36,8	Non estimé	Non	estimé
	2055-2060	-35,9	-0,3	-36,2	Non estimé	Non	estimé
	2060-2065	-37	0,5	-36,5	Non estimé	Non	estimé
	2065-2070	-37	0,6	-36,4	Non estimé	Non	estimé
	2070-2075	-37,4	0,7	-36,7	Non estimé	Non	estimé
	2075-2080	-38	1,1	-36,9	Non estimé	Non	estimé

NB : Les projections post-2050 sont fournies à titre indicatif, la robustesse de ces résultats est très faible et les hypothèses de certains scénarios n'ont pas été définies sur cette période.

L'effet substitution calculé dans les IGD utilisait une méthode et des coefficients qui ont été revus dans la présente étude, engendrant des valeurs plus faibles en projection.

Le stockage dans les sols et la litière n'est pas intégré dans les résultats présentés ici.



SCENARIO A1_R2_C3

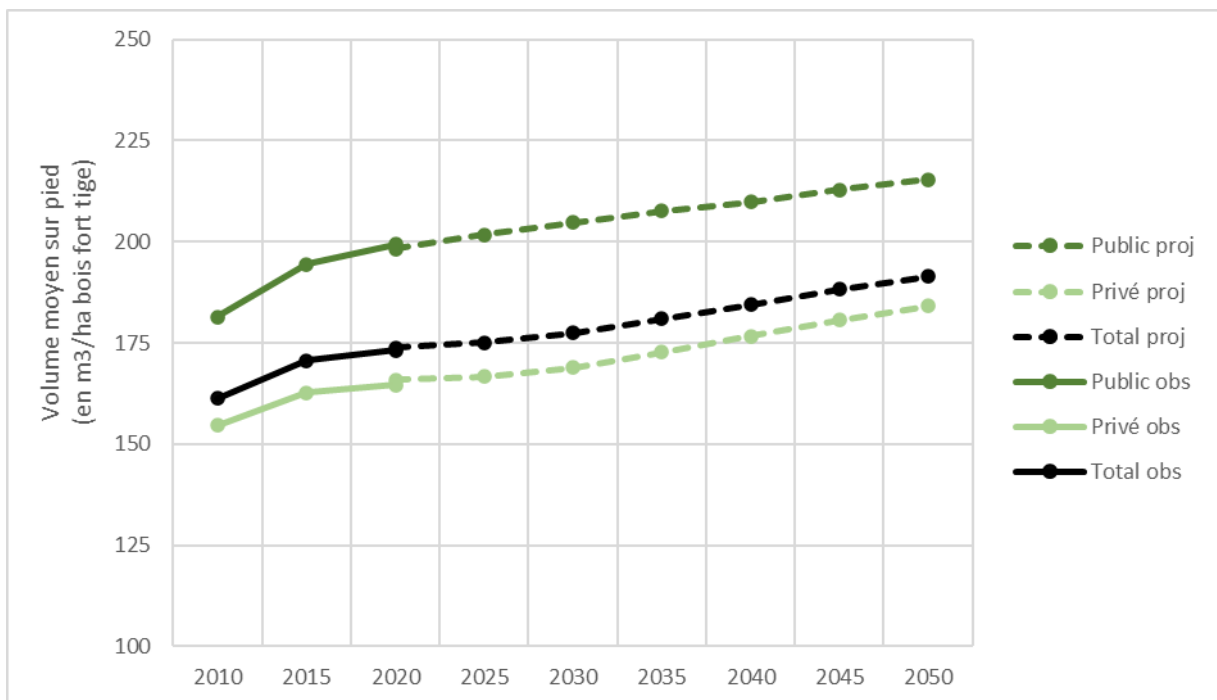
A1 : maintien du taux de prélèvement actuel de 70 % (équivalent au maintien de l'intensité actuelle de gestion)

R2 : scénario d'atteinte plus progressive des objectifs de « France 2030 »

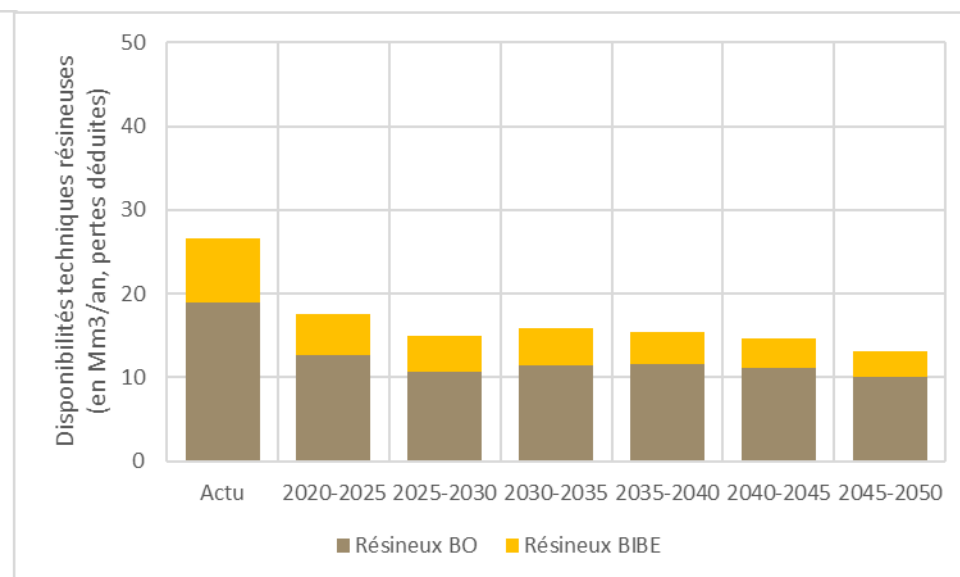
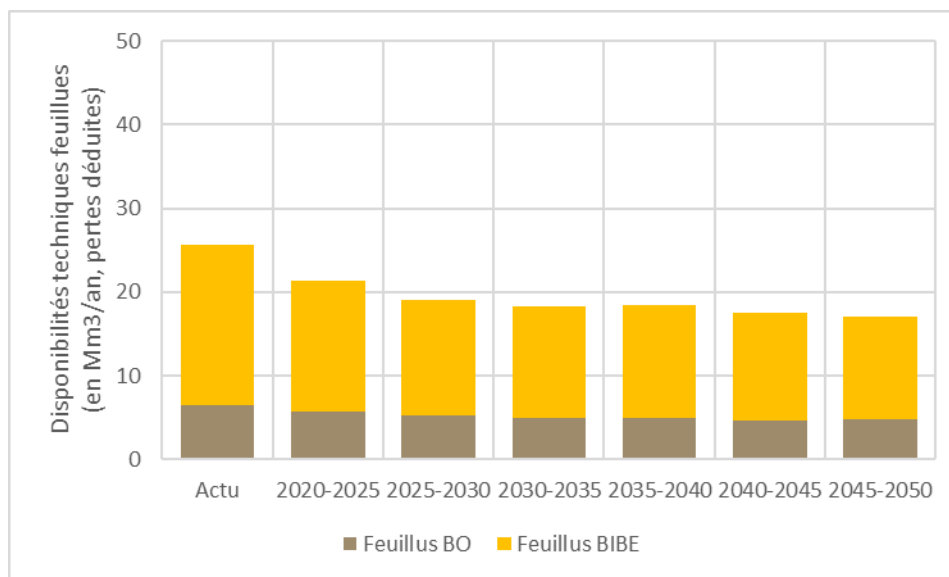
C3 : scénario pessimiste d'une atteinte d'un plateau ascendant de la mortalité et décroissant de la production

Pas de calcul sur l'aval et la filière

Scénario	A1_R2_C3	Volume sur pied (en Mm3 bois fort tige)					Stock de carbone (en MtC)	Surface (en milliers d'ha)	
		Feuillus		Résineux		Total		Public	Privé
		Année	Public	Privé	Public		Privé		
Obs. /FN	2010	424 ± 16	1 202 ± 27	288 ± 16	603 ± 25	2 518 ± 38	1 182 ± 17	3 930 ± 50	11 680 ± 100
	2015	438 ± 17	1 296 ± 31	331 ± 21	663 ± 28	2 728 ± 45	1 268 ± 20	3 950 ± 50	12 030 ± 110
	2020	462 ± 17	1 358 ± 31	330 ± 21	661 ± 29	2 811 ± 46	1 316 ± 20	3 970 ± 40	12 270 ± 110
Projections 2020-2050	2025	478	1 437	323	665	2 902	1 359	3 970	12 610
	2030	487	1 473	326	688	2 974	1 399	3 970	12 790
	2035	497	1 509	327	712	3 045	1 439	3 970	12 860
	2040	504	1 544	329	737	3 114	1 477	3 970	12 910
	2045	514	1 581	331	757	3 182	1 515	3 970	12 940
	2050	524	1 612	331	775	3 242	1 550	3 970	12 960



Scénario	A1_R2_C3	Flux en volume (en Mm3/an bois fort tige)		Flux en carbone (en Mm3/an bois fort tige)		Disponibilités techniques (en Mm3/an, pertes déduites)								Origine des disponibilités (en % du total)		
		Période	Dispos.	Mortalité	Dispos	Mortalité	Feuillus				Résineux				Total	Coupes liées au plan de renouvel.
	BO pot.						BIBE		BO pot.		BIBE					
	Public						Privé	Public	Privé	Public	Privé	Public	Privé			
Obs. /FN	2013-2022	51,4 ± 2,7	13,1 ± 0,6	Non estimé		2,2 ± 0,3	4,3 ± 0,5	5,6 ± 0,5	13,5 ± 1,1	4,9 ± 0,8	14 ± 1,7	1,8 ± 0,3	5,9 ± 0,6	52,3 ± 2,6	Non estimé	
Projections 2020-2050	2020-2025	37,7	25,2	15,9	11,3	2,2	3,6	5,2	10,3	3,7	9,0	1,2	3,6	38,8	4%	10%
	2025-2030	32,8	27,1	14,0	12,5	2,1	3,2	5,0	8,7	3,1	7,6	1,1	3,2	33,9	12%	7%
	2030-2035	33,1	27,4	14,0	12,7	2,1	2,9	5,0	8,3	3,3	8,2	1,2	3,2	34,2	29%	7%
	2035-2040	32,5	28,1	14,1	13,1	2,1	2,9	5,1	8,4	3,3	8,3	0,9	2,9	33,9	0%	8%
	2040-2045	30,9	28,7	13,4	13,3	1,9	2,8	4,7	8,1	3,1	8,0	0,8	2,7	32,2	0%	8%
	2045-2050	28,7	29,7	12,5	13,8	1,7	3,1	4,2	8,0	2,8	7,2	0,8	2,3	30,0	1%	7%

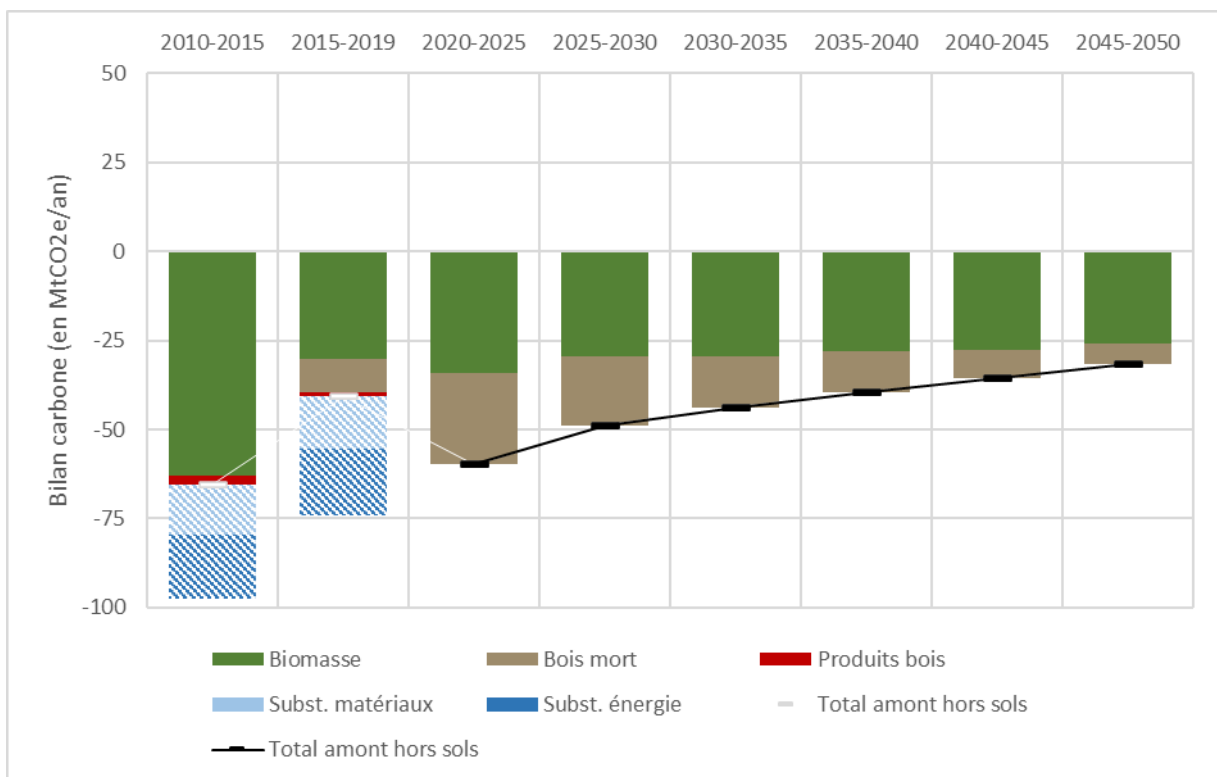


Scénario	A1_R2_C3	Flux dans l'écosystème (en MtCO2e/an)			Flux dans les produits bois (en MtCO2e/an)	Effet substitution (en MtCO2e/an)	
	Année	Biomasse	Bois mort	Total forêt		Matériaux	Énergie
IGD	2010-2015	-63,1	0	-63,1	-2,3	-14,3*	-18*
	2015-2019	-30,1	-9,5	-39,6	-1,1	-14,7*	-18,7*
Projections 2020-2050	2020-2025	-34,1	-25,8	-59,9	Non estimé	Non	estimé
	2025-2030	-29,4	-19,4	-48,8	Non estimé	Non	estimé
	2030-2035	-29,5	-14,3	-43,8	Non estimé	Non	estimé
	2035-2040	-27,9	-11,6	-39,5	Non estimé	Non	estimé
	2040-2045	-27,5	-8,1	-35,6	Non estimé	Non	estimé
	2045-2050	-25,7	-6,1	-31,8	Non estimé	Non	estimé
Projections 2050-2080 *	2050-2055	-27	-2	-29	Non estimé	Non	estimé
	2055-2060	-28	0,4	-27,6	Non estimé	Non	estimé
	2060-2065	-28,6	1,5	-27,1	Non estimé	Non	estimé
	2065-2070	-29,1	2,1	-27	Non estimé	Non	estimé
	2070-2075	-29,5	2,2	-27,3	Non estimé	Non	estimé
	2075-2080	-29,5	2,3	-27,2	Non estimé	Non	estimé

NB : Les projections post-2050 sont fournies à titre indicatif, la robustesse de ces résultats est très faible et les hypothèses de certains scénarios n'ont pas été définies sur cette période.

L'effet substitution calculé dans les IGD utilisait une méthode et des coefficients qui ont été revus dans la présente étude, engendrant des valeurs plus faibles en projection.

Le stockage dans les sols et la litière n'est pas intégré dans les résultats présentés ici.



SCENARIOS DE GESTION A2

SCENARIO A2_R1_C1

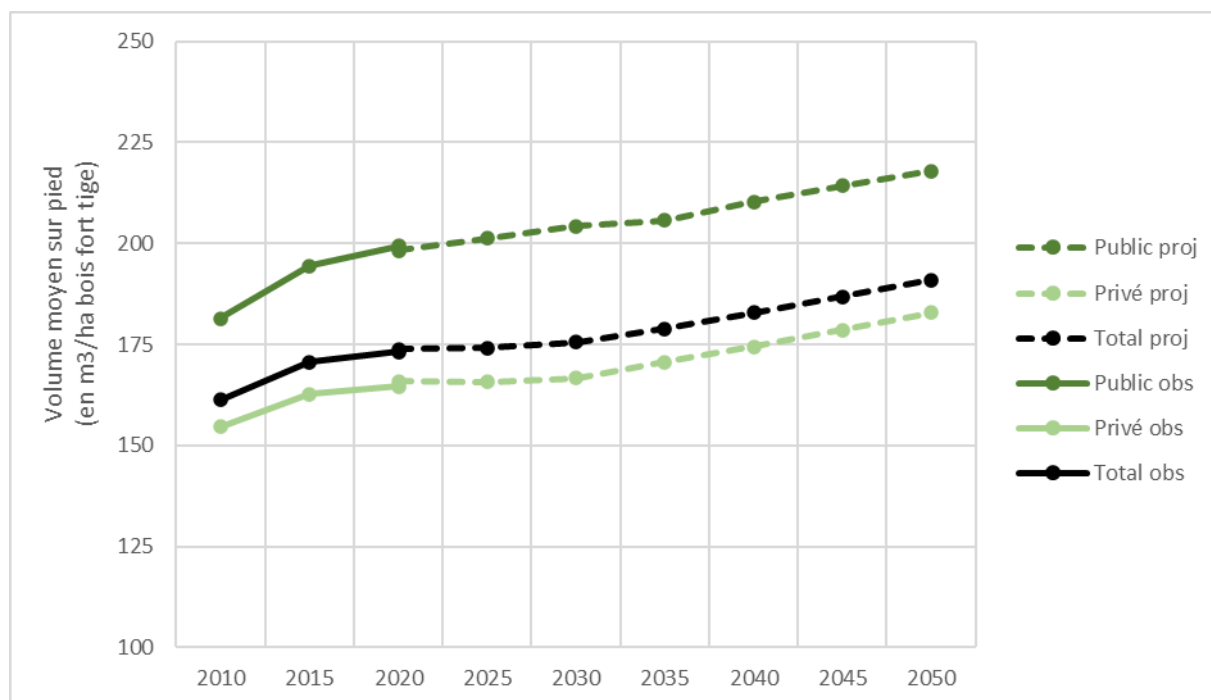
A2 : atteinte d'un taux de prélèvement de 80 % en 2030 (équivalent au taux de prélèvement actuel en forêt domaniale)

R1 : scénario d'atteinte du milliard d'arbres plantés de « France 2030 » dès 2030

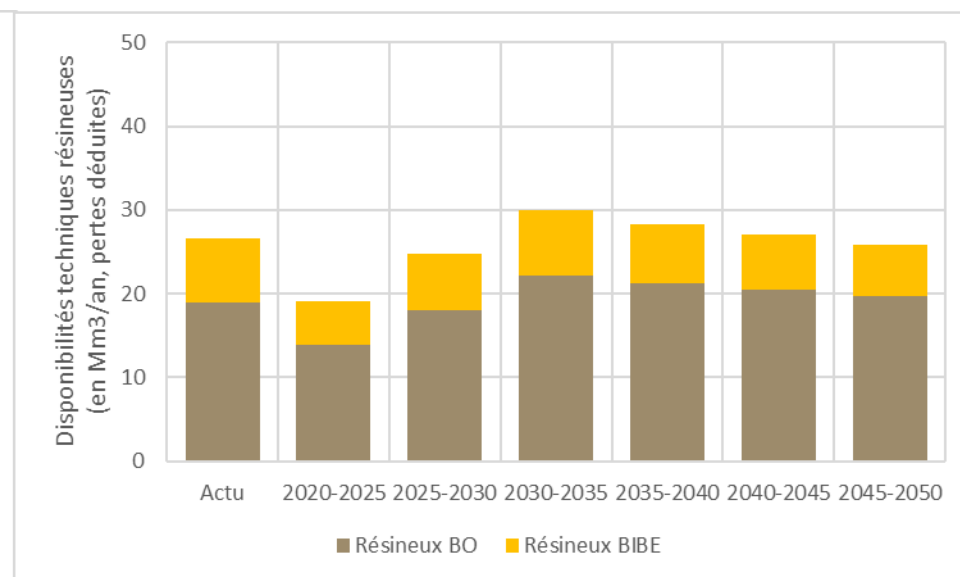
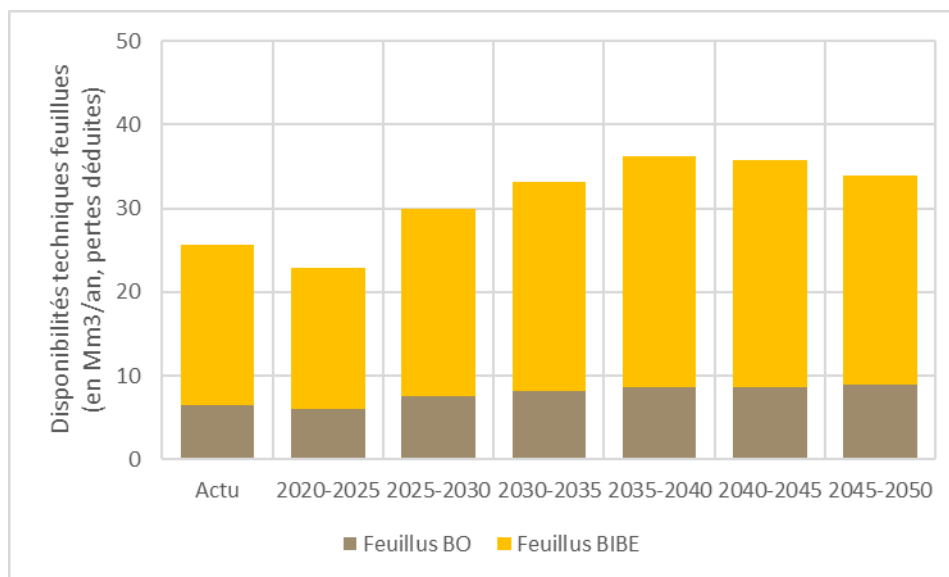
C1 : scénario optimiste considérant la crise actuelle comme conjoncturelle

Pas de calcul sur l'aval et la filière

Scénario	A2_R1_C1	Volume sur pied (en Mm3 bois fort tige)					Stock de carbone (en MtC)	Surface (en milliers d'ha)	
		Feuillus		Résineux		Total		Public	Privé
		Année	Public	Privé	Public		Privé		
Obs. IFN	2010	424 ± 16	1 202 ± 27	288 ± 16	603 ± 25	2 518 ± 38	1 182 ± 17	3 930 ± 50	11 680 ± 100
	2015	438 ± 17	1 296 ± 31	331 ± 21	663 ± 28	2 728 ± 45	1 268 ± 20	3 950 ± 50	12 030 ± 110
	2020	462 ± 17	1 358 ± 31	330 ± 21	661 ± 29	2 811 ± 46	1 316 ± 20	3 970 ± 40	12 270 ± 110
Projections 2020-2050	2025	477	1 432	322	659	2 889	1 354	3 970	12 620
	2030	487	1 477	324	666	2 954	1 394	3 970	12 850
	2035	498	1 540	319	671	3 028	1 441	3 970	12 960
	2040	510	1 593	325	677	3 106	1 486	3 970	13 010
	2045	522	1 649	329	681	3 182	1 530	3 970	13 050
	2050	534	1 708	331	680	3 253	1 574	3 970	13 060



Scénario	A2_R1_C1	Flux en volume (en Mm3/an bois fort tige)		Flux en carbone (en Mm3/an bois fort tige)		Disponibilités techniques (en Mm3/an, pertes déduites)								Origine des disponibilités (en % du total)		
		Période	Dispos.	Mortalité	Dispos	Mortalité	Feuillus				Résineux				Total	Coupes liées au plan de renouvel.
	BO pot.						BIBE		BO pot.		BIBE					
	Public						Privé	Public	Privé	Public	Privé	Public	Privé			
Obs. /FN	2013-2022	51,4 ± 2,7	13,1 ± 0,6	Non estimé		2,2 ± 0,3	4,3 ± 0,5	5,6 ± 0,5	13,5 ± 1,1	4,9 ± 0,8	14 ± 1,7	1,8 ± 0,3	5,9 ± 0,6	52,3 ± 2,6	Non estimé	
Projections 2020-2050	2020-2025	40,7	24,8	17,1	11,1	2,3	3,8	5,4	11,4	3,9	10,0	1,3	3,9	41,9	5%	10%
	2025-2030	52,9	16,5	22,4	7,7	2,7	4,9	6,4	16,0	4,7	13,3	1,7	5,1	54,8	18%	5%
	2030-2035	61,0	11,7	25,7	5,5	2,9	5,3	7,3	17,7	6,1	16,1	2,1	5,6	63,1	20%	3%
	2035-2040	61,6	11,6	26,9	5,5	2,8	5,8	6,9	20,7	4,7	16,5	1,5	5,6	64,5	0%	4%
	2040-2045	60,0	12,5	26,3	6,0	2,8	5,9	7,1	20,0	4,7	15,7	1,5	5,2	62,9	0%	4%
	2045-2050	57,0	13,8	24,9	6,6	2,8	6,1	7,0	18,0	4,8	14,9	1,4	4,8	59,7	3%	4%

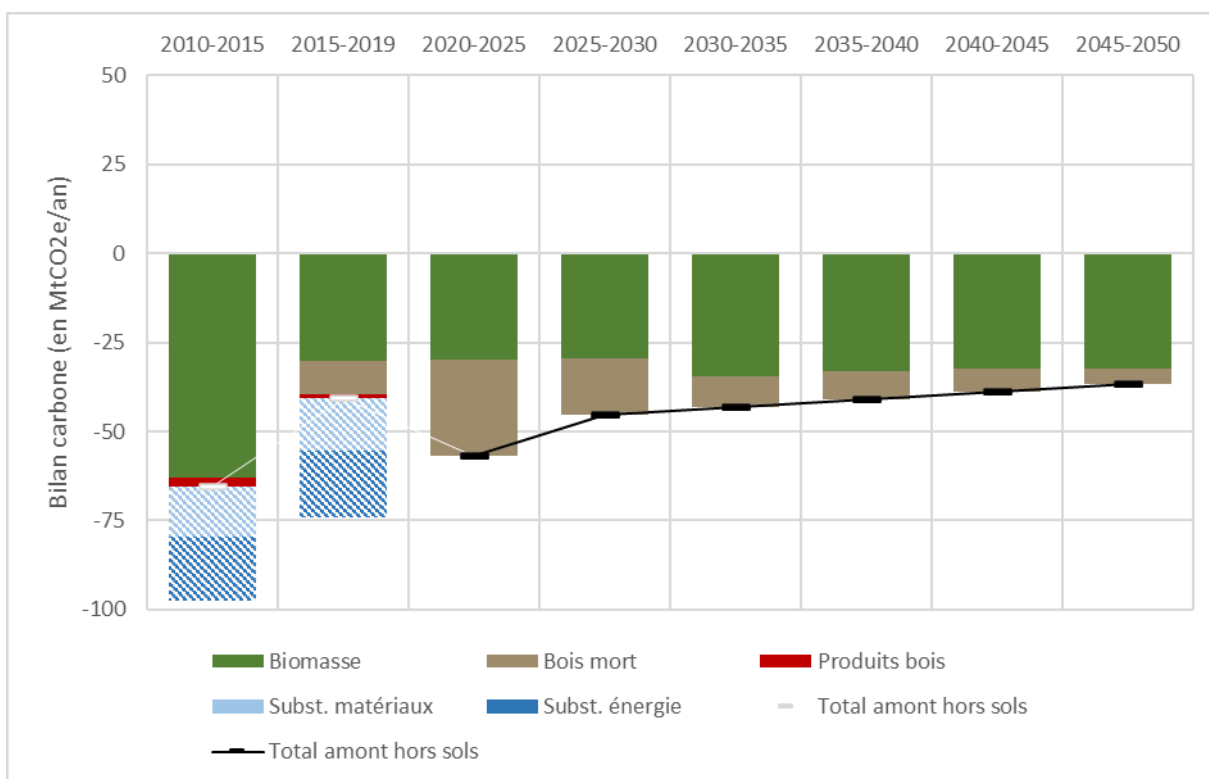


Scénario	A2_R1_C1	Flux dans l'écosystème (en MtCO2e/an)			Flux dans les produits bois (en MtCO2e/an)	Effet substitution (en MtCO2e/an)	
	Année	Biomasse	Bois mort	Total forêt		Matériaux	Énergie
IGD	2010-2015	-63,1	0	-63,1	-2,3	-14,3*	-18*
	2015-2019	-30,1	-9,5	-39,6	-1,1	-14,7*	-18,7*
Projections 2020-2050	2020-2025	-30	-27	-57	Non estimé	Non	estimé
	2025-2030	-29,6	-15,6	-45,2	Non estimé	Non	estimé
	2030-2035	-34,6	-8,5	-43,1	Non estimé	Non	estimé
	2035-2040	-32,9	-8	-40,9	Non estimé	Non	estimé
	2040-2045	-32,4	-6,3	-38,7	Non estimé	Non	estimé
	2045-2050	-32,4	-4,4	-36,8	Non estimé	Non	estimé
Projections 2050-2080 *	2050-2055	-33,1	-2,9	-36	Non estimé	Non	estimé
	2055-2060	-32,1	-2,5	-34,6	Non estimé	Non	estimé
	2060-2065	-32,7	-1,7	-34,4	Non estimé	Non	estimé
	2065-2070	-33,3	-1,2	-34,5	Non estimé	Non	estimé
	2070-2075	-32,5	-1,4	-33,9	Non estimé	Non	estimé
	2075-2080	-33,9	-0,3	-34,2	Non estimé	Non	estimé

NB : Les projections post-2050 sont fournies à titre indicatif, la robustesse de ces résultats est très faible et les hypothèses de certains scénarios n'ont pas été définies sur cette période.

L'effet substitution calculé dans les IGD utilisait une méthode et des coefficients qui ont été revus dans la présente étude, engendrant des valeurs plus faibles en projection.

Le stockage dans les sols et la litière n'est pas intégré dans les résultats présentés ici.



SCENARIO A2_R1_C2

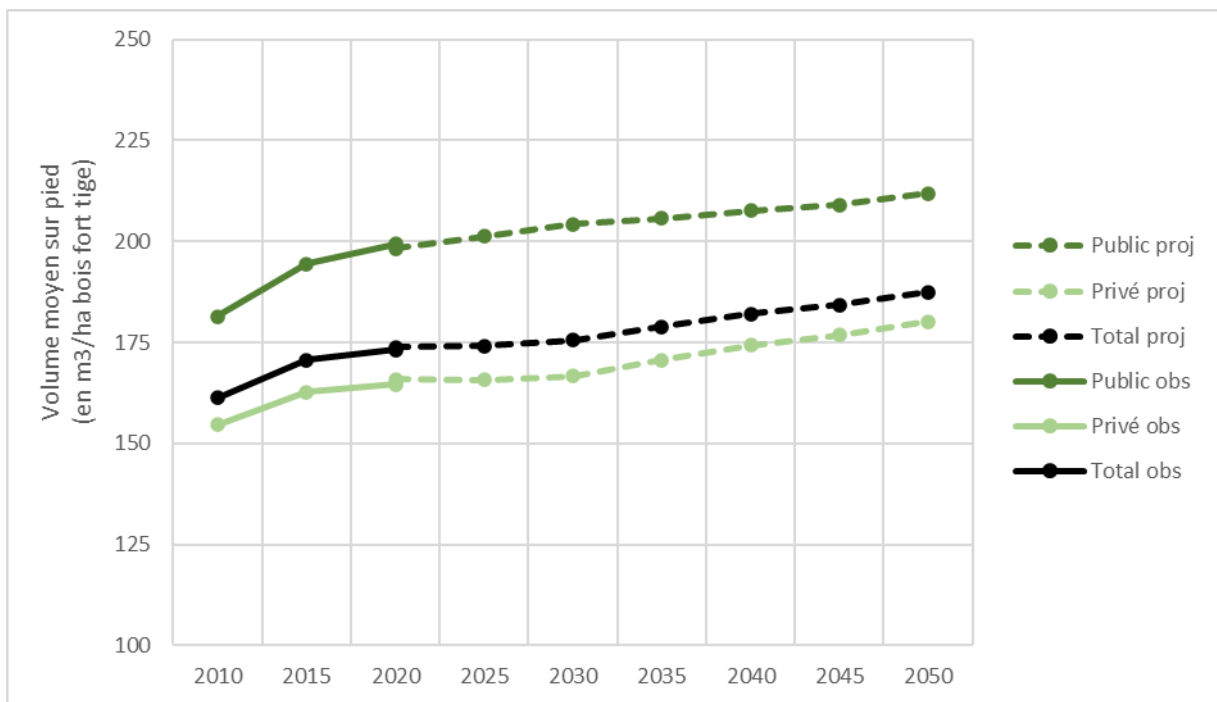
A2 : atteinte d'un taux de prélèvement de 80 % en 2030 (équivalent au taux de prélèvement actuel en forêt domaniale)

R1 : scénario d'atteinte du milliard d'arbres plantés de « France 2030 » dès 2030

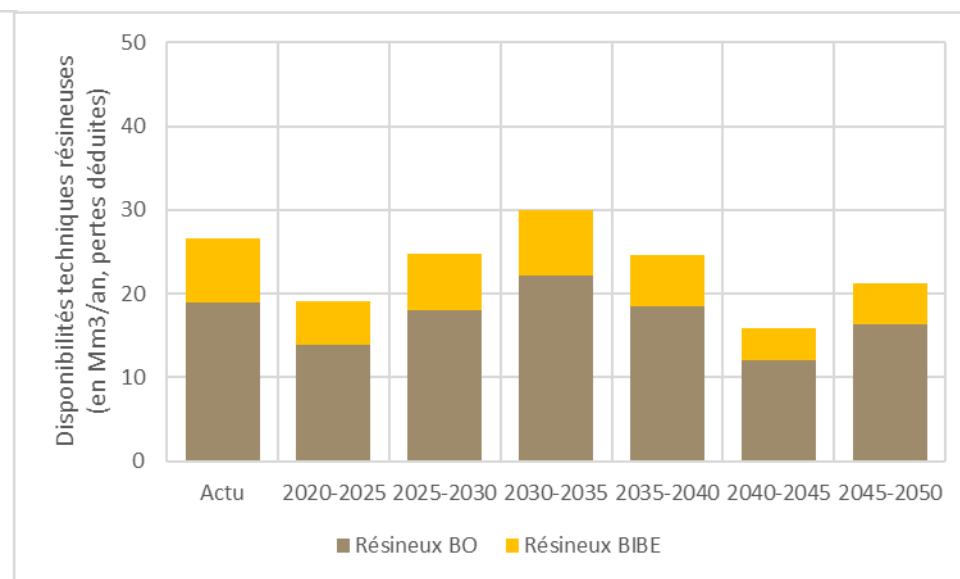
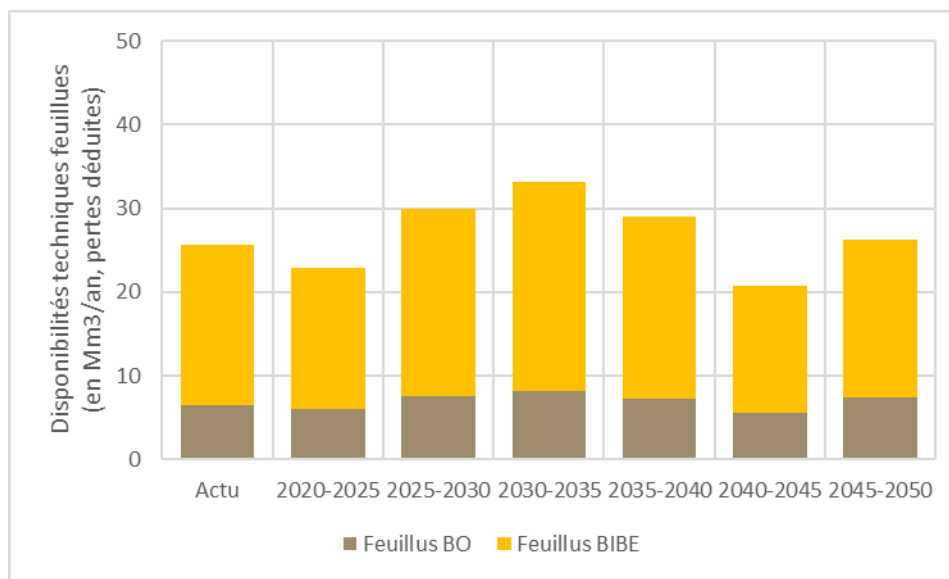
C2 : scénario de succession de crises telles que l'actuelle espacées de quelques années (analogie aux périodes successives d'années de sécheresse)

Pas de calcul sur l'aval et la filière

Scénario	A2_R1_C2	Volume sur pied (en Mm3 bois fort tige)					Stock de carbone (en MtC)	Surface (en milliers d'ha)	
		Feuillus		Résineux		Total		Public	Privé
		Public	Privé	Public	Privé				
Obs. /FN	2010	424 ± 16	1 202 ± 27	288 ± 16	603 ± 25	2 518 ± 38	1 182 ± 17	3 930 ± 50	11 680 ± 100
	2015	438 ± 17	1 296 ± 31	331 ± 21	663 ± 28	2 728 ± 45	1 268 ± 20	3 950 ± 50	12 030 ± 110
	2020	462 ± 17	1 358 ± 31	330 ± 21	661 ± 29	2 811 ± 46	1 316 ± 20	3 970 ± 40	12 270 ± 110
Projections 2020-2050	2025	477	1 432	322	659	2 889	1 354	3 970	12 620
	2030	487	1 477	324	666	2 954	1 394	3 970	12 850
	2035	498	1 540	319	671	3 028	1 441	3 970	12 960
	2040	504	1 585	320	683	3 093	1 480	3 970	13 010
	2045	509	1 605	321	703	3 137	1 505	3 970	13 050
	2050	516	1 647	325	706	3 194	1 541	3 970	13 060



Scénario	A2_R1_C2	Flux en volume (en Mm3/an bois fort tige)		Flux en carbone (en Mm3/an bois fort tige)		Disponibilités techniques (en Mm3/an, pertes déduites)								Origine des disponibilités (en % du total)		
		Période	Dispos.	Mortalité	Dispos	Mortalité	Feuillus				Résineux				Total	Coupes liées au plan de renouvel.
	BO pot.						BIBE		BO pot.		BIBE					
	Public						Privé	Public	Privé	Public	Privé	Public	Privé			
Obs. /FN	2013-2022	51,4 ± 2,7	13,1 ± 0,6	Non estimé		2,2 ± 0,3	4,3 ± 0,5	5,6 ± 0,5	13,5 ± 1,1	4,9 ± 0,8	14 ± 1,7	1,8 ± 0,3	5,9 ± 0,6	52,3 ± 2,6	Non estimé	
Projections 2020-2050	2020-2025	40,7	24,8	17,1	11,1	2,3	3,8	5,4	11,4	3,9	10,0	1,3	3,9	41,9	5%	10%
	2025-2030	52,9	16,5	22,4	7,7	2,7	4,9	6,4	16,0	4,7	13,3	1,7	5,1	54,8	18%	5%
	2030-2035	61,0	11,7	25,7	5,5	2,9	5,3	7,3	17,7	6,1	16,1	2,1	5,6	63,1	20%	3%
	2035-2040	51,5	19,5	22,2	9,2	2,7	4,6	6,6	15,1	4,7	13,8	1,5	4,6	53,6	0%	5%
	2040-2045	35,2	33,3	15,4	15,7	2,2	3,4	5,4	9,8	3,2	8,8	0,9	3,0	36,8	1%	8%
	2045-2050	45,6	20,9	19,8	9,9	2,4	5,0	5,9	13,0	3,8	12,5	1,1	3,9	47,7	4%	6%

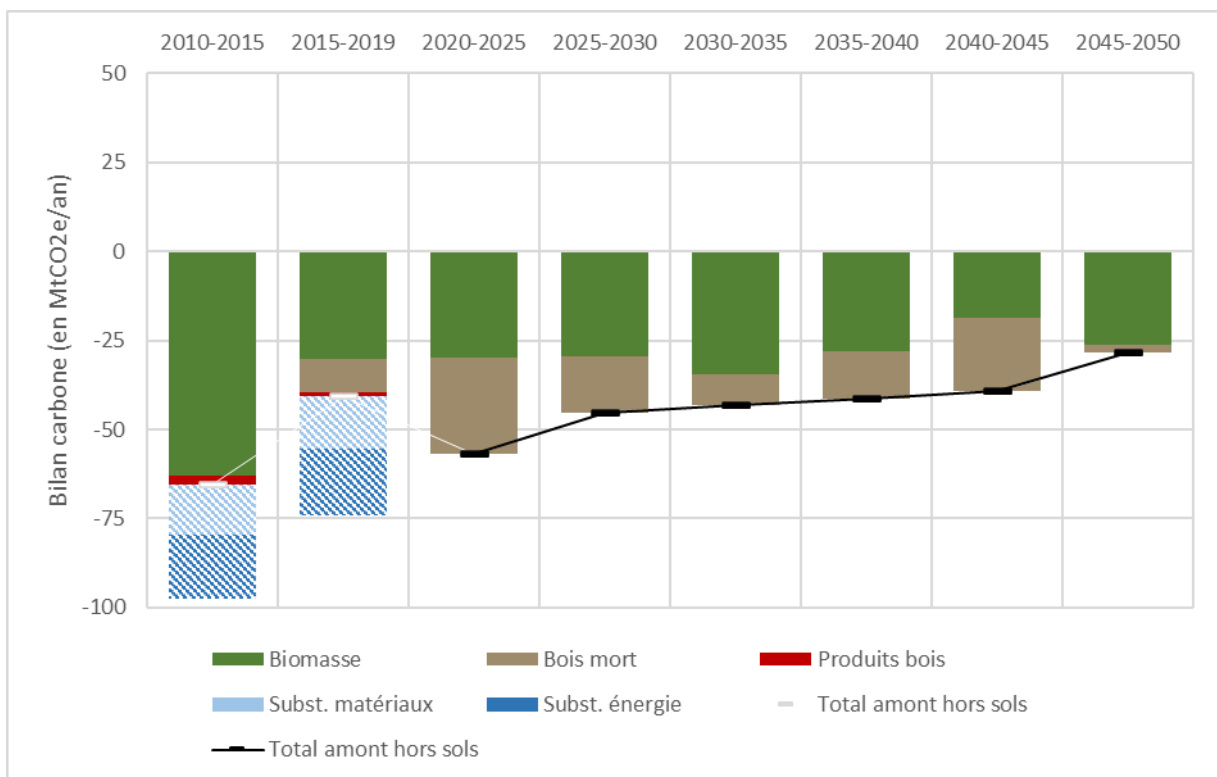


Scénario	A2_R1_C2	Flux dans l'écosystème (en MtCO2e/an)			Flux dans les produits bois (en MtCO2e/an)	Effet substitution (en MtCO2e/an)	
	Année	Biomasse	Bois mort	Total forêt		Matériaux	Énergie
IGD	2010-2015	-63,1	0	-63,1	-2,3	-14,3*	-18*
	2015-2019	-30,1	-9,5	-39,6	-1,1	-14,7*	-18,7*
Projections 2020-2050	2020-2025	-30	-27	-57	Non estimé	Non	estimé
	2025-2030	-29,6	-15,6	-45,2	Non estimé	Non	estimé
	2030-2035	-34,6	-8,5	-43,1	Non estimé	Non	estimé
	2035-2040	-28,2	-13	-41,2	Non estimé	Non	estimé
	2040-2045	-18,7	-20,5	-39,2	Non estimé	Non	estimé
	2045-2050	-26,3	-2,1	-28,4	Non estimé	Non	estimé
Projections 2050-2080 *	2050-2055	-26,8	-0,6	-27,4	Non estimé	Non	estimé
	2055-2060	-27	0,3	-26,7	Non estimé	Non	estimé
	2060-2065	-27,4	0,9	-26,5	Non estimé	Non	estimé
	2065-2070	-27,8	1	-26,8	Non estimé	Non	estimé
	2070-2075	-28	1,1	-26,9	Non estimé	Non	estimé
	2075-2080	-28,3	1,6	-26,7	Non estimé	Non	estimé

NB : Les projections post-2050 sont fournies à titre indicatif, la robustesse de ces résultats est très faible et les hypothèses de certains scénarios n'ont pas été définies sur cette période.

L'effet substitution calculé dans les IGD utilisait une méthode et des coefficients qui ont été revus dans la présente étude, engendrant des valeurs plus faibles en projection.

Le stockage dans les sols et la litière n'est pas intégré dans les résultats présentés ici.



SCENARIO A2_R1_C3

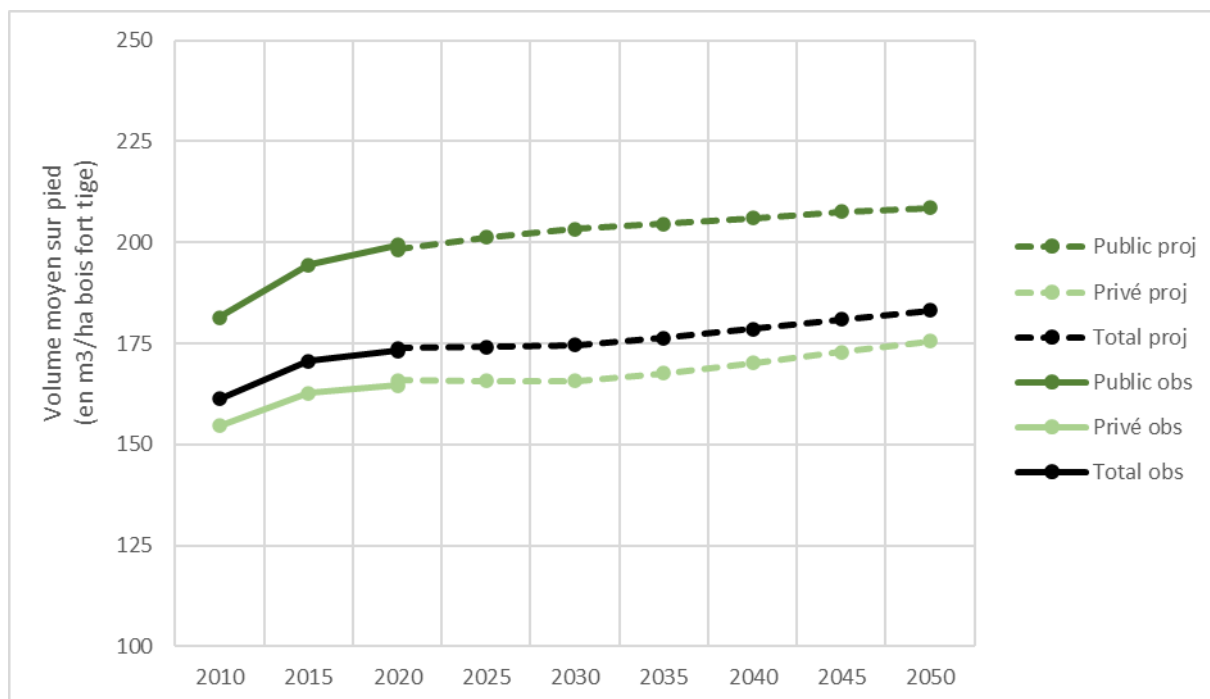
A2 : atteinte d'un taux de prélèvement de 80 % en 2030 (équivalent au taux de prélèvement actuel en forêt domaniale)

R1 : scénario d'atteinte du milliard d'arbres plantés de « France 2030 » dès 2030

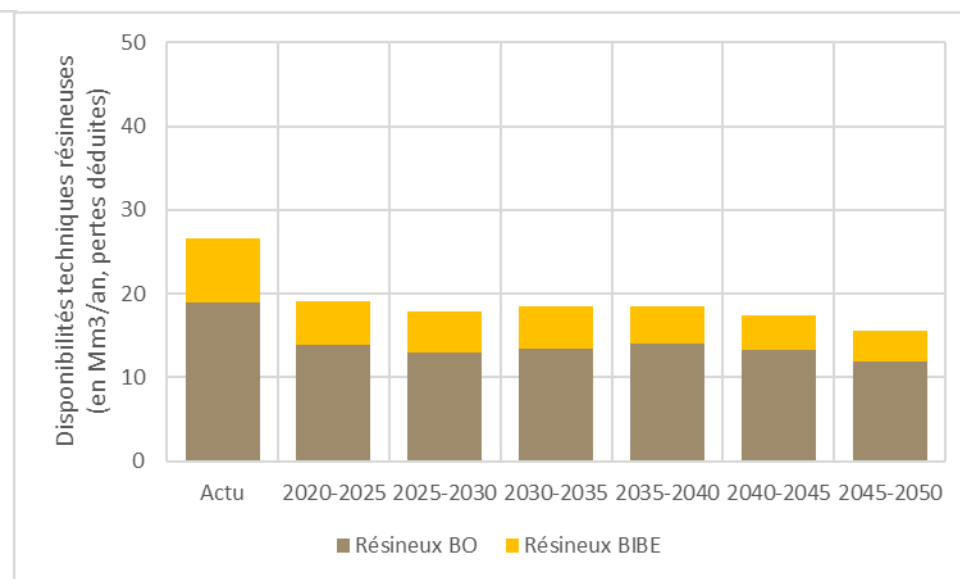
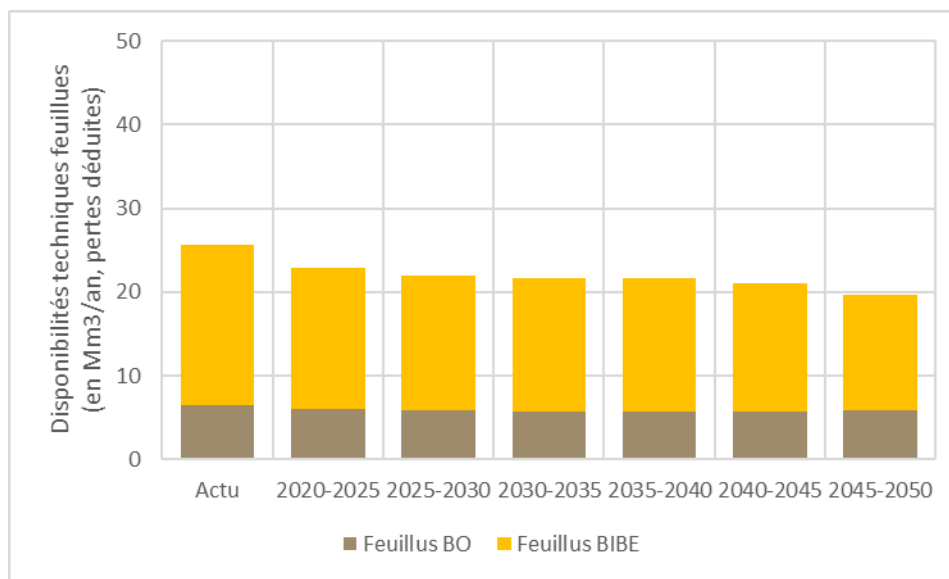
C3 : scénario pessimiste d'une atteinte d'un plateau ascendant de la mortalité et décroissant de la production

Pas de calcul sur l'aval et la filière

Scénario	A2_R1_C3	Volume sur pied (en Mm3 bois fort tige)					Stock de carbone (en MtC)	Surface (en milliers d'ha)	
		Feuillus		Résineux		Total		Public	Privé
		Public	Privé	Public	Privé				
Obs. IFN	2010	424 ± 16	1 202 ± 27	288 ± 16	603 ± 25	2 518 ± 38	1 182 ± 17	3 930 ± 50	11 680 ± 100
	2015	438 ± 17	1 296 ± 31	331 ± 21	663 ± 28	2 728 ± 45	1 268 ± 20	3 950 ± 50	12 030 ± 110
	2020	462 ± 17	1 358 ± 31	330 ± 21	661 ± 29	2 811 ± 46	1 316 ± 20	3 970 ± 40	12 270 ± 110
Projections 2020-2050	2025	477	1 432	322	659	2 889	1 354	3 970	12 620
	2030	484	1 458	323	672	2 936	1 383	3 970	12 850
	2035	489	1 483	323	690	2 985	1 413	3 970	12 960
	2040	494	1 509	324	706	3 033	1 442	3 970	13 010
	2045	499	1 537	325	719	3 079	1 470	3 970	13 050
	2050	503	1 564	325	729	3 121	1 496	3 970	13 060



Scénario	A2_R1_C3	Flux en volume (en Mm3/an bois fort tige)		Flux en carbone (en Mm3/an bois fort tige)		Disponibilités techniques (en Mm3/an, pertes déduites)								Origine des disponibilités (en % du total)		
		Période	Dispos.	Mortalité	Dispos	Mortalité	Feuillus				Résineux				Total	Coupes liées au plan de renouvel.
	BO pot.						BIBE		BO pot.		BIBE					
	Public						Privé	Public	Privé	Public	Privé	Public	Privé			
Obs. /FN	2013-2022	51,4 ± 2,7	13,1 ± 0,6	Non estimé		2,2 ± 0,3	4,3 ± 0,5	5,6 ± 0,5	13,5 ± 1,1	4,9 ± 0,8	14 ± 1,7	1,8 ± 0,3	5,9 ± 0,6	52,3 ± 2,6	Non estimé	
Projections 2020-2050	2020-2025	40,7	24,8	17,1	11,1	2,3	3,8	5,4	11,4	3,9	10,0	1,3	3,9	41,9	5%	10%
	2025-2030	38,6	26,4	16,3	12,2	2,3	3,6	5,4	10,7	3,6	9,3	1,3	3,7	39,8	24%	7%
	2030-2035	38,8	26,7	16,4	12,4	2,3	3,5	5,6	10,3	3,7	9,7	1,4	3,7	40,1	31%	7%
	2035-2040	38,4	27,2	16,6	12,6	2,3	3,5	5,5	10,3	3,7	10,3	1,1	3,4	40,0	0%	8%
	2040-2045	36,8	27,4	16,0	12,8	2,3	3,5	5,4	9,8	3,5	9,7	1,0	3,2	38,4	1%	8%
	2045-2050	33,8	28,3	14,7	13,2	2,2	3,7	5,2	8,6	3,3	8,6	0,9	2,8	35,3	4%	8%

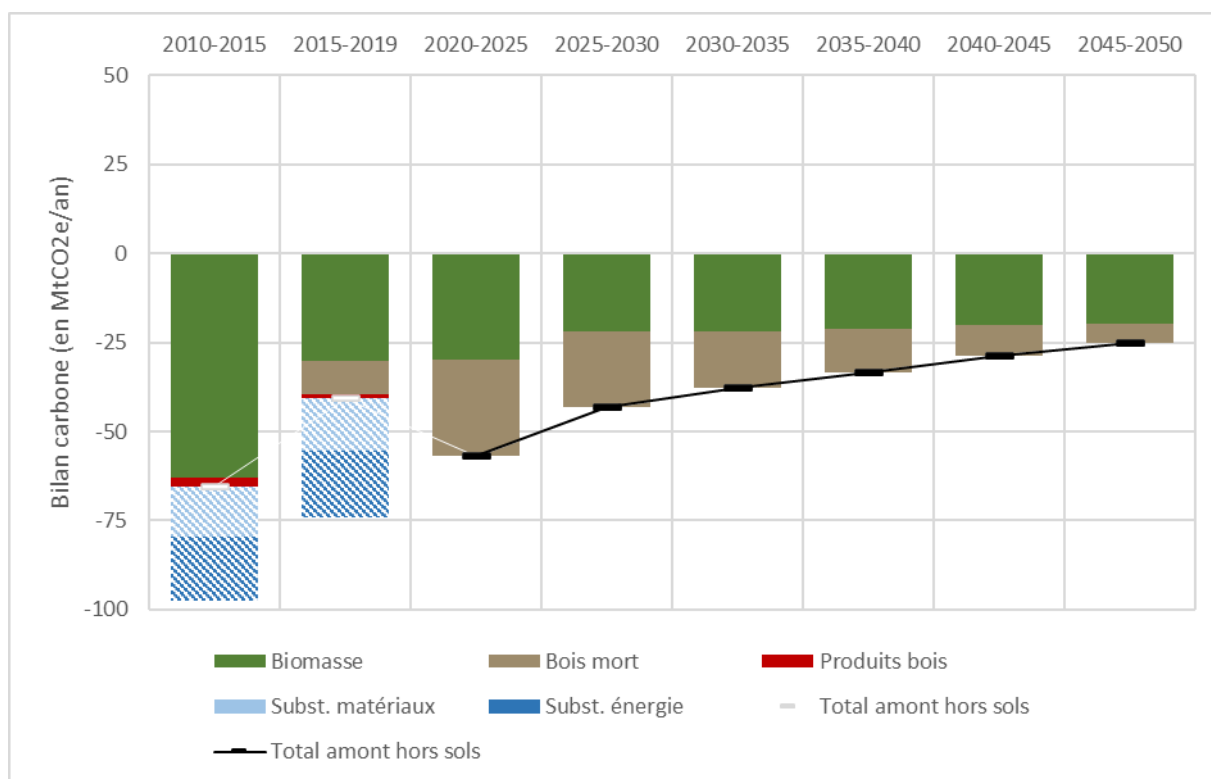


Scénario	A2_R1_C3	Flux dans l'écosystème (en MtCO2e/an)			Flux dans les produits bois (en MtCO2e/an)	Effet substitution (en MtCO2e/an)	
	Année	Biomasse	Bois mort	Total forêt		Matériaux	Énergie
IGD	2010-2015	-63,1	0	-63,1	-2,3	-14,3*	-18*
	2015-2019	-30,1	-9,5	-39,6	-1,1	-14,7*	-18,7*
Projections 2020-2050	2020-2025	-30	-27	-57	Non estimé	Non	estimé
	2025-2030	-21,9	-21,4	-43,3	Non estimé	Non	estimé
	2030-2035	-21,9	-15,9	-37,8	Non estimé	Non	estimé
	2035-2040	-21,1	-12,3	-33,4	Non estimé	Non	estimé
	2040-2045	-20,2	-8,4	-28,6	Non estimé	Non	estimé
	2045-2050	-19,6	-5,4	-25	Non estimé	Non	estimé
Projections 2050-2080 *	2050-2055	-20,4	-1,5	-21,9	Non estimé	Non	estimé
	2055-2060	-20,9	0,6	-20,3	Non estimé	Non	estimé
	2060-2065	-21,3	1,9	-19,4	Non estimé	Non	estimé
	2065-2070	-21,4	2,3	-19,1	Non estimé	Non	estimé
	2070-2075	-22	2,7	-19,3	Non estimé	Non	estimé
	2075-2080	-22,6	3,3	-19,3	Non estimé	Non	estimé

NB : Les projections post-2050 sont fournies à titre indicatif, la robustesse de ces résultats est très faible et les hypothèses de certains scénarios n'ont pas été définies sur cette période.

L'effet substitution calculé dans les IGD utilisait une méthode et des coefficients qui ont été revus dans la présente étude, engendrant des valeurs plus faibles en projection.

Le stockage dans les sols et la litière n'est pas intégré dans les résultats présentés ici.



SCENARIO A2_R2_C1

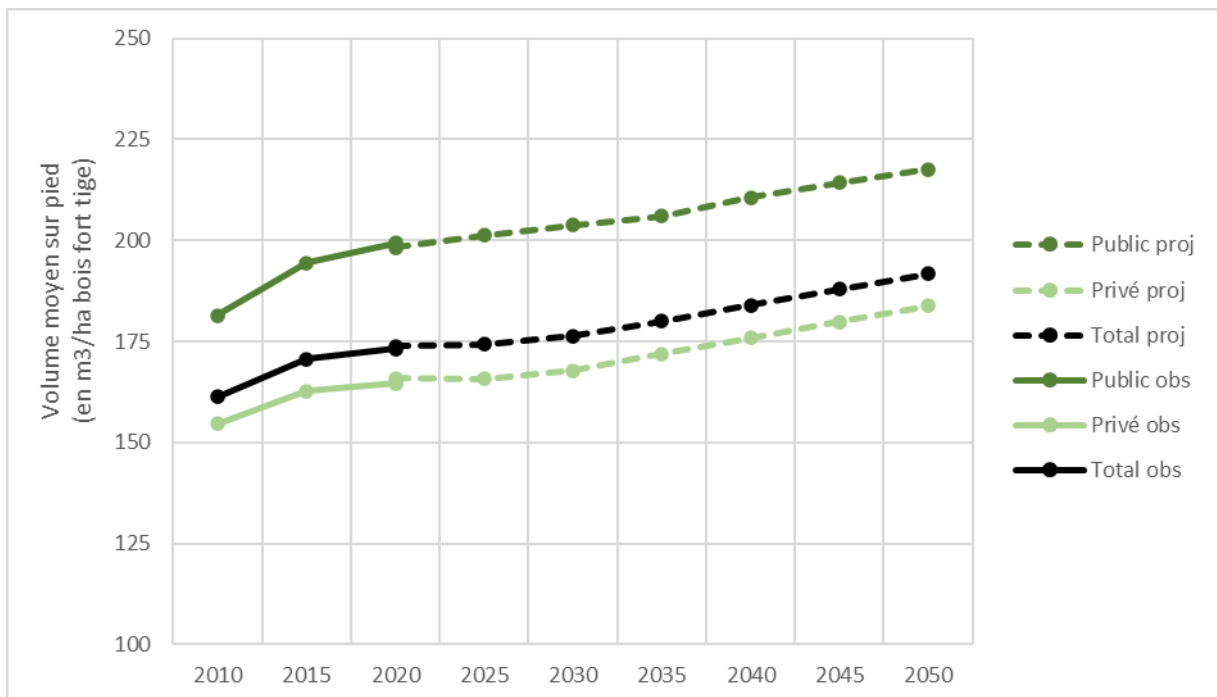
A2 : atteinte d'un taux de prélèvement de 80 % en 2030 (équivalent au taux de prélèvement actuel en forêt domaniale)

R2 : scénario d'atteinte plus progressive des objectifs de « France 2030 »

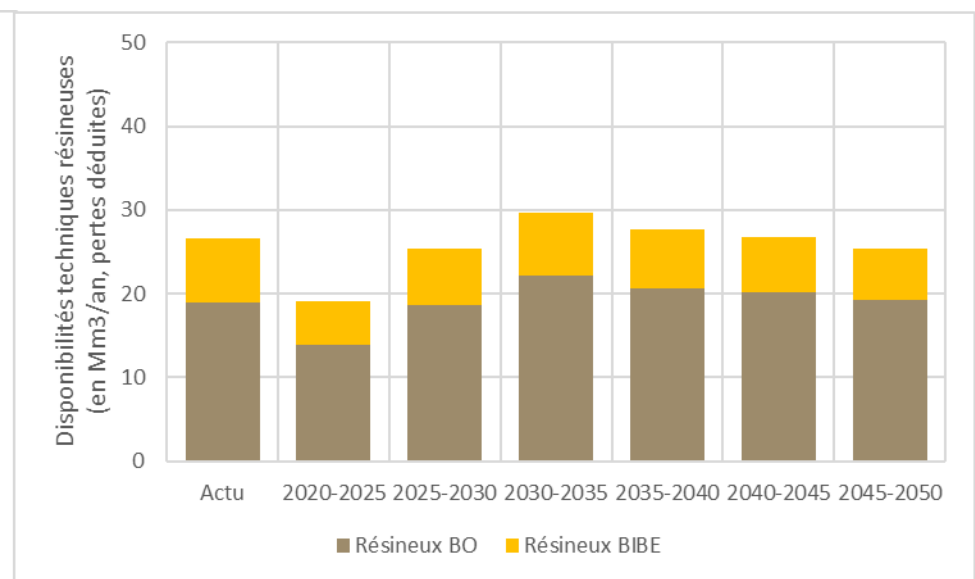
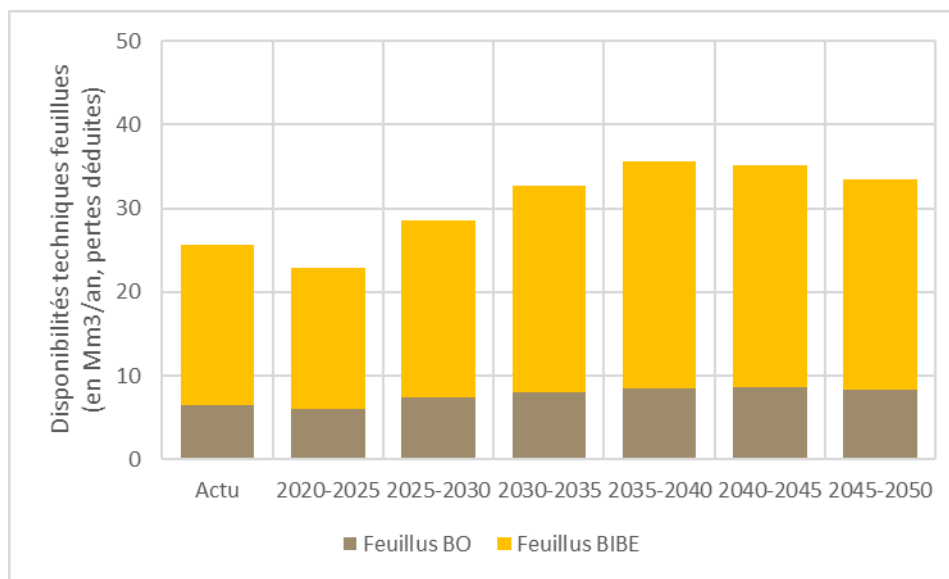
C1 : scénario optimiste considérant la crise actuelle comme conjoncturelle

Pas de calcul sur l'aval et la filière

Scénario	A2_R2_C1	Volume sur pied (en Mm3 bois fort tige)					Stock de carbone (en MtC)	Surface (en milliers d'ha)	
		Feuillus		Résineux		Total		Public	Privé
		Public	Privé	Public	Privé				
Obs. IFN	2010	424 ± 16	1 202 ± 27	288 ± 16	603 ± 25	2 518 ± 38	1 182 ± 17	3 930 ± 50	11 680 ± 100
	2015	438 ± 17	1 296 ± 31	331 ± 21	663 ± 28	2 728 ± 45	1 268 ± 20	3 950 ± 50	12 030 ± 110
	2020	462 ± 17	1 358 ± 31	330 ± 21	661 ± 29	2 811 ± 46	1 316 ± 20	3 970 ± 40	12 270 ± 110
Projections 2020-2050	2025	477	1 432	322	659	2 888	1 353	3 970	12 610
	2030	488	1 484	321	662	2 955	1 396	3 970	12 790
	2035	500	1 548	318	663	3 029	1 443	3 970	12 860
	2040	513	1 603	323	667	3 105	1 488	3 970	12 910
	2045	525	1 660	326	667	3 177	1 531	3 970	12 940
	2050	537	1 719	327	664	3 247	1 575	3 970	12 960



Scénario	A2_R2_C1	Flux en volume (en Mm3/an bois fort tige)		Flux en carbone (en Mm3/an bois fort tige)		Disponibilités techniques (en Mm3/an, pertes déduites)								Origine des disponibilités (en % du total)		
		Période	Dispos.	Mortalité	Dispos	Mortalité	Feuillus				Résineux				Total	Coupes liées au plan de renouvel.
	BO pot.						BIBE		BO pot.		BIBE					
	Public						Privé	Public	Privé	Public	Privé	Public	Privé			
Obs. /FN	2013-2022	51,4 ± 2,7	13,1 ± 0,6	Non estimé		2,2 ± 0,3	4,3 ± 0,5	5,6 ± 0,5	13,5 ± 1,1	4,9 ± 0,8	14 ± 1,7	1,8 ± 0,3	5,9 ± 0,6	52,3 ± 2,6	Non estimé	
Projections 2020-2050	2020-2025	40,8	24,7	17,1	11,1	2,3	3,8	5,4	11,4	3,9	10,0	1,3	3,9	42,0	3%	10%
	2025-2030	52,2	16,4	21,9	7,7	2,7	4,7	6,4	14,7	5,0	13,6	1,7	5,1	53,8	8%	5%
	2030-2035	60,3	11,3	25,4	5,3	2,9	5,2	7,1	17,5	5,9	16,2	2,0	5,6	62,3	16%	3%
	2035-2040	60,3	11,6	26,4	5,5	2,8	5,7	6,9	20,2	4,7	16,0	1,5	5,4	63,2	0%	4%
	2040-2045	59,0	12,6	25,9	6,0	2,8	5,8	7,1	19,5	4,7	15,4	1,5	5,1	61,9	0%	4%
	2045-2050	56,1	13,8	24,6	6,6	2,7	5,7	7,0	18,0	4,7	14,6	1,4	4,6	58,8	1%	4%

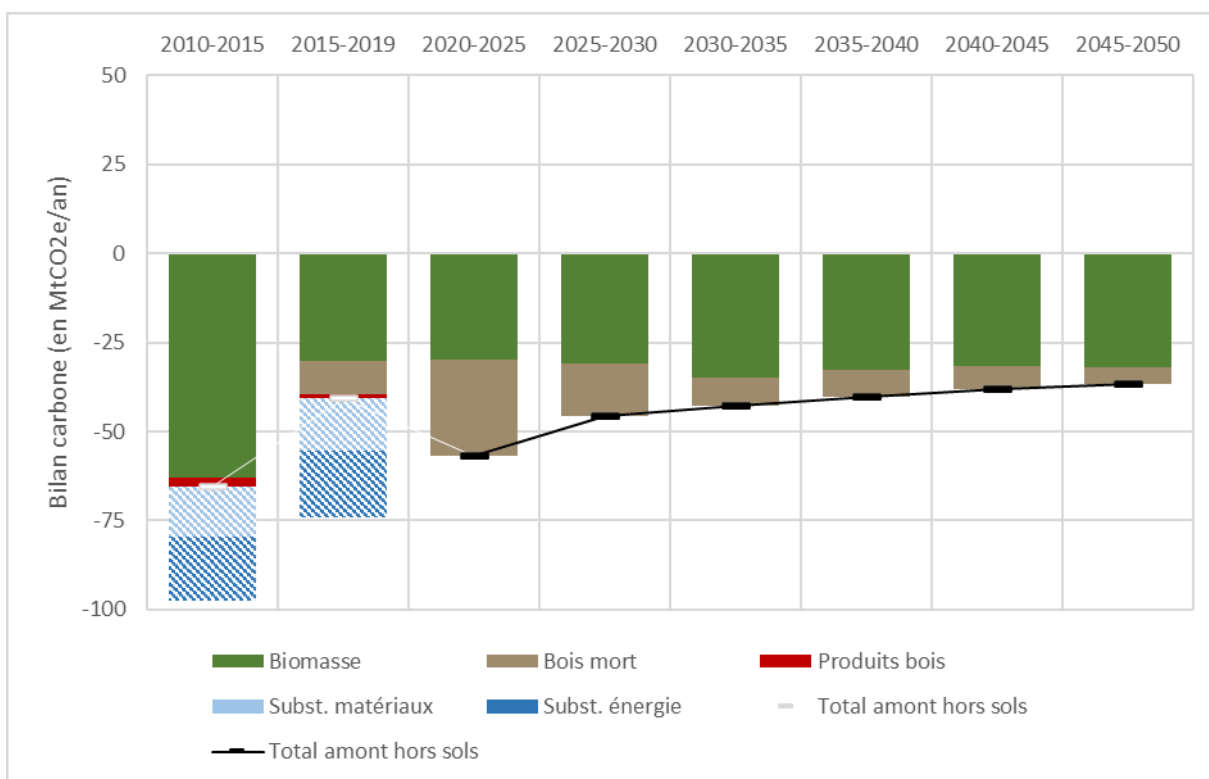


Scénario	A2_R2_C1	Flux dans l'écosystème (en MtCO2e/an)			Flux dans les produits bois (en MtCO2e/an)	Effet substitution (en MtCO2e/an)	
	Année	Biomasse	Bois mort	Total forêt		Matériaux	Énergie
IGD	2010-2015	-63,1	0	-63,1	-2,3	-14,3*	-18*
	2015-2019	-30,1	-9,5	-39,6	-1,1	-14,7*	-18,7*
Projections 2020-2050	2020-2025	-29,9	-27	-56,9	Non estimé	Non	estimé
	2025-2030	-31	-14,8	-45,8	Non estimé	Non	estimé
	2030-2035	-35	-7,9	-42,9	Non estimé	Non	estimé
	2035-2040	-32,7	-7,7	-40,4	Non estimé	Non	estimé
	2040-2045	-31,7	-6,4	-38,1	Non estimé	Non	estimé
	2045-2050	-31,9	-4,6	-36,5	Non estimé	Non	estimé
Projections 2050-2080 *	2050-2055	-32,2	-3	-35,2	Non estimé	Non	estimé
	2055-2060	-33	-2,1	-35,1	Non estimé	Non	estimé
	2060-2065	-33	-1,6	-34,6	Non estimé	Non	estimé
	2065-2070	-32	-1,7	-33,7	Non estimé	Non	estimé
	2070-2075	-33,1	-1,1	-34,2	Non estimé	Non	estimé
	2075-2080	-33,6	-0,6	-34,2	Non estimé	Non	estimé

NB : Les projections post-2050 sont fournies à titre indicatif, la robustesse de ces résultats est très faible et les hypothèses de certains scénarios n'ont pas été définies sur cette période.

L'effet substitution calculé dans les IGD utilisait une méthode et des coefficients qui ont été revus dans la présente étude, engendrant des valeurs plus faibles en projection.

Le stockage dans les sols et la litière n'est pas intégré dans les résultats présentés ici.



SCENARIO A2_R2_C2

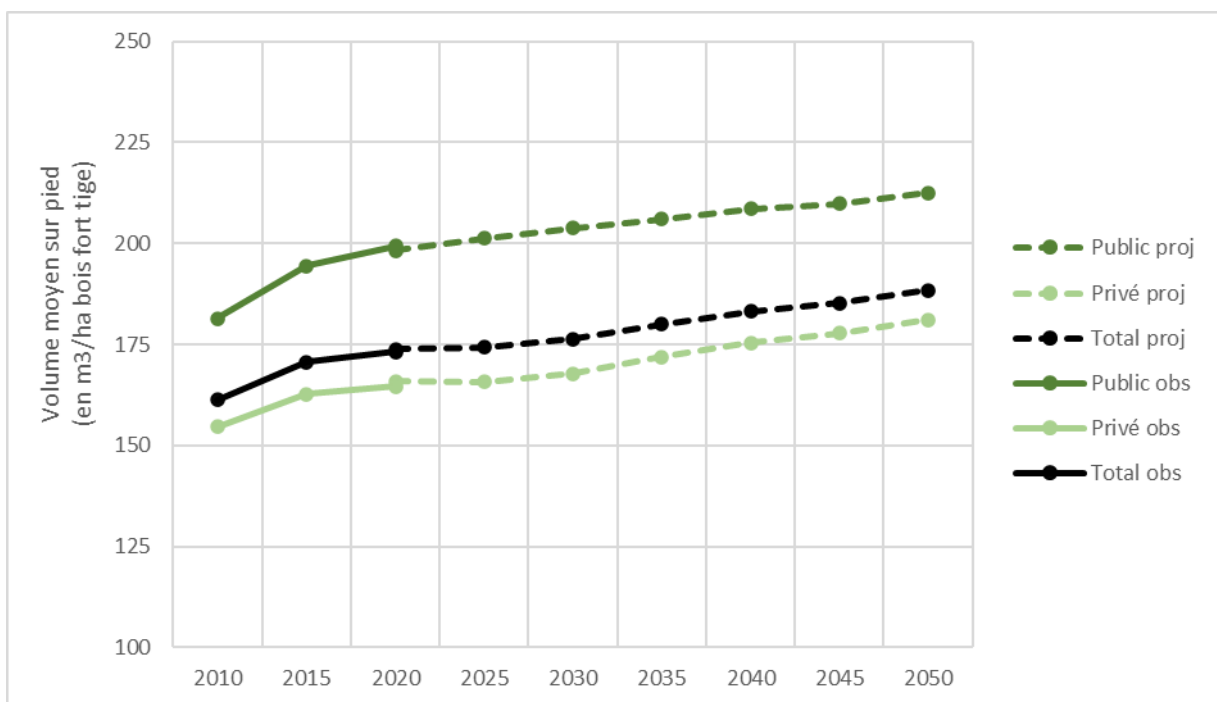
A2 : atteinte d'un taux de prélèvement de 80 % en 2030 (équivalent au taux de prélèvement actuel en forêt domaniale)

R2 : scénario d'atteinte plus progressive des objectifs de « France 2030 »

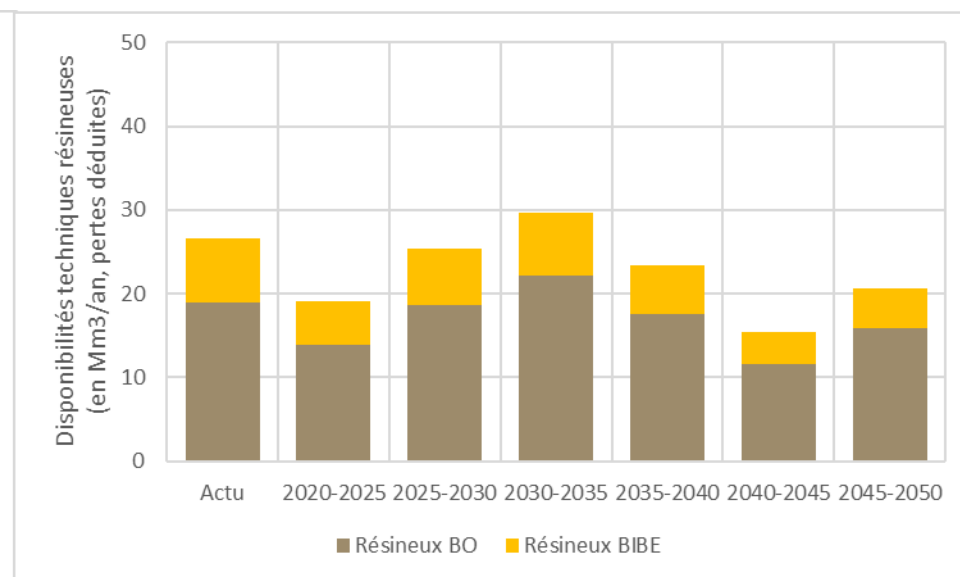
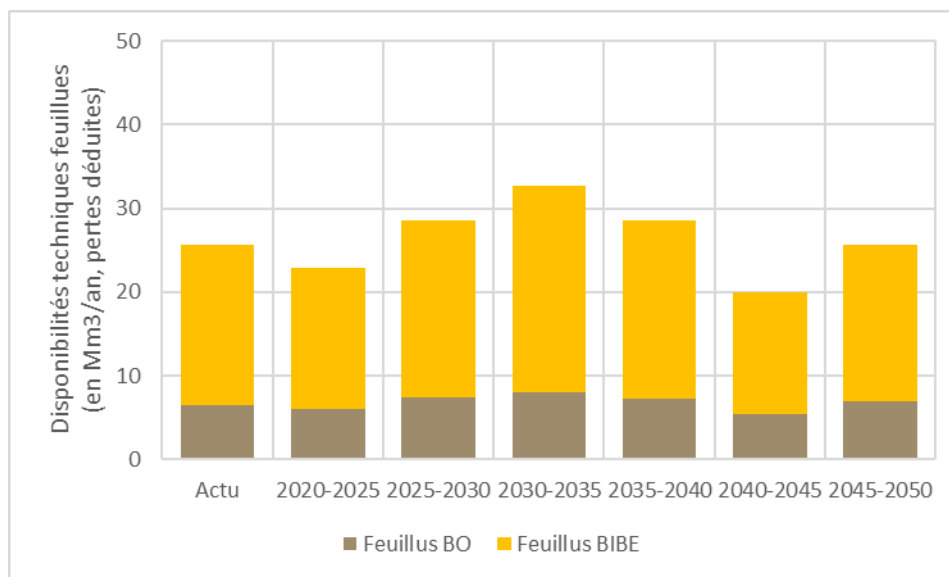
C2 : scénario de succession de crises telles que l'actuelle espacées de quelques années (analogie aux périodes successives d'années de sécheresse)

Pas de calcul sur l'aval et la filière

Scénario	A2_R2_C2	Volume sur pied (en Mm3 bois fort tige)					Stock de carbone (en MtC)	Surface (en milliers d'ha)	
		Feuillus		Résineux		Total		Public	Privé
		Public	Privé	Public	Privé				
Obs. /FN	2010	424 ± 16	1 202 ± 27	288 ± 16	603 ± 25	2 518 ± 38	1 182 ± 17	3 930 ± 50	11 680 ± 100
	2015	438 ± 17	1 296 ± 31	331 ± 21	663 ± 28	2 728 ± 45	1 268 ± 20	3 950 ± 50	12 030 ± 110
	2020	462 ± 17	1 358 ± 31	330 ± 21	661 ± 29	2 811 ± 46	1 316 ± 20	3 970 ± 40	12 270 ± 110
Projections 2020-2050	2025	477	1 432	322	659	2 888	1 353	3 970	12 610
	2030	488	1 484	321	662	2 955	1 396	3 970	12 790
	2035	500	1 548	318	663	3 029	1 443	3 970	12 860
	2040	508	1 593	320	672	3 093	1 482	3 970	12 910
	2045	513	1 611	320	690	3 134	1 507	3 970	12 940
	2050	521	1 655	323	692	3 191	1 542	3 970	12 960



Scénario	A2_R2_C2	Flux en volume (en Mm3/an bois fort tige)		Flux en carbone (en Mm3/an bois fort tige)		Disponibilités techniques (en Mm3/an, pertes déduites)								Origine des disponibilités (en % du total)		
		Période	Dispos.	Mortalité	Dispos	Mortalité	Feuillus				Résineux				Total	Coupes liées au plan de renouvel.
	BO pot.						BIBE		BO pot.		BIBE					
	Public						Privé	Public	Privé	Public	Privé	Public	Privé			
Obs. /FN	2013-2022	51,4 ± 2,7	13,1 ± 0,6	Non estimé		2,2 ± 0,3	4,3 ± 0,5	5,6 ± 0,5	13,5 ± 1,1	4,9 ± 0,8	14 ± 1,7	1,8 ± 0,3	5,9 ± 0,6	52,3 ± 2,6	Non estimé	
Projections 2020-2050	2020-2025	40,8	24,7	17,1	11,1	2,3	3,8	5,4	11,4	3,9	10,0	1,3	3,9	42,0	3%	10%
	2025-2030	52,2	16,4	21,9	7,7	2,7	4,7	6,4	14,7	5,0	13,6	1,7	5,1	53,8	8%	5%
	2030-2035	60,3	11,3	25,4	5,3	2,9	5,2	7,1	17,5	5,9	16,2	2,0	5,6	62,3	16%	3%
	2035-2040	49,9	19,4	21,6	9,2	2,6	4,6	6,4	15,0	4,3	13,3	1,3	4,5	52,0	0%	6%
	2040-2045	33,8	33,6	14,8	15,8	2,2	3,2	5,3	9,3	3,2	8,4	0,9	2,9	35,4	0%	8%
	2045-2050	44,3	20,9	19,3	9,9	2,4	4,6	6,0	12,7	3,8	12,0	1,1	3,7	46,3	1%	6%

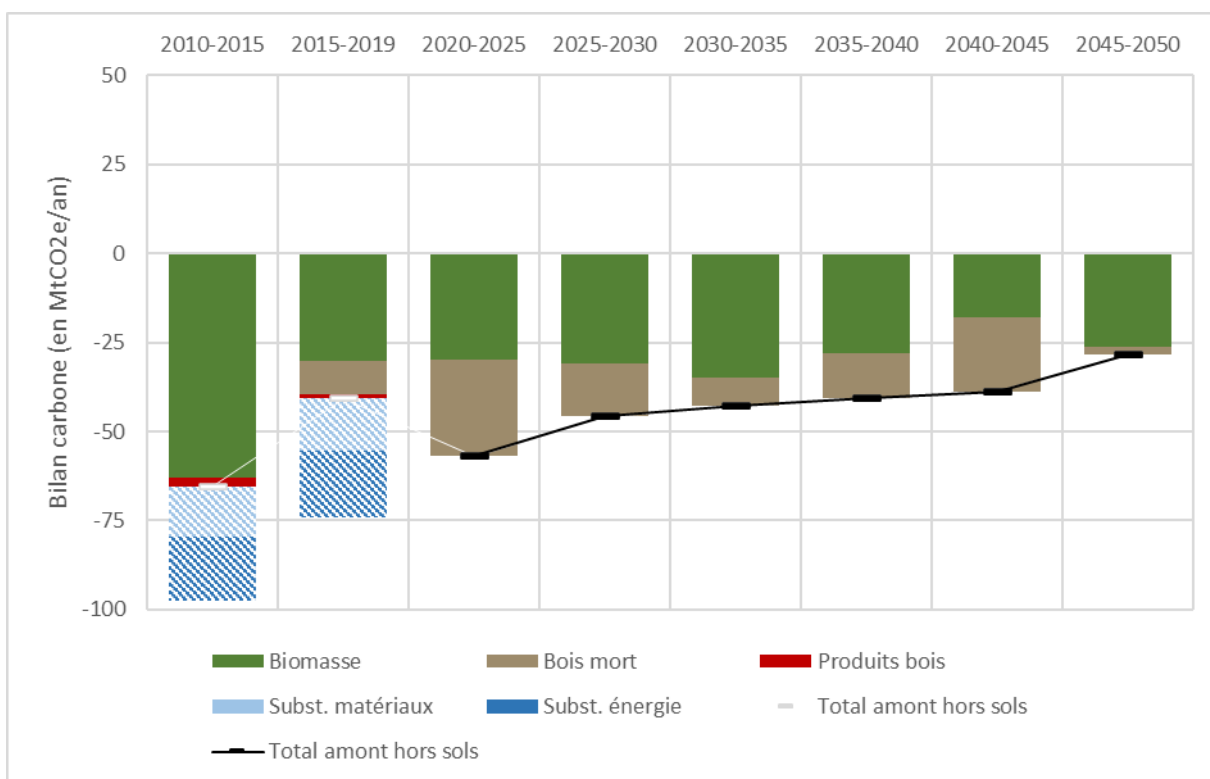


Scénario	A2_R2_C2	Flux dans l'écosystème (en MtCO2e/an)			Flux dans les produits bois (en MtCO2e/an)	Effet substitution (en MtCO2e/an)	
	Année	Biomasse	Bois mort	Total forêt		Matériaux	Énergie
IGD	2010-2015	-63,1	0	-63,1	-2,3	-14,3*	-18*
	2015-2019	-30,1	-9,5	-39,6	-1,1	-14,7*	-18,7*
Projections 2020-2050	2020-2025	-29,9	-27	-56,9	Non estimé	Non	estimé
	2025-2030	-31	-14,8	-45,8	Non estimé	Non	estimé
	2030-2035	-35	-7,9	-42,9	Non estimé	Non	estimé
	2035-2040	-28,2	-12,6	-40,8	Non estimé	Non	estimé
	2040-2045	-18,1	-20,7	-38,8	Non estimé	Non	estimé
	2045-2050	-26,3	-2	-28,3	Non estimé	Non	estimé
Projections 2050-2080 *	2050-2055	-26,5	-0,6	-27,1	Non estimé	Non	estimé
	2055-2060	-26,4	0,2	-26,2	Non estimé	Non	estimé
	2060-2065	-27,3	0,9	-26,4	Non estimé	Non	estimé
	2065-2070	-27,4	1	-26,4	Non estimé	Non	estimé
	2070-2075	-27,3	0,9	-26,4	Non estimé	Non	estimé
	2075-2080	-28	1,5	-26,5	Non estimé	Non	estimé

NB : Les projections post-2050 sont fournies à titre indicatif, la robustesse de ces résultats est très faible et les hypothèses de certains scénarios n'ont pas été définies sur cette période.

L'effet substitution calculé dans les IGD utilisait une méthode et des coefficients qui ont été revus dans la présente étude, engendrant des valeurs plus faibles en projection.

Le stockage dans les sols et la litière n'est pas intégré dans les résultats présentés ici.



SCENARIO A2_R2_C3

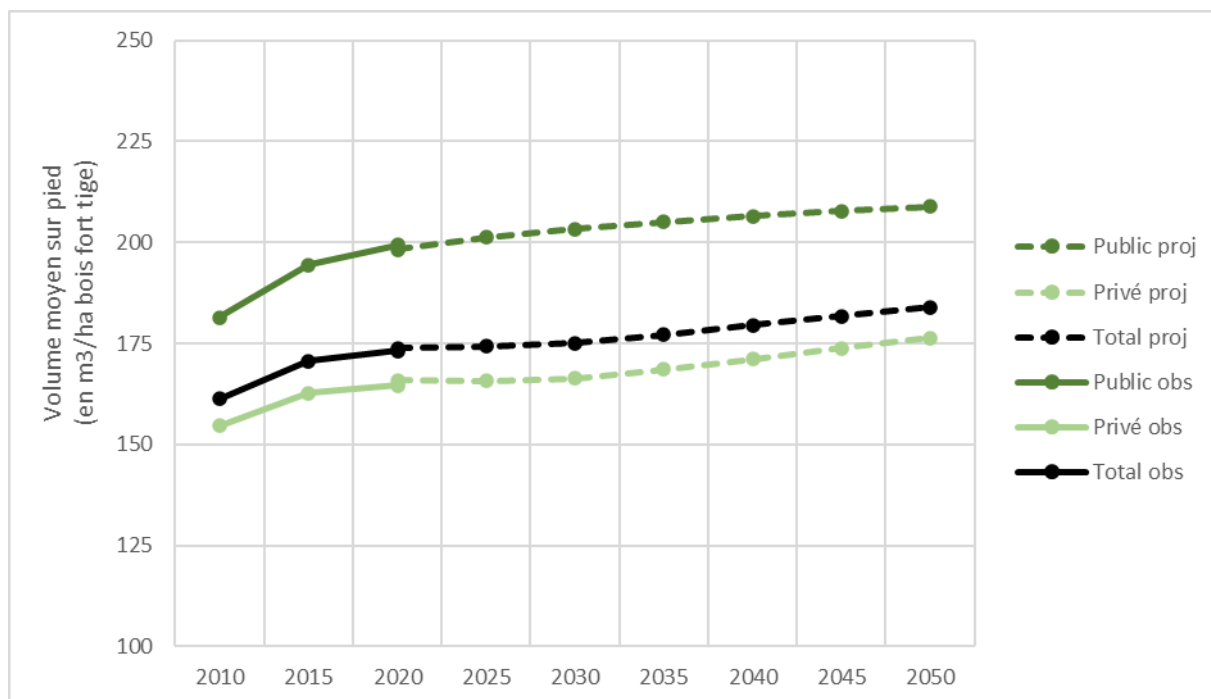
A2 : atteinte d'un taux de prélèvement de 80 % en 2030 (équivalent au taux de prélèvement actuel en forêt domaniale)

R2 : scénario d'atteinte plus progressive des objectifs de « France 2030 »

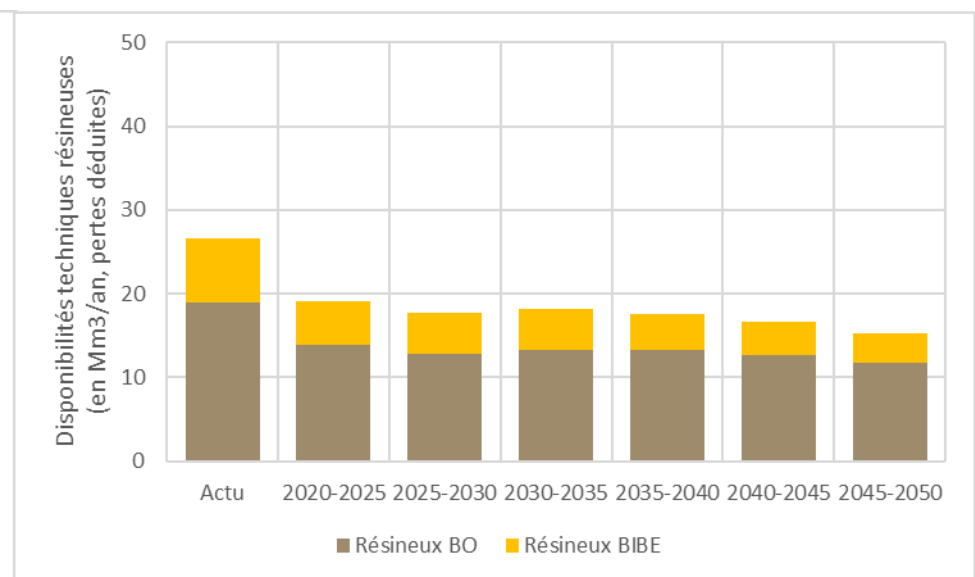
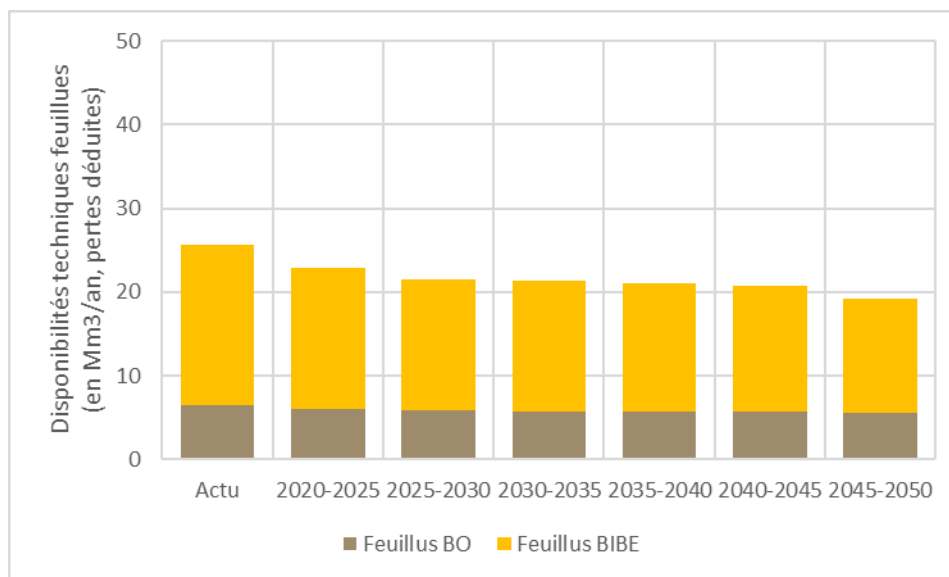
C3 : scénario pessimiste d'une atteinte d'un plateau ascendant de la mortalité et décroissant de la production

Pas de calcul sur l'aval et la filière

Scénario	A2_R2_C3	Volume sur pied (en Mm3 bois fort tige)					Stock de carbone (en MtC)	Surface (en milliers d'ha)	
		Feuillus		Résineux		Total		Public	Privé
		Public	Privé	Public	Privé				
Obs. IFN	2010	424 ± 16	1 202 ± 27	288 ± 16	603 ± 25	2 518 ± 38	1 182 ± 17	3 930 ± 50	11 680 ± 100
	2015	438 ± 17	1 296 ± 31	331 ± 21	663 ± 28	2 728 ± 45	1 268 ± 20	3 950 ± 50	12 030 ± 110
	2020	462 ± 17	1 358 ± 31	330 ± 21	661 ± 29	2 811 ± 46	1 316 ± 20	3 970 ± 40	12 270 ± 110
Projections 2020-2050	2025	477	1 432	322	659	2 888	1 353	3 970	12 610
	2030	484	1 458	323	670	2 936	1 383	3 970	12 790
	2035	491	1 484	323	684	2 982	1 413	3 970	12 860
	2040	496	1 511	324	699	3 030	1 441	3 970	12 910
	2045	500	1 538	325	711	3 074	1 468	3 970	12 940
	2050	505	1 566	324	719	3 114	1 494	3 970	12 960



Scénario	A2_R2_C3	Flux en volume (en Mm3/an bois fort tige)		Flux en carbone (en Mm3/an bois fort tige)		Disponibilités techniques (en Mm3/an, pertes déduites)								Origine des disponibilités (en % du total)		
		Période	Dispos.	Mortalité	Dispos	Mortalité	Feuillus				Résineux				Total	Coupes liées au plan de renouvel.
	BO pot.						BIBE		BO pot.		BIBE					
	Public						Privé	Public	Privé	Public	Privé	Public	Privé			
Obs. /FN	2013-2022	51,4 ± 2,7	13,1 ± 0,6	Non estimé		2,2 ± 0,3	4,3 ± 0,5	5,6 ± 0,5	13,5 ± 1,1	4,9 ± 0,8	14 ± 1,7	1,8 ± 0,3	5,9 ± 0,6	52,3 ± 2,6	Non estimé	
Projections 2020-2050	2020-2025	40,8	24,7	17,1	11,1	2,3	3,8	5,4	11,4	3,9	10,0	1,3	3,9	42,0	3%	10%
	2025-2030	38,1	26,3	16,1	12,1	2,3	3,6	5,3	10,3	3,4	9,4	1,2	3,7	39,3	10%	7%
	2030-2035	38,2	26,5	16,2	12,3	2,3	3,5	5,4	10,1	3,7	9,6	1,3	3,6	39,5	25%	7%
	2035-2040	37,1	27,0	16,0	12,6	2,3	3,4	5,5	9,9	3,6	9,7	1,0	3,3	38,6	0%	7%
	2040-2045	35,7	27,3	15,6	12,8	2,3	3,4	5,5	9,5	3,5	9,2	0,9	3,1	37,4	0%	8%
	2045-2050	32,9	28,0	14,3	13,1	2,2	3,3	5,2	8,5	3,3	8,4	0,9	2,7	34,4	1%	8%

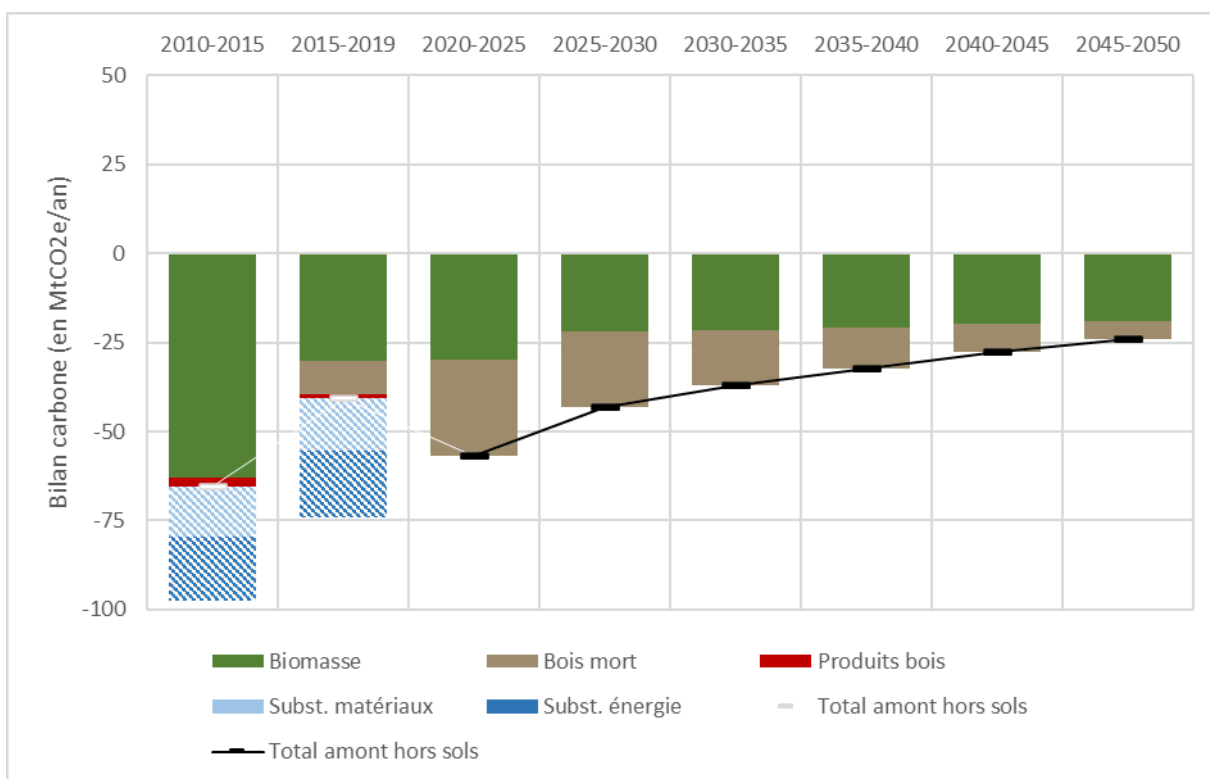


Scénario	A2_R2_C3	Flux dans l'écosystème (en MtCO2e/an)			Flux dans les produits bois (en MtCO2e/an)	Effet substitution (en MtCO2e/an)	
	Année	Biomasse	Bois mort	Total forêt		Matériaux	Énergie
IGD	2010-2015	-63,1	0	-63,1	-2,3	-14,3*	-18*
	2015-2019	-30,1	-9,5	-39,6	-1,1	-14,7*	-18,7*
Projections 2020-2050	2020-2025	-29,9	-27	-56,9	Non estimé	Non	estimé
	2025-2030	-22	-21	-43	Non estimé	Non	estimé
	2030-2035	-21,6	-15,3	-36,9	Non estimé	Non	estimé
	2035-2040	-20,8	-11,7	-32,5	Non estimé	Non	estimé
	2040-2045	-19,6	-8,2	-27,8	Non estimé	Non	estimé
	2045-2050	-19,1	-5,1	-24,2	Non estimé	Non	estimé
Projections 2050-2080 *	2050-2055	-20,1	-1,2	-21,3	Non estimé	Non	estimé
	2055-2060	-20,8	0,9	-19,9	Non estimé	Non	estimé
	2060-2065	-20,8	1,9	-18,9	Non estimé	Non	estimé
	2065-2070	-21	2,5	-18,5	Non estimé	Non	estimé
	2070-2075	-21,5	2,8	-18,7	Non estimé	Non	estimé
	2075-2080	-22,1	3,2	-18,9	Non estimé	Non	estimé

NB : Les projections post-2050 sont fournies à titre indicatif, la robustesse de ces résultats est très faible et les hypothèses de certains scénarios n'ont pas été définies sur cette période.

L'effet substitution calculé dans les IGD utilisait une méthode et des coefficients qui ont été revus dans la présente étude, engendrant des valeurs plus faibles en projection.

Le stockage dans les sols et la litière n'est pas intégré dans les résultats présentés ici.



SCENARIOS DE GESTION A3

SCENARIO A3_R1_C1

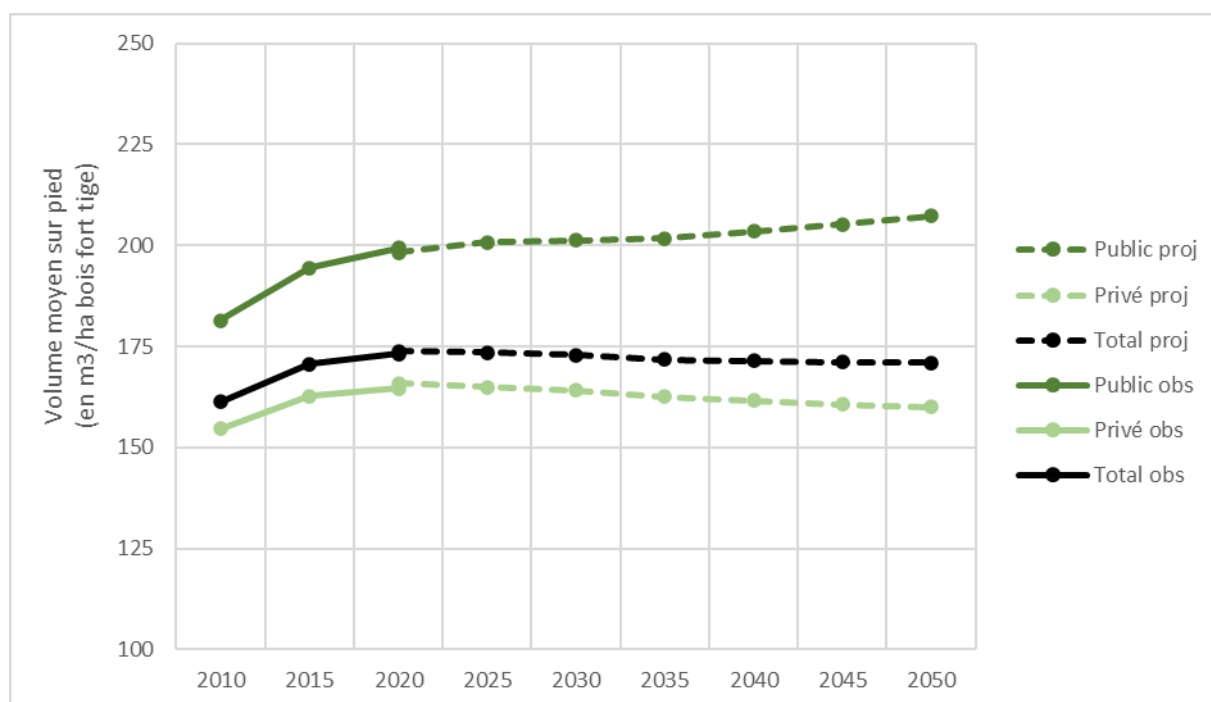
A3 : atteinte d'un taux de prélèvement de 100 % en 2035 (équivalent à une forêt qui devient neutre en terme de carbone)

R1 : scénario d'atteinte du milliard d'arbres plantés de « France 2030 » dès 2030

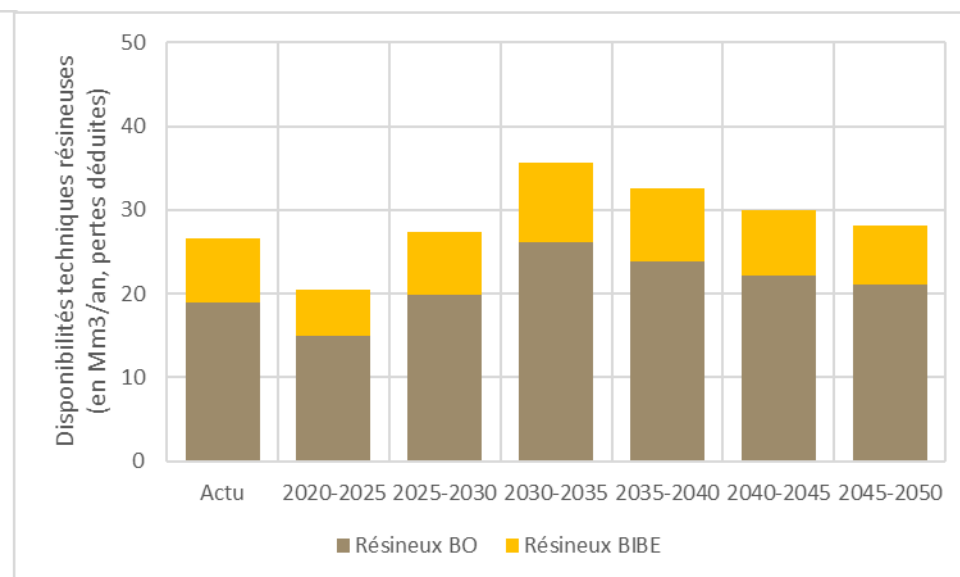
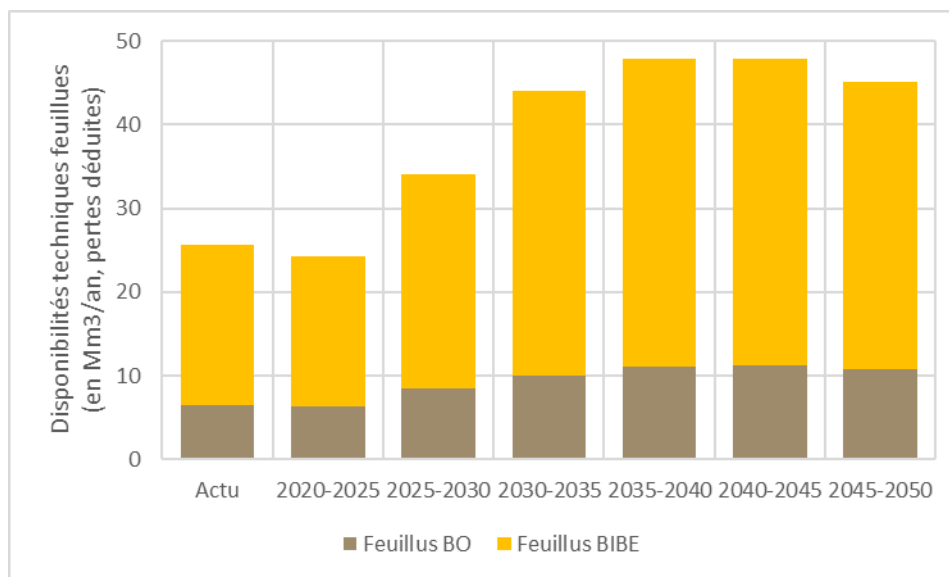
C1 : scénario optimiste considérant la crise actuelle comme conjoncturelle

Pas de calcul sur l'aval et la filière

Scénario	A3_R1_C1	Volume sur pied (en Mm3 bois fort tige)					Stock de carbone (en MtC)	Surface (en milliers d'ha)	
		Feuillus		Résineux		Total		Public	Privé
		Année	Public	Privé	Public		Privé		
Obs. IFN	2010	424 ± 16	1 202 ± 27	288 ± 16	603 ± 25	2 518 ± 38	1 182 ± 17	3 930 ± 50	11 680 ± 100
	2015	438 ± 17	1 296 ± 31	331 ± 21	663 ± 28	2 728 ± 45	1 268 ± 20	3 950 ± 50	12 030 ± 110
	2020	462 ± 17	1 358 ± 31	330 ± 21	661 ± 29	2 811 ± 46	1 316 ± 20	3 970 ± 40	12 270 ± 110
Projections 2020-2050	2025	476	1 427	321	654	2 878	1 349	3 970	12 620
	2030	482	1 458	317	651	2 909	1 374	3 970	12 850
	2035	489	1 478	312	629	2 909	1 386	3 970	12 960
	2040	492	1 488	316	614	2 911	1 394	3 970	13 010
	2045	495	1 498	320	599	2 912	1 401	3 970	13 050
	2050	502	1 509	321	581	2 914	1 409	3 970	13 060



Scénario	A3_R1_C1	Flux en volume (en Mm3/an bois fort tige)		Flux en carbone (en Mm3/an bois fort tige)		Disponibilités techniques (en Mm3/an, pertes déduites)								Origine des disponibilités (en % du total)		
		Période	Dispos.	Mortalité	Dispos	Mortalité	Feuillus				Résineux				Total	Coupes liées au plan de renouvel.
	BO pot.						BIBE		BO pot.		BIBE					
	Public						Privé	Public	Privé	Public	Privé	Public	Privé			
Obs. /FN	2013-2022	51,4 ± 2,7	13,1 ± 0,6	Non estimé		2,2 ± 0,3	4,3 ± 0,5	5,6 ± 0,5	13,5 ± 1,1	4,9 ± 0,8	14 ± 1,7	1,8 ± 0,3	5,9 ± 0,6	52,3 ± 2,6	Non estimé	
Projections 2020-2050	2020-2025	43,4	24,2	18,2	10,9	2,3	4,1	5,4	12,4	4,0	10,9	1,3	4,3	44,7	5%	11%
	2025-2030	59,4	16,2	25,3	7,5	3,0	5,5	7,1	18,5	5,5	14,4	1,9	5,5	61,5	16%	4%
	2030-2035	76,4	9,8	32,9	4,6	3,1	6,9	7,8	26,2	6,2	20,0	2,2	7,2	79,6	15%	4%
	2035-2040	76,1	9,5	34,0	4,6	3,5	7,6	8,4	28,4	4,9	19,0	1,6	7,0	80,2	0%	5%
	2040-2045	73,4	9,9	33,1	4,8	3,4	7,8	8,3	28,3	4,8	17,4	1,5	6,2	77,7	0%	5%
	2045-2050	69,2	10,5	31,2	5,1	3,0	7,8	7,6	26,7	4,8	16,3	1,5	5,6	73,2	2%	6%

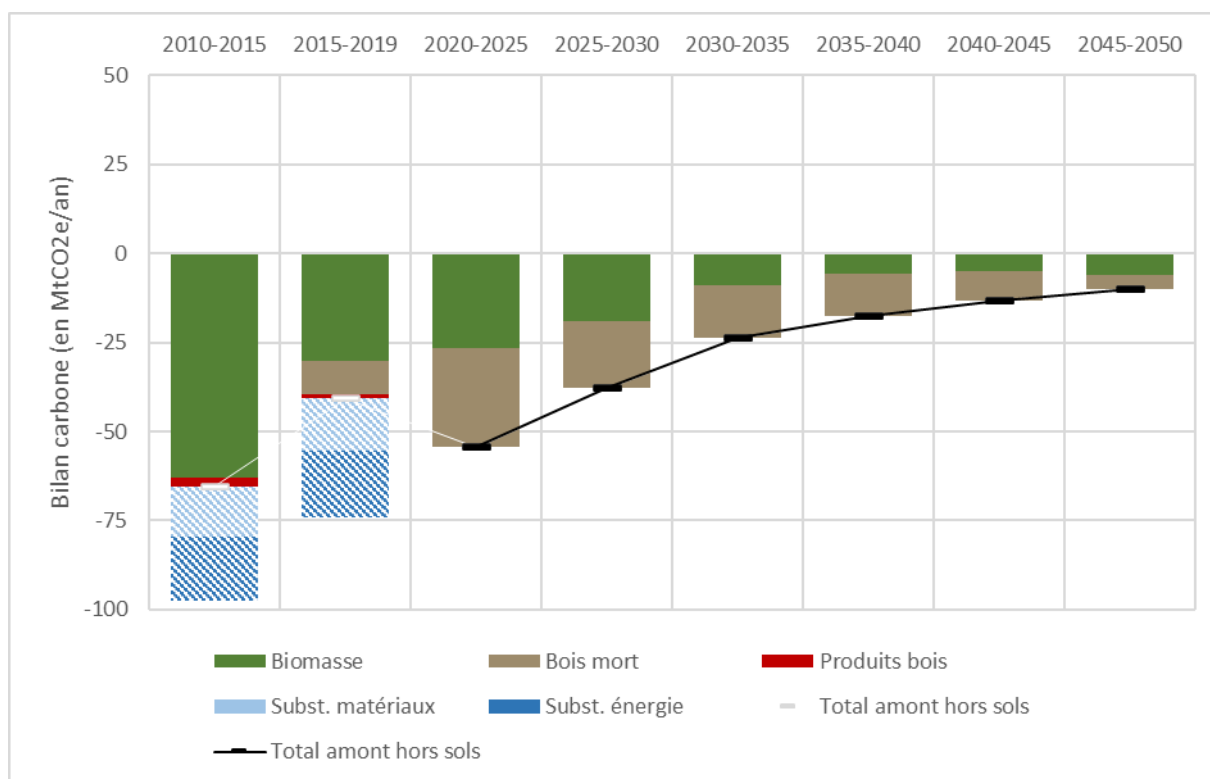


Scénario	A3_R1_C1	Flux dans l'écosystème (en MtCO2e/an)			Flux dans les produits bois (en MtCO2e/an)	Effet substitution (en MtCO2e/an)	
	Année	Biomasse	Bois mort	Total forêt		Matériaux	Énergie
IGD	2010-2015	-63,1	0	-63,1	-2,3	-14,3*	-18*
	2015-2019	-30,1	-9,5	-39,6	-1,1	-14,7*	-18,7*
Projections 2020-2050	2020-2025	-26,6	-27,9	-54,5	Non estimé	Non	estimé
	2025-2030	-18,9	-18,9	-37,8	Non estimé	Non	estimé
	2030-2035	-8,8	-15	-23,8	Non estimé	Non	estimé
	2035-2040	-5,7	-12	-17,7	Non estimé	Non	estimé
	2040-2045	-5	-8,1	-13,1	Non estimé	Non	estimé
	2045-2050	-6,2	-3,9	-10,1	Non estimé	Non	estimé
Projections 2050-2080 *	2050-2055	-6,2	-1,9	-8,1	Non estimé	Non	estimé
	2055-2060	-5,3	-1	-6,3	Non estimé	Non	estimé
	2060-2065	-4,9	-0,1	-5	Non estimé	Non	estimé
	2065-2070	-4,7	0,4	-4,3	Non estimé	Non	estimé
	2070-2075	-3,9	0,5	-3,4	Non estimé	Non	estimé
	2075-2080	-5,5	2,2	-3,3	Non estimé	Non	estimé

NB : Les projections post-2050 sont fournies à titre indicatif, la robustesse de ces résultats est très faible et les hypothèses de certains scénarios n'ont pas été définies sur cette période.

L'effet substitution calculé dans les IGD utilisait une méthode et des coefficients qui ont été revus dans la présente étude, engendrant des valeurs plus faibles en projection.

Le stockage dans les sols et la litière n'est pas intégré dans les résultats présentés ici.



SCENARIO A3_R1_C2

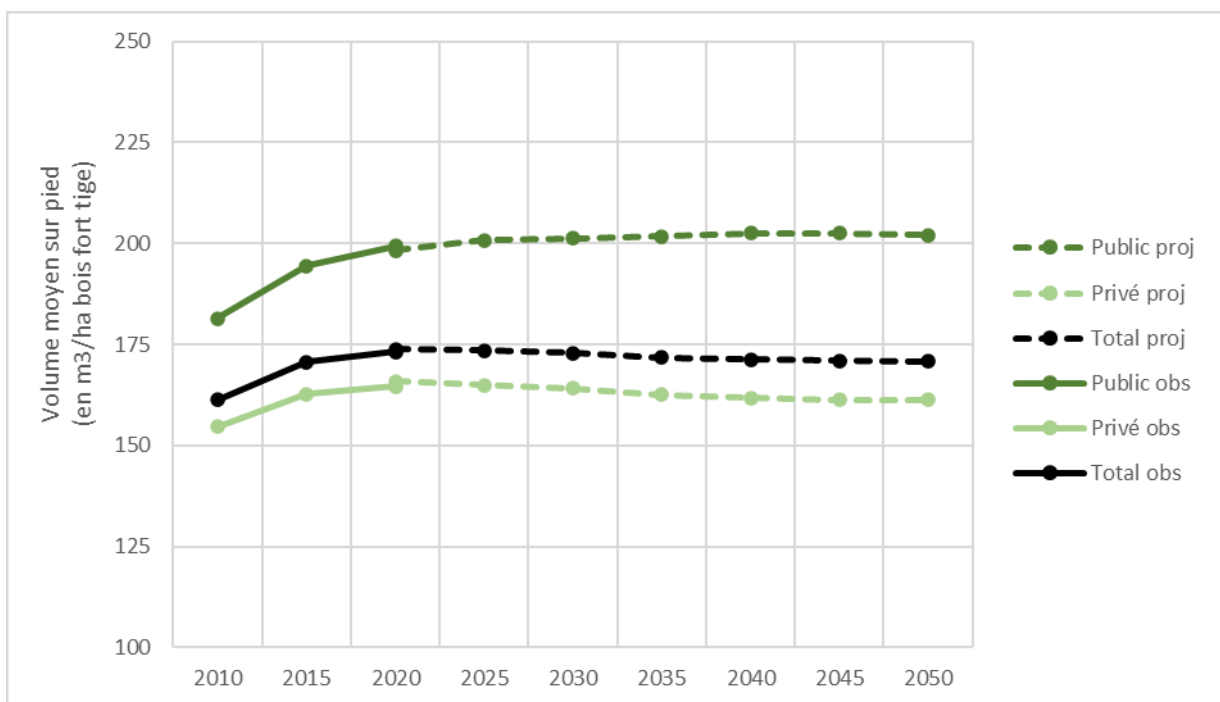
A3 : atteinte d'un taux de prélèvement de 100 % en 2035 (équivalent à une forêt qui devient neutre en terme de carbone)

R1 : scénario d'atteinte du milliard d'arbres plantés de « France 2030 » dès 2030

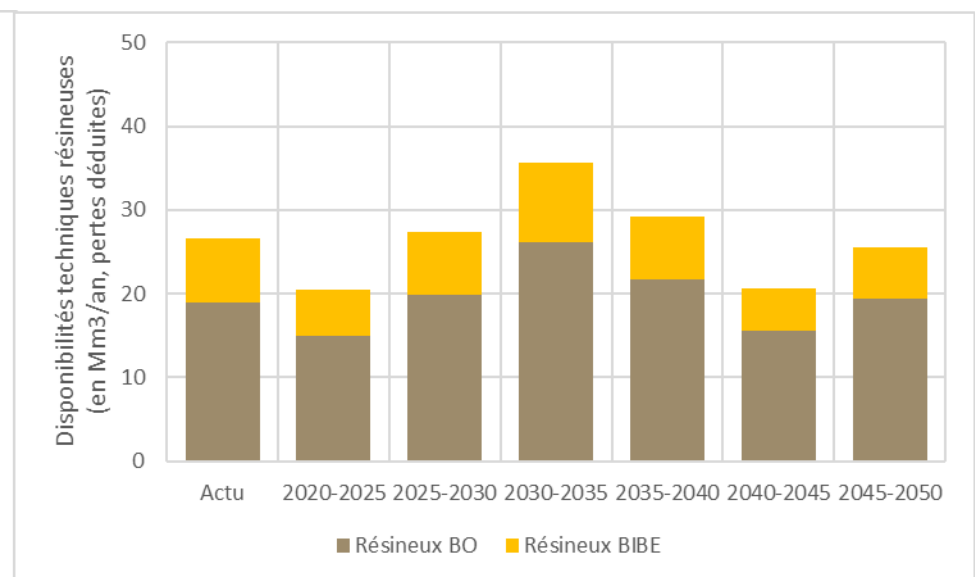
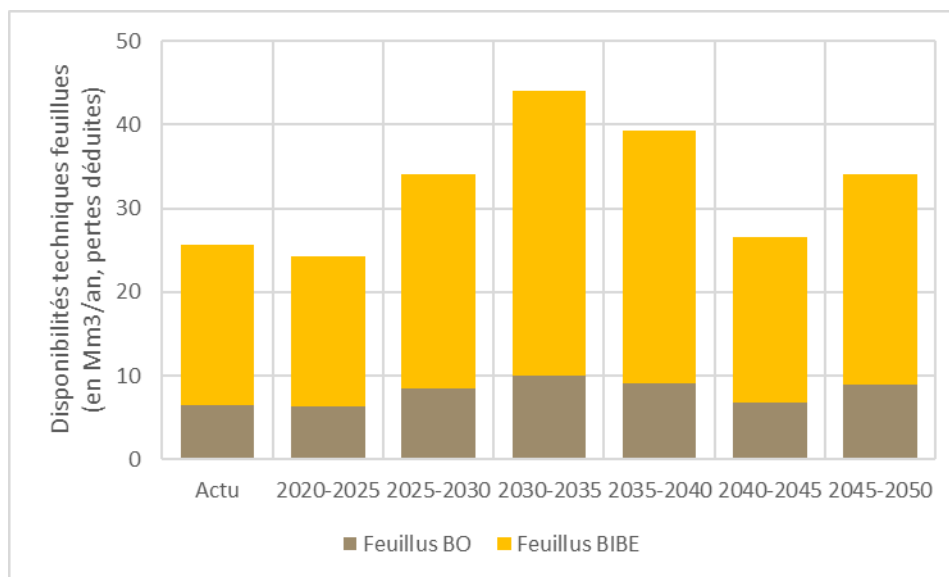
C2 : scénario de succession de crises telles que l'actuelle espacées de quelques années (analogie aux périodes successives d'années de sécheresse)

Pas de calcul sur l'aval et la filière

Scénario	A3_R1_C2	Volume sur pied (en Mm3 bois fort tige)					Stock de carbone (en MtC)	Surface (en milliers d'ha)	
		Feuillus		Résineux		Total		Public	Privé
		Public	Privé	Public	Privé				
Obs. /FN	2010	424 ± 16	1 202 ± 27	288 ± 16	603 ± 25	2 518 ± 38	1 182 ± 17	3 930 ± 50	11 680 ± 100
	2015	438 ± 17	1 296 ± 31	331 ± 21	663 ± 28	2 728 ± 45	1 268 ± 20	3 950 ± 50	12 030 ± 110
	2020	462 ± 17	1 358 ± 31	330 ± 21	661 ± 29	2 811 ± 46	1 316 ± 20	3 970 ± 40	12 270 ± 110
Projections 2020-2050	2025	476	1 427	321	654	2 878	1 349	3 970	12 620
	2030	482	1 458	317	651	2 909	1 374	3 970	12 850
	2035	489	1 478	312	629	2 909	1 386	3 970	12 960
	2040	493	1 485	311	620	2 910	1 394	3 970	13 010
	2045	494	1 485	310	621	2 910	1 400	3 970	13 050
	2050	495	1 501	307	606	2 909	1 409	3 970	13 060



Scénario	A3_R1_C2	Flux en volume (en Mm3/an bois fort tige)		Flux en carbone (en Mm3/an bois fort tige)		Disponibilités techniques (en Mm3/an, pertes déduites)								Origine des disponibilités (en % du total)		
		Période	Dispos.	Mortalité	Dispos	Mortalité	Feuillus				Résineux				Total	Coupes liées au plan de renouvel.
	BO pot.						BIBE		BO pot.		BIBE					
	Public						Privé	Public	Privé	Public	Privé	Public	Privé			
Obs. /FN	2013-2022	51,4 ± 2,7	13,1 ± 0,6	Non estimé		2,2 ± 0,3	4,3 ± 0,5	5,6 ± 0,5	13,5 ± 1,1	4,9 ± 0,8	14 ± 1,7	1,8 ± 0,3	5,9 ± 0,6	52,3 ± 2,6	Non estimé	
Projections 2020-2050	2020-2025	43,4	24,2	18,2	10,9	2,3	4,1	5,4	12,4	4,0	10,9	1,3	4,3	44,7	5%	11%
	2025-2030	59,4	16,2	25,3	7,5	3,0	5,5	7,1	18,5	5,5	14,4	1,9	5,5	61,5	16%	4%
	2030-2035	76,4	9,8	32,9	4,6	3,1	6,9	7,8	26,2	6,2	20,0	2,2	7,2	79,6	15%	4%
	2035-2040	65,2	16,1	28,7	7,7	2,9	6,2	7,2	23,0	4,9	16,8	1,6	5,9	68,4	0%	7%
	2040-2045	45,1	29,2	19,7	13,9	2,4	4,4	5,9	13,8	3,8	11,8	1,1	3,9	47,2	0%	10%
	2045-2050	56,8	17,7	24,9	8,5	2,8	6,2	7,0	18,0	4,8	14,6	1,5	4,7	59,6	3%	7%

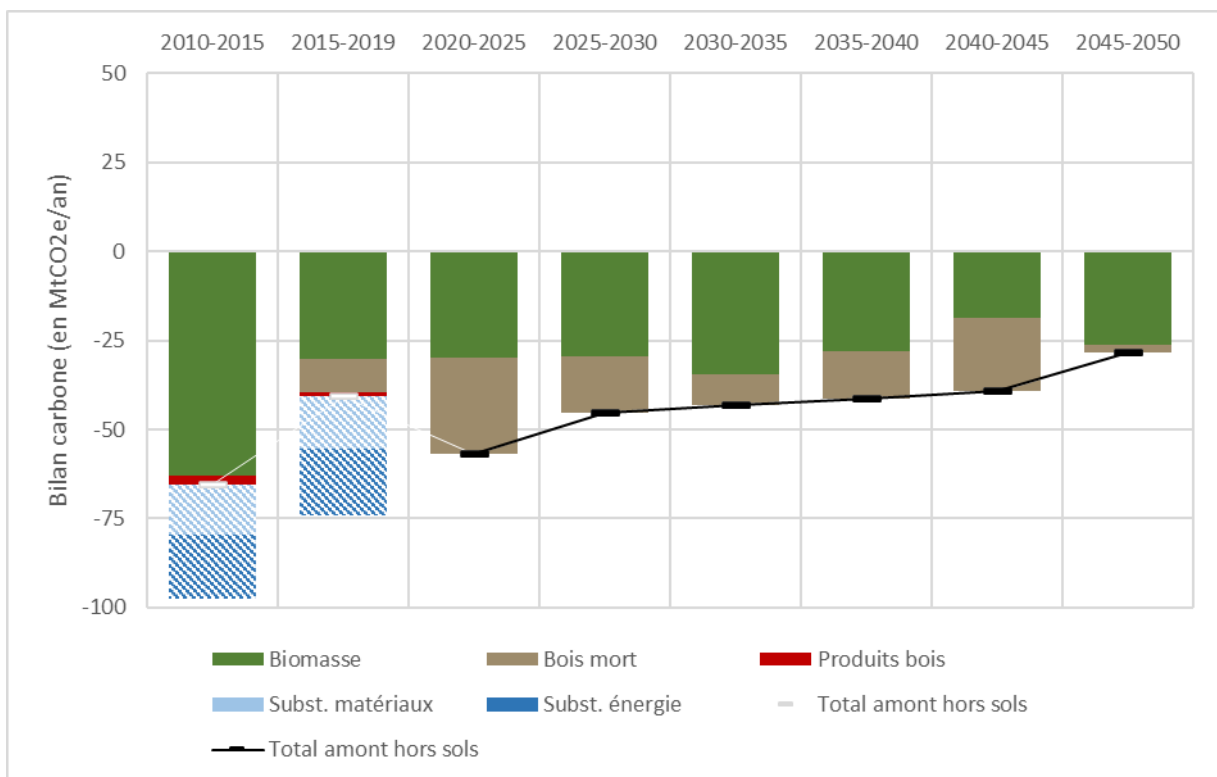


Scénario	A2_R1_C2	Flux dans l'écosystème (en MtCO2e/an)			Flux dans les produits bois (en MtCO2e/an)	Effet substitution (en MtCO2e/an)	
	Année	Biomasse	Bois mort	Total forêt		Matériaux	Énergie
IGD	2010-2015	-63,1	0	-63,1	-2,3	-14,3*	-18*
	2015-2019	-30,1	-9,5	-39,6	-1,1	-14,7*	-18,7*
Projections 2020-2050	2020-2025	-30	-27	-57	Non estimé	Non	estimé
	2025-2030	-29,6	-15,6	-45,2	Non estimé	Non	estimé
	2030-2035	-34,6	-8,5	-43,1	Non estimé	Non	estimé
	2035-2040	-28,2	-13	-41,2	Non estimé	Non	estimé
	2040-2045	-18,7	-20,5	-39,2	Non estimé	Non	estimé
	2045-2050	-26,3	-2,1	-28,4	Non estimé	Non	estimé
Projections 2050-2080 *	2050-2055	-26,8	-0,6	-27,4	Non estimé	Non	estimé
	2055-2060	-27	0,3	-26,7	Non estimé	Non	estimé
	2060-2065	-27,4	0,9	-26,5	Non estimé	Non	estimé
	2065-2070	-27,8	1	-26,8	Non estimé	Non	estimé
	2070-2075	-28	1,1	-26,9	Non estimé	Non	estimé
	2075-2080	-28,3	1,6	-26,7	Non estimé	Non	estimé

NB : Les projections post-2050 sont fournies à titre indicatif, la robustesse de ces résultats est très faible et les hypothèses de certains scénarios n'ont pas été définies sur cette période.

L'effet substitution calculé dans les IGD utilisait une méthode et des coefficients qui ont été revus dans la présente étude, engendrant des valeurs plus faibles en projection.

Le stockage dans les sols et la litière n'est pas intégré dans les résultats présentés ici.



SCENARIO A3_R1_C3

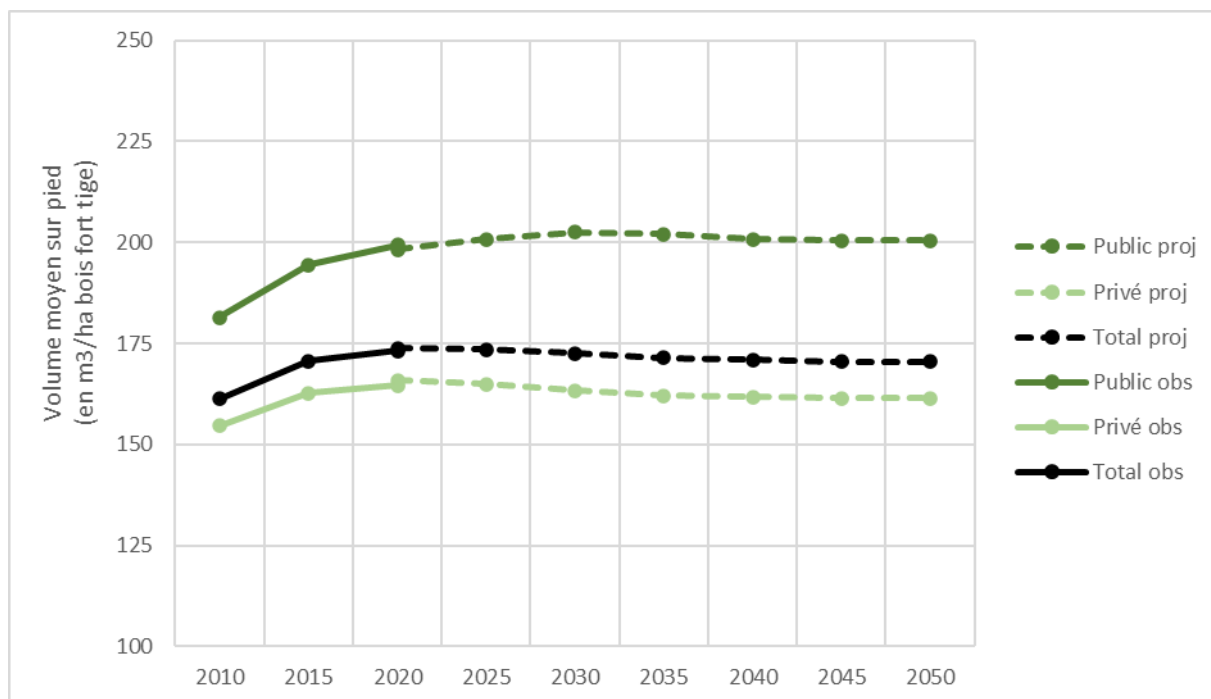
A3 : atteinte d'un taux de prélèvement de 100 % en 2035 (équivalent à une forêt qui devient neutre en terme de carbone)

R1 : scénario d'atteinte du milliard d'arbres plantés de « France 2030 » dès 2030

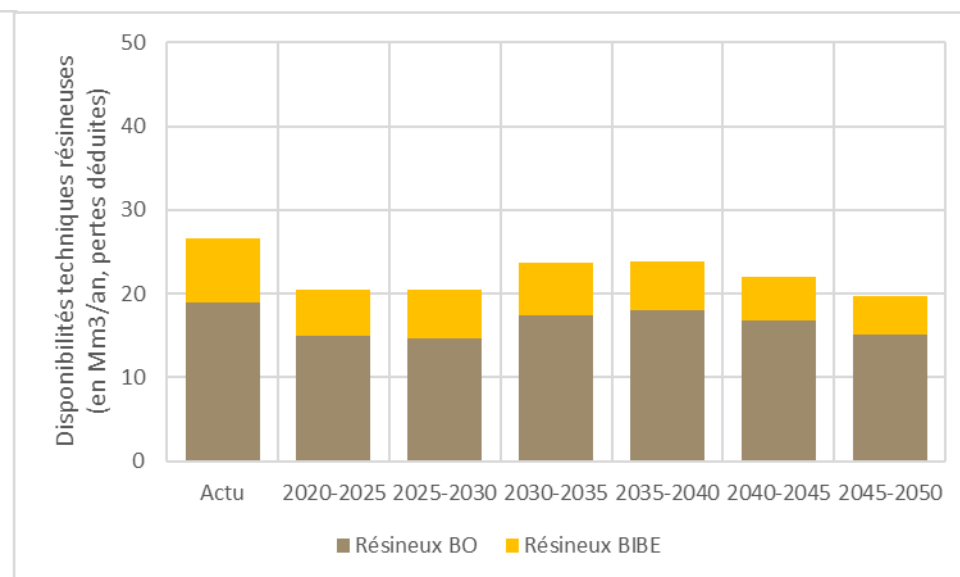
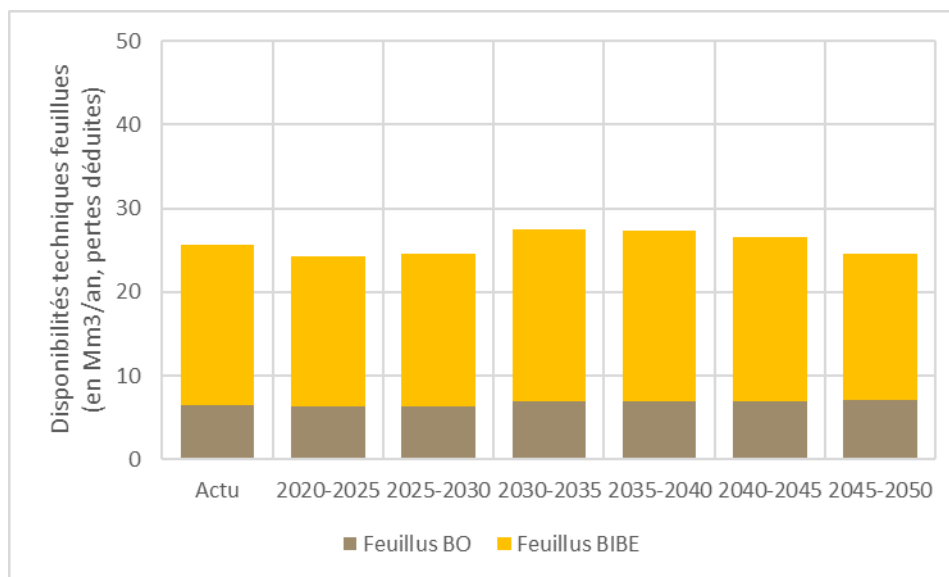
C3 : scénario pessimiste d'une atteinte d'un plateau ascendant de la mortalité et décroissant de la production

Pas de calcul sur l'aval et la filière

Scénario	A3_R1_C3	Volume sur pied (en Mm3 bois fort tige)					Stock de carbone (en MtC)	Surface (en milliers d'ha)	
		Feuillus		Résineux		Total		Public	Privé
		Public	Privé	Public	Privé				
Obs. IFN	2010	424 ± 16	1 202 ± 27	288 ± 16	603 ± 25	2 518 ± 38	1 182 ± 17	3 930 ± 50	11 680 ± 100
	2015	438 ± 17	1 296 ± 31	331 ± 21	663 ± 28	2 728 ± 45	1 268 ± 20	3 950 ± 50	12 030 ± 110
	2020	462 ± 17	1 358 ± 31	330 ± 21	661 ± 29	2 811 ± 46	1 316 ± 20	3 970 ± 40	12 270 ± 110
Projections 2020-2050	2025	476	1 427	321	654	2 878	1 349	3 970	12 620
	2030	482	1 443	322	656	2 903	1 369	3 970	12 850
	2035	484	1 449	318	652	2 903	1 378	3 970	12 960
	2040	484	1 457	313	648	2 902	1 386	3 970	13 010
	2045	485	1 466	311	641	2 903	1 394	3 970	13 050
	2050	487	1 475	309	633	2 904	1 402	3 970	13 060



Scénario	A3_R1_C3	Flux en volume (en Mm3/an bois fort tige)		Flux en carbone (en Mm3/an bois fort tige)		Disponibilités techniques (en Mm3/an, pertes déduites)								Origine des disponibilités (en % du total)		
		Période	Dispos.	Mortalité	Dispos	Mortalité	Feuillus				Résineux				Total	Coupes liées au plan de renouvel.
	BO pot.						BIBE		BO pot.		BIBE					
	Public						Privé	Public	Privé	Public	Privé	Public	Privé			
Obs. /FN	2013-2022	51,4 ± 2,7	13,1 ± 0,6	Non estimé		2,2 ± 0,3	4,3 ± 0,5	5,6 ± 0,5	13,5 ± 1,1	4,9 ± 0,8	14 ± 1,7	1,8 ± 0,3	5,9 ± 0,6	52,3 ± 2,6	Non estimé	
Projections 2020-2050	2020-2025	43,4	24,2	18,2	10,9	2,3	4,1	5,4	12,4	4,0	10,9	1,3	4,3	44,7	5%	11%
	2025-2030	43,6	25,4	18,4	11,8	2,4	4,0	5,6	12,6	3,7	11,0	1,4	4,3	45,0	21%	7%
	2030-2035	49,5	24,8	21,0	11,6	2,6	4,4	6,2	14,3	4,4	13,0	1,6	4,7	51,3	24%	7%
	2035-2040	49,2	24,7	21,1	11,6	2,6	4,4	6,3	14,0	4,7	13,3	1,4	4,4	51,2	0%	8%
	2040-2045	46,6	24,6	20,1	11,6	2,5	4,5	6,0	13,6	4,2	12,6	1,2	4,0	48,6	0%	9%
	2045-2050	42,3	25,4	18,4	12,0	2,4	4,7	5,6	11,9	3,8	11,3	1,1	3,5	44,2	3%	8%

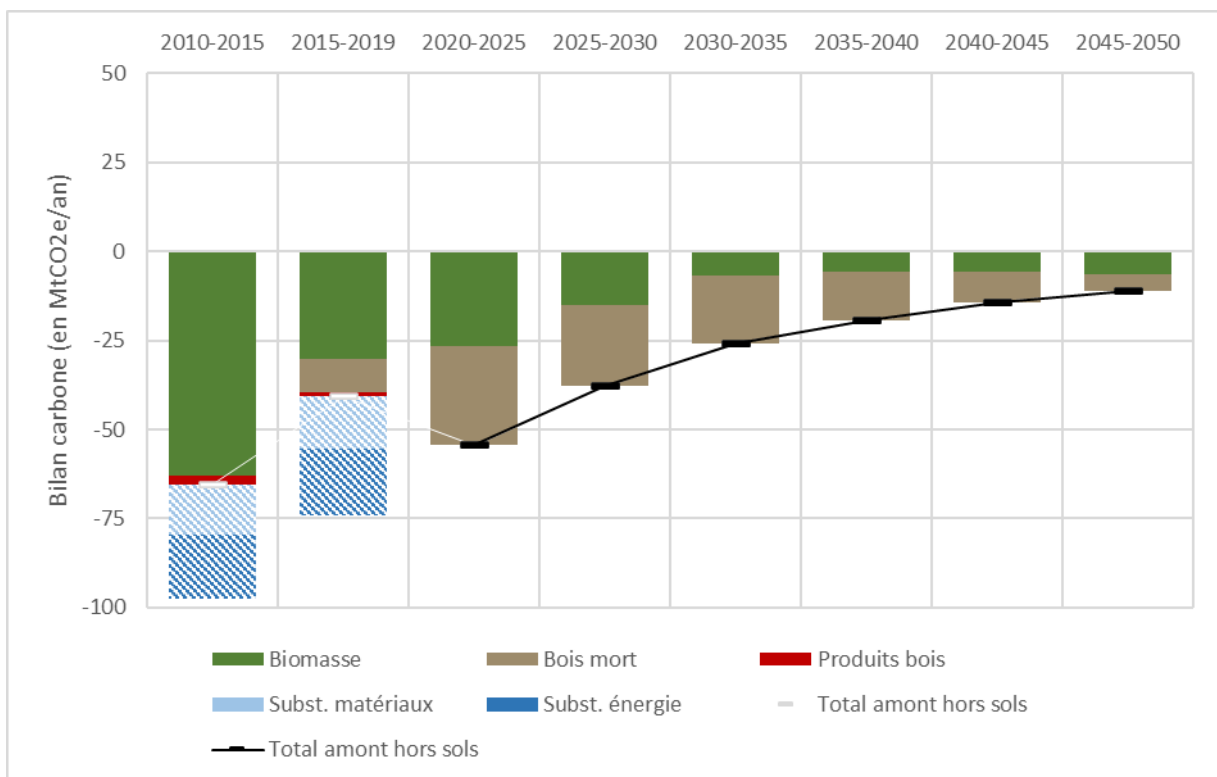


Scénario	A3_R1_C3	Flux dans l'écosystème (en MtCO2e/an)			Flux dans les produits bois (en MtCO2e/an)	Effet substitution (en MtCO2e/an)	
	Année	Biomasse	Bois mort	Total forêt		Matériaux	Énergie
IGD	2010-2015	-63,1	0	-63,1	-2,3	-14,3*	-18*
	2015-2019	-30,1	-9,5	-39,6	-1,1	-14,7*	-18,7*
Projections 2020-2050	2020-2025	-26,6	-27,9	-54,5	Non estimé	Non	estimé
	2025-2030	-15	-22,9	-37,9	Non estimé	Non	estimé
	2030-2035	-6,7	-19,1	-25,8	Non estimé	Non	estimé
	2035-2040	-5,6	-13,9	-19,5	Non estimé	Non	estimé
	2040-2045	-5,8	-8,4	-14,2	Non estimé	Non	estimé
	2045-2050	-6,3	-4,7	-11	Non estimé	Non	estimé
Projections 2050-2080 *	2050-2055	-6,6	-1	-7,6	Non estimé	Non	estimé
	2055-2060	-6,4	1,1	-5,3	Non estimé	Non	estimé
	2060-2065	-6,7	2,4	-4,3	Non estimé	Non	estimé
	2065-2070	-6,7	3	-3,7	Non estimé	Non	estimé
	2070-2075	-7	3,3	-3,7	Non estimé	Non	estimé
	2075-2080	-7,8	3,9	-3,9	Non estimé	Non	estimé

NB : Les projections post-2050 sont fournies à titre indicatif, la robustesse de ces résultats est très faible et les hypothèses de certains scénarios n'ont pas été définies sur cette période.

L'effet substitution calculé dans les IGD utilisait une méthode et des coefficients qui ont été revus dans la présente étude, engendrant des valeurs plus faibles en projection.

Le stockage dans les sols et la litière n'est pas intégré dans les résultats présentés ici.



SCENARIO A3_R2_C1

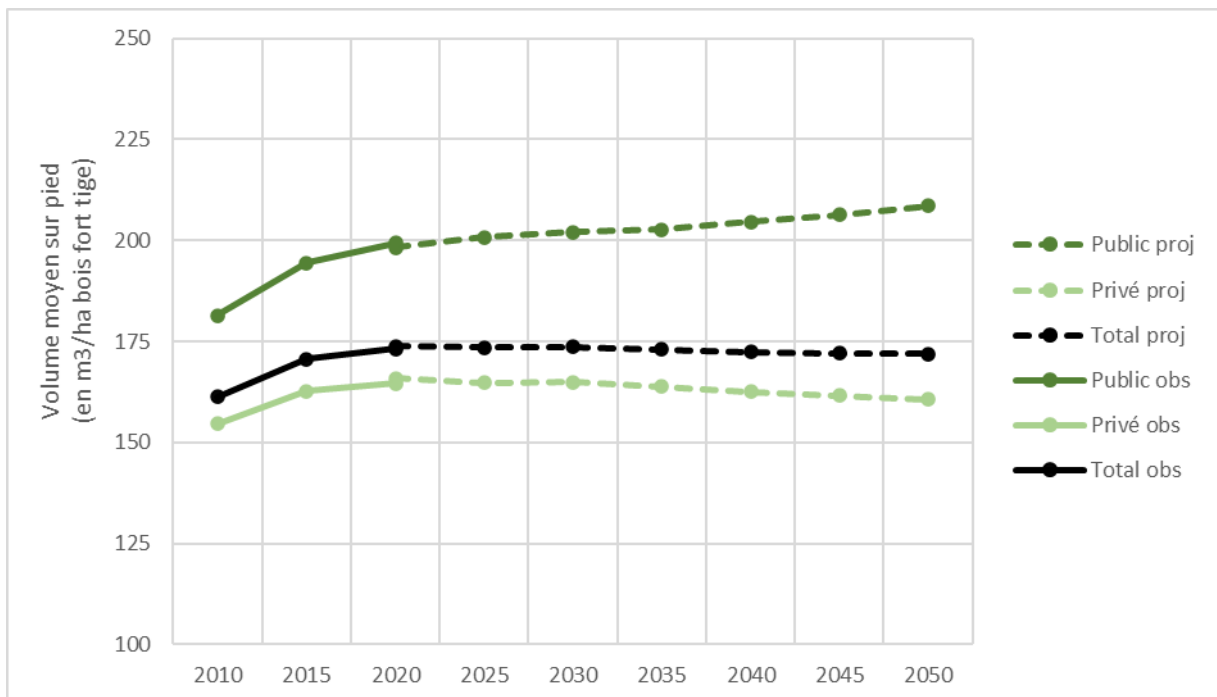
A3 : atteinte d'un taux de prélèvement de 100 % en 2035 (équivalent à une forêt qui devient neutre en terme de carbone)

R2 : scénario d'atteinte plus progressive des objectifs de « France 2030 »

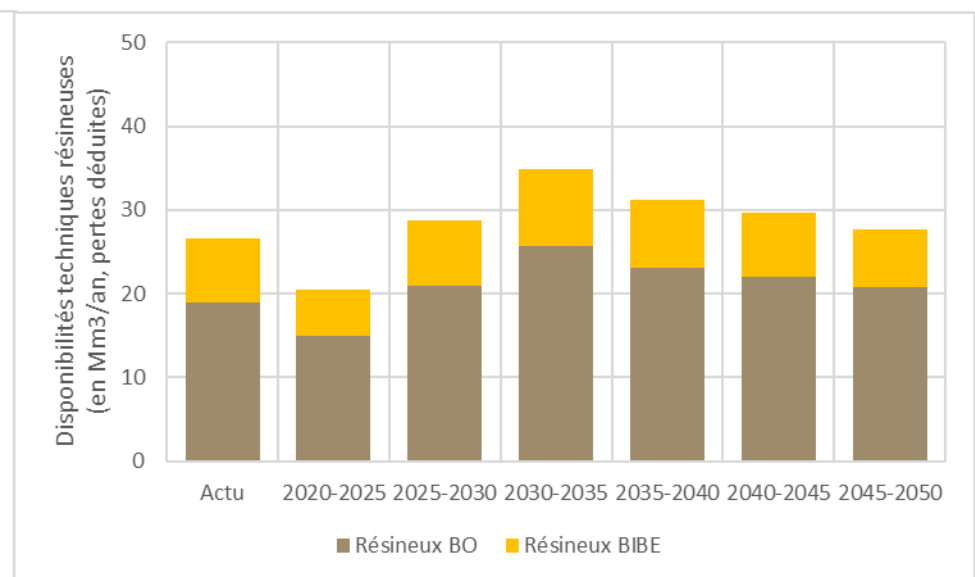
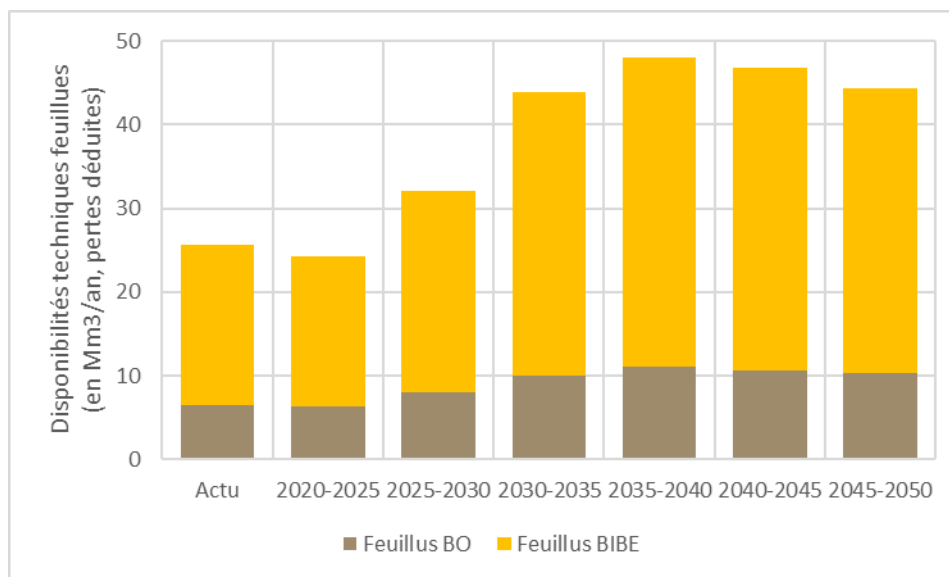
C1 : scénario optimiste considérant la crise actuelle comme conjoncturelle

Pas de calcul sur l'aval et la filière

Scénario	A3_R2_C1	Volume sur pied (en Mm3 bois fort tige)					Stock de carbone (en MtC)	Surface (en milliers d'ha)	
		Feuillus		Résineux		Total		Public	Privé
		Public	Privé	Public	Privé				
Obs. IFN	2010	424 ± 16	1 202 ± 27	288 ± 16	603 ± 25	2 518 ± 38	1 182 ± 17	3 930 ± 50	11 680 ± 100
	2015	438 ± 17	1 296 ± 31	331 ± 21	663 ± 28	2 728 ± 45	1 268 ± 20	3 950 ± 50	12 030 ± 110
	2020	462 ± 17	1 358 ± 31	330 ± 21	661 ± 29	2 811 ± 46	1 316 ± 20	3 970 ± 40	12 270 ± 110
Projections 2020-2050	2025	476	1 426	321	653	2 877	1 349	3 970	12 610
	2030	485	1 465	317	644	2 910	1 377	3 970	12 790
	2035	493	1 486	312	620	2 910	1 389	3 970	12 860
	2040	496	1 494	316	604	2 910	1 396	3 970	12 910
	2045	501	1 505	318	586	2 909	1 403	3 970	12 940
	2050	509	1 517	319	566	2 911	1 411	3 970	12 960



Scénario	A3_R2_C1	Flux en volume (en Mm3/an bois fort tige)		Flux en carbone (en Mm3/an bois fort tige)		Disponibilités techniques (en Mm3/an, pertes déduites)								Origine des disponibilités (en % du total)		
		Période	Dispos.	Mortalité	Dispos	Mortalité	Feuillus				Résineux				Total	Coupes liées au plan de renouvel.
	BO pot.						BIBE		BO pot.		BIBE					
	Public						Privé	Public	Privé	Public	Privé	Public	Privé			
Obs. /FN	2013-2022	51,4 ± 2,7	13,1 ± 0,6	Non estimé		2,2 ± 0,3	4,3 ± 0,5	5,6 ± 0,5	13,5 ± 1,1	4,9 ± 0,8	14 ± 1,7	1,8 ± 0,3	5,9 ± 0,6	52,3 ± 2,6	Non estimé	
Projections 2020-2050	2020-2025	43,4	24,2	18,2	10,9	2,3	4,1	5,4	12,4	4,0	10,9	1,3	4,3	44,7	3%	11%
	2025-2030	59,0	15,6	24,8	7,3	2,8	5,2	6,7	17,4	5,6	15,4	2,0	5,8	60,9	7%	5%
	2030-2035	75,6	9,4	32,6	4,5	3,1	6,9	7,8	26,1	6,1	19,6	2,1	7,1	78,8	12%	4%
	2035-2040	75,1	9,5	33,6	4,6	3,4	7,7	8,3	28,6	4,8	18,2	1,6	6,6	79,2	0%	5%
	2040-2045	72,4	9,9	32,6	4,8	3,2	7,5	8,1	28,0	4,8	17,2	1,5	6,1	76,5	0%	5%
	2045-2050	68,2	10,4	30,7	5,0	2,9	7,4	7,6	26,5	4,7	16,1	1,5	5,4	72,2	1%	6%

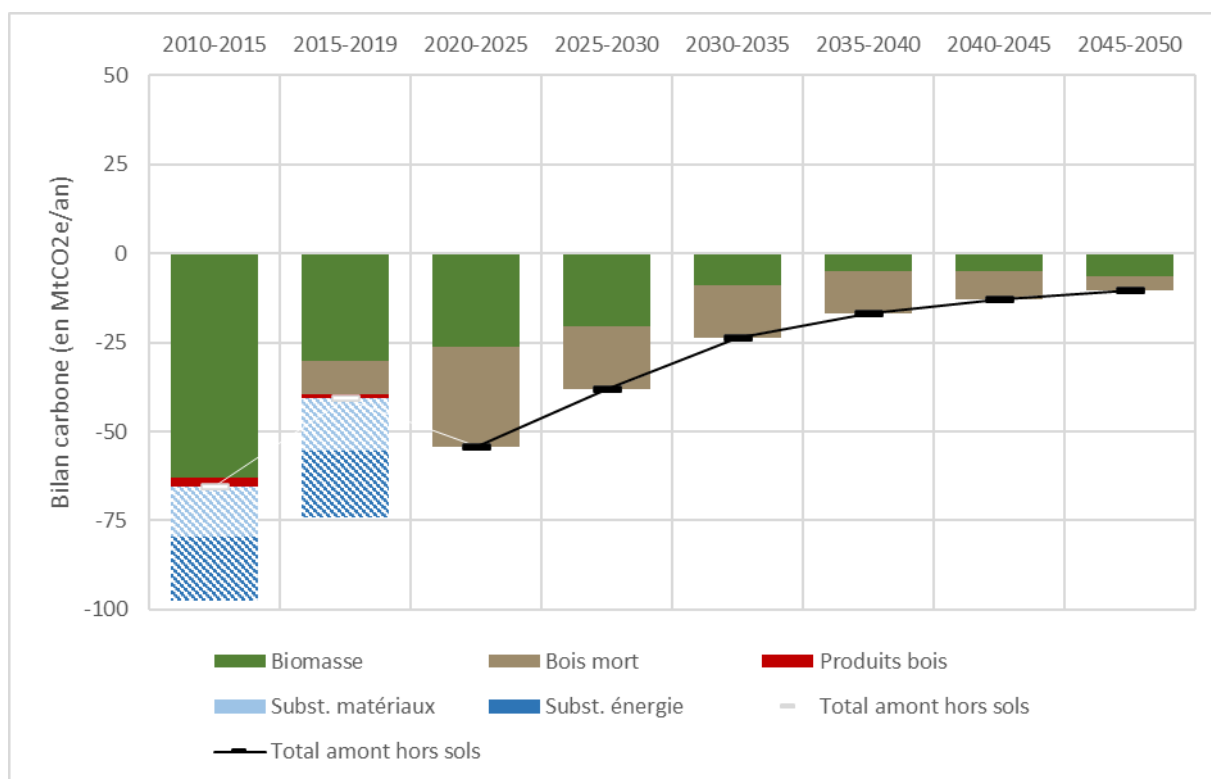


Scénario	A3_R2_C1	Flux dans l'écosystème (en MtCO ₂ e/an)			Flux dans les produits bois (en MtCO ₂ e/an)	Effet substitution (en MtCO ₂ e/an)	
	Année	Biomasse	Bois mort	Total forêt		Matériaux	Énergie
IGD	2010-2015	-63,1	0	-63,1	-2,3	-14,3*	-18*
	2015-2019	-30,1	-9,5	-39,6	-1,1	-14,7*	-18,7*
Projections 2020-2050	2020-2025	-26,4	-27,9	-54,3	Non estimé	Non	estimé
	2025-2030	-20,6	-17,6	-38,2	Non estimé	Non	estimé
	2030-2035	-9,1	-14,6	-23,7	Non estimé	Non	estimé
	2035-2040	-4,9	-12,1	-17	Non estimé	Non	estimé
	2040-2045	-5	-7,8	-12,8	Non estimé	Non	estimé
	2045-2050	-6,4	-3,9	-10,3	Non estimé	Non	estimé
Projections 2050-2080 *	2050-2055	-6,1	-1,9	-8	Non estimé	Non	estimé
	2055-2060	-5,8	-0,8	-6,6	Non estimé	Non	estimé
	2060-2065	-5,8	0,1	-5,7	Non estimé	Non	estimé
	2065-2070	-5,1	0,4	-4,7	Non estimé	Non	estimé
	2070-2075	-4,9	0,7	-4,2	Non estimé	Non	estimé
	2075-2080	-5,6	1,6	-4	Non estimé	Non	estimé

NB : Les projections post-2050 sont fournies à titre indicatif, la robustesse de ces résultats est très faible et les hypothèses de certains scénarios n'ont pas été définies sur cette période.

L'effet substitution calculé dans les IGD utilisait une méthode et des coefficients qui ont été revus dans la présente étude, engendrant des valeurs plus faibles en projection.

Le stockage dans les sols et la litière n'est pas intégré dans les résultats présentés ici.



SCENARIO A3_R2_C2

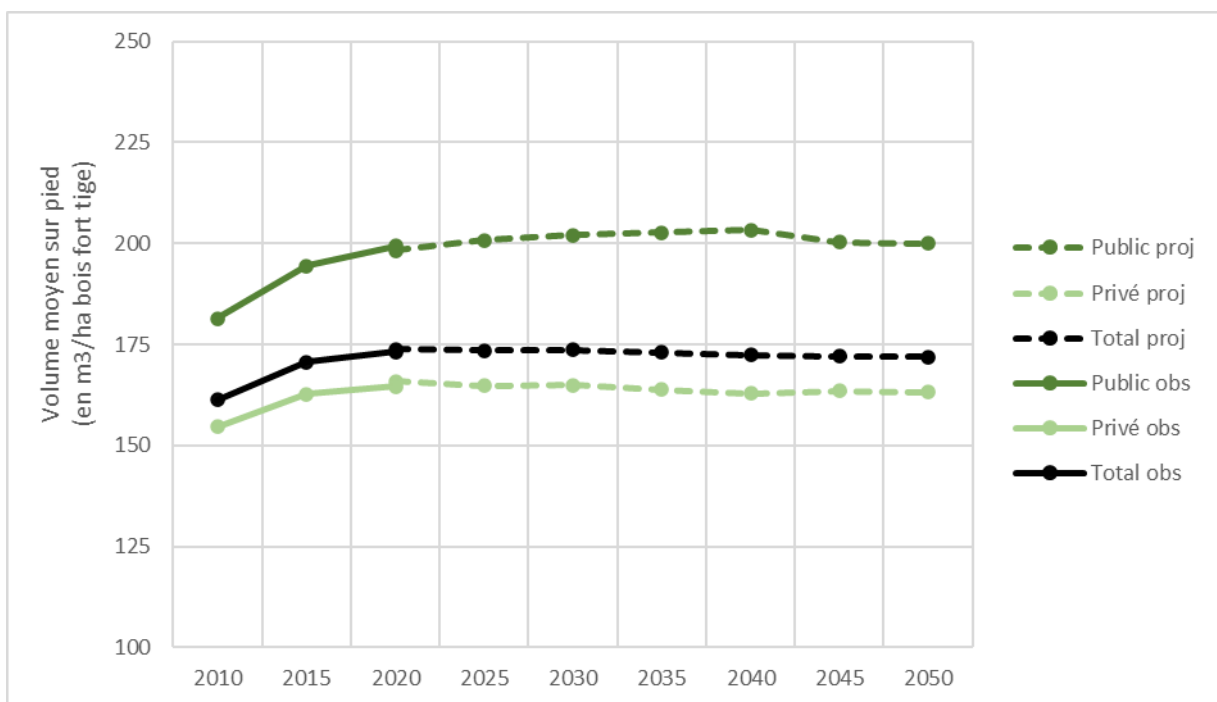
A3 : atteinte d'un taux de prélèvement de 100 % en 2035 (équivalent à une forêt qui devient neutre en terme de carbone)

R2 : scénario d'atteinte plus progressive des objectifs de « France 2030 »

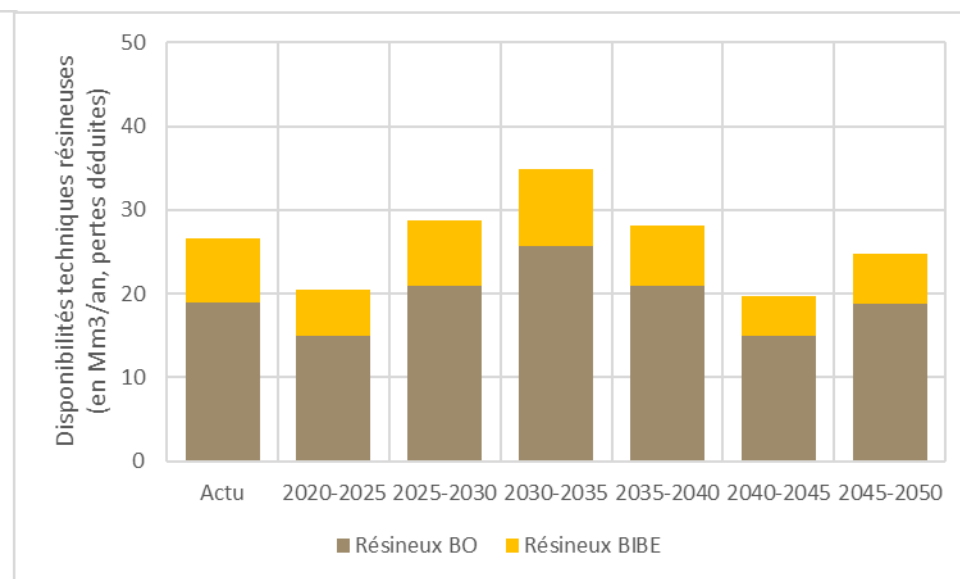
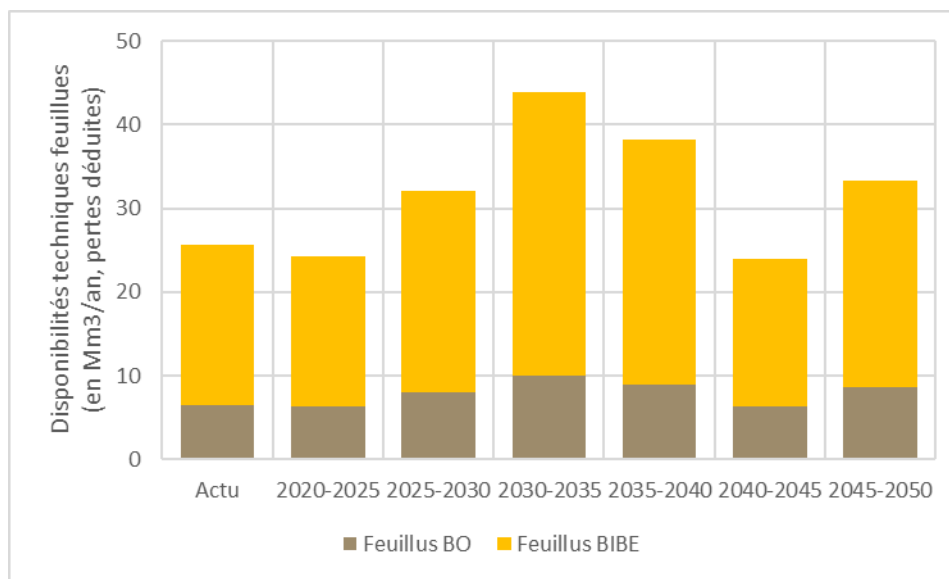
C2 : scénario de succession de crises telles que l'actuelle espacées de quelques années (analogie aux périodes successives d'années de sécheresse)

Pas de calcul sur l'aval et la filière

Scénario	A3_R2_C2	Volume sur pied (en Mm3 bois fort tige)					Stock de carbone (en MtC)	Surface (en milliers d'ha)	
		Feuillus		Résineux		Total		Public	Privé
		Public	Privé	Public	Privé				
Obs. /FN	2010	424 ± 16	1 202 ± 27	288 ± 16	603 ± 25	2 518 ± 38	1 182 ± 17	3 930 ± 50	11 680 ± 100
	2015	438 ± 17	1 296 ± 31	331 ± 21	663 ± 28	2 728 ± 45	1 268 ± 20	3 950 ± 50	12 030 ± 110
	2020	462 ± 17	1 358 ± 31	330 ± 21	661 ± 29	2 811 ± 46	1 316 ± 20	3 970 ± 40	12 270 ± 110
Projections 2020-2050	2025	476	1 426	321	653	2 877	1 349	3 970	12 610
	2030	485	1 465	317	644	2 910	1 377	3 970	12 790
	2035	493	1 486	312	620	2 910	1 389	3 970	12 860
	2040	496	1 495	311	608	2 911	1 397	3 970	12 910
	2045	493	1 505	302	610	2 911	1 405	3 970	12 940
	2050	495	1 522	299	594	2 910	1 414	3 970	12 960



Scénario	A3_R2_C2	Flux en volume (en Mm3/an bois fort tige)		Flux en carbone (en Mm3/an bois fort tige)		Disponibilités techniques (en Mm3/an, pertes déduites)								Origine des disponibilités (en % du total)		
		Période	Dispos.	Mortalité	Dispos	Mortalité	Feuillus				Résineux				Total	Coupes liées au plan de renouvel.
	BO pot.						BIBE		BO pot.		BIBE					
	Public						Privé	Public	Privé	Public	Privé	Public	Privé			
Obs. /FN	2013-2022	51,4 ± 2,7	13,1 ± 0,6	Non estimé		2,2 ± 0,3	4,3 ± 0,5	5,6 ± 0,5	13,5 ± 1,1	4,9 ± 0,8	14 ± 1,7	1,8 ± 0,3	5,9 ± 0,6	52,3 ± 2,6	Non estimé	
Projections 2020-2050	2020-2025	43,4	24,2	18,2	10,9	2,3	4,1	5,4	12,4	4,0	10,9	1,3	4,3	44,7	3%	11%
	2025-2030	59,0	15,6	24,8	7,3	2,8	5,2	6,7	17,4	5,6	15,4	2,0	5,8	60,9	7%	5%
	2030-2035	75,6	9,4	32,6	4,5	3,1	6,9	7,8	26,1	6,1	19,6	2,1	7,1	78,8	12%	4%
	2035-2040	63,3	16,4	27,8	7,8	2,9	6,0	7,2	22,1	4,9	16,1	1,6	5,6	66,4	0%	7%
	2040-2045	42,0	30,8	18,2	14,6	2,7	3,7	6,5	11,1	4,5	10,4	1,3	3,5	43,8	0%	8%
	2045-2050	55,2	17,8	24,3	8,5	2,8	5,8	7,0	17,7	4,6	14,2	1,4	4,5	58,0	1%	7%

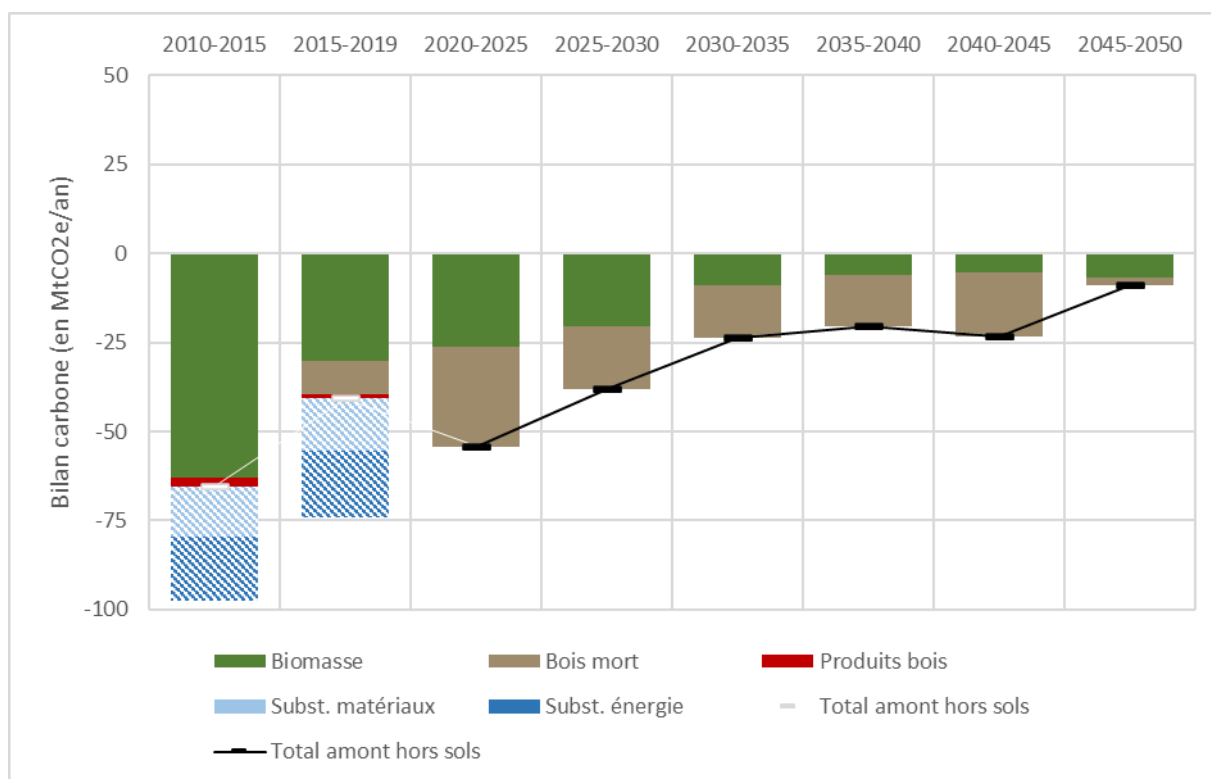


Scénario	A3_R2_C2	Flux dans l'écosystème (en MtCO2e/an)			Flux dans les produits bois (en MtCO2e/an)	Effet substitution (en MtCO2e/an)	
	Année	Biomasse	Bois mort	Total forêt		Matériaux	Énergie
IGD	2010-2015	-63,1	0	-63,1	-2,3	-14,3*	-18*
	2015-2019	-30,1	-9,5	-39,6	-1,1	-14,7*	-18,7*
Projections 2020-2050	2020-2025	-26,4	-27,9	-54,3	Non estimé	Non	estimé
	2025-2030	-20,6	-17,6	-38,2	Non estimé	Non	estimé
	2030-2035	-9,1	-14,6	-23,7	Non estimé	Non	estimé
	2035-2040	-6,1	-14,3	-20,4	Non estimé	Non	estimé
	2040-2045	-5,3	-17,9	-23,2	Non estimé	Non	estimé
	2045-2050	-6,8	-2	-8,8	Non estimé	Non	estimé
Projections 2050-2080 *	2050-2055	-7	0	-7	Non estimé	Non	estimé
	2055-2060	-6,9	1,1	-5,8	Non estimé	Non	estimé
	2060-2065	-6,9	1,8	-5,1	Non estimé	Non	estimé
	2065-2070	-5,9	1,8	-4,1	Non estimé	Non	estimé
	2070-2075	-6,2	2,2	-4	Non estimé	Non	estimé
	2075-2080	-6,8	2,7	-4,1	Non estimé	Non	estimé

NB : Les projections post-2050 sont fournies à titre indicatif, la robustesse de ces résultats est très faible et les hypothèses de certains scénarios n'ont pas été définies sur cette période.

L'effet substitution calculé dans les IGD utilisait une méthode et des coefficients qui ont été revus dans la présente étude, engendrant des valeurs plus faibles en projection.

Le stockage dans les sols et la litière n'est pas intégré dans les résultats présentés ici.



SCENARIO A3_R2_C3

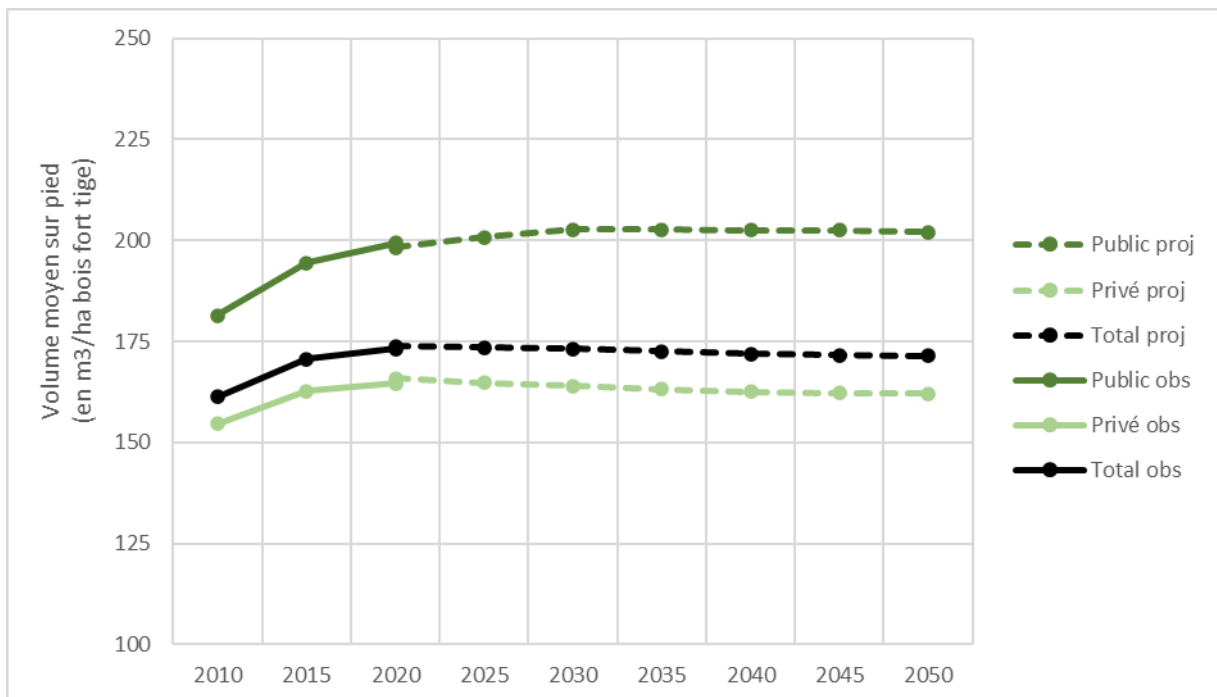
A3 : atteinte d'un taux de prélèvement de 100 % en 2035 (équivalent à une forêt qui devient neutre en terme de carbone)

R2 : scénario d'atteinte plus progressive des objectifs de « France 2030 »

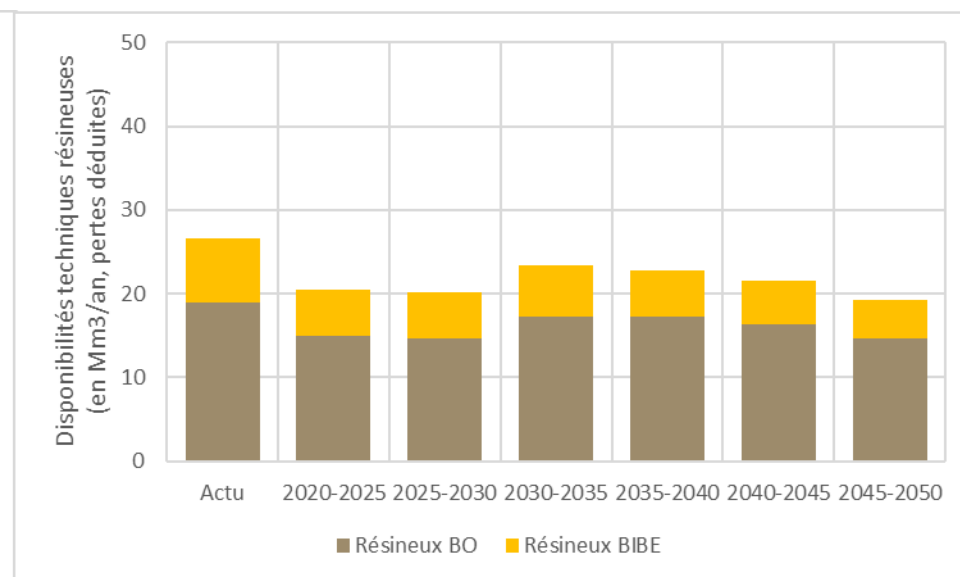
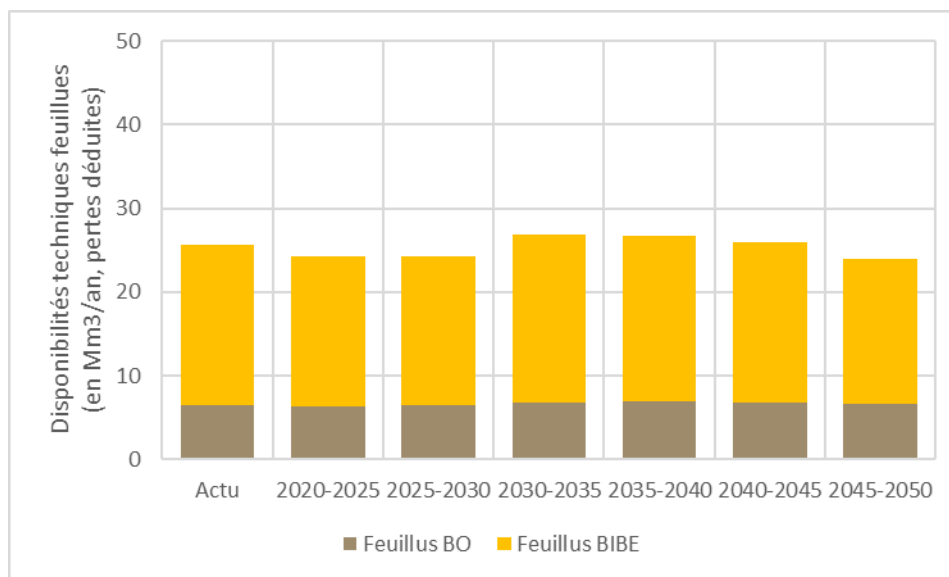
C3 : scénario pessimiste d'une atteinte d'un plateau ascendant de la mortalité et décroissant de la production

Pas de calcul sur l'aval et la filière

Scénario	A3_R2_C3	Volume sur pied (en Mm3 bois fort tige)					Stock de carbone (en MtC)	Surface (en milliers d'ha)	
		Feuillus		Résineux		Total		Public	Privé
		Public	Privé	Public	Privé				
Obs. IFN	2010	424 ± 16	1 202 ± 27	288 ± 16	603 ± 25	2 518 ± 38	1 182 ± 17	3 930 ± 50	11 680 ± 100
	2015	438 ± 17	1 296 ± 31	331 ± 21	663 ± 28	2 728 ± 45	1 268 ± 20	3 950 ± 50	12 030 ± 110
	2020	462 ± 17	1 358 ± 31	330 ± 21	661 ± 29	2 811 ± 46	1 316 ± 20	3 970 ± 40	12 270 ± 110
Projections 2020-2050	2025	476	1 426	321	653	2 877	1 349	3 970	12 610
	2030	483	1 443	322	654	2 902	1 369	3 970	12 790
	2035	486	1 450	319	648	2 903	1 379	3 970	12 860
	2040	488	1 457	316	642	2 903	1 387	3 970	12 910
	2045	490	1 466	314	633	2 902	1 394	3 970	12 940
	2050	491	1 477	311	623	2 903	1 403	3 970	12 960



Scénario	A3_R2_C3	Flux en volume (en Mm3/an bois fort tige)		Flux en carbone (en Mm3/an bois fort tige)		Disponibilités techniques (en Mm3/an, pertes déduites)								Origine des disponibilités (en % du total)		
		Période	Dispos.	Mortalité	Dispos	Mortalité	Feuillus				Résineux				Total	Coupes liées au plan de renouvel.
	BO pot.						BIBE		BO pot.		BIBE					
	Public						Privé	Public	Privé	Public	Privé	Public	Privé			
Obs. /FN	2013-2022	51,4 ± 2,7	13,1 ± 0,6	Non estimé		2,2 ± 0,3	4,3 ± 0,5	5,6 ± 0,5	13,5 ± 1,1	4,9 ± 0,8	14 ± 1,7	1,8 ± 0,3	5,9 ± 0,6	52,3 ± 2,6	Non estimé	
Projections 2020-2050	2020-2025	43,4	24,2	18,2	10,9	2,3	4,1	5,4	12,4	4,0	10,9	1,3	4,3	44,7	3%	11%
	2025-2030	43,2	25,3	18,3	11,8	2,4	4,1	5,5	12,3	3,7	11,0	1,3	4,2	44,6	9%	7%
	2030-2035	48,6	24,4	20,6	11,5	2,5	4,3	6,0	14,1	4,2	13,0	1,5	4,7	50,3	19%	8%
	2035-2040	47,5	24,4	20,4	11,6	2,5	4,4	6,0	13,8	4,3	12,9	1,3	4,3	49,5	0%	8%
	2040-2045	45,4	24,5	19,7	11,6	2,4	4,4	5,9	13,3	4,0	12,4	1,2	3,9	47,4	0%	9%
	2045-2050	41,0	25,2	17,8	12,0	2,4	4,3	5,7	11,5	3,8	10,9	1,1	3,4	42,9	1%	8%

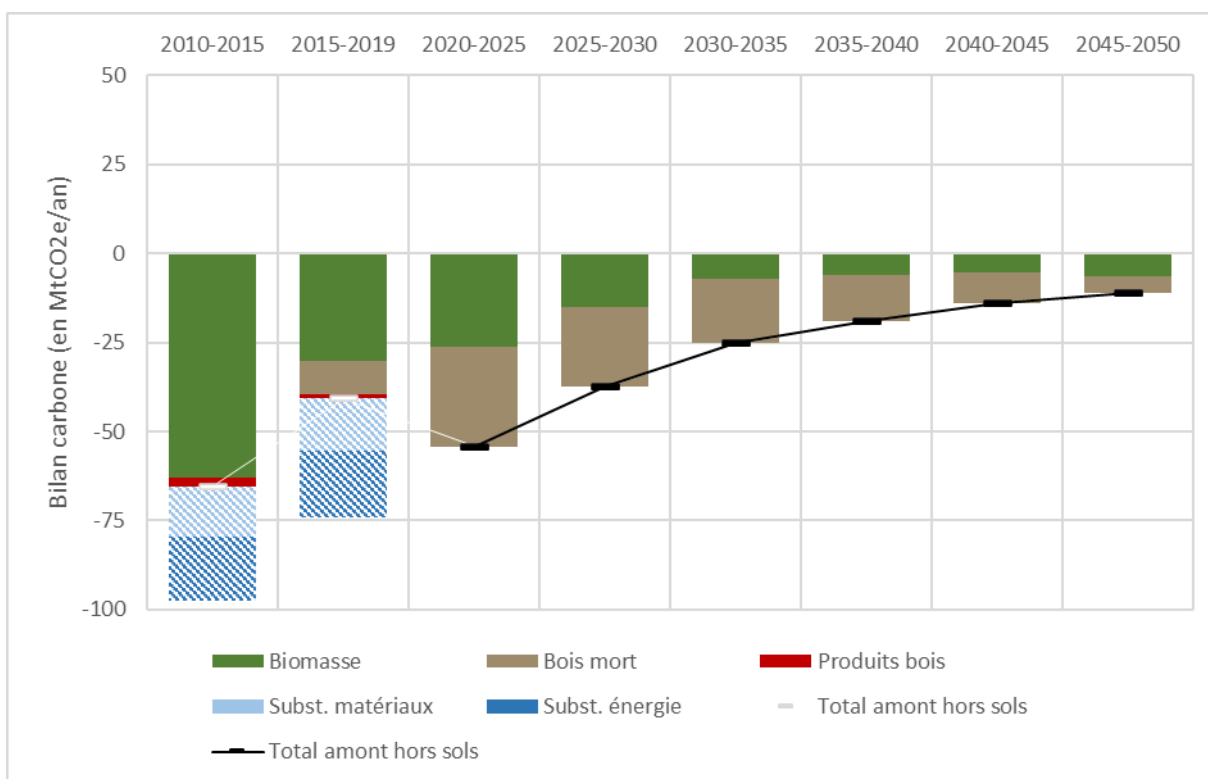


Scénario	A3_R2_C3	Flux dans l'écosystème (en MtCO2e/an)			Flux dans les produits bois (en MtCO2e/an)	Effet substitution (en MtCO2e/an)	
	Année	Biomasse	Bois mort	Total forêt		Matériaux	Énergie
IGD	2010-2015	-63,1	0	-63,1	-2,3	-14,3*	-18*
	2015-2019	-30,1	-9,5	-39,6	-1,1	-14,7*	-18,7*
Projections 2020-2050	2020-2025	-26,4	-27,9	-54,3	Non estimé	Non	estimé
	2025-2030	-14,9	-22,6	-37,5	Non estimé	Non	estimé
	2030-2035	-7,1	-18,2	-25,3	Non estimé	Non	estimé
	2035-2040	-6,1	-13	-19,1	Non estimé	Non	estimé
	2040-2045	-5,5	-8,3	-13,8	Non estimé	Non	estimé
	2045-2050	-6,5	-4,5	-11	Non estimé	Non	estimé
Projections 2050-2080 *	2050-2055	-6,4	-0,8	-7,2	Non estimé	Non	estimé
	2055-2060	-6,5	1,3	-5,2	Non estimé	Non	estimé
	2060-2065	-7	2,5	-4,5	Non estimé	Non	estimé
	2065-2070	-6,7	3,1	-3,6	Non estimé	Non	estimé
	2070-2075	-6,9	3,3	-3,6	Non estimé	Non	estimé
	2075-2080	-7,4	3,7	-3,7	Non estimé	Non	estimé

NB : Les projections post-2050 sont fournies à titre indicatif, la robustesse de ces résultats est très faible et les hypothèses de certains scénarios n'ont pas été définies sur cette période.

L'effet substitution calculé dans les IGD utilisait une méthode et des coefficients qui ont été revus dans la présente étude, engendrant des valeurs plus faibles en projection.

Le stockage dans les sols et la litière n'est pas intégré dans les résultats présentés ici.



SCENARIOS DE GESTION B1

SCENARIO B1_R1_C1_F1

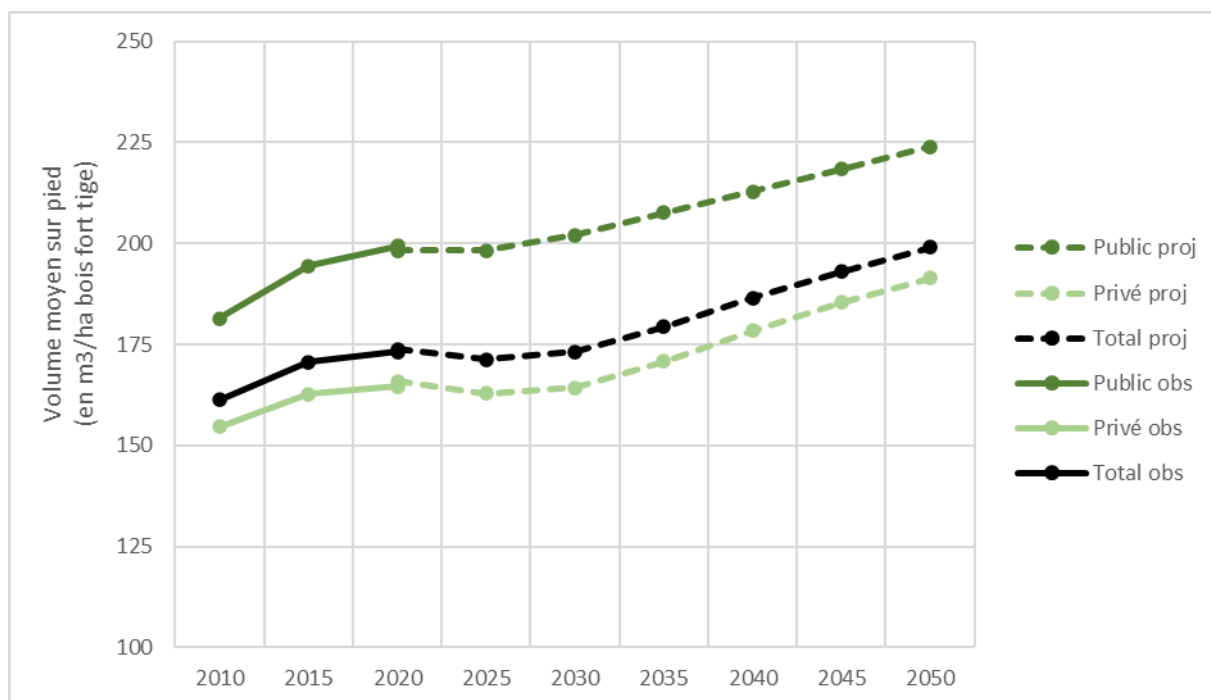
B1 : maintien du volume de récolte actuel (à 53 Mm3/an)

R1 : scénario d'atteinte du milliard d'arbres plantés de « France 2030 » dès 2030

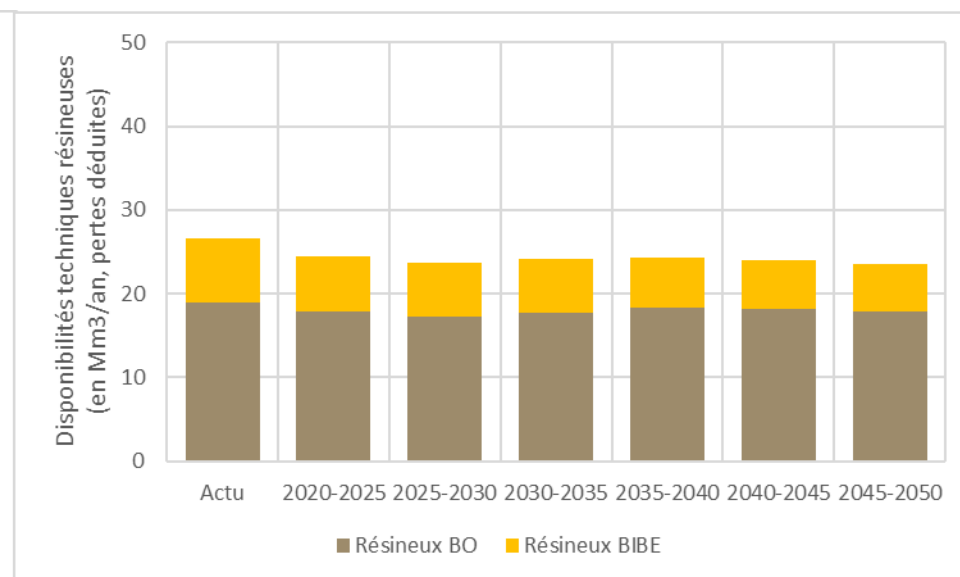
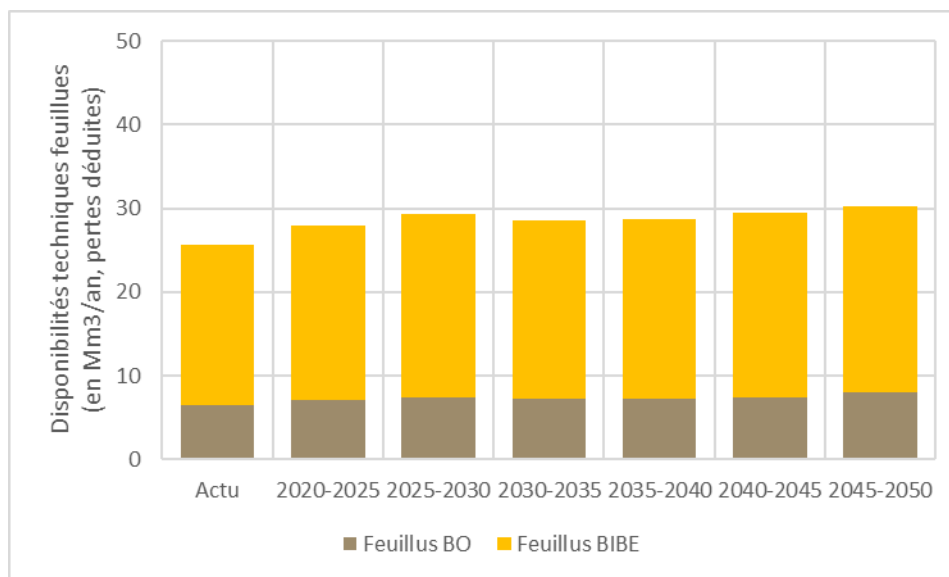
C1 : scénario optimiste considérant la crise actuelle comme conjoncturelle

F1 : récolte additionnelle répondant à la demande (principalement en construction pour le BO et à 70 % pour l'énergie et 30 % pour la construction pour le BIBE)

Scénario	B1_R1_C1	Volume sur pied (en Mm3 bois fort tige)					Stock de carbone (en MtC)	Surface (en milliers d'ha)	
		Feuillus		Résineux		Total		Public	Privé
	Année	Public	Privé	Public	Privé				
Obs. IFN	2010	424 ± 16	1 202 ± 27	288 ± 16	603 ± 25	2 518 ± 38	1 182 ± 17	3 930 ± 50	11 680 ± 100
	2015	438 ± 17	1 296 ± 31	331 ± 21	663 ± 28	2 728 ± 45	1 268 ± 20	3 950 ± 50	12 030 ± 110
	2020	462 ± 17	1 358 ± 31	330 ± 21	661 ± 29	2 811 ± 46	1 316 ± 20	3 970 ± 40	12 270 ± 110
Projections 2020-2050	2025	472	1 416	315	640	2 842	1 334	3 970	12 620
	2030	484	1 463	318	649	2 914	1 377	3 970	12 850
	2035	499	1 540	325	674	3 038	1 445	3 970	12 960
	2040	514	1 622	331	699	3 167	1 513	3 970	13 010
	2045	529	1 702	338	717	3 287	1 578	3 970	13 050
	2050	544	1 775	345	726	3 391	1 637	3 970	13 060



Scénario	B1_R1_C1	Flux en volume (en Mm3/an bois fort tige)		Flux en carbone (en Mm3/an bois fort tige)		Disponibilités techniques (en Mm3/an, pertes déduites)								Origine des disponibilités (en % du total)		
		Période	Dispos.	Mortalité	Dispos	Mortalité	Feuillus				Résineux				Total	Coupes liées au plan de renouvel.
	BO pot.						BIBE		BO pot.		BIBE					
	Public						Privé	Public	Privé	Public	Privé	Public	Privé			
Obs. /FN	2013-2022	51,4 ± 2,7	13,1 ± 0,6	Non estimé		2,2 ± 0,3	4,3 ± 0,5	5,6 ± 0,5	13,5 ± 1,1	4,9 ± 0,8	14 ± 1,7	1,8 ± 0,3	5,9 ± 0,6	52,3 ± 2,6	Non estimé	
Projections 2020-2050	2020-2025	51,1	23,2	21,3	10,5	2,6	4,5	6,1	14,7	5,0	12,9	1,6	5,0	52,5	4%	10%
	2025-2030	51,1	16,2	21,7	7,6	2,6	4,8	6,2	15,7	4,4	12,8	1,6	4,9	52,9	18%	5%
	2030-2035	51,0	11,8	21,7	5,5	2,6	4,6	6,4	15,0	4,4	13,3	1,6	4,8	52,8	23%	3%
	2035-2040	50,9	12,8	21,9	6,0	2,7	4,6	6,5	14,9	4,6	13,7	1,4	4,6	53,0	0%	4%
	2040-2045	51,2	13,8	22,2	6,5	2,6	4,8	6,6	15,4	4,4	13,8	1,3	4,5	53,5	0%	4%
	2045-2050	51,4	14,9	22,4	7,1	2,6	5,5	6,5	15,6	4,1	13,8	1,2	4,4	53,7	3%	4%

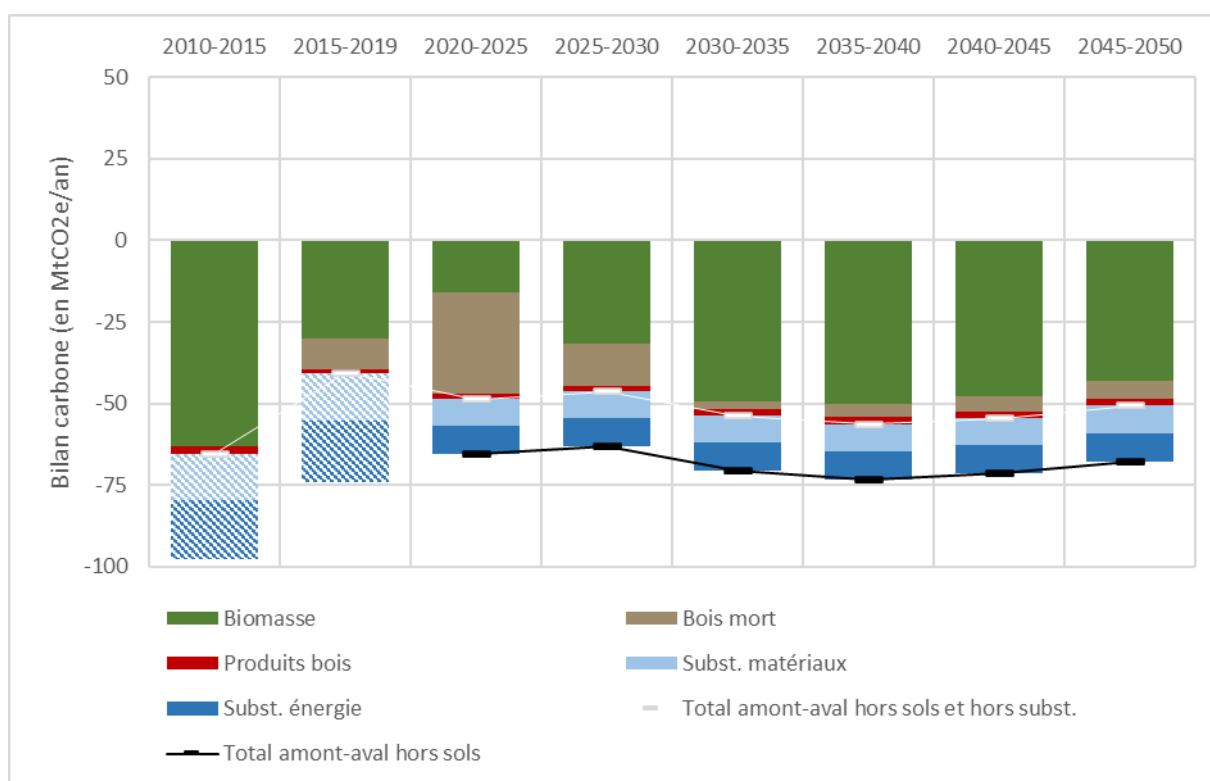


Scénario	B1_R1_C1_F1	Flux dans l'écosystème (en MtCO2e/an)			Flux dans les produits bois (en MtCO2e/an)	Effet substitution (en MtCO2e/an)	
	Année	Biomasse	Bois mort	Total forêt		Matériaux	Énergie
IGD	2010-2015	-63,1	0	-63,1	-2,3	-14,3*	-18*
	2015-2019	-30,1	-9,5	-39,6	-1,1	-14,7*	-18,7*
Projections 2020-2050	2020-2025	-16	-31	-47	-1,7	-8,3	-8,7
	2025-2030	-31,6	-13,1	-44,7	-1,7	-8,1	-8,7
	2030-2035	-49,2	-2,5	-51,7	-2,1	-8,2	-8,6
	2035-2040	-50,2	-3,9	-54,1	-2,3	-8,2	-8,6
	2040-2045	-47,7	-4,7	-52,4	-2,2	-8,3	-8,7
	2045-2050	-43,2	-5,3	-48,5	-2,1	-8,5	-8,8
Projections 2050-2080 *	2050-2055	-43,7	-3,9	-47,6	-2	-8,4	-8,8
	2055-2060	-44,6	-2,9	-47,5	-1,7	-8,4	-8,8
	2060-2065	-45,7	-2,2	-47,9	-1,6	-8,4	-8,8
	2065-2070	-45,9	-2	-47,9	-1,5	-8,4	-8,9
	2070-2075	-47,6	-1,5	-49,1	-1,3	-8,4	-8,9
	2075-2080	-46,7	-1,2	-47,9	-1,4	-8,4	-8,9

NB : Les projections post-2050 sont fournies à titre indicatif, la robustesse de ces résultats est très faible et les hypothèses de certains scénarios n'ont pas été définies sur cette période.

L'effet substitution calculé dans les IGD utilisait une méthode et des coefficients qui ont été revus dans la présente étude, engendrant des valeurs plus faibles en projection.

Le stockage dans les sols et la litière n'est pas intégré dans les résultats présentés ici.



SCENARIO B1_R1_C2_F1

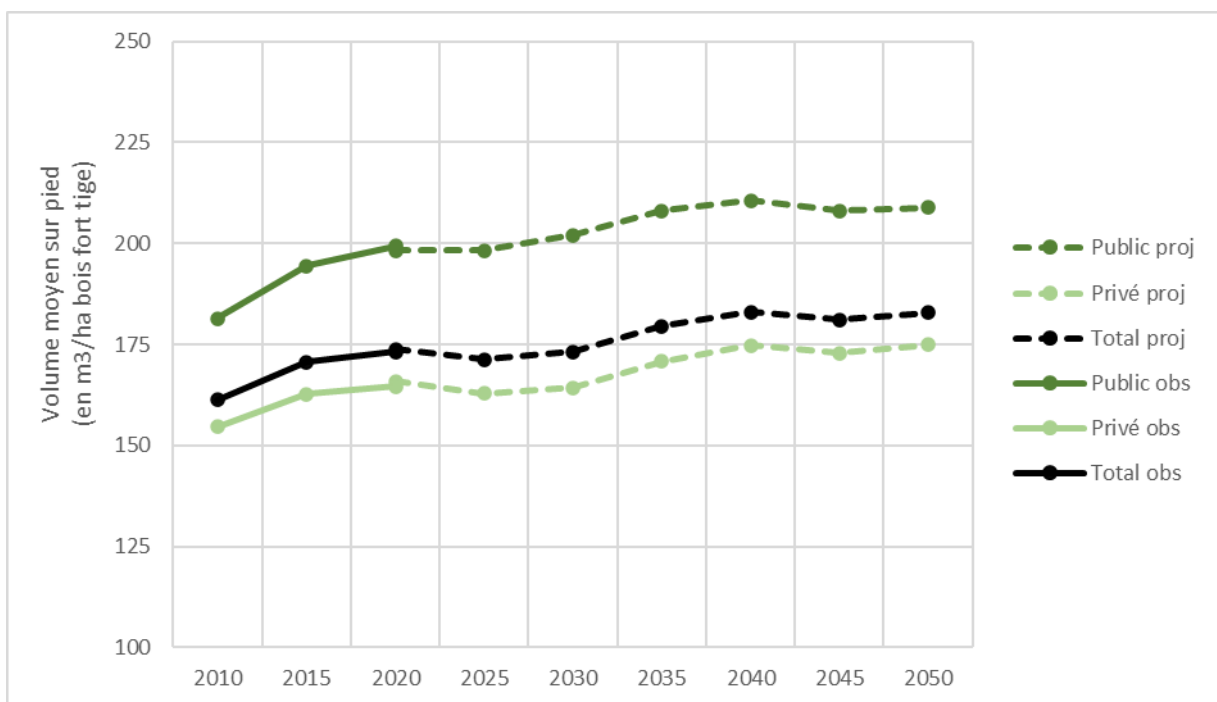
B1 : maintien du volume de récolte actuel (à 53 Mm³/an)

R1 : scénario d'atteinte du milliard d'arbres plantés de « France 2030 » dès 2030

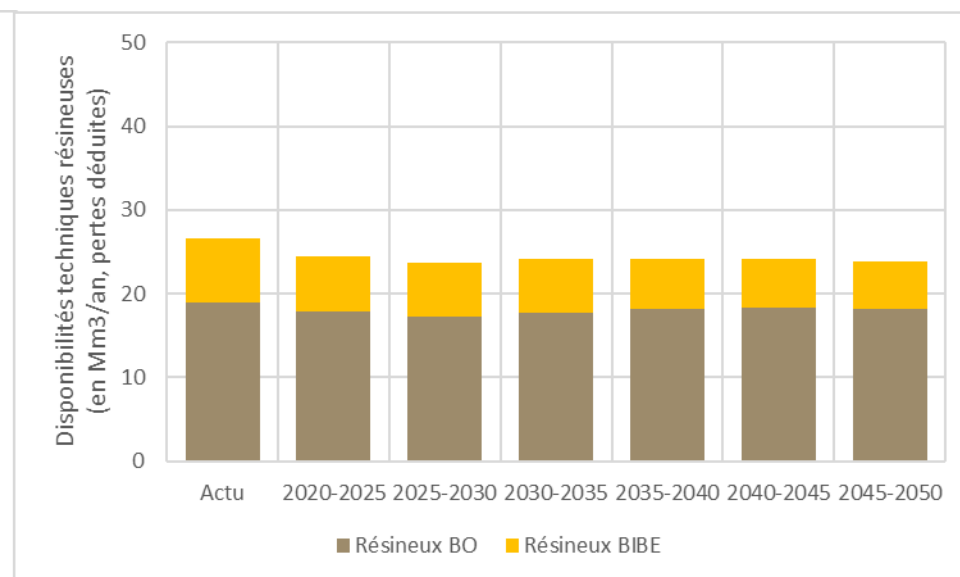
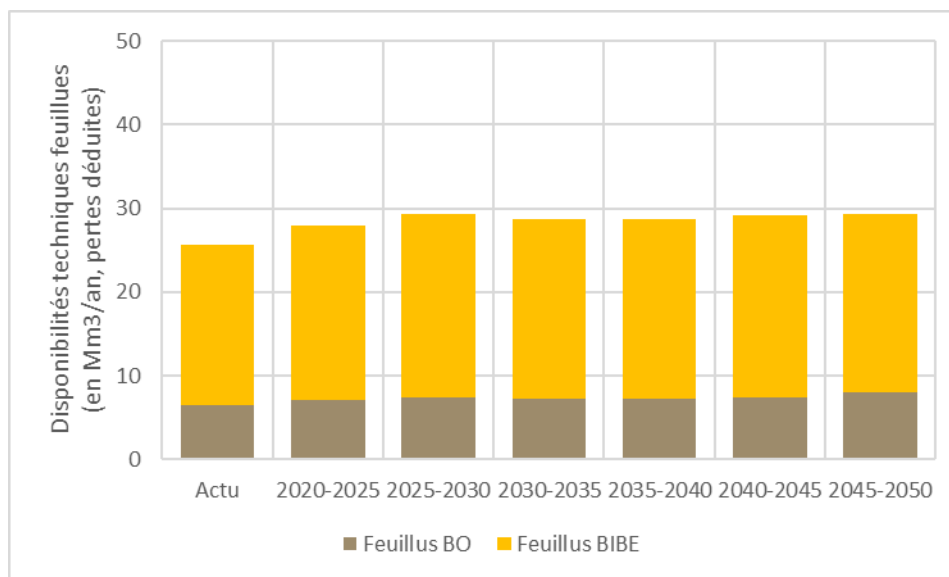
C2 : scénario de succession de crises telles que l'actuelle espacées de quelques années (analogie aux périodes successives d'années de sécheresse)

F1 : récolte additionnelle répondant à la demande (principalement en construction pour le BO et à 70 % pour l'énergie et 30 % pour la construction pour le BIBE)

Scénario	B1_R1_C2	Volume sur pied (en Mm ³ bois fort tige)					Stock de carbone (en MtC)	Surface (en milliers d'ha)	
		Feuillus		Résineux		Total		Public	Privé
		Public	Privé	Public	Privé				
Obs. /FN	2010	424 ± 16	1 202 ± 27	288 ± 16	603 ± 25	2 518 ± 38	1 182 ± 17	3 930 ± 50	11 680 ± 100
	2015	438 ± 17	1 296 ± 31	331 ± 21	663 ± 28	2 728 ± 45	1 268 ± 20	3 950 ± 50	12 030 ± 110
	2020	462 ± 17	1 358 ± 31	330 ± 21	661 ± 29	2 811 ± 46	1 316 ± 20	3 970 ± 40	12 270 ± 110
Projections 2020-2050	2025	472	1 416	315	640	2 842	1 334	3 970	12 620
	2030	484	1 463	318	649	2 914	1 377	3 970	12 850
	2035	500	1 539	326	674	3 039	1 445	3 970	12 960
	2040	508	1 586	328	687	3 107	1 485	3 970	13 010
	2045	505	1 579	321	678	3 082	1 481	3 970	13 050
	2050	509	1 612	320	673	3 114	1 505	3 970	13 060



Scénario	B1_R1_C2	Flux en volume (en Mm3/an bois fort tige)		Flux en carbone (en Mm3/an bois fort tige)		Disponibilités techniques (en Mm3/an, pertes déduites)								Origine des disponibilités (en % du total)		
		Période	Dispos.	Mortalité	Dispos	Mortalité	Feuillus				Résineux				Total	Coupes liées au plan de renouvel.
	BO pot.						BIBE		BO pot.		BIBE					
	Public						Privé	Public	Privé	Public	Privé	Public	Privé			
Obs. /FN	2013-2022	51,4 ± 2,7	13,1 ± 0,6	Non estimé		2,2 ± 0,3	4,3 ± 0,5	5,6 ± 0,5	13,5 ± 1,1	4,9 ± 0,8	14 ± 1,7	1,8 ± 0,3	5,9 ± 0,6	52,3 ± 2,6	Non estimé	
Projections 2020-2050	2020-2025	51,1	23,2	21,3	10,5	2,6	4,5	6,1	14,7	5,0	12,9	1,6	5,0	52,5	4%	10%
	2025-2030	51,1	16,2	21,7	7,6	2,6	4,8	6,2	15,7	4,4	12,8	1,6	4,9	52,9	18%	5%
	2030-2035	50,9	11,7	21,7	5,5	2,6	4,6	6,3	15,2	4,3	13,4	1,6	4,8	52,8	23%	3%
	2035-2040	50,8	19,6	21,9	9,2	2,7	4,6	6,5	14,9	4,6	13,6	1,4	4,6	52,9	0%	6%
	2040-2045	51,0	31,0	22,0	14,7	2,7	4,7	6,6	15,1	4,7	13,6	1,4	4,4	53,2	0%	9%
	2045-2050	50,8	19,9	22,0	9,5	2,6	5,4	6,5	14,8	4,5	13,7	1,3	4,3	53,1	3%	6%

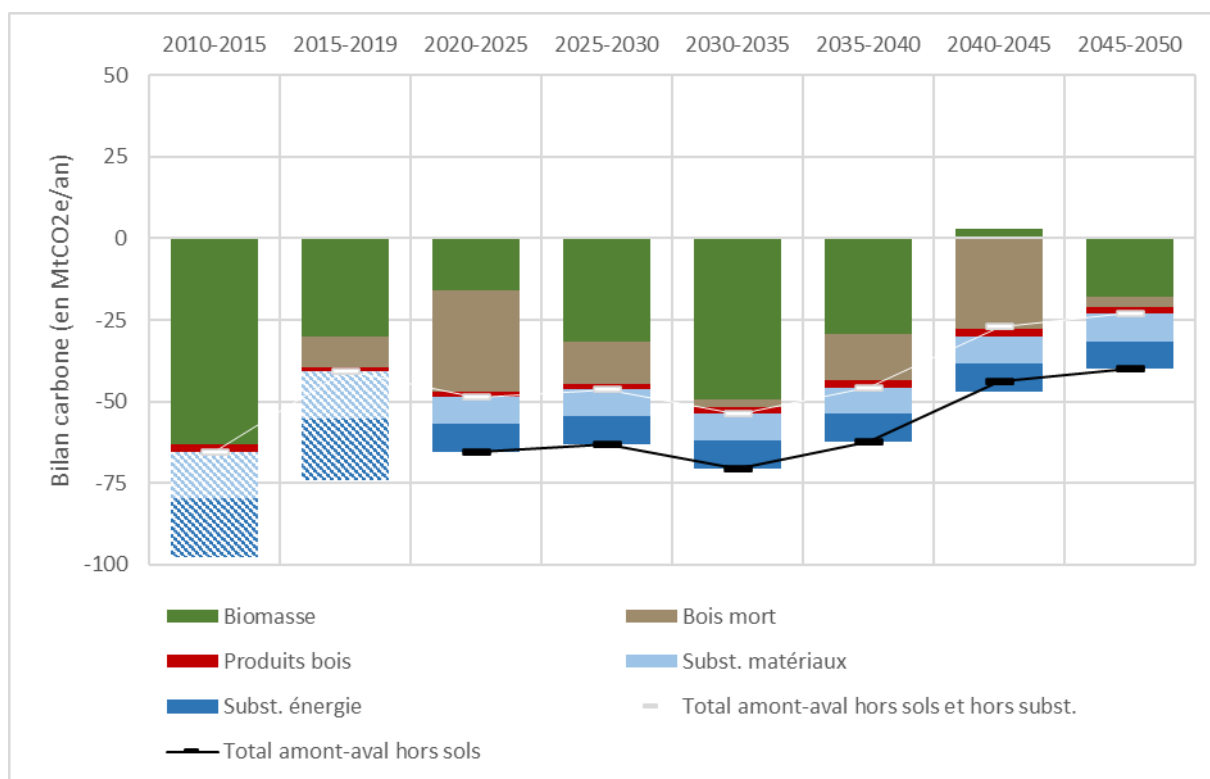


Scénario	B1_R1_C2_F1	Flux dans l'écosystème (en MtCO2e/an)			Flux dans les produits bois (en MtCO2e/an)	Effet substitution (en MtCO2e/an)	
	Année	Biomasse	Bois mort	Total forêt		Matériaux	Énergie
IGD	2010-2015	-63,1	0	-63,1	-2,3	-14,3*	-18*
	2015-2019	-30,1	-9,5	-39,6	-1,1	-14,7*	-18,7*
Projections 2020-2050	2020-2025	-16	-31	-47	-1,7	-8,3	-8,7
	2025-2030	-31,6	-13,1	-44,7	-1,7	-8,1	-8,7
	2030-2035	-49,3	-2,4	-51,7	-2,1	-8,2	-8,5
	2035-2040	-29,4	-14,1	-43,5	-2,2	-8,2	-8,5
	2040-2045	2,9	-27,9	-25	-2,1	-8,3	-8,6
	2045-2050	-18,1	-2,8	-20,9	-2,1	-8,5	-8,5
Projections 2050-2080 *	2050-2055	-17,5	-1,1	-18,6	-1,9	-8,4	-8,6
	2055-2060	-16,2	-0,3	-16,5	-1,9	-8,5	-8,7
	2060-2065	-16,4	0,6	-15,8	-1,6	-8,5	-8,7
	2065-2070	-16,5	1,1	-15,4	-1,4	-8,4	-8,8
	2070-2075	-15,7	1	-14,7	-1,3	-8,4	-8,9
	2075-2080	-13,7	1,2	-12,5	-1,4	-8,4	-8,9

NB : Les projections post-2050 sont fournies à titre indicatif, la robustesse de ces résultats est très faible et les hypothèses de certains scénarios n'ont pas été définies sur cette période.

L'effet substitution calculé dans les IGD utilisait une méthode et des coefficients qui ont été revus dans la présente étude, engendrant des valeurs plus faibles en projection.

Le stockage dans les sols et la litière n'est pas intégré dans les résultats présentés ici.



SCENARIO B1_R1_C3_F1

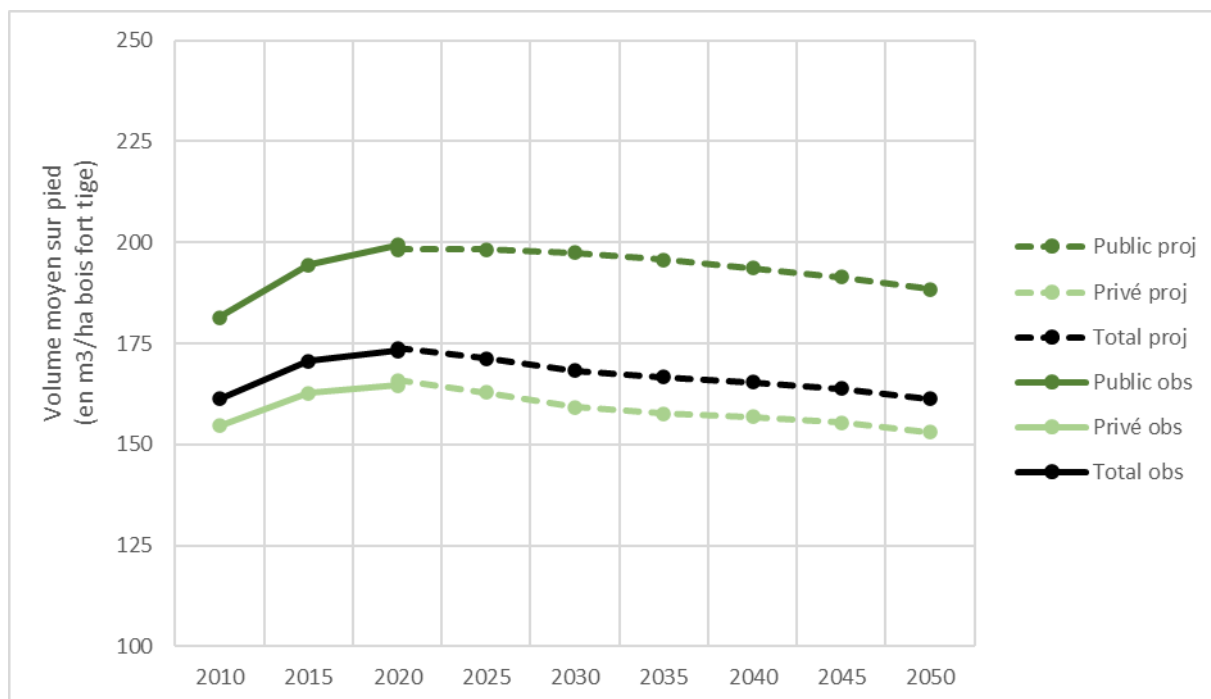
B1 : maintien du volume de récolte actuel (à 53 Mm3/an)

R1 : scénario d'atteinte du milliard d'arbres plantés de « France 2030 » dès 2030

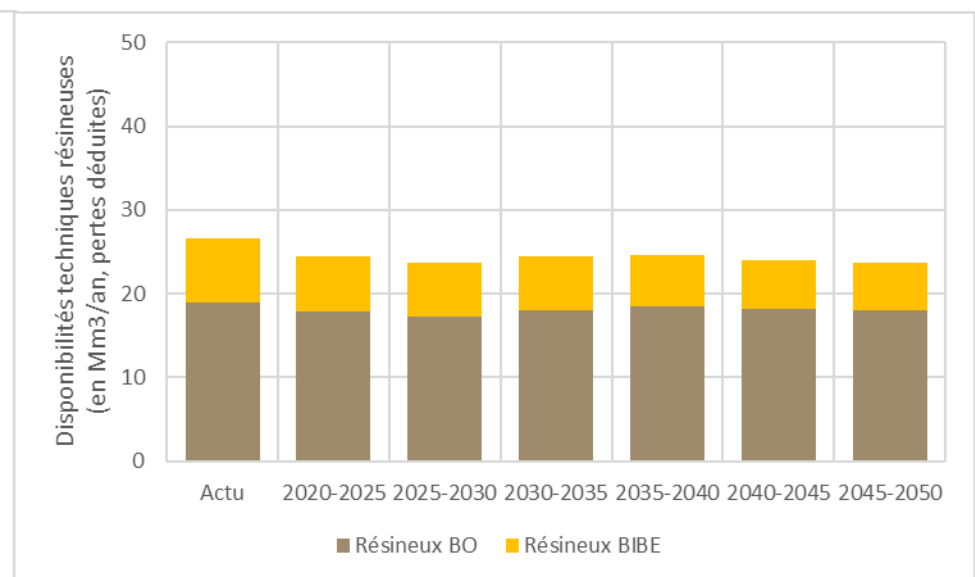
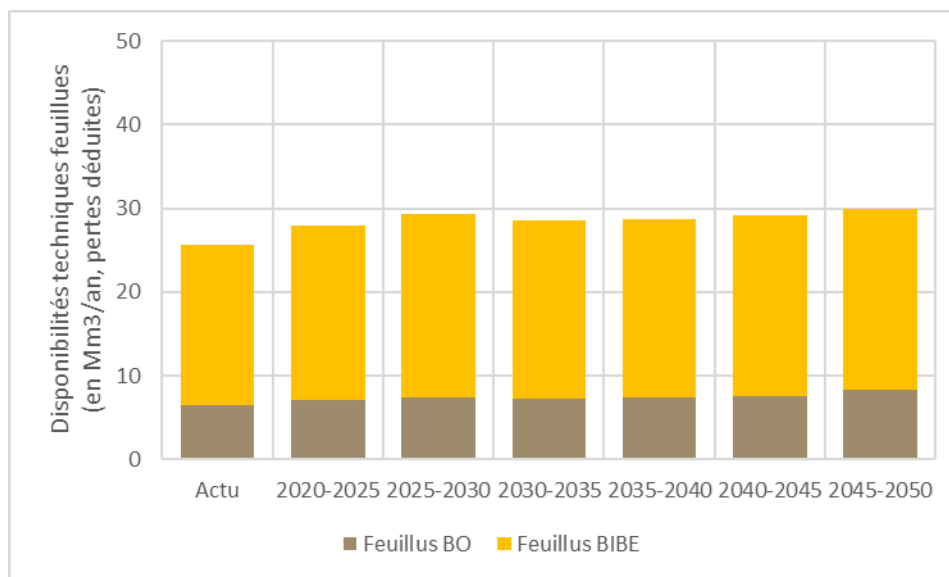
C3 : scénario pessimiste d'une atteinte d'un plateau ascendant de la mortalité et décroissant de la production

F1 : récolte additionnelle répondant à la demande (principalement en construction pour le BO et à 70 % pour l'énergie et 30 % pour la construction pour le BIBE)

Scénario	B1_R1_C3	Volume sur pied (en Mm3 bois fort tige)					Stock de carbone (en MtC)	Surface (en milliers d'ha)	
		Feuillus		Résineux		Total		Public	Privé
		Public	Privé	Public	Privé				
Obs. IFN	2010	424 ± 16	1 202 ± 27	288 ± 16	603 ± 25	2 518 ± 38	1 182 ± 17	3 930 ± 50	11 680 ± 100
	2015	438 ± 17	1 296 ± 31	331 ± 21	663 ± 28	2 728 ± 45	1 268 ± 20	3 950 ± 50	12 030 ± 110
	2020	462 ± 17	1 358 ± 31	330 ± 21	661 ± 29	2 811 ± 46	1 316 ± 20	3 970 ± 40	12 270 ± 110
Projections 2020-2050	2025	472	1 416	315	640	2 842	1 334	3 970	12 620
	2030	474	1 417	310	630	2 831	1 339	3 970	12 850
	2035	474	1 419	303	625	2 820	1 343	3 970	12 960
	2040	473	1 423	296	618	2 810	1 346	3 970	13 010
	2045	470	1 424	290	604	2 788	1 344	3 970	13 050
	2050	466	1 418	282	580	2 746	1 333	3 970	13 060



Scénario	B1_R1_C3	Flux en volume (en Mm3/an bois fort tige)		Flux en carbone (en Mm3/an bois fort tige)		Disponibilités techniques (en Mm3/an, pertes déduites)								Origine des disponibilités (en % du total)		
		Période	Dispos.	Mortalité	Dispos	Mortalité	Feuillus				Résineux				Total	Coupes liées au plan de renouvel.
	BO pot.						BIBE		BO pot.		BIBE					
	Public						Privé	Public	Privé	Public	Privé	Public	Privé			
Obs. /FN	2013-2022	51,4 ± 2,7	13,1 ± 0,6	Non estimé		2,2 ± 0,3	4,3 ± 0,5	5,6 ± 0,5	13,5 ± 1,1	4,9 ± 0,8	14 ± 1,7	1,8 ± 0,3	5,9 ± 0,6	52,3 ± 2,6	Non estimé	
Projections 2020-2050	2020-2025	51,1	23,2	21,3	10,5	2,6	4,5	6,1	14,7	5,0	12,9	1,6	5,0	52,5	4%	10%
	2025-2030	51,2	24,2	21,7	11,3	2,7	4,7	6,2	15,7	4,5	12,7	1,6	4,9	53,0	18%	7%
	2030-2035	51,1	24,2	21,7	11,4	2,7	4,6	6,4	14,8	4,8	13,2	1,7	4,7	53,0	22%	7%
	2035-2040	51,0	23,8	22,0	11,2	2,7	4,7	6,5	14,8	4,9	13,6	1,5	4,6	53,1	0%	8%
	2040-2045	50,8	23,4	22,0	11,1	2,7	4,9	6,5	15,1	4,7	13,5	1,4	4,4	53,1	0%	8%
	2045-2050	51,2	23,2	22,3	11,1	2,7	5,6	6,5	15,2	4,6	13,4	1,4	4,3	53,7	3%	8%

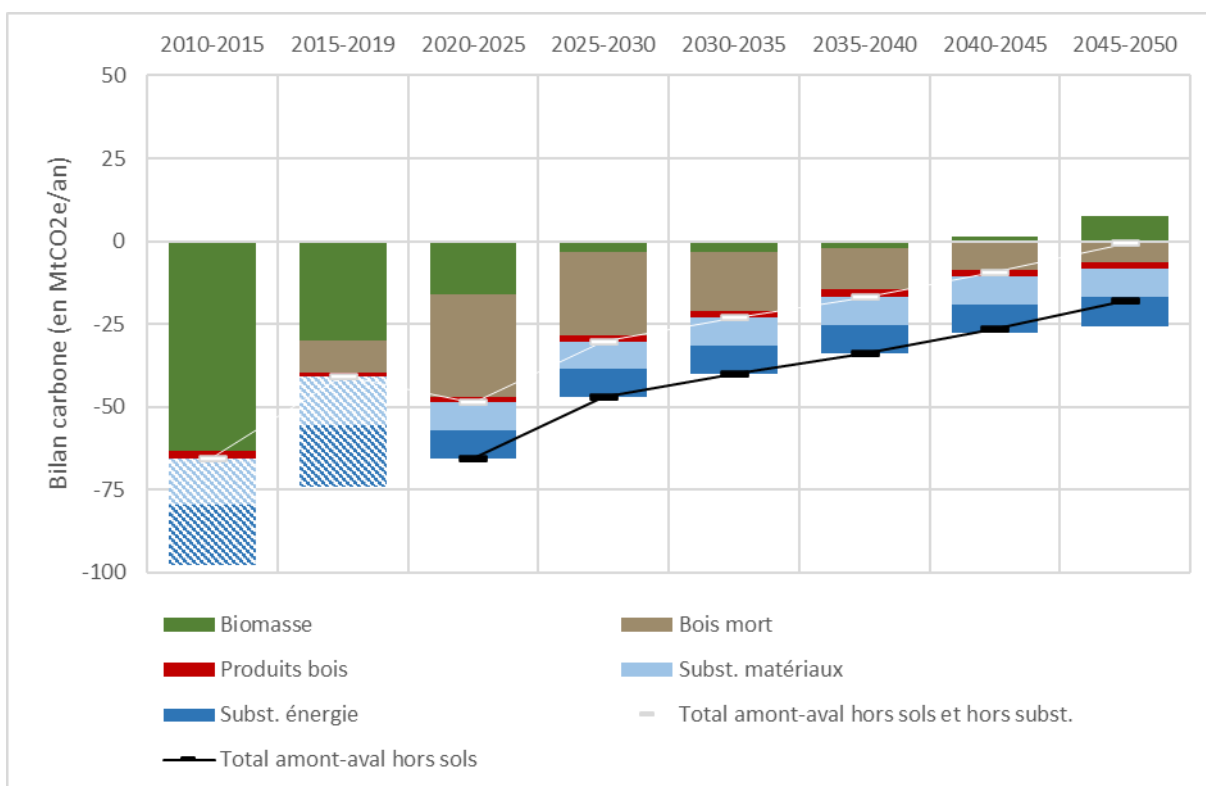


Scénario	B1_R1_C3_F1	Flux dans l'écosystème (en MtCO2e/an)			Flux dans les produits bois (en MtCO2e/an)	Effet substitution (en MtCO2e/an)	
	Année	Biomasse	Bois mort	Total forêt		Matériaux	Énergie
IGD	2010-2015	-63,1	0	-63,1	-2,3	-14,3*	-18*
	2015-2019	-30,1	-9,5	-39,6	-1,1	-14,7*	-18,7*
Projections 2020-2050	2020-2025	-16	-31	-47	-1,7	-8,3	-8,7
	2025-2030	-3,3	-25,1	-28,4	-1,8	-8,1	-8,7
	2030-2035	-3,1	-17,8	-20,9	-2,2	-8,3	-8,5
	2035-2040	-2,1	-12,5	-14,6	-2,3	-8,3	-8,6
	2040-2045	1,5	-8,6	-7,1	-2,2	-8,3	-8,7
	2045-2050	7,7	-6,3	1,4	-2,1	-8,6	-8,8
Projections 2050-2080 *	2050-2055	7,8	-1,8	6	-1,9	-8,4	-8,9
	2055-2060	8,7	0,9	9,6	-1,6	-8,3	-9,1
	2060-2065	8,9	2,6	11,5	-1,5	-8,3	-9,1
	2065-2070	10,3	3,1	13,4	-1,3	-8,3	-9,4
	2070-2075	11,5	3,4	14,9	-1,1	-8,2	-9,5
	2075-2080	13,9	3,6	17,5	-1,1	-8,2	-9,5

NB : Les projections post-2050 sont fournies à titre indicatif, la robustesse de ces résultats est très faible et les hypothèses de certains scénarios n'ont pas été définies sur cette période.

L'effet substitution calculé dans les IGD utilisait une méthode et des coefficients qui ont été revus dans la présente étude, engendrant des valeurs plus faibles en projection.

Le stockage dans les sols et la litière n'est pas intégré dans les résultats présentés ici.



SCENARIO B1_R2_C1

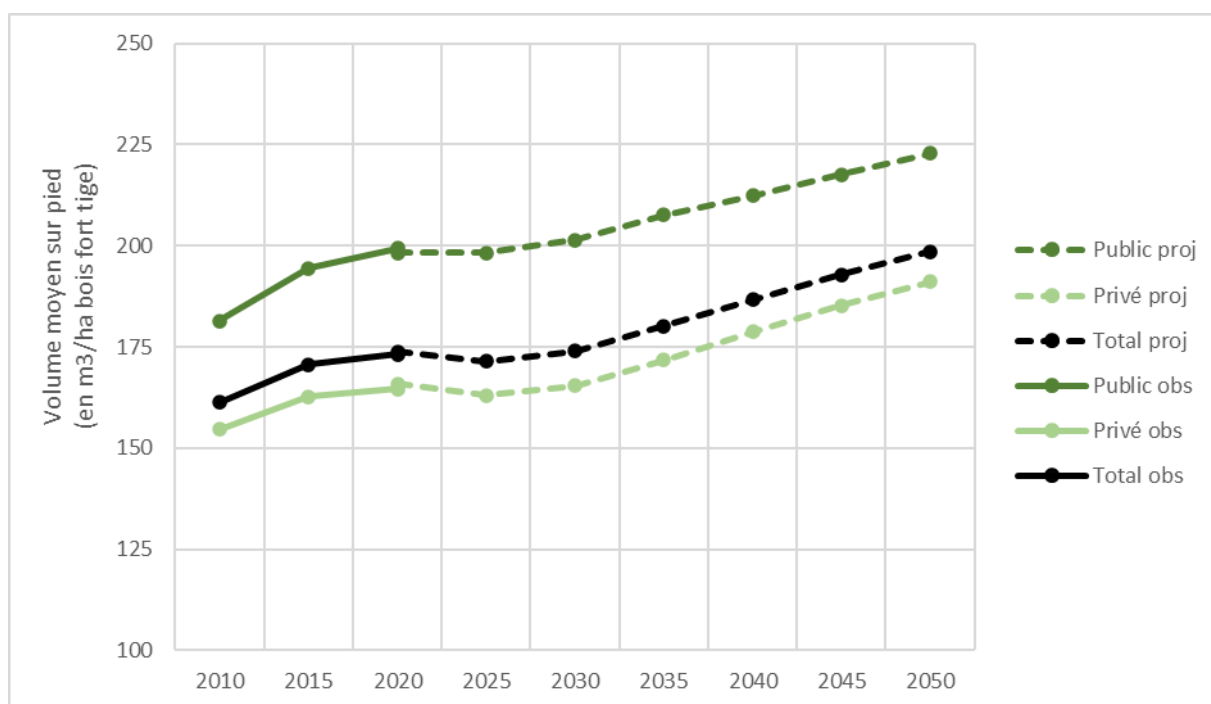
B1 : maintien du volume de récolte actuel (à 53 Mm3/an)

R2 : scénario d'atteinte plus progressive des objectifs de « France 2030 »

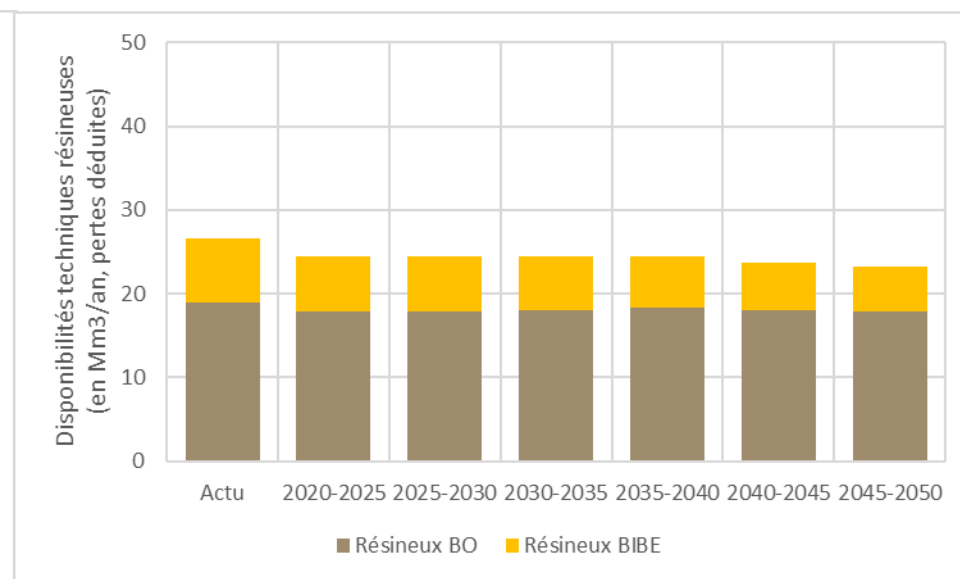
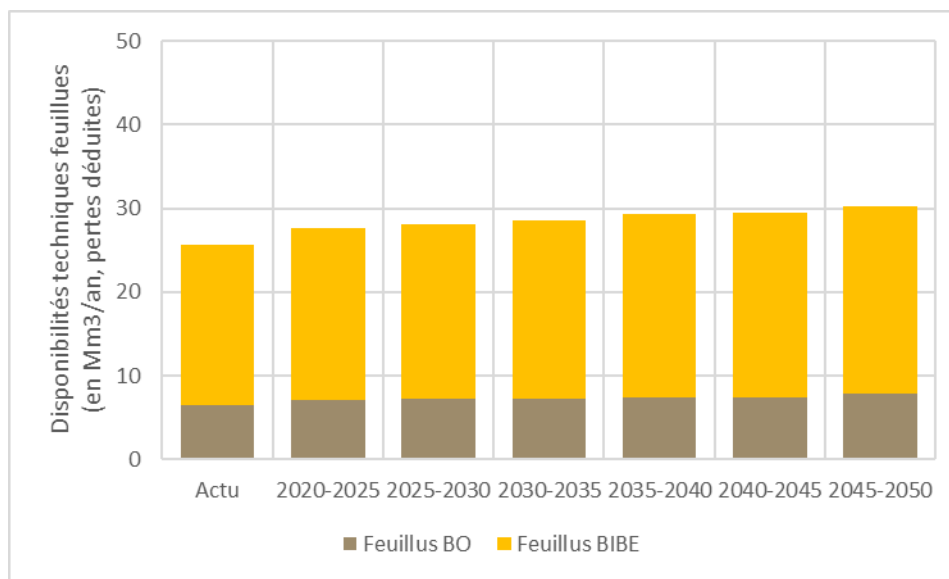
C1 : scénario optimiste considérant la crise actuelle comme conjoncturelle

Pas de calcul sur l'aval et la filière

Scénario	B1_R2_C1	Volume sur pied (en Mm3 bois fort tige)					Stock de carbone (en MtC)	Surface (en milliers d'ha)	
		Feuillus		Résineux		Total		Public	Privé
		Public	Privé	Public	Privé				
Obs. /FN	2010	424 ± 16	1 202 ± 27	288 ± 16	603 ± 25	2 518 ± 38	1 182 ± 17	3 930 ± 50	11 680 ± 100
	2015	438 ± 17	1 296 ± 31	331 ± 21	663 ± 28	2 728 ± 45	1 268 ± 20	3 950 ± 50	12 030 ± 110
	2020	462 ± 17	1 358 ± 31	330 ± 21	661 ± 29	2 811 ± 46	1 316 ± 20	3 970 ± 40	12 270 ± 110
Projections 2020-2050	2025	472	1 417	315	640	2 843	1 335	3 970	12 610
	2030	484	1 469	316	646	2 914	1 379	3 970	12 790
	2035	501	1 545	323	664	3 032	1 444	3 970	12 860
	2040	515	1 624	328	683	3 151	1 508	3 970	12 910
	2045	530	1 702	334	696	3 263	1 570	3 970	12 940
	2050	545	1 775	340	702	3 361	1 627	3 970	12 960



Scénario	B1_R2_C1	Flux en volume (en Mm3/an bois fort tige)		Flux en carbone (en Mm3/an bois fort tige)		Disponibilités techniques (en Mm3/an, pertes déduites)								Origine des disponibilités (en % du total)		
		Période	Dispos.	Mortalité	Dispos	Mortalité	Feuillus				Résineux				Total	Coupes liées au plan de renouvel.
	BO pot.						BIBE		BO pot.		BIBE					
	Public						Privé	Public	Privé	Public	Privé	Public	Privé			
Obs. /FN	2013-2022	51,4 ± 2,7	13,1 ± 0,6	Non estimé		2,2 ± 0,3	4,3 ± 0,5	5,6 ± 0,5	13,5 ± 1,1	4,9 ± 0,8	14 ± 1,7	1,8 ± 0,3	5,9 ± 0,6	52,3 ± 2,6	Non estimé	
Projections 2020-2050	2020-2025	50,8	23,2	21,2	10,5	2,6	4,5	6,1	14,5	5,0	12,9	1,6	5,0	52,3	3%	10%
	2025-2030	50,9	16,1	21,4	7,5	2,6	4,6	6,2	14,7	4,7	13,1	1,7	5,0	52,5	8%	5%
	2030-2035	51,3	11,4	21,8	5,4	2,6	4,6	6,3	15,1	4,4	13,6	1,6	4,9	53,1	18%	3%
	2035-2040	51,4	12,6	22,2	5,9	2,7	4,7	6,6	15,3	4,6	13,8	1,4	4,6	53,6	0%	4%
	2040-2045	51,0	13,6	22,2	6,5	2,6	4,8	6,6	15,5	4,4	13,6	1,3	4,4	53,3	0%	4%
	2045-2050	50,9	14,7	22,2	7,0	2,6	5,2	6,6	15,8	4,2	13,6	1,2	4,2	53,3	1%	4%

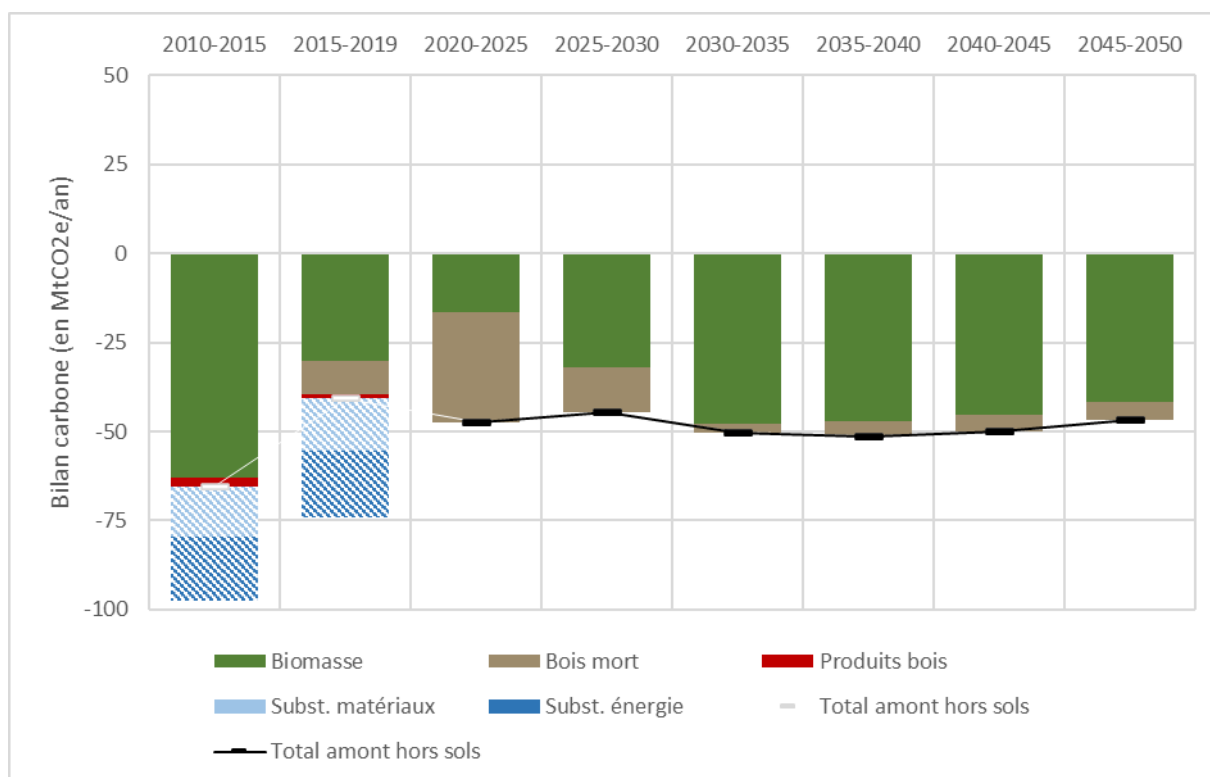


Scénario	B1_R2_C1	Flux dans l'écosystème (en MtCO2e/an)			Flux dans les produits bois (en MtCO2e/an)	Effet substitution (en MtCO2e/an)	
	Année	Biomasse	Bois mort	Total forêt		Matériaux	Énergie
IGD	2010-2015	-63,1	0	-63,1	-2,3	-14,3*	-18*
	2015-2019	-30,1	-9,5	-39,6	-1,1	-14,7*	-18,7*
Projections 2020-2050	2020-2025	-16,4	-30,9	-47,3	Non estimé	Non	estimé
	2025-2030	-32,1	-12,6	-44,7	Non estimé	Non	estimé
	2030-2035	-47,8	-2,4	-50,2	Non estimé	Non	estimé
	2035-2040	-47,1	-4,2	-51,3	Non estimé	Non	estimé
	2040-2045	-45,4	-4,7	-50,1	Non estimé	Non	estimé
	2045-2050	-41,6	-5,2	-46,8	Non estimé	Non	estimé
Projections 2050-2080 *	2050-2055	-41,9	-3,8	-45,7	Non estimé	Non	estimé
	2055-2060	-42,2	-3	-45,2	Non estimé	Non	estimé
	2060-2065	-43	-2,3	-45,3	Non estimé	Non	estimé
	2065-2070	-42,9	-2,1	-45	Non estimé	Non	estimé
	2070-2075	-43,7	-1,8	-45,5	Non estimé	Non	estimé
	2075-2080	-43,8	-1,4	-45,2	Non estimé	Non	estimé

NB : Les projections post-2050 sont fournies à titre indicatif, la robustesse de ces résultats est très faible et les hypothèses de certains scénarios n'ont pas été définies sur cette période.

L'effet substitution calculé dans les IGD utilisait une méthode et des coefficients qui ont été revus dans la présente étude, engendrant des valeurs plus faibles en projection.

Le stockage dans les sols et la litière n'est pas intégré dans les résultats présentés ici.



SCENARIO B1_R2_C2

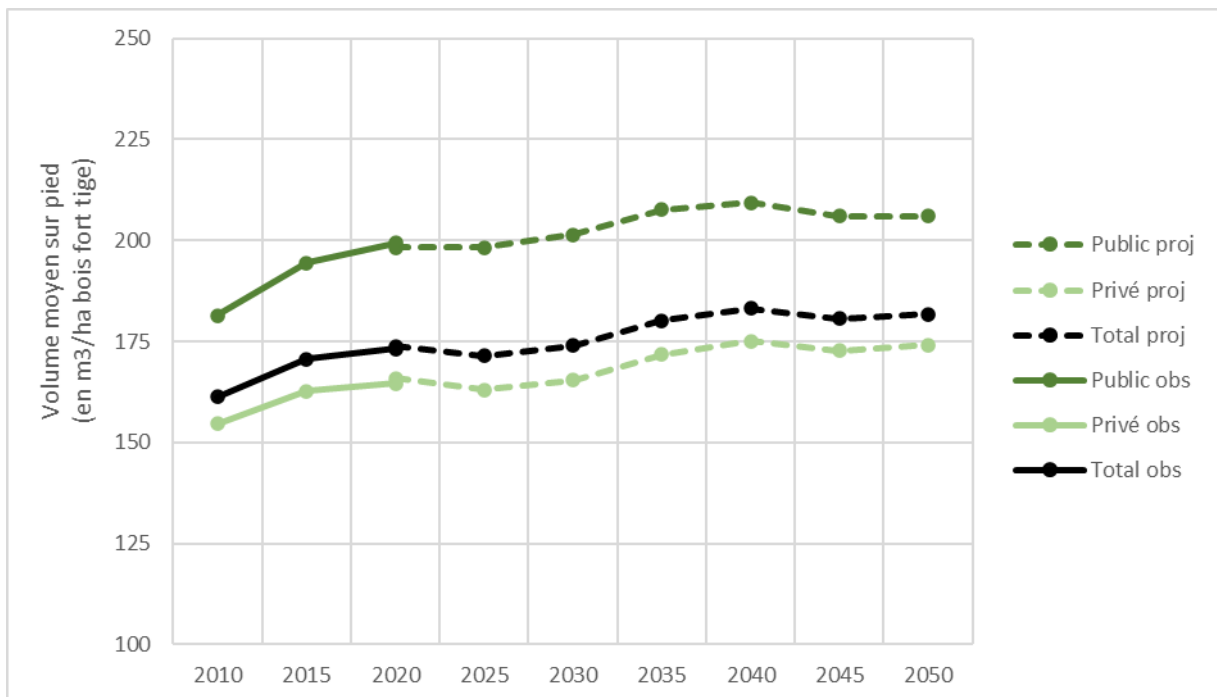
B1 : maintien du volume de récolte actuel (à 53 Mm³/an)

R2 : scénario d'atteinte plus progressive des objectifs de « France 2030 »

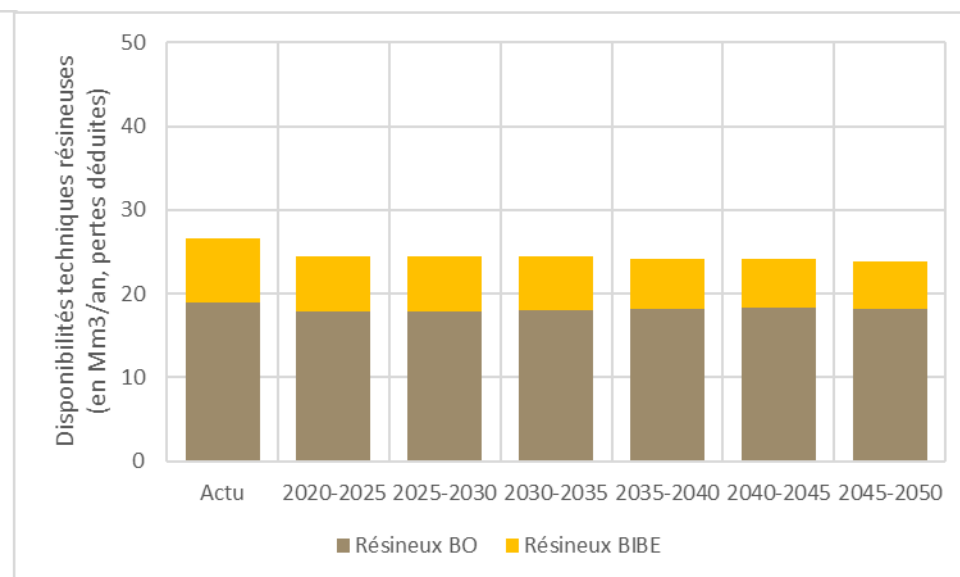
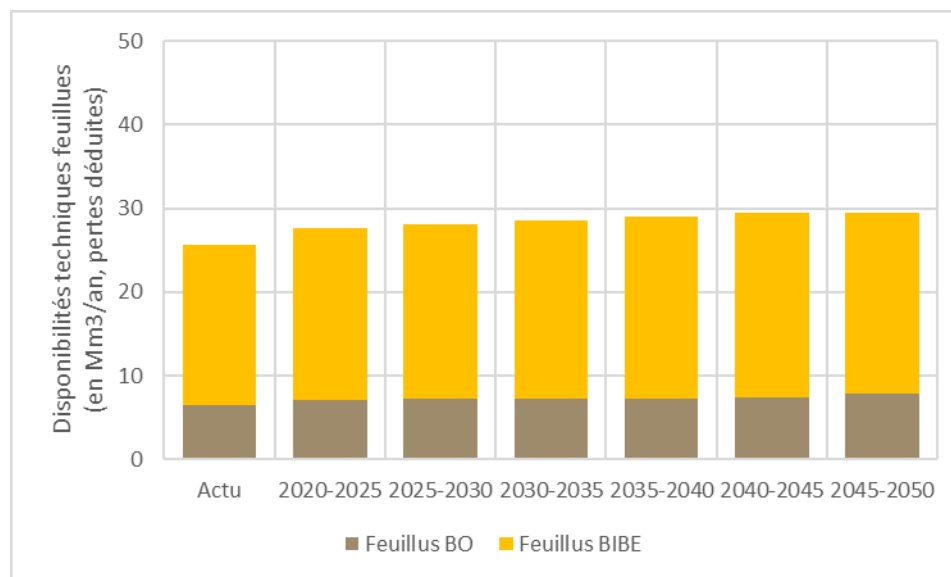
C2 : scénario de succession de crises telles que l'actuelle espacées de quelques années (analogie aux périodes successives d'années de sécheresse)

Pas de calcul sur l'aval et la filière

Scénario	B1_R2_C2	Volume sur pied (en Mm ³ bois fort tige)					Stock de carbone (en MtC)	Surface (en milliers d'ha)	
		Feuillus		Résineux		Total		Public	Privé
		Public	Privé	Public	Privé				
Obs. IFN	2010	424 ± 16	1 202 ± 27	288 ± 16	603 ± 25	2 518 ± 38	1 182 ± 17	3 930 ± 50	11 680 ± 100
	2015	438 ± 17	1 296 ± 31	331 ± 21	663 ± 28	2 728 ± 45	1 268 ± 20	3 950 ± 50	12 030 ± 110
	2020	462 ± 17	1 358 ± 31	330 ± 21	661 ± 29	2 811 ± 46	1 316 ± 20	3 970 ± 40	12 270 ± 110
Projections 2020-2050	2025	472	1 417	315	640	2 843	1 335	3 970	12 610
	2030	484	1 469	316	646	2 914	1 379	3 970	12 790
	2035	501	1 545	323	664	3 032	1 444	3 970	12 860
	2040	508	1 589	323	672	3 091	1 480	3 970	12 910
	2045	504	1 579	314	657	3 054	1 471	3 970	12 940
	2050	507	1 611	311	647	3 077	1 493	3 970	12 960



Scénario	B1_R2_C2	Flux en volume (en Mm3/an bois fort tige)		Flux en carbone (en Mm3/an bois fort tige)		Disponibilités techniques (en Mm3/an, pertes déduites)								Origine des disponibilités (en % du total)		
		Période	Dispos.	Mortalité	Dispos	Mortalité	Feuillus				Résineux				Total	Coupes liées au plan de renouvel.
	BO pot.						BIBE		BO pot.		BIBE					
	Public						Privé	Public	Privé	Public	Privé	Public	Privé			
Obs. /FN	2013-2022	51,4 ± 2,7	13,1 ± 0,6	Non estimé		2,2 ± 0,3	4,3 ± 0,5	5,6 ± 0,5	13,5 ± 1,1	4,9 ± 0,8	14 ± 1,7	1,8 ± 0,3	5,9 ± 0,6	52,3 ± 2,6	Non estimé	
Projections 2020-2050	2020-2025	50,8	23,2	21,2	10,5	2,6	4,5	6,1	14,5	5,0	12,9	1,6	5,0	52,3	3%	10%
	2025-2030	50,9	16,1	21,4	7,5	2,6	4,6	6,2	14,7	4,7	13,1	1,7	5,0	52,5	8%	5%
	2030-2035	51,3	11,4	21,8	5,4	2,6	4,6	6,3	15,1	4,4	13,6	1,6	4,9	53,1	18%	3%
	2035-2040	51,0	19,4	22,0	9,2	2,7	4,6	6,6	15,1	4,6	13,6	1,4	4,6	53,1	0%	6%
	2040-2045	51,3	31,0	22,2	14,8	2,7	4,7	6,7	15,3	4,7	13,6	1,4	4,4	53,6	0%	9%
	2045-2050	50,8	19,6	22,1	9,4	2,7	5,1	6,8	14,8	4,7	13,5	1,4	4,2	53,2	1%	6%

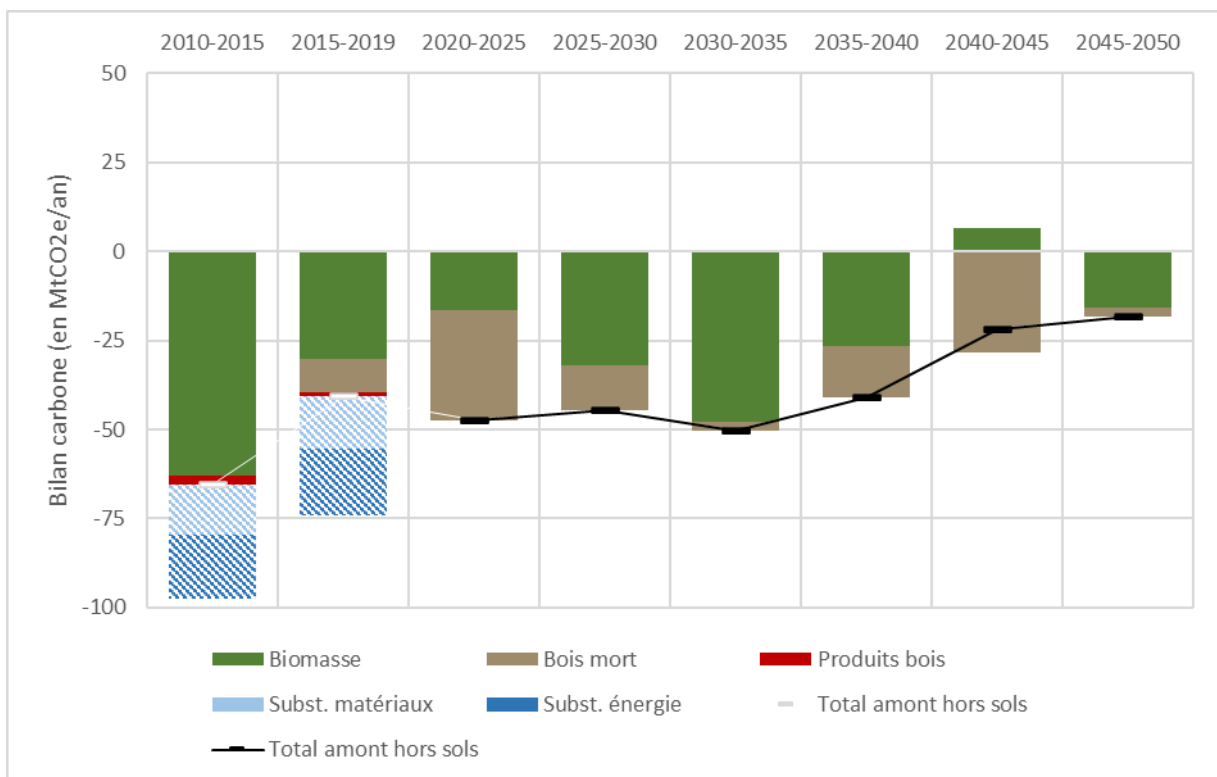


Scénario	B1_R2_C2	Flux dans l'écosystème (en MtCO2e/an)			Flux dans les produits bois (en MtCO2e/an)	Effet substitution (en MtCO2e/an)	
	Année	Biomasse	Bois mort	Total forêt		Matériaux	Énergie
IGD	2010-2015	-63,1	0	-63,1	-2,3	-14,3*	-18*
	2015-2019	-30,1	-9,5	-39,6	-1,1	-14,7*	-18,7*
Projections 2020-2050	2020-2025	-16,4	-30,9	-47,3	Non estimé	Non	estimé
	2025-2030	-32,1	-12,6	-44,7	Non estimé	Non	estimé
	2030-2035	-47,8	-2,4	-50,2	Non estimé	Non	estimé
	2035-2040	-26,6	-14,3	-40,9	Non estimé	Non	estimé
	2040-2045	6,4	-28,3	-21,9	Non estimé	Non	estimé
	2045-2050	-15,6	-2,6	-18,2	Non estimé	Non	estimé
Projections 2050-2080 *	2050-2055	-13,9	-1,2	-15,1	Non estimé	Non	estimé
	2055-2060	-13,9	0,1	-13,8	Non estimé	Non	estimé
	2060-2065	-13,1	0,7	-12,4	Non estimé	Non	estimé
	2065-2070	-12,7	1,1	-11,6	Non estimé	Non	estimé
	2070-2075	-12	1,2	-10,8	Non estimé	Non	estimé
	2075-2080	-10,1	1,1	-9	Non estimé	Non	estimé

NB : Les projections post-2050 sont fournies à titre indicatif, la robustesse de ces résultats est très faible et les hypothèses de certains scénarios n'ont pas été définies sur cette période.

L'effet substitution calculé dans les IGD utilisait une méthode et des coefficients qui ont été revus dans la présente étude, engendrant des valeurs plus faibles en projection.

Le stockage dans les sols et la litière n'est pas intégré dans les résultats présentés ici.



SCENARIO B1_R2_C3

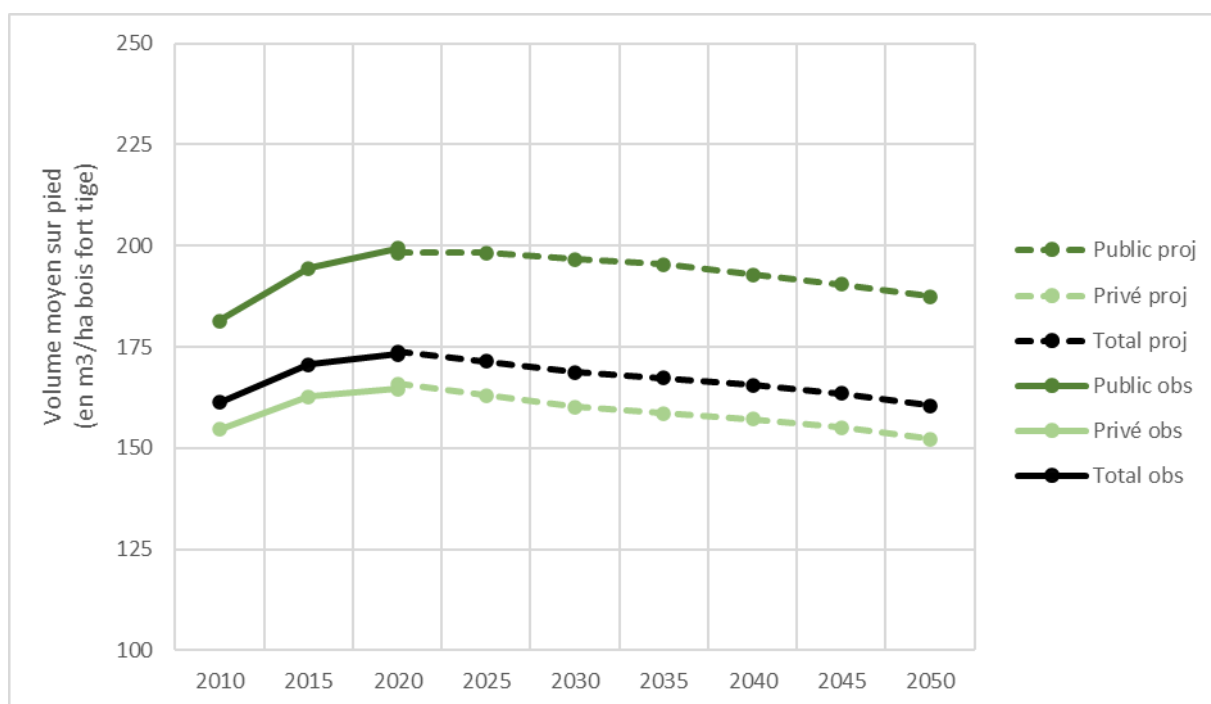
B1 : maintien du volume de récolte actuel (à 53 Mm3/an)

R2 : scénario d'atteinte plus progressive des objectifs de « France 2030 »

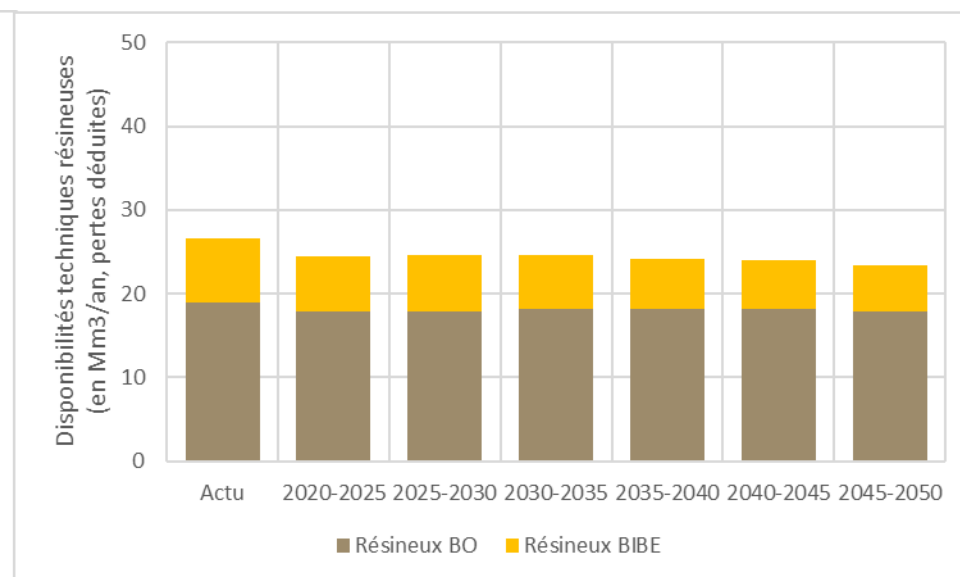
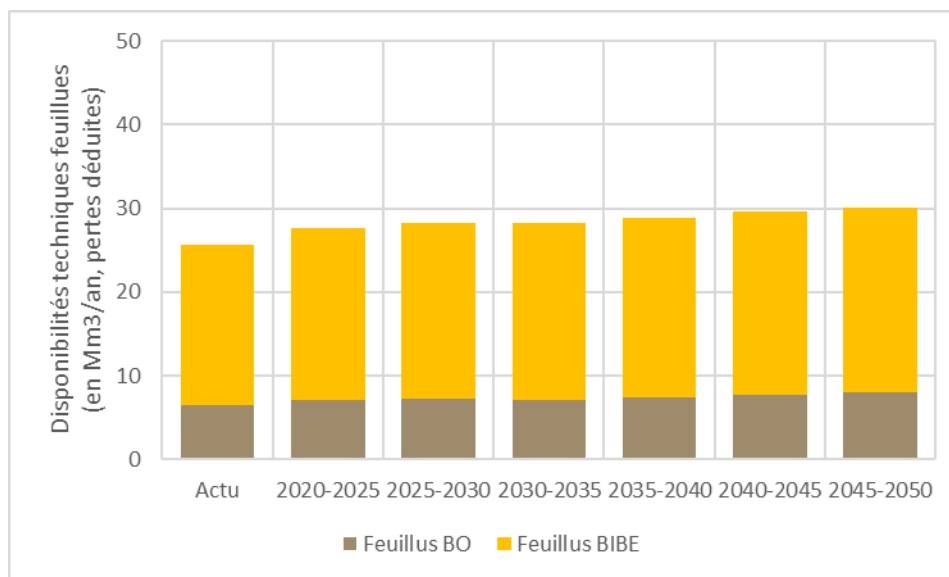
C3 : scénario pessimiste d'une atteinte d'un plateau ascendant de la mortalité et décroissant de la production

Pas de calcul sur l'aval et la filière

Scénario	B1_R2_C3	Volume sur pied (en Mm3 bois fort tige)					Stock de carbone (en MtC)	Surface (en milliers d'ha)	
		Feuillus		Résineux		Total		Public	Privé
		Année	Public	Privé	Public		Privé		
Obs. /FN	2010	424 ± 16	1 202 ± 27	288 ± 16	603 ± 25	2 518 ± 38	1 182 ± 17	3 930 ± 50	11 680 ± 100
	2015	438 ± 17	1 296 ± 31	331 ± 21	663 ± 28	2 728 ± 45	1 268 ± 20	3 950 ± 50	12 030 ± 110
	2020	462 ± 17	1 358 ± 31	330 ± 21	661 ± 29	2 811 ± 46	1 316 ± 20	3 970 ± 40	12 270 ± 110
Projections 2020-2050	2025	472	1 417	315	640	2 843	1 335	3 970	12 610
	2030	474	1 422	307	626	2 830	1 339	3 970	12 790
	2035	475	1 423	301	616	2 814	1 342	3 970	12 860
	2040	473	1 425	293	605	2 796	1 342	3 970	12 910
	2045	471	1 423	285	585	2 765	1 336	3 970	12 940
	2050	467	1 415	277	559	2 719	1 324	3 970	12 960



Scénario	B1_R2_C3	Flux en volume (en Mm3/an bois fort tige)		Flux en carbone (en Mm3/an bois fort tige)		Disponibilités techniques (en Mm3/an, pertes déduites)								Origine des disponibilités (en % du total)		
		Période	Dispos.	Mortalité	Dispos	Mortalité	Feuillus				Résineux				Total	Coupes liées au plan de renouvel.
	BO pot.						BIBE		BO pot.		BIBE					
	Public						Privé	Public	Privé	Public	Privé	Public	Privé			
Obs. /FN	2013-2022	51,4 ± 2,7	13,1 ± 0,6	Non estimé		2,2 ± 0,3	4,3 ± 0,5	5,6 ± 0,5	13,5 ± 1,1	4,9 ± 0,8	14 ± 1,7	1,8 ± 0,3	5,9 ± 0,6	52,3 ± 2,6	Non estimé	
Projections 2020-2050	2020-2025	50,8	23,2	21,2	10,5	2,6	4,5	6,1	14,5	5,0	12,9	1,6	5,0	52,3	3%	10%
	2025-2030	51,2	24,2	21,6	11,3	2,6	4,6	6,3	14,7	4,8	13,1	1,7	5,0	52,8	7%	7%
	2030-2035	51,2	23,8	21,7	11,2	2,6	4,5	6,3	14,9	4,7	13,4	1,7	4,8	53,0	17%	7%
	2035-2040	50,9	23,4	22,0	11,1	2,7	4,7	6,5	14,9	4,8	13,4	1,5	4,5	53,1	0%	8%
	2040-2045	51,4	22,9	22,3	10,9	2,7	5,0	6,5	15,5	4,7	13,5	1,4	4,4	53,8	0%	8%
	2045-2050	50,8	22,6	22,2	10,9	2,7	5,3	6,6	15,5	4,6	13,2	1,4	4,2	53,3	1%	9%

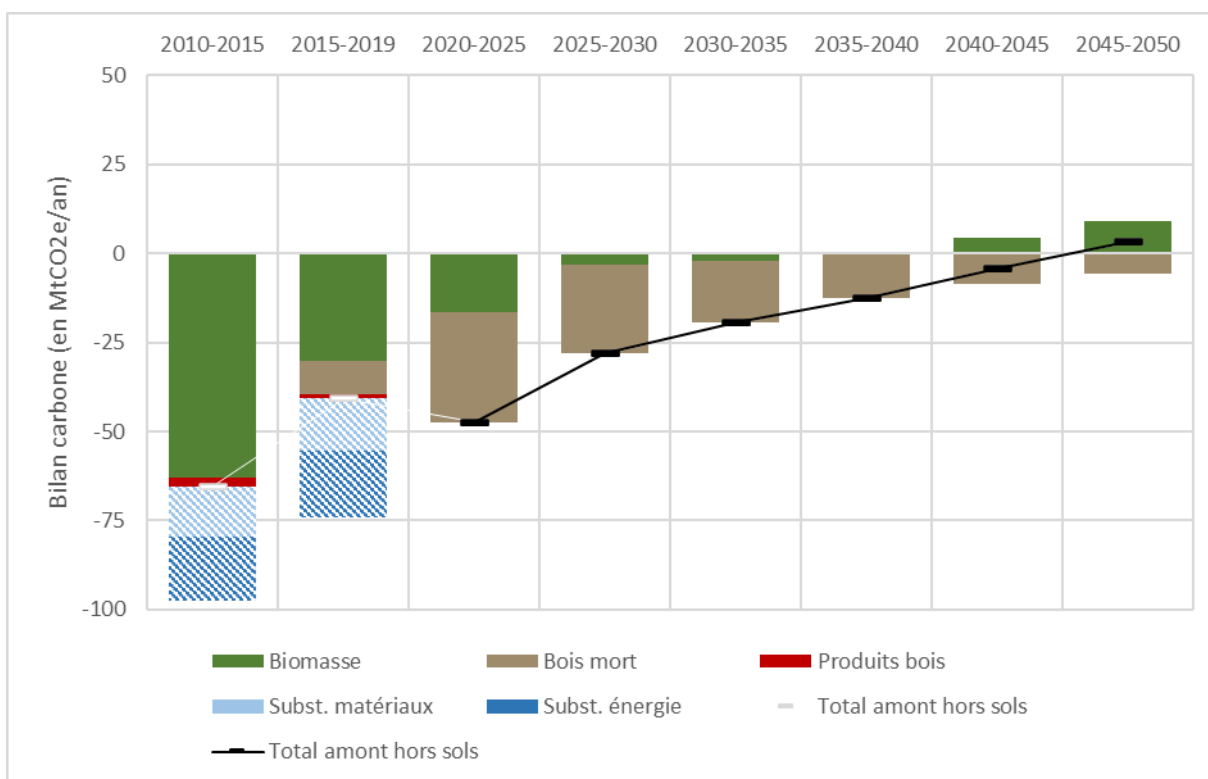


Scénario	B1_R2_C3	Flux dans l'écosystème (en MtCO2e/an)			Flux dans les produits bois (en MtCO2e/an)	Effet substitution (en MtCO2e/an)	
	Année	Biomasse	Bois mort	Total forêt		Matériaux	Énergie
IGD	2010-2015	-63,1	0	-63,1	-2,3	-14,3*	-18*
	2015-2019	-30,1	-9,5	-39,6	-1,1	-14,7*	-18,7*
Projections 2020-2050	2020-2025	-16,4	-30,9	-47,3	Non estimé	Non	estimé
	2025-2030	-3,2	-24,9	-28,1	Non estimé	Non	estimé
	2030-2035	-2,1	-17,4	-19,5	Non estimé	Non	estimé
	2035-2040	0	-12,4	-12,4	Non estimé	Non	estimé
	2040-2045	4,5	-8,7	-4,2	Non estimé	Non	estimé
	2045-2050	9	-5,8	3,2	Non estimé	Non	estimé
Projections 2050-2080 *	2050-2055	9,3	-1,5	7,8	Non estimé	Non	estimé
	2055-2060	10,7	1	11,7	Non estimé	Non	estimé
	2060-2065	11,8	2,5	14,3	Non estimé	Non	estimé
	2065-2070	11,9	3,6	15,5	Non estimé	Non	estimé
	2070-2075	13,7	3,7	17,4	Non estimé	Non	estimé
	2075-2080	15,4	3,9	19,3	Non estimé	Non	estimé

NB : Les projections post-2050 sont fournies à titre indicatif, la robustesse de ces résultats est très faible et les hypothèses de certains scénarios n'ont pas été définies sur cette période.

L'effet substitution calculé dans les IGD utilisait une méthode et des coefficients qui ont été revus dans la présente étude, engendrant des valeurs plus faibles en projection.

Le stockage dans les sols et la litière n'est pas intégré dans les résultats présentés ici.



SCENARIOS DE GESTION B2

SCENARIO B2_R1_C1_F1

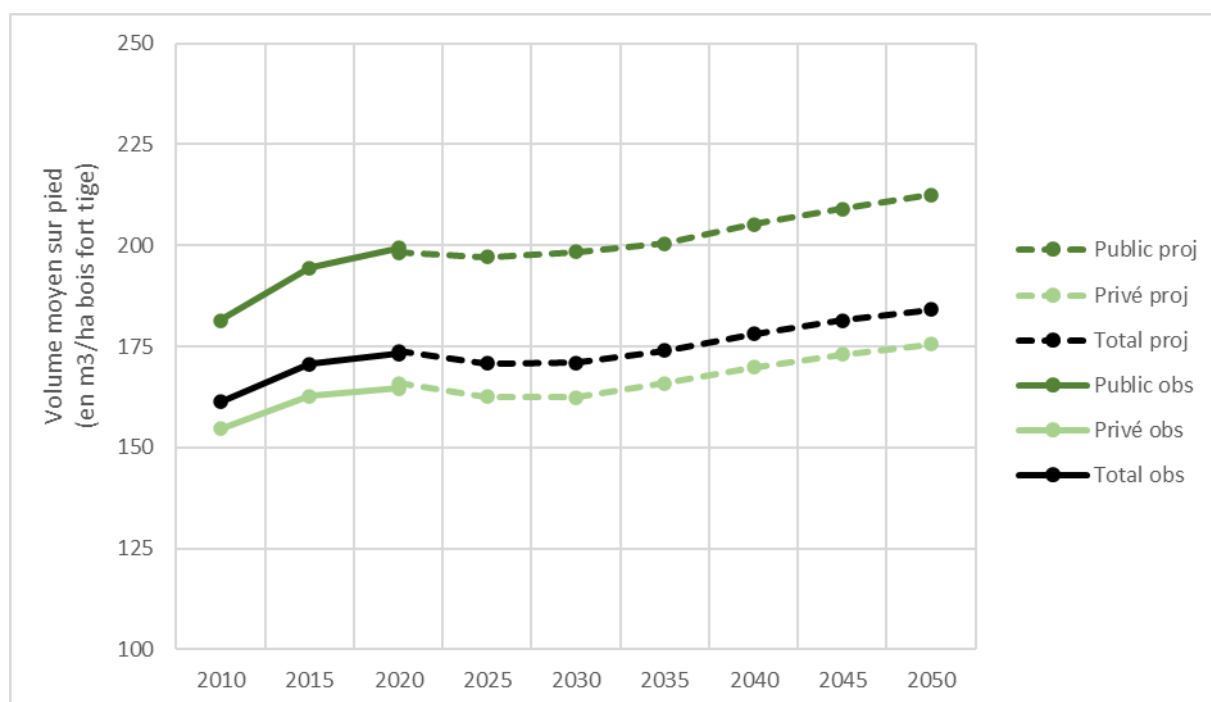
B2 : hausse de la récolte à 63 Mm³/an en 2050 (atteinte du PNFB en 2030 puis stabilité du niveau de récolte)

R1 : scénario d'atteinte du milliard d'arbres plantés de « France 2030 » dès 2030

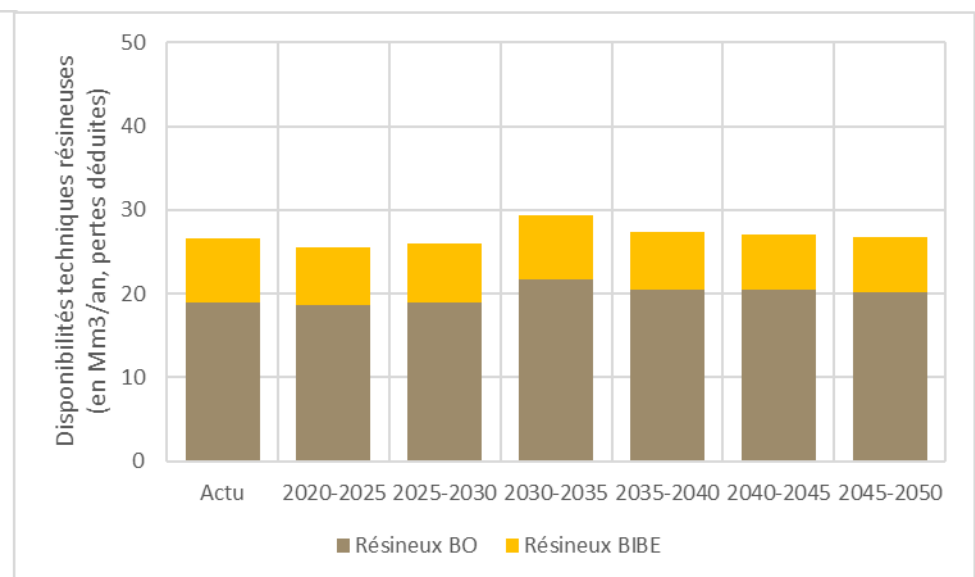
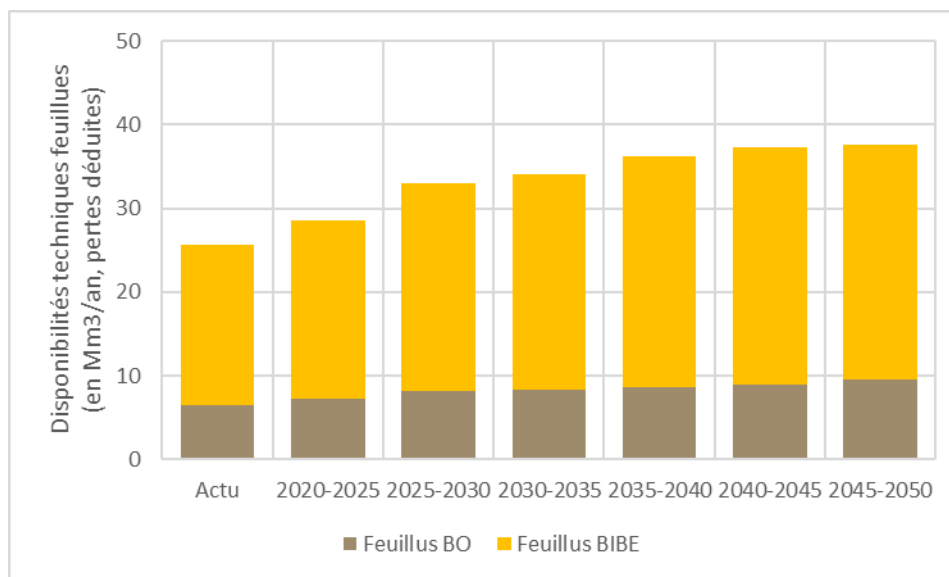
C1 : scénario optimiste considérant la crise actuelle comme conjoncturelle

F1 : récolte additionnelle répondant à la demande (principalement en construction pour le BO et à 70 % pour l'énergie et 30 % pour la construction pour le BIBE)

Scénario	B2_R1_C1	Volume sur pied (en Mm ³ bois fort tige)					Stock de carbone (en MtC)	Surface (en milliers d'ha)	
		Feuillus		Résineux		Total		Public	Privé
		Année	Public	Privé	Public		Privé		
Obs. IFN	2010	424 ± 16	1 202 ± 27	288 ± 16	603 ± 25	2 518 ± 38	1 182 ± 17	3 930 ± 50	11 680 ± 100
	2015	438 ± 17	1 296 ± 31	331 ± 21	663 ± 28	2 728 ± 45	1 268 ± 20	3 950 ± 50	12 030 ± 110
	2020	462 ± 17	1 358 ± 31	330 ± 21	661 ± 29	2 811 ± 46	1 316 ± 20	3 970 ± 40	12 270 ± 110
Projections 2020-2050	2025	471	1 414	312	638	2 834	1 331	3 970	12 620
	2030	478	1 449	310	639	2 877	1 361	3 970	12 850
	2035	489	1 506	307	644	2 946	1 405	3 970	12 960
	2040	501	1 557	314	652	3 023	1 449	3 970	13 010
	2045	512	1 606	318	652	3 089	1 488	3 970	13 050
	2050	523	1 648	321	645	3 137	1 520	3 970	13 060



Scénario	B2_R1_C1	Flux en volume (en Mm3/an bois fort tige)		Flux en carbone (en Mm3/an bois fort tige)		Disponibilités techniques (en Mm3/an, pertes déduites)								Origine des disponibilités (en % du total)		
		Période	Dispos.	Mortalité	Dispos	Mortalité	Feuillus				Résineux				Total	Coupes liées au plan de renouvel.
	BO pot.						BIBE		BO pot.		BIBE					
	Public						Privé	Public	Privé	Public	Privé	Public	Privé			
Obs. /FN	2013-2022	51,4 ± 2,7	13,1 ± 0,6	Non estimé		2,2 ± 0,3	4,3 ± 0,5	5,6 ± 0,5	13,5 ± 1,1	4,9 ± 0,8	14 ± 1,7	1,8 ± 0,3	5,9 ± 0,6	52,3 ± 2,6	Non estimé	
Projections 2020-2050	2020-2025	52,6	23,2	21,9	10,5	2,7	4,6	6,3	15,0	5,4	13,3	1,8	5,1	54,1	4%	10%
	2025-2030	56,8	16,0	24,3	7,5	2,9	5,3	6,9	17,9	5,1	13,8	1,8	5,3	58,9	16%	4%
	2030-2035	61,2	11,2	26,0	5,3	2,9	5,4	7,2	18,5	5,7	16,0	2,0	5,7	63,4	19%	3%
	2035-2040	60,8	11,3	26,6	5,4	2,8	5,8	6,9	20,7	4,5	16,0	1,4	5,5	63,7	0%	4%
	2040-2045	61,4	11,9	27,1	5,7	2,8	6,1	7,1	21,3	4,5	15,9	1,4	5,3	64,5	0%	5%
	2045-2050	61,2	12,7	27,1	6,1	2,8	6,7	7,1	21,0	4,6	15,6	1,4	5,1	64,4	3%	5%

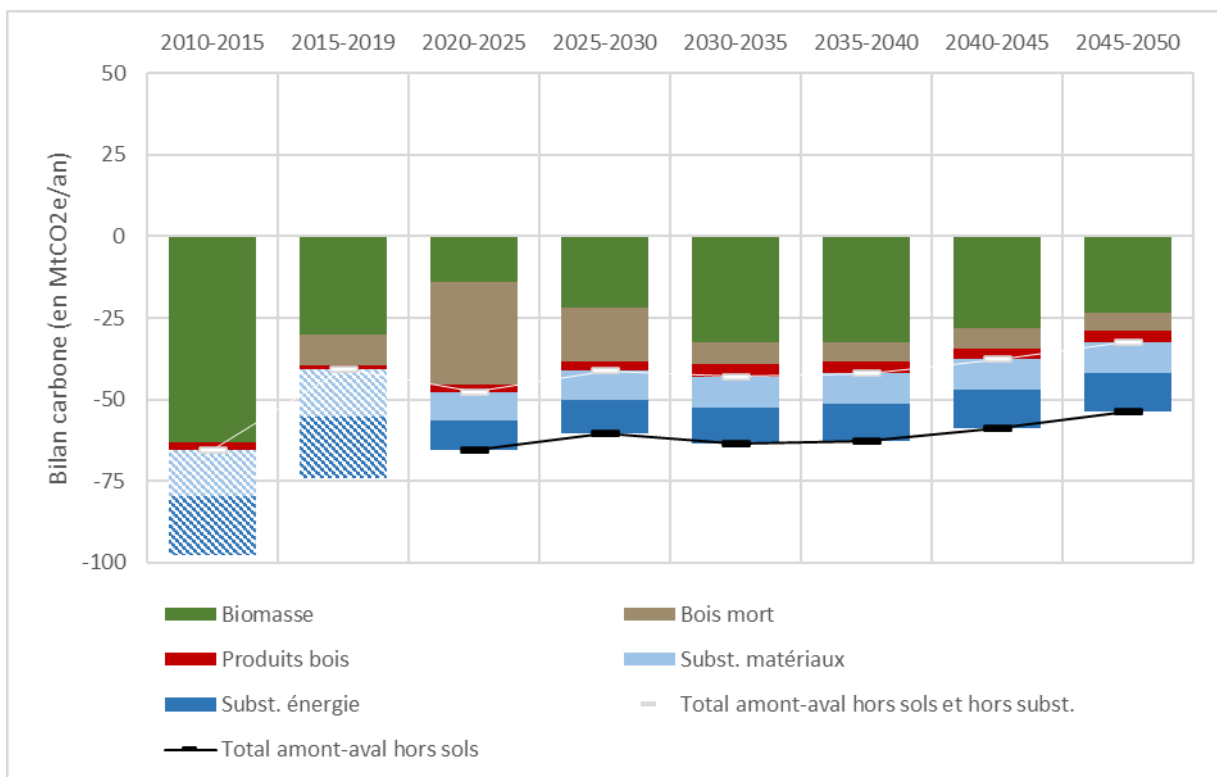


Scénario	B2_R1_C1_F1	Flux dans l'écosystème (en MtCO2e/an)			Flux dans les produits bois (en MtCO2e/an)	Effet substitution (en MtCO2e/an)	
	Année	Biomasse	Bois mort	Total forêt		Matériaux	Énergie
IGD	2010-2015	-63,1	0	-63,1	-2,3	-14,3*	-18*
	2015-2019	-30,1	-9,5	-39,6	-1,1	-14,7*	-18,7*
Projections 2020-2050	2020-2025	-13,8	-31,8	-45,6	-2,2	-8,5	-9,2
	2025-2030	-22	-16,2	-38,2	-3	-8,8	-10,3
	2030-2035	-32,3	-6,7	-39	-4	-9,4	-11
	2035-2040	-32,3	-6,2	-38,5	-3,6	-9,2	-11,5
	2040-2045	-28,2	-6,1	-34,3	-3,4	-9,4	-11,7
	2045-2050	-23,5	-5,6	-29,1	-3,2	-9,7	-11,7
Projections 2050-2080 *	2050-2055	-22,6	-3,9	-26,5	-2,9	-9,6	-11,7
	2055-2060	-21,7	-2,9	-24,6	-2,6	-9,5	-11,9
	2060-2065	-20,8	-2,2	-23	-2,4	-9,6	-12
	2065-2070	-20,4	-1,6	-22	-2,1	-9,6	-12,1
	2070-2075	-19,9	-1,2	-21,1	-1,9	-9,5	-12,2
	2075-2080	-18,4	-0,7	-19,1	-1,9	-9,6	-12,1

NB : Les projections post-2050 sont fournies à titre indicatif, la robustesse de ces résultats est très faible et les hypothèses de certains scénarios n'ont pas été définies sur cette période.

L'effet substitution calculé dans les IGD utilisait une méthode et des coefficients qui ont été revus dans la présente étude, engendrant des valeurs plus faibles en projection.

Le stockage dans les sols et la litière n'est pas intégré dans les résultats présentés ici.



SCENARIO B2_R1_C2_F1

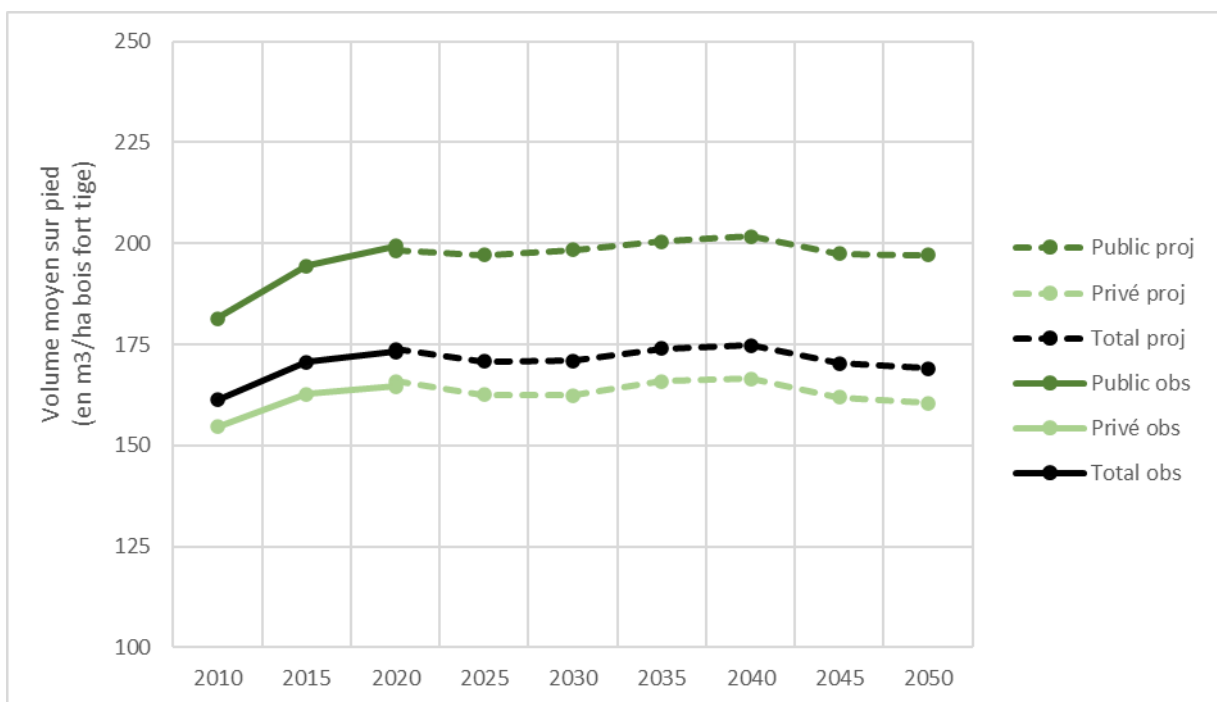
B2 : hausse de la récolte à 63 Mm³/an en 2050 (atteinte du PNFB en 2030 puis stabilité du niveau de récolte)

R1 : scénario d'atteinte du milliard d'arbres plantés de « France 2030 » dès 2030

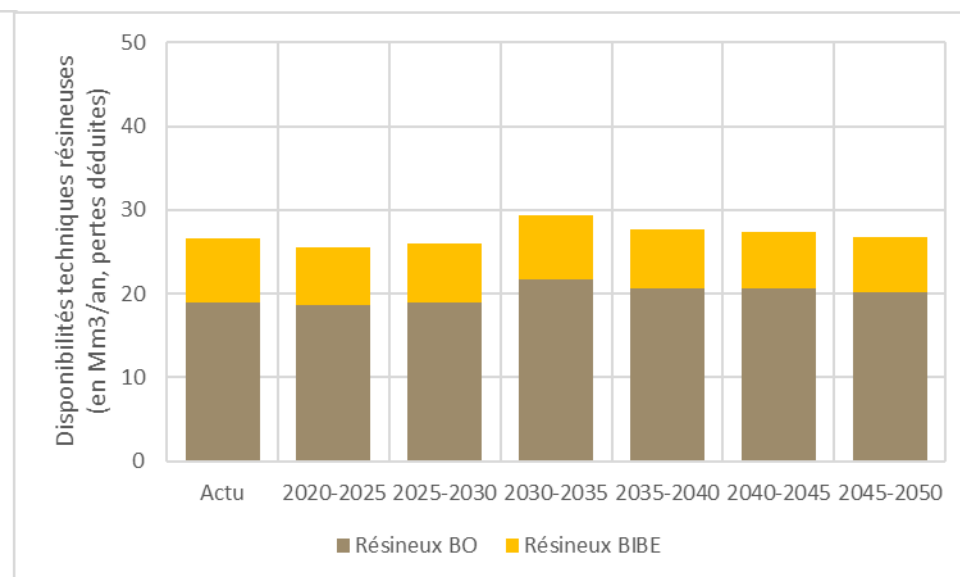
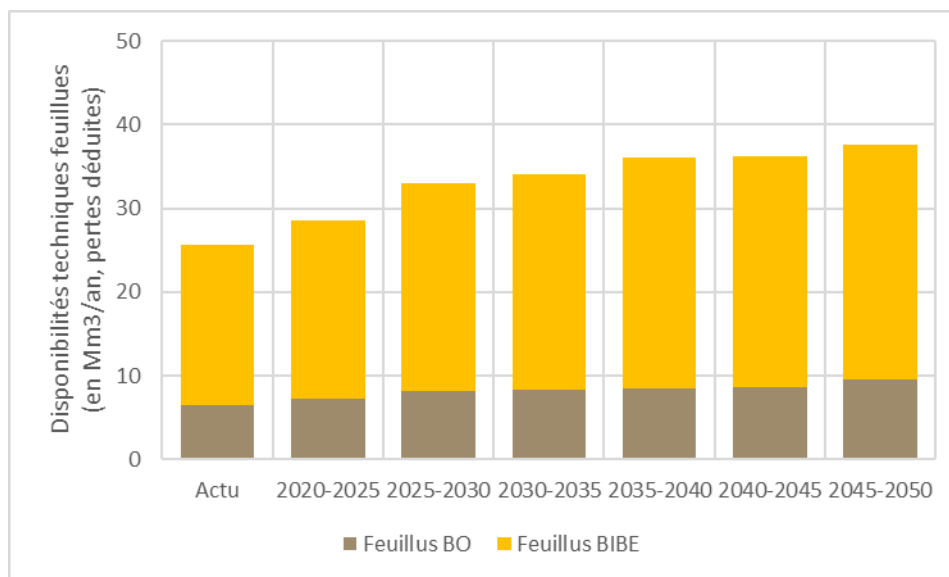
C2 : scénario de succession de crises telles que l'actuelle espacées de quelques années (analogie aux périodes successives d'années de sécheresse)

F1 : récolte additionnelle répondant à la demande (principalement en construction pour le BO et à 70 % pour l'énergie et 30 % pour la construction pour le BIBE)

Scénario	B2_R1_C2	Volume sur pied (en Mm ³ bois fort tige)					Stock de carbone (en MtC)	Surface (en milliers d'ha)	
		Feuillus		Résineux		Total		Public	Privé
		Public	Privé	Public	Privé				
Obs. /FN	2010	424 ± 16	1 202 ± 27	288 ± 16	603 ± 25	2 518 ± 38	1 182 ± 17	3 930 ± 50	11 680 ± 100
	2015	438 ± 17	1 296 ± 31	331 ± 21	663 ± 28	2 728 ± 45	1 268 ± 20	3 950 ± 50	12 030 ± 110
	2020	462 ± 17	1 358 ± 31	330 ± 21	661 ± 29	2 811 ± 46	1 316 ± 20	3 970 ± 40	12 270 ± 110
Projections 2020-2050	2025	471	1 414	312	638	2 834	1 331	3 970	12 620
	2030	478	1 449	310	639	2 877	1 361	3 970	12 850
	2035	489	1 506	307	644	2 946	1 405	3 970	12 960
	2040	494	1 525	307	641	2 967	1 423	3 970	13 010
	2045	487	1 496	297	618	2 899	1 399	3 970	13 050
	2050	488	1 499	295	597	2 879	1 398	3 970	13 060



Scénario	B2_R1_C2	Flux en volume (en Mm3/an bois fort tige)		Flux en carbone (en Mm3/an bois fort tige)		Disponibilités techniques (en Mm3/an, pertes déduites)								Origine des disponibilités (en % du total)		
		Période	Dispos.	Mortalité	Dispos	Mortalité	Feuillus				Résineux				Total	Coupes liées au plan de renouvel.
	BO pot.						BIBE		BO pot.		BIBE					
	Public						Privé	Public	Privé	Public	Privé	Public	Privé			
Obs. /FN	2013-2022	51,4 ± 2,7	13,1 ± 0,6	Non estimé		2,2 ± 0,3	4,3 ± 0,5	5,6 ± 0,5	13,5 ± 1,1	4,9 ± 0,8	14 ± 1,7	1,8 ± 0,3	5,9 ± 0,6	52,3 ± 2,6	Non estimé	
Projections 2020-2050	2020-2025	52,6	23,2	21,9	10,5	2,7	4,6	6,3	15,0	5,4	13,3	1,8	5,1	54,1	4%	10%
	2025-2030	56,8	16,0	24,3	7,5	2,9	5,3	6,9	17,9	5,1	13,8	1,8	5,3	58,9	16%	4%
	2030-2035	61,2	11,2	26,0	5,3	2,9	5,4	7,2	18,5	5,7	16,0	2,0	5,7	63,4	19%	3%
	2035-2040	60,8	17,3	26,6	8,2	2,8	5,7	6,9	20,6	4,7	15,9	1,5	5,5	63,7	0%	7%
	2040-2045	60,8	27,4	26,7	13,1	2,9	5,8	7,2	20,3	5,1	15,5	1,6	5,2	63,7	0%	10%
	2045-2050	61,1	16,8	27,1	8,1	2,8	6,8	7,1	20,9	4,6	15,6	1,4	5,1	64,3	3%	7%

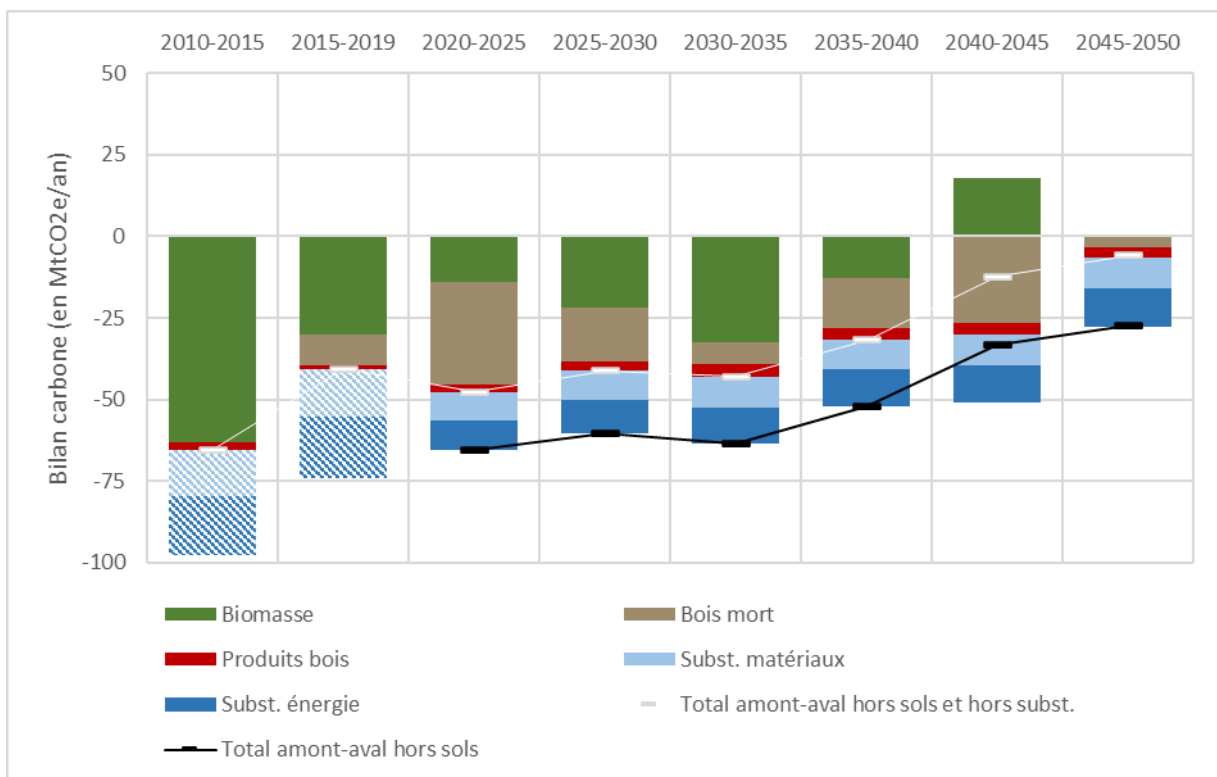


Scénario	B2_R1_C2_F1	Flux dans l'écosystème (en MtCO2e/an)			Flux dans les produits bois (en MtCO2e/an)	Effet substitution (en MtCO2e/an)	
	Année	Biomasse	Bois mort	Total forêt		Matériaux	Énergie
IGD	2010-2015	-63,1	0	-63,1	-2,3	-14,3*	-18*
	2015-2019	-30,1	-9,5	-39,6	-1,1	-14,7*	-18,7*
Projections 2020-2050	2020-2025	-13,8	-31,8	-45,6	-2,2	-8,5	-9,2
	2025-2030	-22	-16,2	-38,2	-3	-8,8	-10,3
	2030-2035	-32,3	-6,7	-39	-4	-9,4	-11
	2035-2040	-12,8	-15,3	-28,1	-3,6	-9,2	-11,4
	2040-2045	17,7	-26,6	-8,9	-3,4	-9,4	-11,5
	2045-2050	0,5	-3,2	-2,7	-3,2	-9,7	-11,7
Projections 2050-2080 *	2050-2055	2,4	-1,2	1,2	-3	-9,6	-11,9
	2055-2060	4,5	0,1	4,6	-2,6	-9,5	-12,1
	2060-2065	5,7	1,2	6,9	-2,3	-9,5	-12,2
	2065-2070	6,3	1,9	8,2	-2	-9,5	-12,3
	2070-2075	9,4	1,6	11	-1,9	-9,5	-12,6
	2075-2080	12,3	1,9	14,2	-1,8	-9,6	-12,5

NB : Les projections post-2050 sont fournies à titre indicatif, la robustesse de ces résultats est très faible et les hypothèses de certains scénarios n'ont pas été définies sur cette période.

L'effet substitution calculé dans les IGD utilisait une méthode et des coefficients qui ont été revus dans la présente étude, engendrant des valeurs plus faibles en projection.

Le stockage dans les sols et la litière n'est pas intégré dans les résultats présentés ici.

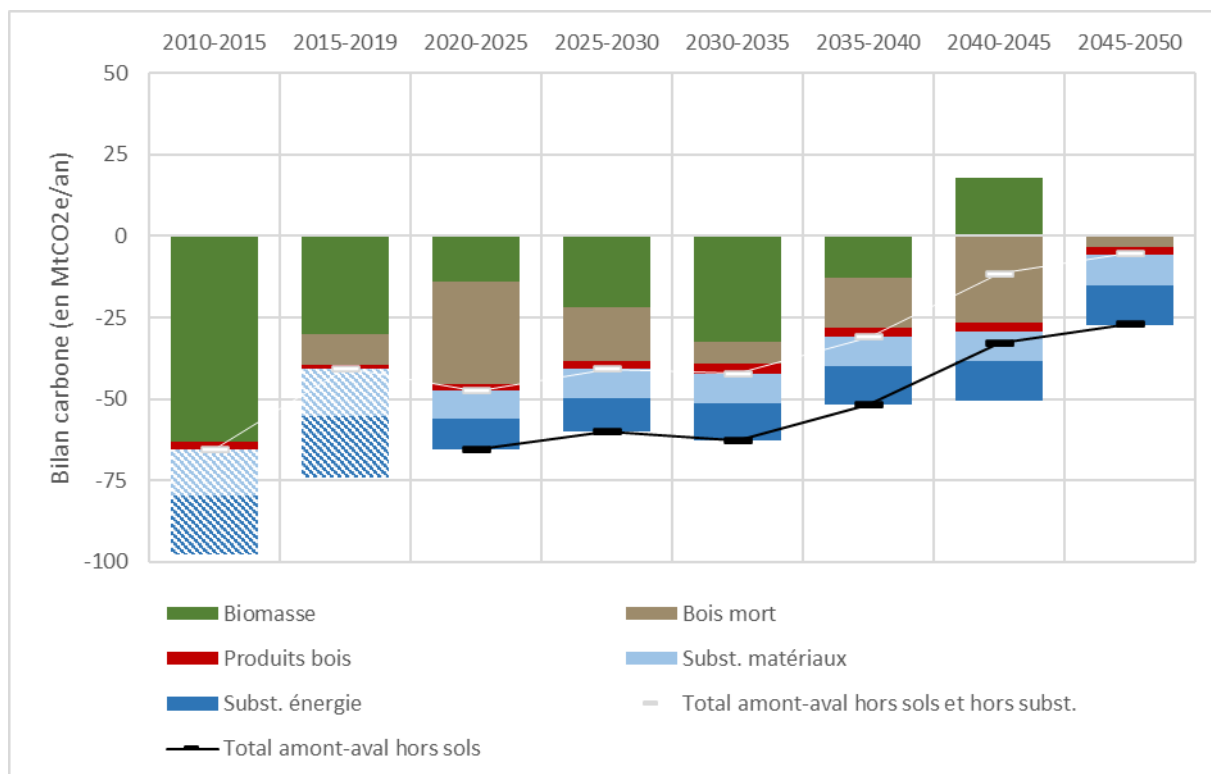


SCENARIO B2_R1_C2_F2

Idem B2_R1_C2_F1 pour l'amont / F2 : BI et connexes additionnels en énergie

Scénario	B2_R1_C2_F2	Flux dans l'écosystème (en MtCO2e/an)			Flux dans les produits bois (en MtCO2e/an)	Effet substitution (en MtCO2e/an)	
		Année	Biomasse	Bois mort		Total forêt	Matériaux
IGD	2010-2015	-63,1	0	-63,1	-2,3	-14,3*	-18*
	2015-2019	-30,1	-9,5	-39,6	-1,1	-14,7*	-18,7*
Projections 2020-2050	2020-2025	-13,8	-31,8	-45,6	-2	-8,5	-9,3
	2025-2030	-22	-16,2	-38,2	-2,7	-8,7	-10,5
	2030-2035	-32,3	-6,7	-39	-3,3	-9,2	-11,4
	2035-2040	-12,8	-15,3	-28,1	-2,8	-9	-11,9
	2040-2045	17,7	-26,6	-8,9	-2,7	-9,1	-12
	2045-2050	0,5	-3,2	-2,7	-2,5	-9,4	-12,2
Projections 2050-2080 *	2050-2055	2,4	-1,2	1,2	-2,3	-9,2	-12,4
	2055-2060	4,5	0,1	4,6	-2	-9,1	-12,7
	2060-2065	5,7	1,2	6,9	-1,8	-9,1	-12,8
	2065-2070	6,3	1,9	8,2	-1,5	-9	-12,9
	2070-2075	9,4	1,6	11	-1,4	-9	-13,2
	2075-2080	12,3	1,9	14,2	-1,4	-9	-13,1

NB : Les projections post-2050 sont fournies à titre indicatif, la robustesse de ces résultats est très faible et les hypothèses de certains scénarios n'ont pas été définies sur cette période. L'effet substitution calculé dans les IGD utilisait une méthode et des coefficients qui ont été revus dans la présente étude, engendrant des valeurs plus faibles en projection. Le stockage dans les sols et la litière n'est pas intégré dans les résultats présentés ici.

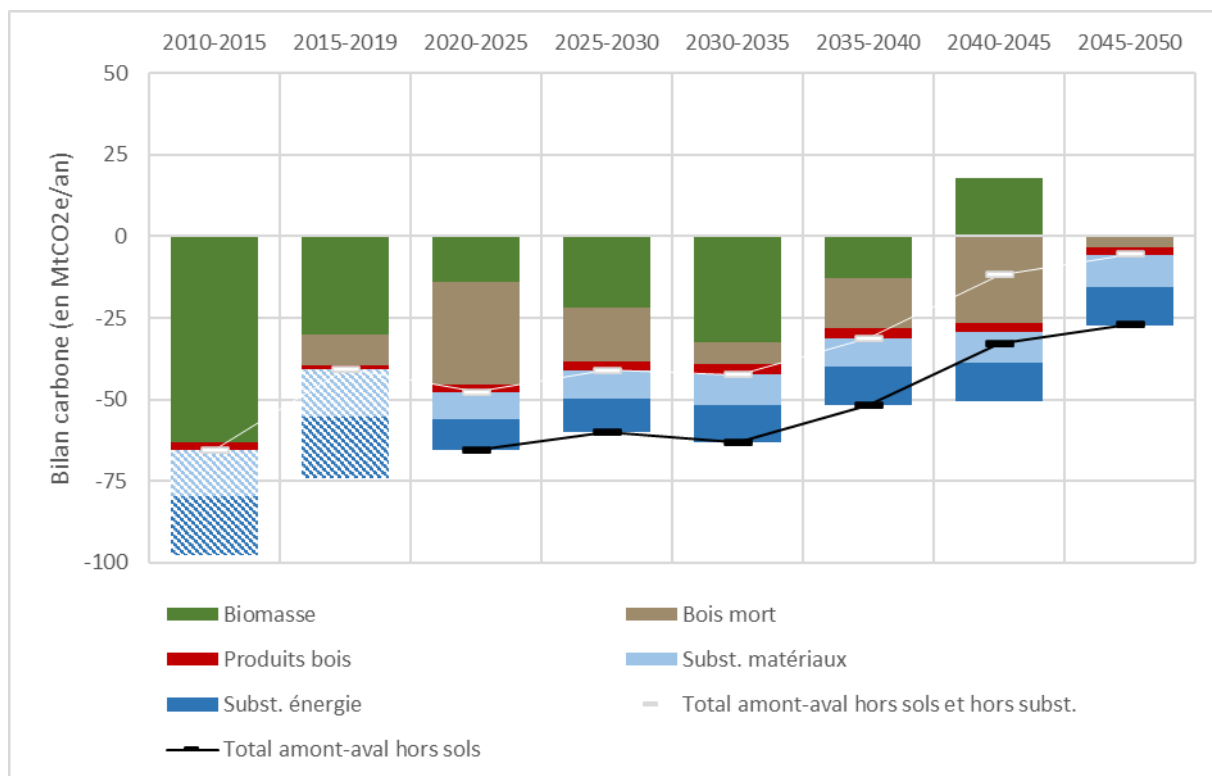


SCENARIO B2_R1_C2_F3

Idem B2_R1_C2_F1 pour l'amont / F3 : BI additionnels en énergie

Scénario	B2_R1_C2_F3 Année	Flux dans l'écosystème (en MtCO2e/an)			Flux dans les produits bois (en MtCO2e/an)	Effet substitution (en MtCO2e/an)	
		Biomasse	Bois mort	Total forêt		Matériaux	Énergie
IGD	2010-2015	-63,1	0	-63,1	-2,3	-14,3*	-18*
	2015-2019	-30,1	-9,5	-39,6	-1,1	-14,7*	-18,7*
Projections 2020-2050	2020-2025	-13,8	-31,8	-45,6	-2,1	-8,5	-9,3
	2025-2030	-22	-16,2	-38,2	-2,8	-8,8	-10,4
	2030-2035	-32,3	-6,7	-39	-3,5	-9,3	-11,3
	2035-2040	-12,8	-15,3	-28,1	-3	-9	-11,8
	2040-2045	17,7	-26,6	-8,9	-2,8	-9,2	-11,9
	2045-2050	0,5	-3,2	-2,7	-2,7	-9,5	-12,1
Projections 2050-2080 *	2050-2055	2,4	-1,2	1,2	-2,5	-9,3	-12,3
	2055-2060	4,5	0,1	4,6	-2,1	-9,2	-12,6
	2060-2065	5,7	1,2	6,9	-1,9	-9,2	-12,6
	2065-2070	6,3	1,9	8,2	-1,6	-9,1	-12,7
	2070-2075	9,4	1,6	11	-1,5	-9,1	-13
	2075-2080	12,3	1,9	14,2	-1,5	-9,2	-13

NB : Les projections post-2050 sont fournies à titre indicatif, la robustesse de ces résultats est très faible et les hypothèses de certains scénarios n'ont pas été définies sur cette période. L'effet substitution calculé dans les IGD utilisait une méthode et des coefficients qui ont été revus dans la présente étude, engendrant des valeurs plus faibles en projection. Le stockage dans les sols et la litière n'est pas intégré dans les résultats présentés ici.

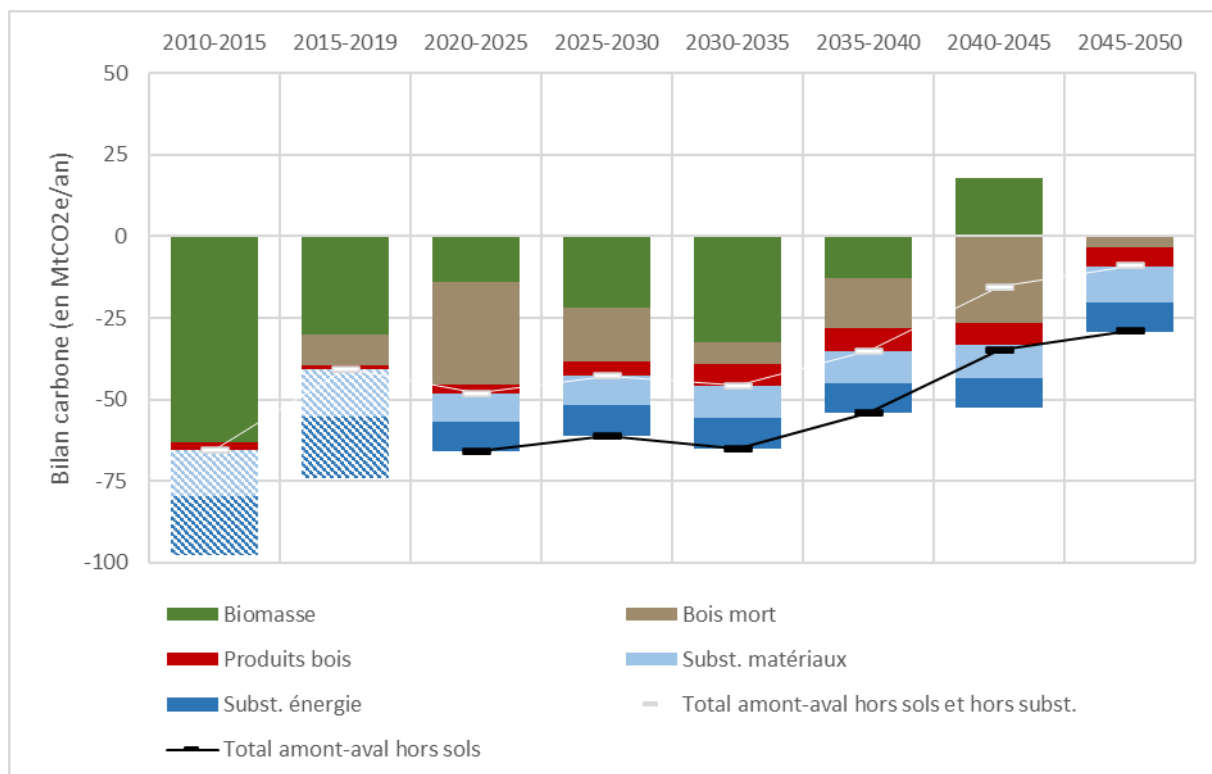


SCENARIO B2_R1_C2_F4

Idem B2_R1_C2_F1 pour l'amont / F4 : BI additionnels en panneaux

Scénario	B2_R1_C2_F4	Flux dans l'écosystème (en MtCO2e/an)			Flux dans les produits bois (en MtCO2e/an)	Effet substitution (en MtCO2e/an)	
		Année	Biomasse	Bois mort		Total forêt	Matériaux
IGD	2010-2015	-63,1	0	-63,1	-2,3	-14,3*	-18*
	2015-2019	-30,1	-9,5	-39,6	-1,1	-14,7*	-18,7*
Projections 2020-2050	2020-2025	-13,8	-31,8	-45,6	-2,6	-8,6	-9
	2025-2030	-22	-16,2	-38,2	-4,5	-9,1	-9,4
	2030-2035	-32,3	-6,7	-39	-6,8	-10	-9,3
	2035-2040	-12,8	-15,3	-28,1	-7	-10	-9,1
	2040-2045	17,7	-26,6	-8,9	-6,5	-10,3	-9,2
	2045-2050	0,5	-3,2	-2,7	-6,2	-10,7	-9,2
Projections 2050-2080 *	2050-2055	2,4	-1,2	1,2	-5,8	-10,8	-9,3
	2055-2060	4,5	0,1	4,6	-5,3	-10,8	-9,5
	2060-2065	5,7	1,2	6,9	-4,8	-10,9	-9,5
	2065-2070	6,3	1,9	8,2	-4,3	-11	-9,6
	2070-2075	9,4	1,6	11	-4,1	-11,1	-9,7
	2075-2080	12,3	1,9	14,2	-3,8	-11,3	-9,7

NB : Les projections post-2050 sont fournies à titre indicatif, la robustesse de ces résultats est très faible et les hypothèses de certains scénarios n'ont pas été définies sur cette période. L'effet substitution calculé dans les IGD utilisait une méthode et des coefficients qui ont été revus dans la présente étude, engendrant des valeurs plus faibles en projection. Le stockage dans les sols et la litière n'est pas intégré dans les résultats présentés ici.

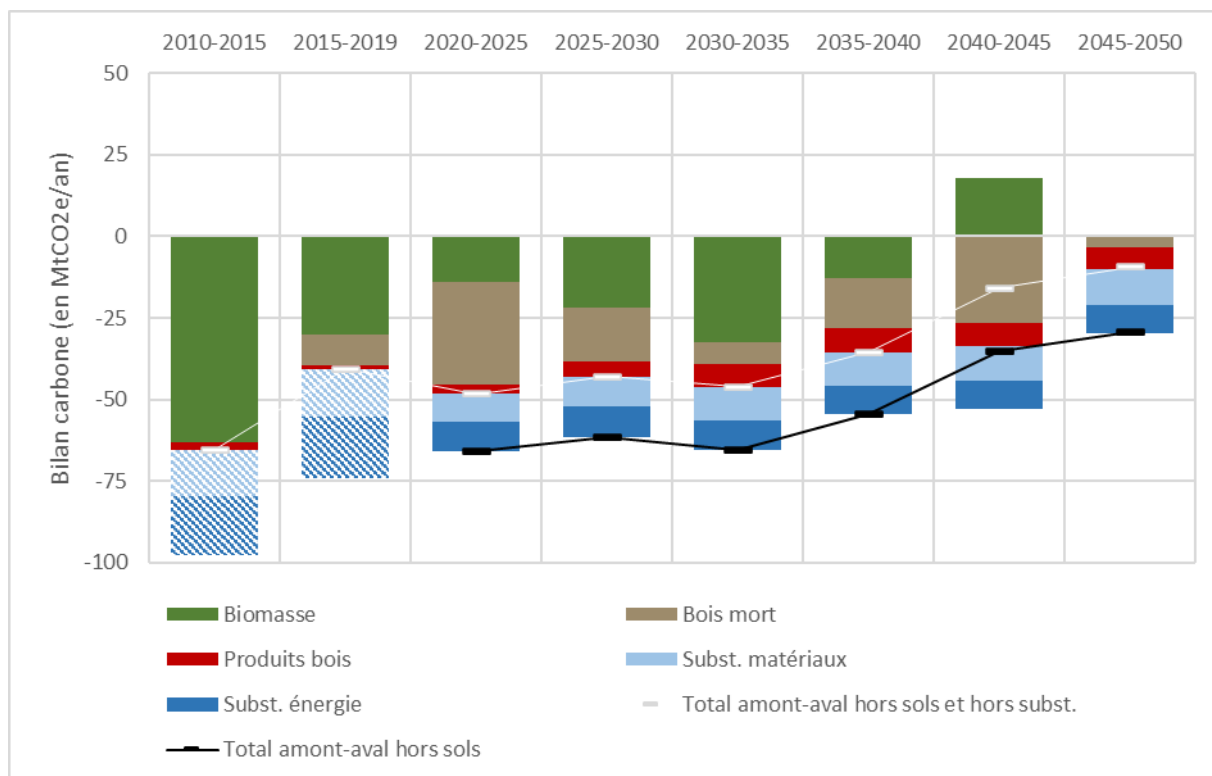


SCENARIO B2_R1_C2_F5

Idem B2_R1_C2_F1 pour l'amont / F5 : BI et connexes additionnels en panneaux

Scénario	B2_R1_C2_F5	Flux dans l'écosystème (en MtCO2e/an)			Flux dans les produits bois (en MtCO2e/an)	Effet substitution (en MtCO2e/an)	
		Année	Biomasse	Bois mort		Total forêt	Matériaux
IGD	2010-2015	-63,1	0	-63,1	-2,3	-14,3*	-18*
	2015-2019	-30,1	-9,5	-39,6	-1,1	-14,7*	-18,7*
Projections 2020-2050	2020-2025	-13,8	-31,8	-45,6	-2,7	-8,6	-8,9
	2025-2030	-22	-16,2	-38,2	-4,7	-9,2	-9,3
	2030-2035	-32,3	-6,7	-39	-7,2	-10,2	-9
	2035-2040	-12,8	-15,3	-28,1	-7,4	-10,3	-8,8
	2040-2045	17,7	-26,6	-8,9	-7	-10,6	-8,8
	2045-2050	0,5	-3,2	-2,7	-6,7	-11,1	-8,9
Projections 2050-2080 *	2050-2055	2,4	-1,2	1,2	-6,3	-11,1	-8,9
	2055-2060	4,5	0,1	4,6	-5,8	-11,2	-9,1
	2060-2065	5,7	1,2	6,9	-5,2	-11,4	-9,1
	2065-2070	6,3	1,9	8,2	-4,7	-11,5	-9,1
	2070-2075	9,4	1,6	11	-4,5	-11,6	-9,3
	2075-2080	12,3	1,9	14,2	-4,2	-11,7	-9,2

NB : Les projections post-2050 sont fournies à titre indicatif, la robustesse de ces résultats est très faible et les hypothèses de certains scénarios n'ont pas été définies sur cette période. L'effet substitution calculé dans les IGD utilisait une méthode et des coefficients qui ont été revus dans la présente étude, engendrant des valeurs plus faibles en projection. Le stockage dans les sols et la litière n'est pas intégré dans les résultats présentés ici.

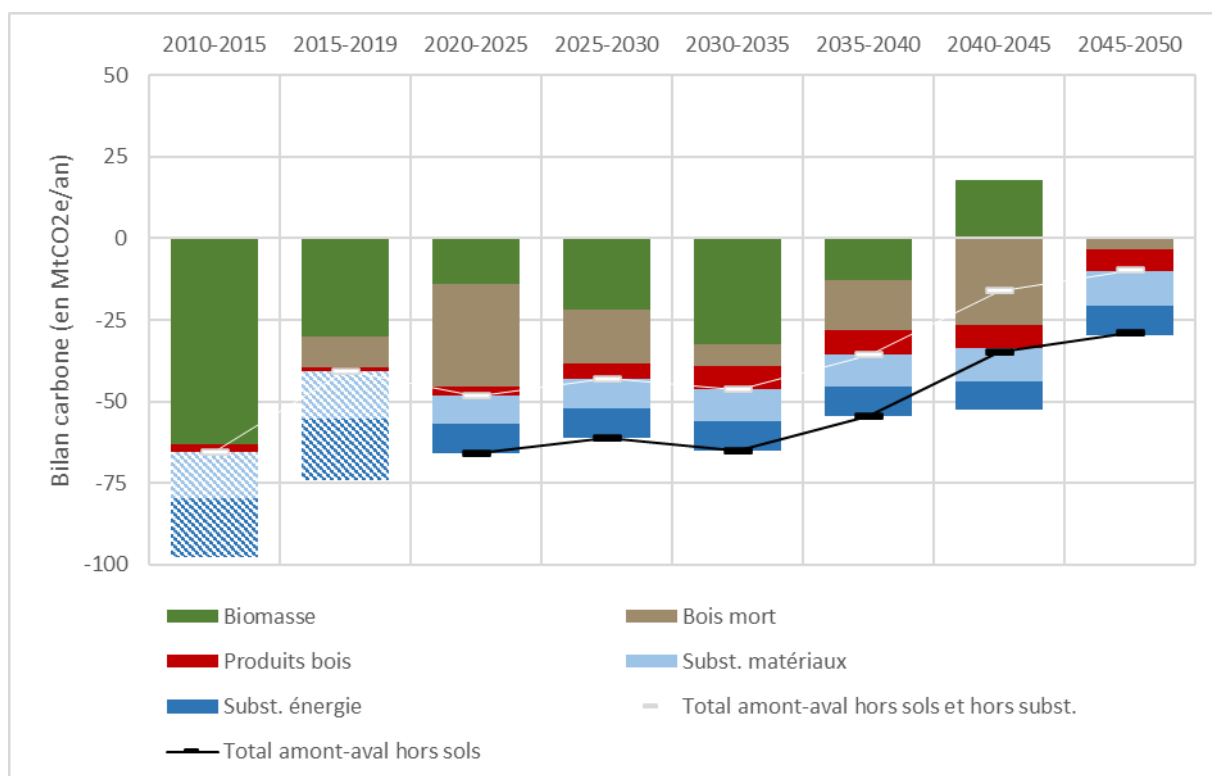


SCENARIO B2_R1_C2_F6

Idem B2_R1_C2_F1 pour l'amont / F6: idem F5 et BO feuillu et résineux additionnel en construction

Scénario	B2_R1_C2_F6	Flux dans l'écosystème (en MtCO2e/an)			Flux dans les produits bois (en MtCO2e/an)	Effet substitution (en MtCO2e/an)	
		Année	Biomasse	Bois mort		Total forêt	Matériaux
IGD	2010-2015	-63,1	0	-63,1	-2,3	-14,3*	-18*
	2015-2019	-30,1	-9,5	-39,6	-1,1	-14,7*	-18,7*
Projections 2020-2050	2020-2025	-13,8	-31,8	-45,6	-2,7	-8,6	-8,9
	2025-2030	-22	-16,2	-38,2	-4,8	-9	-9,3
	2030-2035	-32,3	-6,7	-39	-7,3	-9,9	-9
	2035-2040	-12,8	-15,3	-28,1	-7,6	-9,9	-8,8
	2040-2045	17,7	-26,6	-8,9	-7,2	-10,1	-8,8
	2045-2050	0,5	-3,2	-2,7	-7	-10,5	-8,9
Projections 2050-2080 *	2050-2055	2,4	-1,2	1,2	-6,6	-10,6	-8,9
	2055-2060	4,5	0,1	4,6	-6,1	-10,7	-9,1
	2060-2065	5,7	1,2	6,9	-5,5	-10,8	-9,1
	2065-2070	6,3	1,9	8,2	-5	-10,9	-9,1
	2070-2075	9,4	1,6	11	-4,8	-11,1	-9,3
	2075-2080	12,3	1,9	14,2	-4,9	-11,7	-8,9

NB : Les projections post-2050 sont fournies à titre indicatif, la robustesse de ces résultats est très faible et les hypothèses de certains scénarios n'ont pas été définies sur cette période. L'effet substitution calculé dans les IGD utilisait une méthode et des coefficients qui ont été revus dans la présente étude, engendrant des valeurs plus faibles en projection. Le stockage dans les sols et la litière n'est pas intégré dans les résultats présentés ici.

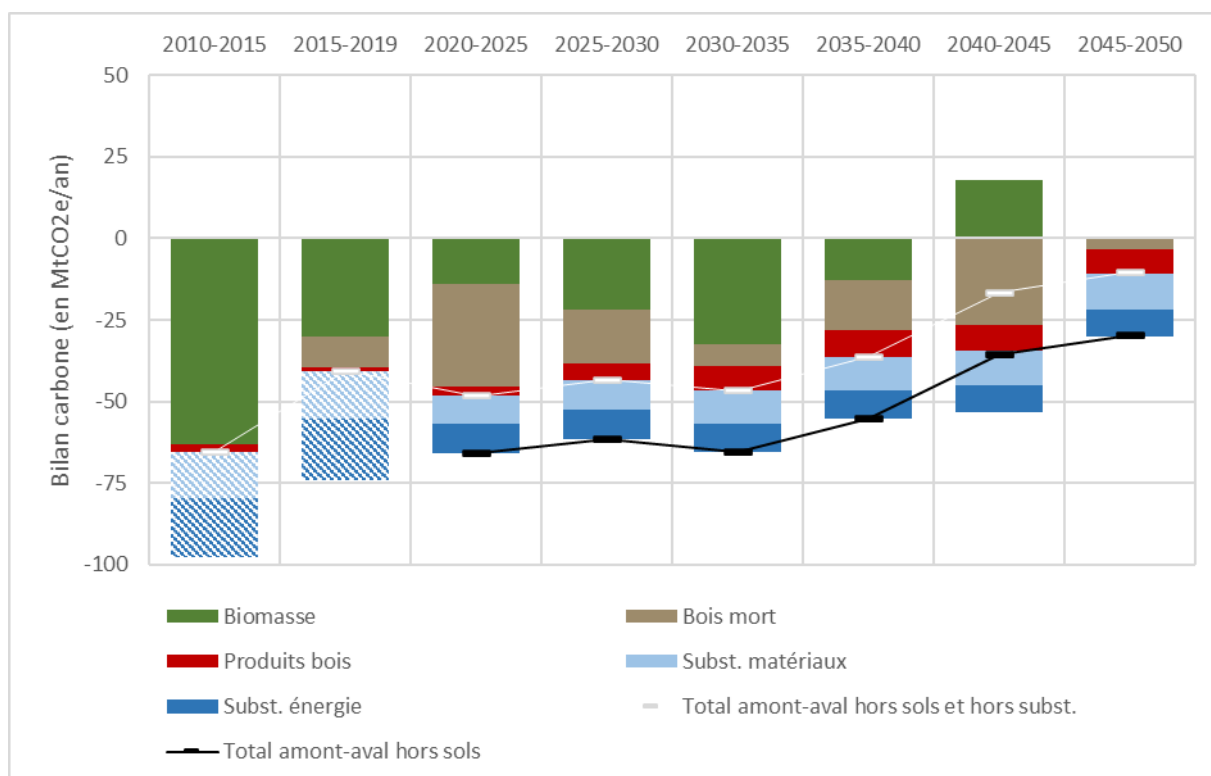


SCENARIO B2_R1_C2_F7

Idem B2_R1_C2_F1 pour l'amont / F7 : idem F6 et diminution du taux de BO non utilisé en sciage ou déroulage

Scénario	B2_R1_C2_F7	Flux dans l'écosystème (en MtCO2e/an)			Flux dans les produits bois (en MtCO2e/an)	Effet substitution (en MtCO2e/an)	
		Année	Biomasse	Bois mort		Total forêt	Matériaux
IGD	2010-2015	-63,1	0	-63,1	-2,3	-14,3*	-18*
	2015-2019	-30,1	-9,5	-39,6	-1,1	-14,7*	-18,7*
Projections 2020-2050	2020-2025	-13,8	-31,8	-45,6	-2,8	-8,6	-8,9
	2025-2030	-22	-16,2	-38,2	-5,1	-9,2	-9,1
	2030-2035	-32,3	-6,7	-39	-7,8	-10,1	-8,8
	2035-2040	-12,8	-15,3	-28,1	-8,2	-10,2	-8,6
	2040-2045	17,7	-26,6	-8,9	-7,8	-10,5	-8,5
	2045-2050	0,5	-3,2	-2,7	-7,6	-10,9	-8,6
Projections 2050-2080 *	2050-2055	2,4	-1,2	1,2	-7,1	-11	-8,6
	2055-2060	4,5	0,1	4,6	-6,6	-11,1	-8,8
	2060-2065	5,7	1,2	6,9	-6	-11,3	-8,8
	2065-2070	6,3	1,9	8,2	-5,5	-11,4	-8,8
	2070-2075	9,4	1,6	11	-5,3	-11,6	-8,9
	2075-2080	12,3	1,9	14,2	-4,9	-11,7	-8,9

NB : Les projections post-2050 sont fournies à titre indicatif, la robustesse de ces résultats est très faible et les hypothèses de certains scénarios n'ont pas été définies sur cette période. L'effet substitution calculé dans les IGD utilisait une méthode et des coefficients qui ont été revus dans la présente étude, engendrant des valeurs plus faibles en projection. Le stockage dans les sols et la litière n'est pas intégré dans les résultats présentés ici.

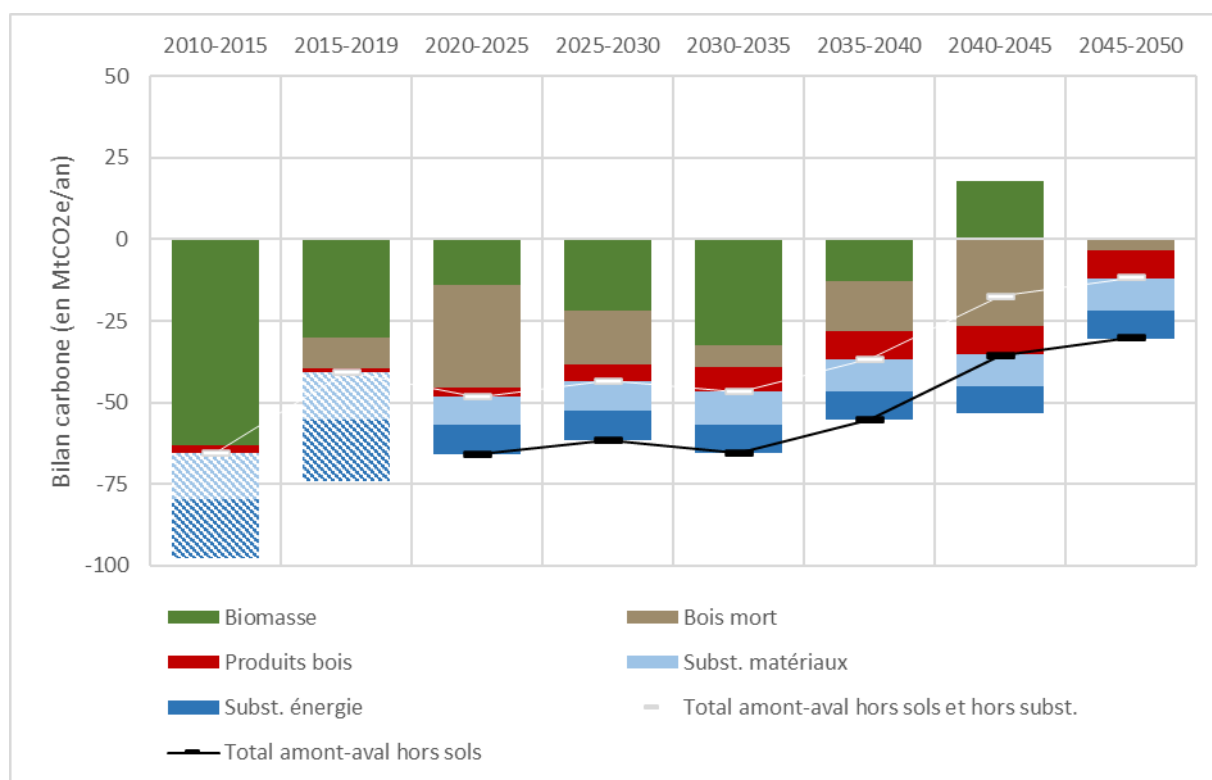


SCENARIO B2_R1_C2_F8

Idem B2_R1_C2_F1 pour l'amont / F8 : idem F7 et augmentation du recyclage en France

Scénario	B2_R1_C2_F8	Flux dans l'écosystème (en MtCO2e/an)			Flux dans les produits bois (en MtCO2e/an)	Effet substitution (en MtCO2e/an)	
		Année	Biomasse	Bois mort		Total forêt	Matériaux
IGD	2010-2015	-63,1	0	-63,1	-2,3	-14,3*	-18*
	2015-2019	-30,1	-9,5	-39,6	-1,1	-14,7*	-18,7*
Projections 2020-2050	2020-2025	-13,8	-31,8	-45,6	-2,8	-8,6	-8,9
	2025-2030	-22	-16,2	-38,2	-5,1	-9,2	-9,1
	2030-2035	-32,3	-6,7	-39	-7,8	-10,1	-8,8
	2035-2040	-12,8	-15,3	-28,1	-8,5	-9,9	-8,6
	2040-2045	17,7	-26,6	-8,9	-8,6	-9,7	-8,5
	2045-2050	0,5	-3,2	-2,7	-9	-9,7	-8,6
Projections 2050-2080 *	2050-2055	2,4	-1,2	1,2	-8,7	-9,3	-8,6
	2055-2060	4,5	0,1	4,6	-8,1	-9,4	-8,8
	2060-2065	5,7	1,2	6,9	-7,5	-9,5	-8,8
	2065-2070	6,3	1,9	8,2	-7	-9,6	-8,8
	2070-2075	9,4	1,6	11	-6,7	-9,8	-8,9
	2075-2080	12,3	1,9	14,2	-6,2	-9,9	-8,9

NB : Les projections post-2050 sont fournies à titre indicatif, la robustesse de ces résultats est très faible et les hypothèses de certains scénarios n'ont pas été définies sur cette période. L'effet substitution calculé dans les IGD utilisait une méthode et des coefficients qui ont été revus dans la présente étude, engendrant des valeurs plus faibles en projection. Le stockage dans les sols et la litière n'est pas intégré dans les résultats présentés ici.

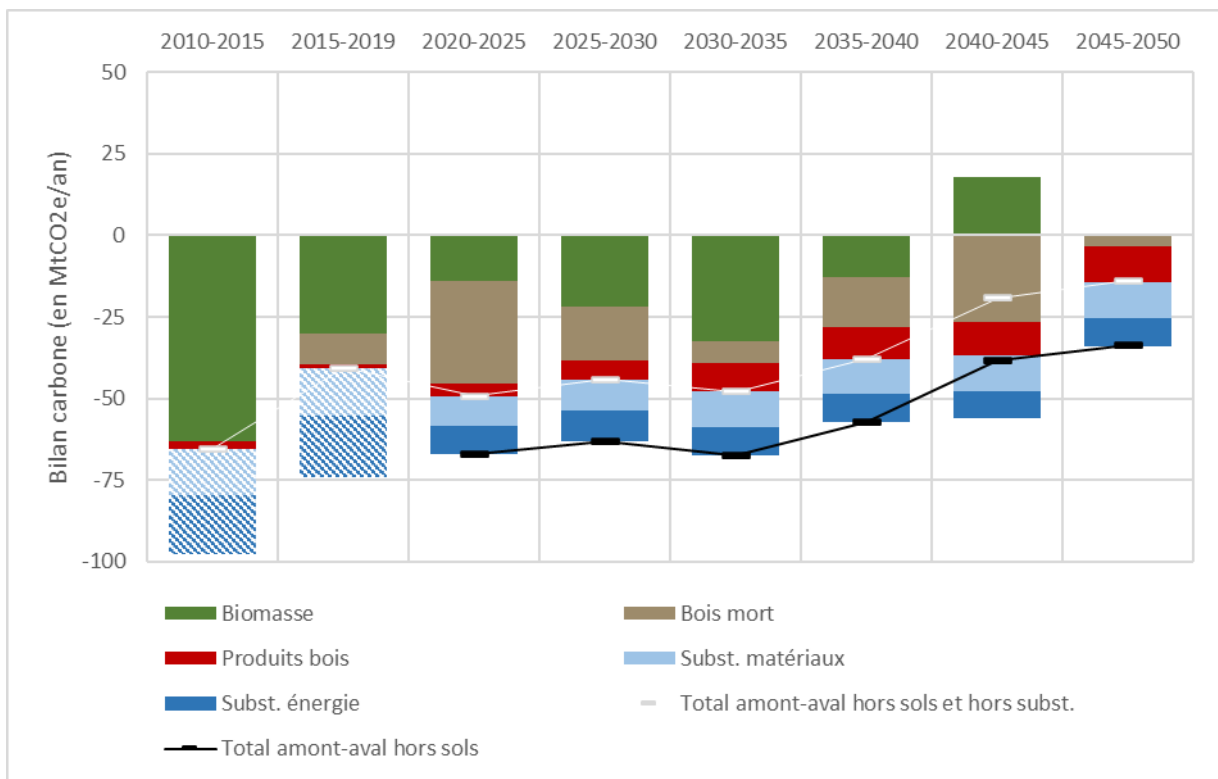


SCENARIO B2_R1_C2_F9

Idem B2_R1_C2_F1 pour l'amont / F9 : idem F8 et recyclage domestique des déchets bois/prise en compte du recyclé exporté

Scénario	B2_R1_C2_F9	Flux dans l'écosystème (en MtCO2e/an)			Flux dans les produits bois (en MtCO2e/an)	Effet substitution (en MtCO2e/an)	
		Année	Biomasse	Bois mort		Total forêt	Matériaux
IGD	2010-2015	-63,1	0	-63,1	-2,3	-14,3*	-18*
	2015-2019	-30,1	-9,5	-39,6	-1,1	-14,7*	-18,7*
Projections 2020-2050	2020-2025	-13,8	-31,8	-45,6	-3,6	-9,1	-8,9
	2025-2030	-22	-16,2	-38,2	-6	-9,7	-9,1
	2030-2035	-32,3	-6,7	-39	-8,9	-10,8	-8,8
	2035-2040	-12,8	-15,3	-28,1	-9,8	-10,8	-8,6
	2040-2045	17,7	-26,6	-8,9	-10,3	-10,8	-8,5
	2045-2050	0,5	-3,2	-2,7	-11,1	-11,1	-8,6
Projections 2050-2080 *	2050-2055	2,4	-1,2	1,2	-11,1	-11,1	-8,6
	2055-2060	4,5	0,1	4,6	-10,6	-11,3	-8,8
	2060-2065	5,7	1,2	6,9	-10	-11,6	-8,8
	2065-2070	6,3	1,9	8,2	-9,4	-11,8	-8,8
	2070-2075	9,4	1,6	11	-9,1	-12,1	-8,9
	2075-2080	12,3	1,9	14,2	-8,7	-12,4	-8,9

NB : Les projections post-2050 sont fournies à titre indicatif, la robustesse de ces résultats est très faible et les hypothèses de certains scénarios n'ont pas été définies sur cette période. L'effet substitution calculé dans les IGD utilisait une méthode et des coefficients qui ont été revus dans la présente étude, engendrant des valeurs plus faibles en projection. Le stockage dans les sols et la litière n'est pas intégré dans les résultats présentés ici.

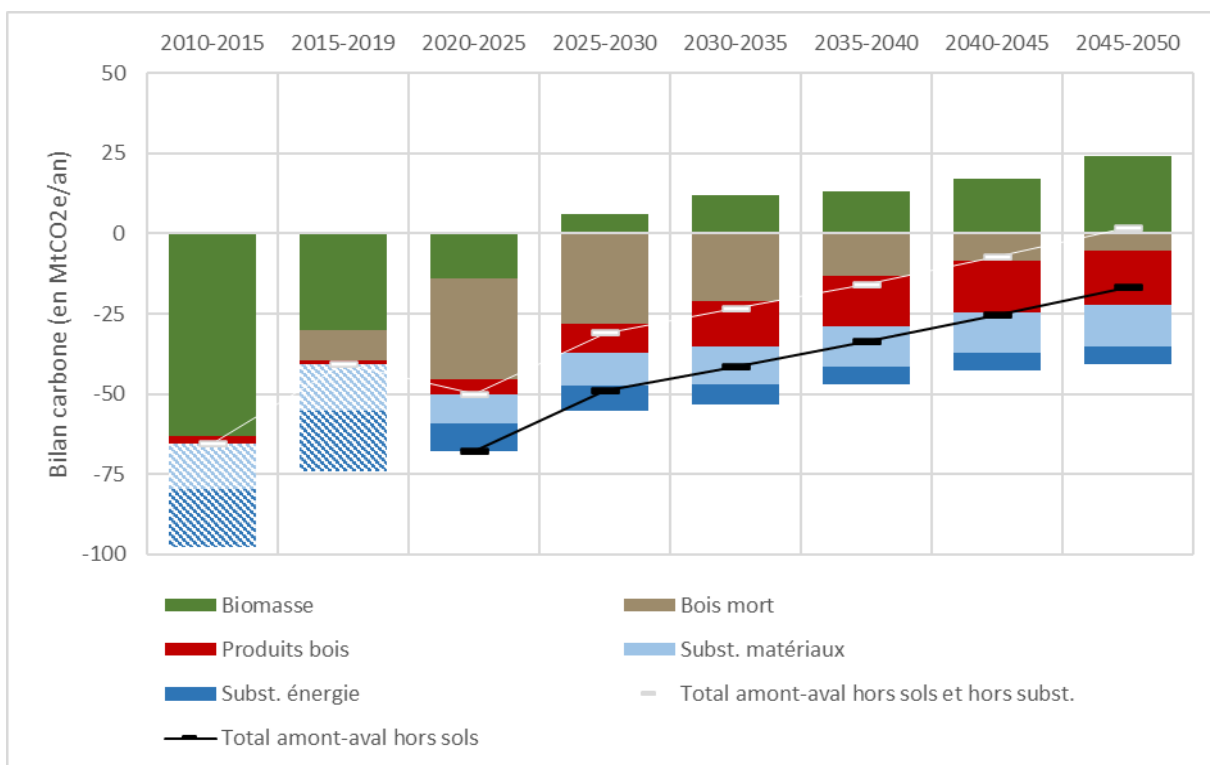


SCENARIO B2_R1_C2_F10

Idem B2_R1_C2_F1 pour l'amont / F10 : idem F9 et utilisation en panneaux d'une part plus importante du BI de l'ensemble de la récolte

Scénario	B2_R1_C2_F10	Flux dans l'écosystème (en MtCO ₂ e/an)			Flux dans les produits bois (en MtCO ₂ e/an)	Effet substitution (en MtCO ₂ e/an)	
		Année	Biomasse	Bois mort		Total forêt	Matériaux
IGD	2010-2015	-63,1	0	-63,1	-2,3	-14,3*	-18*
	2015-2019	-30,1	-9,5	-39,6	-1,1	-14,7*	-18,7*
Projections 2020-2050	2020-2025	-13,8	-31,8	-45,6	-4,5	-9,2	-8,4
	2025-2030	6,2	-28,2	-22	-8,9	-10,3	-7,7
	2030-2035	11,9	-21	-9,1	-14,2	-12	-6,1
	2035-2040	13,3	-13,1	0,2	-16	-12,5	-5,4
	2040-2045	17,3	-8,3	9	-16,2	-12,7	-5,4
	2045-2050	24	-5,5	18,5	-16,7	-13,1	-5,4
Projections 2050-2080 *	2050-2055	24,4	-0,7	23,7	-16,5	-13,2	-5,5
	2055-2060	27,3	1,1	28,4	-15,9	-13,7	-5,5
	2060-2065	26,5	3,9	30,4	-15	-14,1	-5,5
	2065-2070	22,5	6,2	28,7	-14,2	-14,5	-5,5
	2070-2075	18,8	7,4	26,2	-13,7	-15	-5,6
	2075-2080	18,7	7,2	25,9	-13	-15,4	-5,6

NB : Les projections post-2050 sont fournies à titre indicatif, la robustesse de ces résultats est très faible et les hypothèses de certains scénarios n'ont pas été définies sur cette période. L'effet substitution calculé dans les IGD utilisait une méthode et des coefficients qui ont été revus dans la présente étude, engendrant des valeurs plus faibles en projection. Le stockage dans les sols et la litière n'est pas intégré dans les résultats présentés ici.



SCENARIO B2_R1_C3_F1

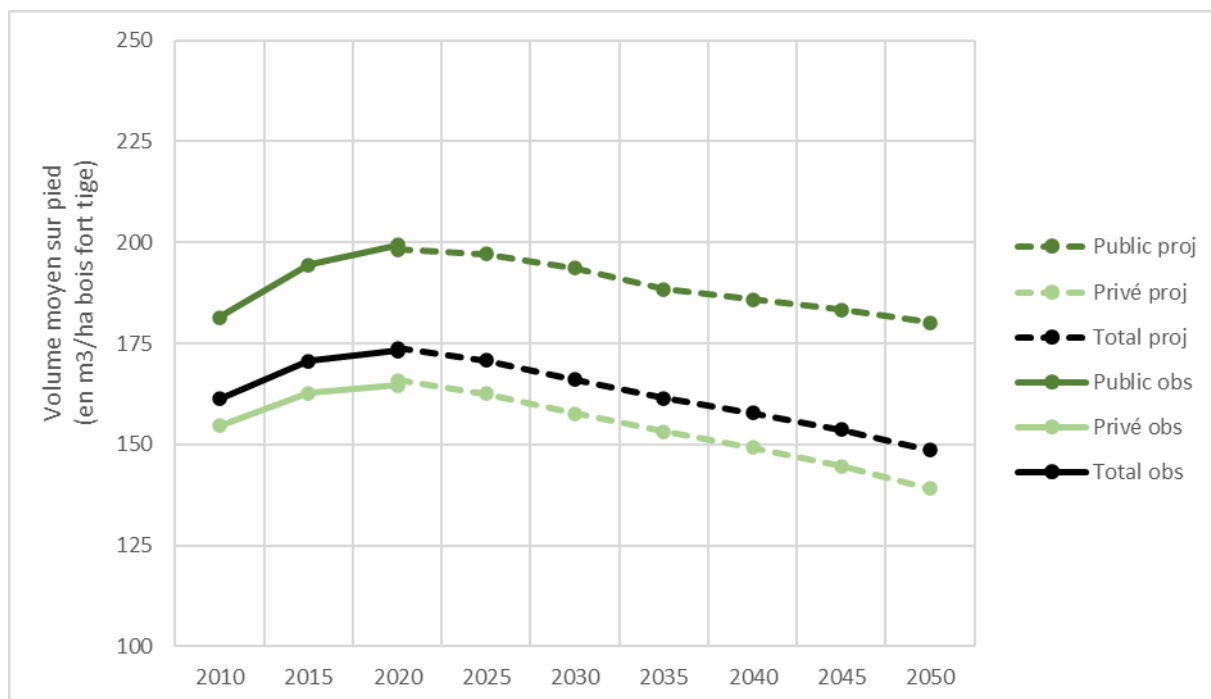
B2 : hausse de la récolte à 63 Mm³/an en 2050 (atteinte du PNFB en 2030 puis stabilité du niveau de récolte)

R1 : scénario d'atteinte du milliard d'arbres plantés de « France 2030 » dès 2030

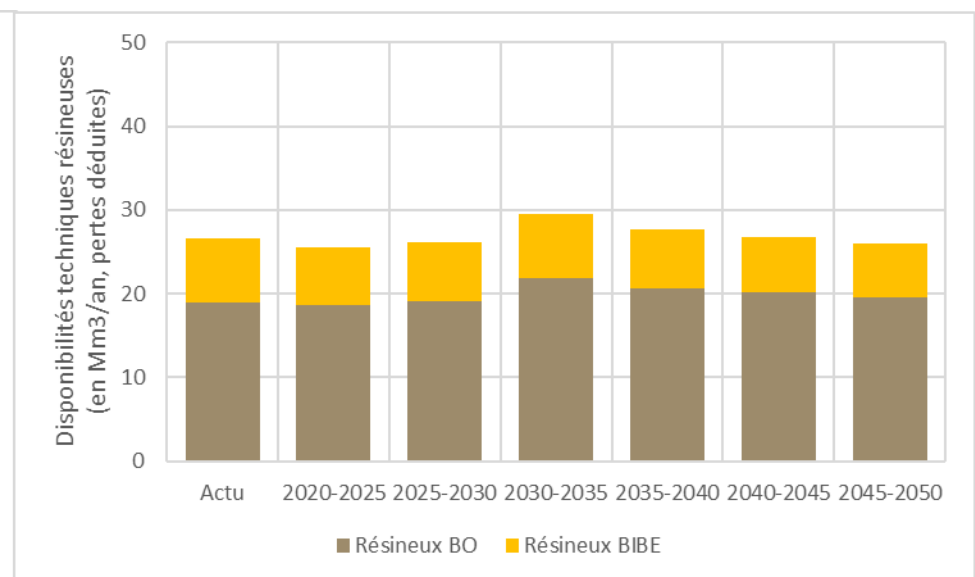
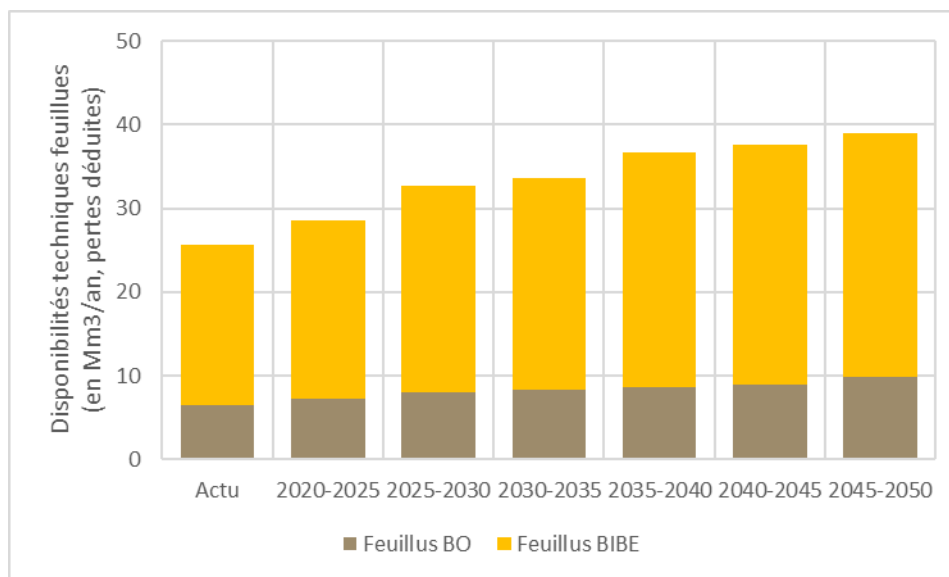
C3 : scénario pessimiste d'une atteinte d'un plateau ascendant de la mortalité et décroissant de la production

F1 : récolte additionnelle répondant à la demande (principalement en construction pour le BO et à 70 % pour l'énergie et 30 % pour la construction pour le BIBE)

Scénario	B2_R1_C3	Volume sur pied (en Mm ³ bois fort tige)					Stock de carbone (en MtC)	Surface (en milliers d'ha)	
		Feuillus		Résineux		Total		Public	Privé
		Public	Privé	Public	Privé				
Obs. IFN	2010	424 ± 16	1 202 ± 27	288 ± 16	603 ± 25	2 518 ± 38	1 182 ± 17	3 930 ± 50	11 680 ± 100
	2015	438 ± 17	1 296 ± 31	331 ± 21	663 ± 28	2 728 ± 45	1 268 ± 20	3 950 ± 50	12 030 ± 110
	2020	462 ± 17	1 358 ± 31	330 ± 21	661 ± 29	2 811 ± 46	1 316 ± 20	3 970 ± 40	12 270 ± 110
Projections 2020-2050	2025	471	1 414	312	638	2 834	1 331	3 970	12 620
	2030	468	1 404	301	621	2 793	1 323	3 970	12 850
	2035	463	1 389	285	597	2 734	1 307	3 970	12 960
	2040	459	1 366	279	575	2 680	1 289	3 970	13 010
	2045	455	1 341	273	547	2 616	1 265	3 970	13 050
	2050	448	1 305	267	511	2 531	1 232	3 970	13 060



Scénario	B2_R1_C3	Flux en volume (en Mm3/an bois fort tige)		Flux en carbone (en Mm3/an bois fort tige)		Disponibilités techniques (en Mm3/an, pertes déduites)								Origine des disponibilités (en % du total)		
		Période	Dispos.	Mortalité	Dispos	Mortalité	Feuillus				Résineux				Total	Coupes liées au plan de renouvel.
	BO pot.						BIBE		BO pot.		BIBE					
	Public						Privé	Public	Privé	Public	Privé	Public	Privé			
Obs. /FN	2013-2022	51,4 ± 2,7	13,1 ± 0,6	Non estimé		2,2 ± 0,3	4,3 ± 0,5	5,6 ± 0,5	13,5 ± 1,1	4,9 ± 0,8	14 ± 1,7	1,8 ± 0,3	5,9 ± 0,6	52,3 ± 2,6	Non estimé	
Projections 2020-2050	2020-2025	52,6	23,2	21,9	10,5	2,7	4,6	6,3	15,0	5,4	13,3	1,8	5,1	54,1	4%	10%
	2025-2030	56,9	24,1	24,2	11,2	2,9	5,2	7,0	17,6	5,4	13,7	1,9	5,2	59,0	16%	6%
	2030-2035	61,0	23,1	25,8	10,9	2,9	5,4	7,2	18,1	6,0	15,8	2,1	5,6	63,1	18%	6%
	2035-2040	61,4	20,5	26,9	9,8	2,8	5,9	6,8	21,2	4,7	15,9	1,5	5,5	64,3	0%	10%
	2040-2045	61,1	19,6	27,1	9,4	2,8	6,2	6,9	21,7	4,6	15,5	1,4	5,3	64,3	0%	10%
	2045-2050	61,4	18,9	27,5	9,1	2,8	7,0	7,0	22,2	4,5	15,0	1,4	5,1	64,9	2%	11%

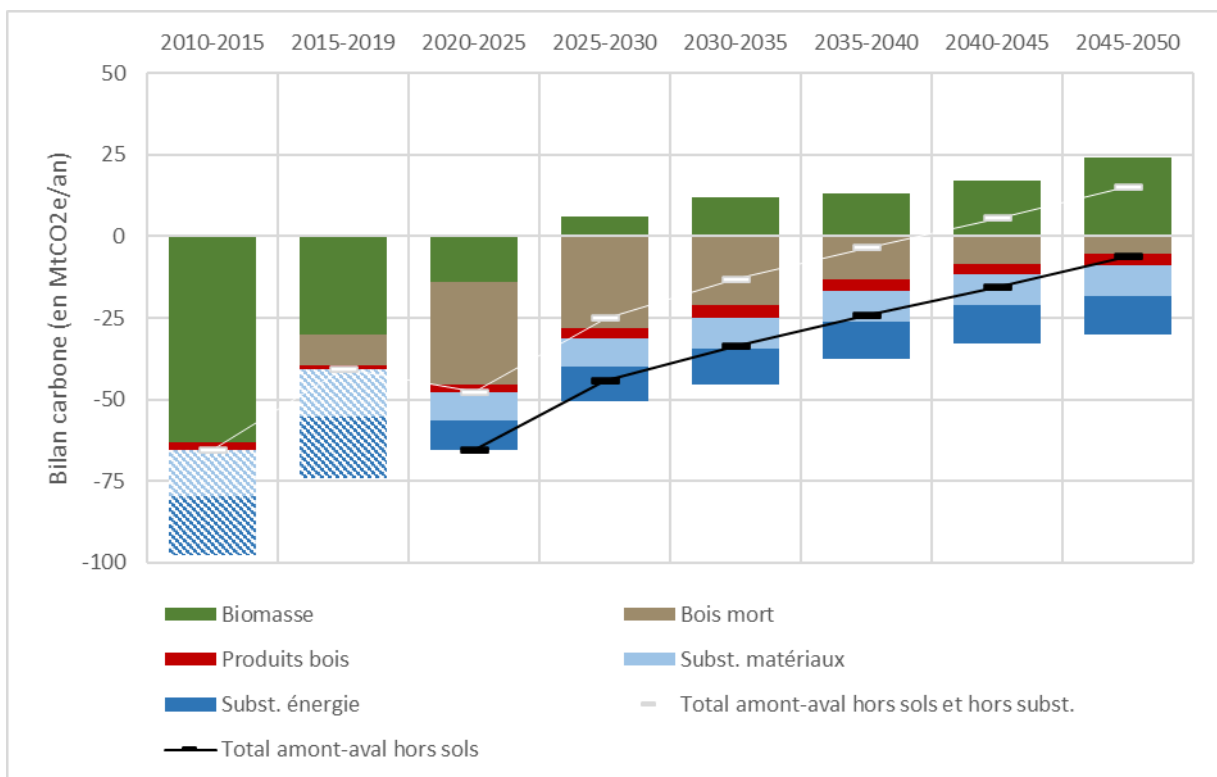


Scénario	B2_R1_C3_F1	Flux dans l'écosystème (en MtCO2e/an)			Flux dans les produits bois (en MtCO2e/an)	Effet substitution (en MtCO2e/an)	
	Année	Biomasse	Bois mort	Total forêt		Matériaux	Énergie
IGD	2010-2015	-63,1	0	-63,1	-2,3	-14,3*	-18*
	2015-2019	-30,1	-9,5	-39,6	-1,1	-14,7*	-18,7*
Projections 2020-2050	2020-2025	-13,8	-31,8	-45,6	-2,2	-8,5	-9,2
	2025-2030	6,2	-28,2	-22	-3,1	-8,8	-10,3
	2030-2035	11,9	-21	-9,1	-4	-9,4	-11
	2035-2040	13,3	-13,1	0,2	-3,7	-9,2	-11,6
	2040-2045	17,3	-8,3	9	-3,4	-9,3	-11,8
	2045-2050	24	-5,5	18,5	-3,2	-9,6	-12
Projections 2050-2080 *	2050-2055	24,4	-0,7	23,7	-2,8	-9,4	-12,1
	2055-2060	27,3	1,1	28,4	-2,5	-9,4	-12,2
	2060-2065	26,5	3,9	30,4	-2,2	-9,4	-11,7
	2065-2070	22,5	6,2	28,7	-1	-8,8	-11
	2070-2075	18,8	7,4	26,2	-0,3	-8,4	-10,4
	2075-2080	18,7	7,2	25,9	-0,2	-8,2	-10

NB : Les projections post-2050 sont fournies à titre indicatif, la robustesse de ces résultats est très faible et les hypothèses de certains scénarios n'ont pas été définies sur cette période.

L'effet substitution calculé dans les IGD utilisait une méthode et des coefficients qui ont été revus dans la présente étude, engendrant des valeurs plus faibles en projection.

Le stockage dans les sols et la litière n'est pas intégré dans les résultats présentés ici.



SCENARIO B2_R2_C1

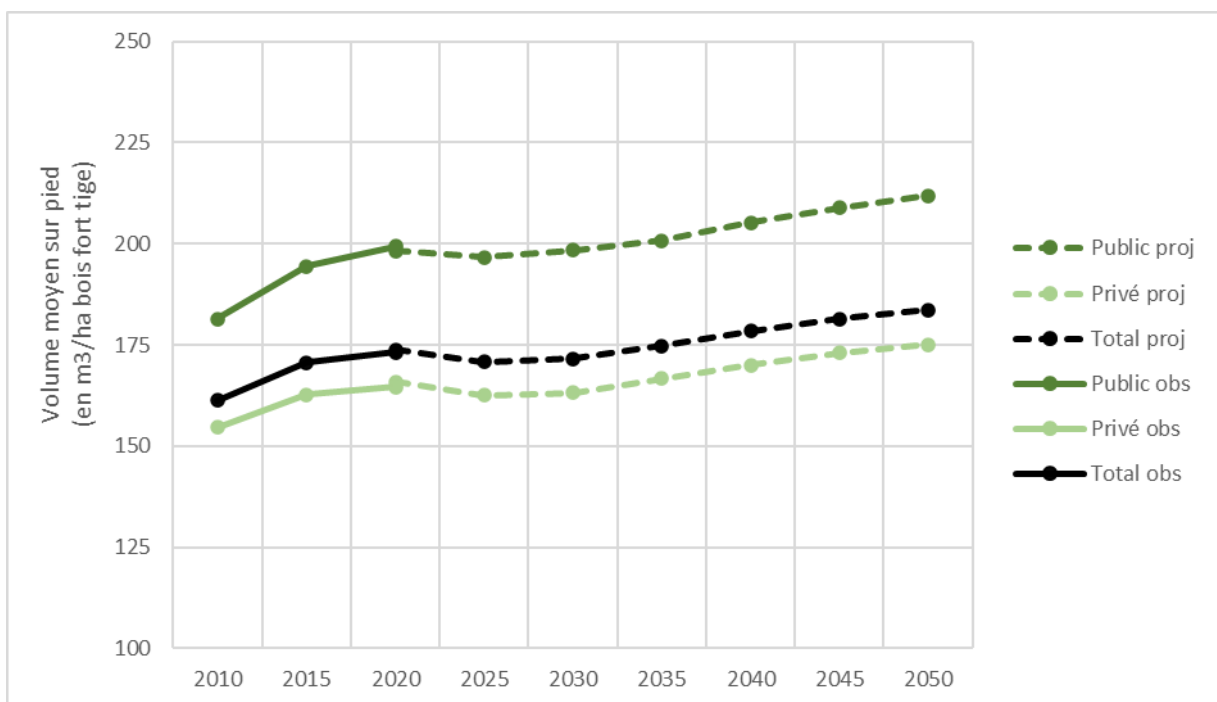
B2 : hausse de la récolte à 63 Mm³/an en 2050 (atteinte du PNFB en 2030 puis stabilité du niveau de récolte)

R2 : scénario d'atteinte plus progressive des objectifs de « France 2030 »

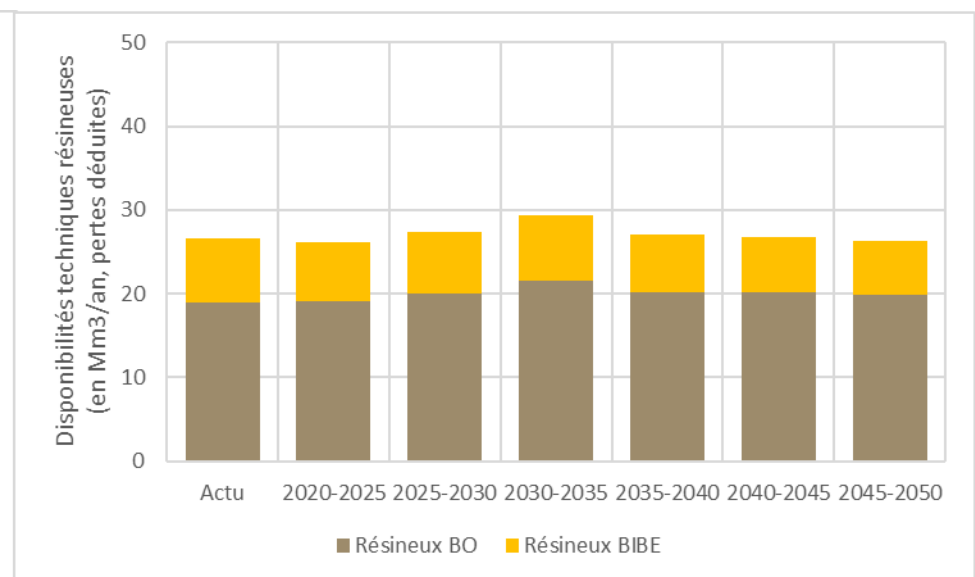
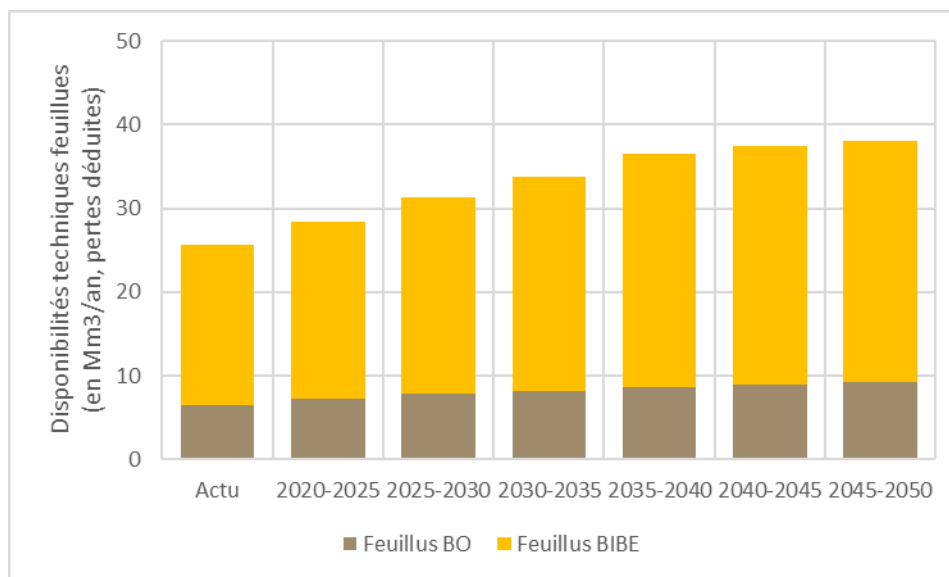
C1 : scénario optimiste considérant la crise actuelle comme conjoncturelle

Pas de calcul sur l'aval et la filière

Scénario	B2_R2_C1	Volume sur pied (en Mm ³ bois fort tige)					Stock de carbone (en MtC)	Surface (en milliers d'ha)	
		Feuillus		Résineux		Total		Public	Privé
		Public	Privé	Public	Privé				
Obs. /FN	2010	424 ± 16	1 202 ± 27	288 ± 16	603 ± 25	2 518 ± 38	1 182 ± 17	3 930 ± 50	11 680 ± 100
	2015	438 ± 17	1 296 ± 31	331 ± 21	663 ± 28	2 728 ± 45	1 268 ± 20	3 950 ± 50	12 030 ± 110
	2020	462 ± 17	1 358 ± 31	330 ± 21	661 ± 29	2 811 ± 46	1 316 ± 20	3 970 ± 40	12 270 ± 110
Projections 2020-2050	2025	470	1 415	311	636	2 832	1 331	3 970	12 610
	2030	480	1 456	308	631	2 874	1 362	3 970	12 790
	2035	492	1 513	305	631	2 941	1 406	3 970	12 860
	2040	504	1 562	311	634	3 011	1 447	3 970	12 910
	2045	515	1 609	314	631	3 069	1 483	3 970	12 940
	2050	525	1 649	316	620	3 110	1 511	3 970	12 960



Scénario	B2_R2_C1	Flux en volume (en Mm3/an bois fort tige)		Flux en carbone (en Mm3/an bois fort tige)		Disponibilités techniques (en Mm3/an, pertes déduites)								Origine des disponibilités (en % du total)		
		Période	Dispos.	Mortalité	Dispos	Mortalité	Feuillus				Résineux				Total	Coupes liées au plan de renouvel.
	BO pot.						BIBE		BO pot.		BIBE					
	Public						Privé	Public	Privé	Public	Privé	Public	Privé			
Obs. /FN	2013-2022	51,4 ± 2,7	13,1 ± 0,6	Non estimé		2,2 ± 0,3	4,3 ± 0,5	5,6 ± 0,5	13,5 ± 1,1	4,9 ± 0,8	14 ± 1,7	1,8 ± 0,3	5,9 ± 0,6	52,3 ± 2,6	Non estimé	
Projections 2020-2050	2020-2025	53,0	23,2	22,0	10,5	2,7	4,6	6,3	14,8	5,6	13,5	1,8	5,2	54,5	3%	10%
	2025-2030	56,9	15,5	24,0	7,3	2,7	5,1	6,6	16,9	5,3	14,7	1,9	5,5	58,8	7%	5%
	2030-2035	60,9	10,8	25,9	5,1	2,8	5,4	7,0	18,6	5,6	16,0	2,0	5,7	63,1	14%	3%
	2035-2040	60,7	11,1	26,7	5,3	2,8	5,8	7,0	20,9	4,4	15,8	1,4	5,4	63,6	0%	4%
	2040-2045	61,0	11,8	27,0	5,7	2,8	6,1	7,2	21,3	4,5	15,6	1,4	5,2	64,1	0%	5%
	2045-2050	61,2	12,6	27,2	6,1	2,8	6,5	7,3	21,5	4,5	15,4	1,4	5,0	64,5	1%	5%

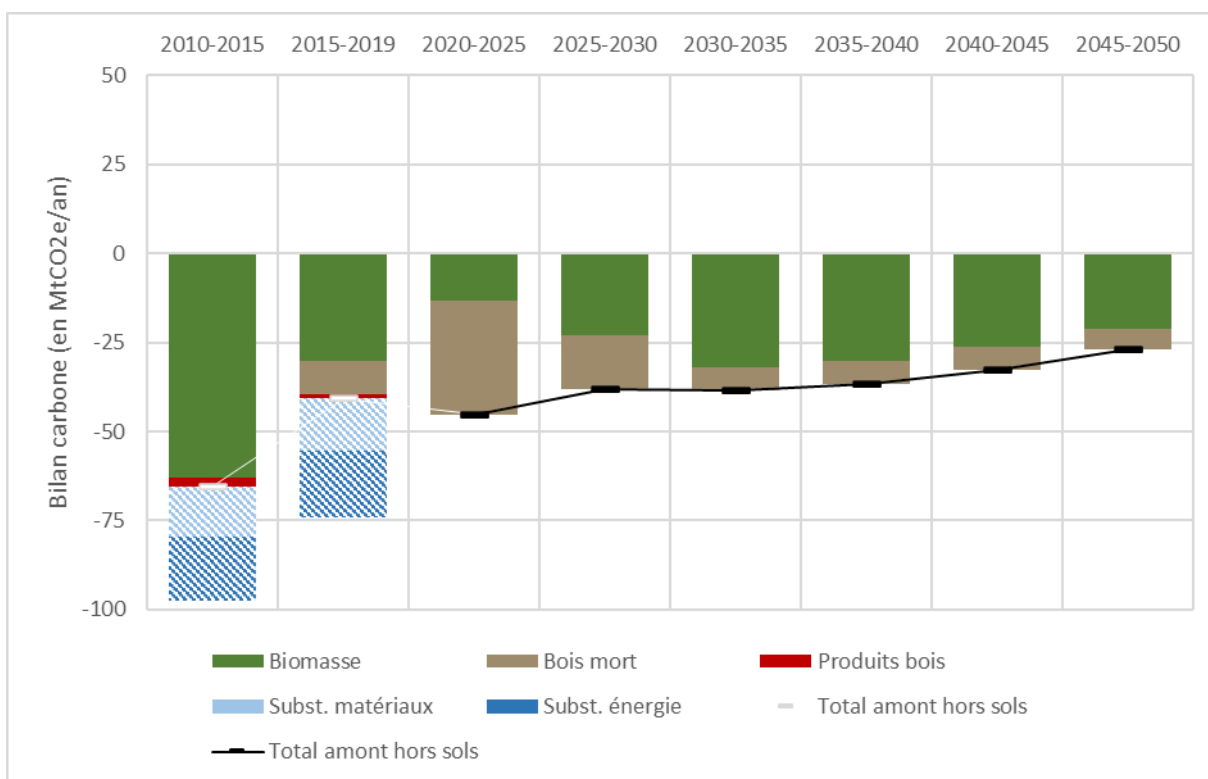


Scénario	B2_R2_C1	Flux dans l'écosystème (en MtCO2e/an)			Flux dans les produits bois (en MtCO2e/an)	Effet substitution (en MtCO2e/an)	
	Année	Biomasse	Bois mort	Total forêt		Matériaux	Énergie
IGD	2010-2015	-63,1	0	-63,1	-2,3	-14,3*	-18*
	2015-2019	-30,1	-9,5	-39,6	-1,1	-14,7*	-18,7*
Projections 2020-2050	2020-2025	-13,3	-31,9	-45,2	Non estimé	Non	estimé
	2025-2030	-22,9	-15,1	-38	Non estimé	Non	estimé
	2030-2035	-32	-6,3	-38,3	Non estimé	Non	estimé
	2035-2040	-30,1	-6,4	-36,5	Non estimé	Non	estimé
	2040-2045	-26,4	-6,2	-32,6	Non estimé	Non	estimé
	2045-2050	-21,1	-6	-27,1	Non estimé	Non	estimé
Projections 2050-2080 *	2050-2055	-20,4	-4	-24,4	Non estimé	Non	estimé
	2055-2060	-19,4	-2,9	-22,3	Non estimé	Non	estimé
	2060-2065	-18,6	-2,2	-20,8	Non estimé	Non	estimé
	2065-2070	-18,1	-1,5	-19,6	Non estimé	Non	estimé
	2070-2075	-16,9	-1,3	-18,2	Non estimé	Non	estimé
	2075-2080	-16,2	-0,6	-16,8	Non estimé	Non	estimé

NB : Les projections post-2050 sont fournies à titre indicatif, la robustesse de ces résultats est très faible et les hypothèses de certains scénarios n'ont pas été définies sur cette période.

L'effet substitution calculé dans les IGD utilisait une méthode et des coefficients qui ont été revus dans la présente étude, engendrant des valeurs plus faibles en projection.

Le stockage dans les sols et la litière n'est pas intégré dans les résultats présentés ici.



SCENARIO B2_R2_C2_F1

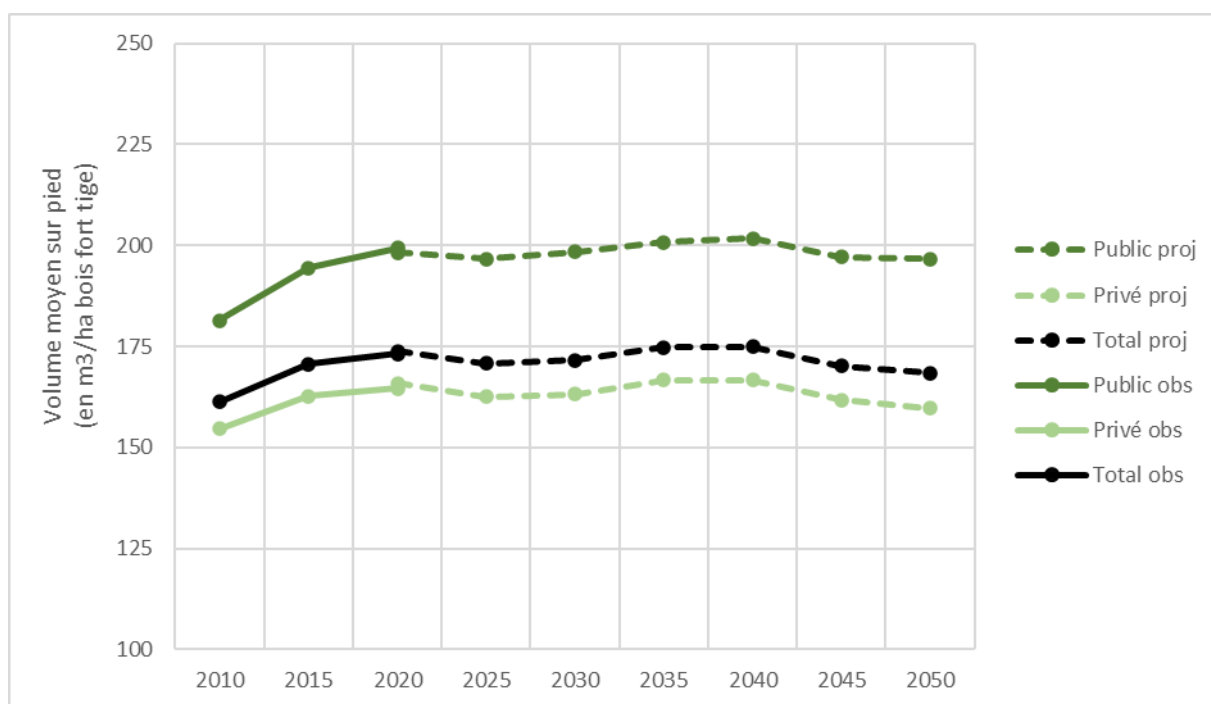
B2 : hausse de la récolte à 63 Mm³/an en 2050 (atteinte du PNFB en 2030 puis stabilité du niveau de récolte)

R2 : scénario d'atteinte plus progressive des objectifs de « France 2030 »

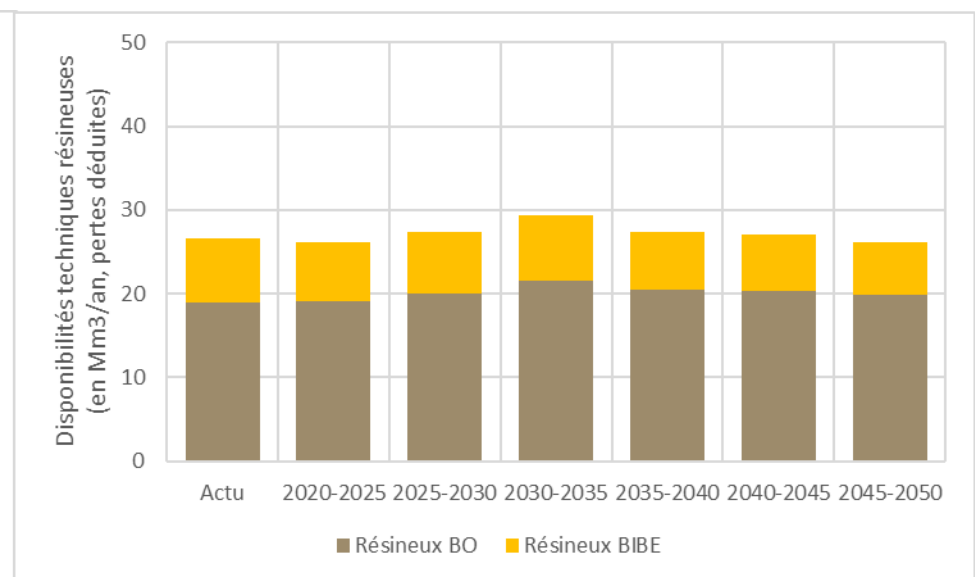
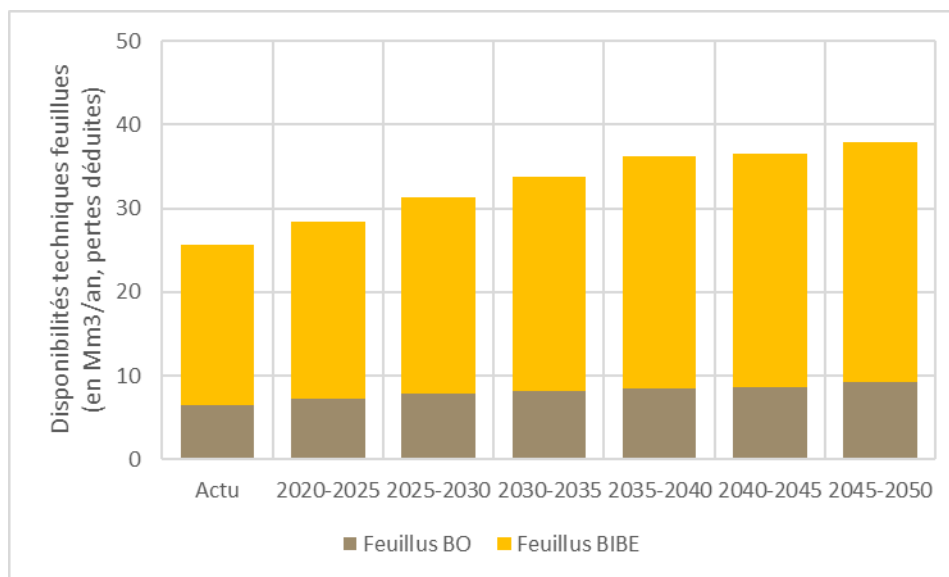
C2 : scénario de succession de crises telles que l'actuelle espacées de quelques années (analogie aux périodes successives d'années de sécheresse)

F1 : récolte additionnelle répondant à la demande (principalement en construction pour le BO et à 70 % pour l'énergie et 30 % pour la construction pour le BIBE)

Scénario	B2_R2_C2	Volume sur pied (en Mm ³ bois fort tige)					Stock de carbone (en MtC)	Surface (en milliers d'ha)	
		Feuillus		Résineux		Total		Public	Privé
		Public	Privé	Public	Privé				
Obs. /FN	2010	424 ± 16	1 202 ± 27	288 ± 16	603 ± 25	2 518 ± 38	1 182 ± 17	3 930 ± 50	11 680 ± 100
	2015	438 ± 17	1 296 ± 31	331 ± 21	663 ± 28	2 728 ± 45	1 268 ± 20	3 950 ± 50	12 030 ± 110
	2020	462 ± 17	1 358 ± 31	330 ± 21	661 ± 29	2 811 ± 46	1 316 ± 20	3 970 ± 40	12 270 ± 110
Projections 2020-2050	2025	470	1 415	311	636	2 832	1 331	3 970	12 610
	2030	480	1 456	308	631	2 874	1 362	3 970	12 790
	2035	492	1 513	305	631	2 941	1 406	3 970	12 860
	2040	497	1 529	304	623	2 953	1 420	3 970	12 910
	2045	490	1 497	293	597	2 877	1 392	3 970	12 940
	2050	490	1 498	291	572	2 851	1 389	3 970	12 960



Scénario	B2_R2_C2	Flux en volume (en Mm3/an bois fort tige)		Flux en carbone (en Mm3/an bois fort tige)		Disponibilités techniques (en Mm3/an, pertes déduites)								Origine des disponibilités (en % du total)		
		Période	Dispos.	Mortalité	Dispos	Mortalité	Feuillus				Résineux				Total	Coupes liées au plan de renouvel.
	BO pot.						BIBE		BO pot.		BIBE					
	Public						Privé	Public	Privé	Public	Privé	Public	Privé			
Obs. IFN	2013-2022	51,4 ± 2,7	13,1 ± 0,6	Non estimé		2,2 ± 0,3	4,3 ± 0,5	5,6 ± 0,5	13,5 ± 1,1	4,9 ± 0,8	14 ± 1,7	1,8 ± 0,3	5,9 ± 0,6	52,3 ± 2,6	Non estimé	
Projections 2020-2050	2020-2025	53,0	23,2	22,0	10,5	2,7	4,6	6,3	14,8	5,6	13,5	1,8	5,2	54,5	3%	10%
	2025-2030	56,9	15,5	24,0	7,3	2,7	5,1	6,6	16,9	5,3	14,7	1,9	5,5	58,8	7%	5%
	2030-2035	60,9	10,8	25,9	5,1	2,8	5,4	7,0	18,6	5,6	16,0	2,0	5,7	63,1	14%	3%
	2035-2040	60,7	17,2	26,6	8,2	2,8	5,7	7,0	20,7	4,7	15,7	1,5	5,4	63,6	0%	7%
	2040-2045	60,6	27,4	26,6	13,1	2,9	5,8	7,3	20,5	5,1	15,2	1,6	5,2	63,6	0%	10%
	2045-2050	60,9	16,4	27,1	7,9	2,8	6,5	7,2	21,4	4,5	15,3	1,4	5,0	64,2	1%	8%

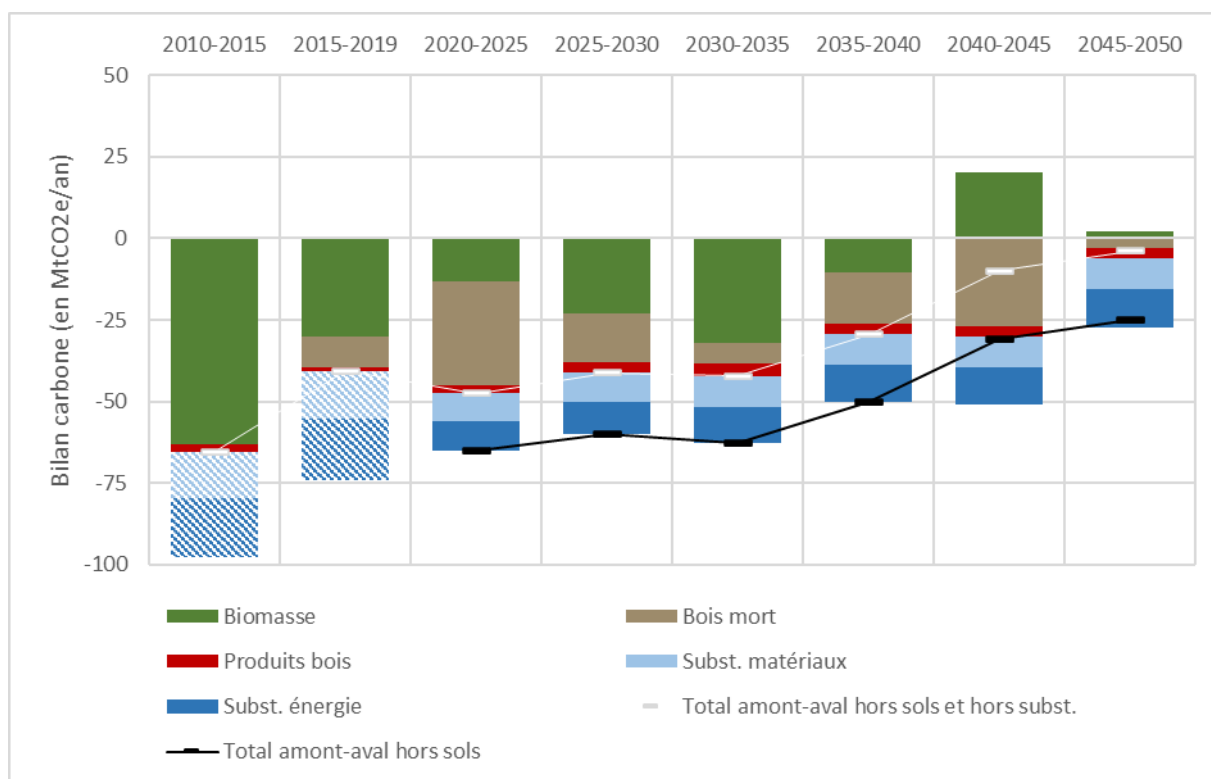


Scénario	B2_R2_C2_F1	Flux dans l'écosystème (en MtCO2e/an)			Flux dans les produits bois (en MtCO2e/an)	Effet substitution (en MtCO2e/an)	
	Année	Biomasse	Bois mort	Total forêt		Matériaux	Énergie
IGD	2010-2015	-63,1	0	-63,1	-2,3	-14,3*	-18*
	2015-2019	-30,1	-9,5	-39,6	-1,1	-14,7*	-18,7*
Projections 2020-2050	2020-2025	-13,3	-31,9	-45,2	-2,3	-8,6	-9,2
	2025-2030	-22,9	-15,1	-38	-3,2	-8,9	-10,1
	2030-2035	-32	-6,3	-38,3	-3,9	-9,4	-11
	2035-2040	-10,4	-15,6	-26	-3,5	-9,2	-11,4
	2040-2045	20,4	-27	-6,6	-3,3	-9,3	-11,5
	2045-2050	2,3	-3	-0,7	-3,1	-9,6	-11,7
Projections 2050-2080 *	2050-2055	4,2	-0,9	3,3	-2,8	-9,5	-11,9
	2055-2060	5,9	0,4	6,3	-2,5	-9,4	-12,1
	2060-2065	7,2	1,4	8,6	-2,2	-9,4	-12,2
	2065-2070	9	1,8	10,8	-2	-9,4	-12,4
	2070-2075	11,7	1,6	13,3	-1,8	-9,4	-12,6
	2075-2080	15,7	1,2	16,9	-1,7	-9,4	-12,8

NB : Les projections post-2050 sont fournies à titre indicatif, la robustesse de ces résultats est très faible et les hypothèses de certains scénarios n'ont pas été définies sur cette période.

L'effet substitution calculé dans les IGD utilisait une méthode et des coefficients qui ont été revus dans la présente étude, engendrant des valeurs plus faibles en projection.

Le stockage dans les sols et la litière n'est pas intégré dans les résultats présentés ici.



SCENARIO B2_R2_C3

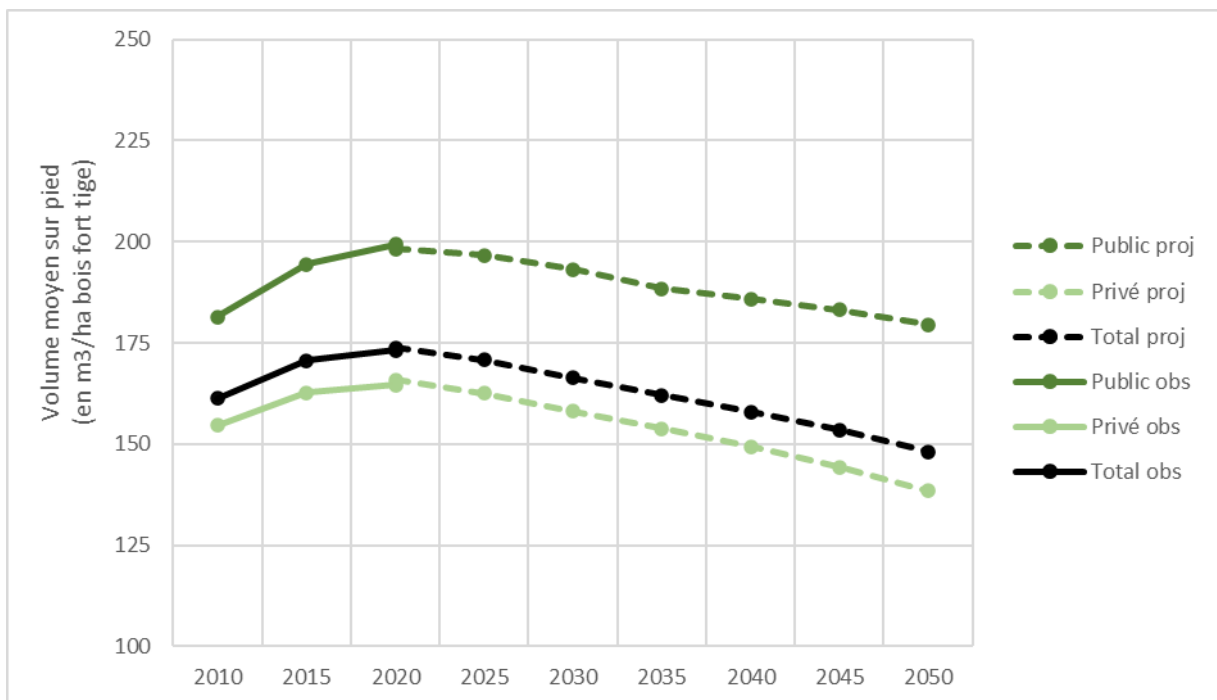
B2 : hausse de la récolte à 63 Mm³/an en 2050 (atteinte du PNFB en 2030 puis stabilité du niveau de récolte)

R2 : scénario d'atteinte plus progressive des objectifs de « France 2030 »

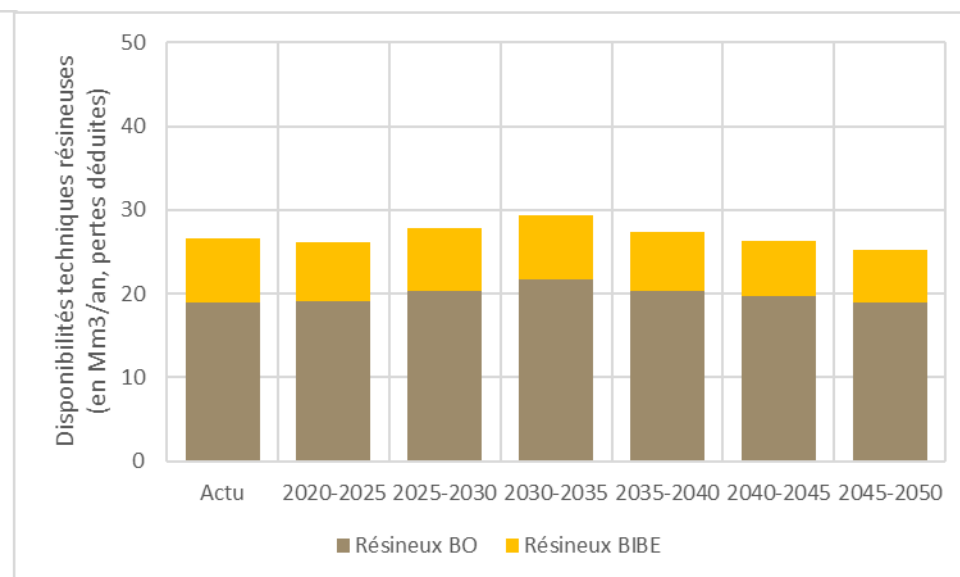
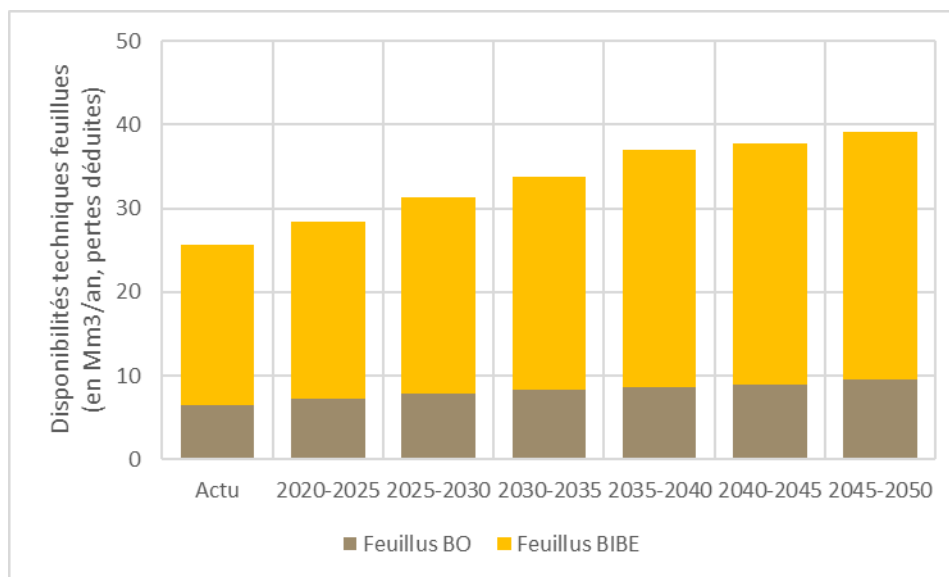
C3 : scénario pessimiste d'une atteinte d'un plateau ascendant de la mortalité et décroissant de la production

Pas de calcul sur l'aval et la filière

Scénario	B2_R2_C3	Volume sur pied (en Mm ³ bois fort tige)					Stock de carbone (en MtC)	Surface (en milliers d'ha)	
		Feuillus		Résineux		Total		Public	Privé
		Public	Privé	Public	Privé				
Obs. /FN	2010	424 ± 16	1 202 ± 27	288 ± 16	603 ± 25	2 518 ± 38	1 182 ± 17	3 930 ± 50	11 680 ± 100
	2015	438 ± 17	1 296 ± 31	331 ± 21	663 ± 28	2 728 ± 45	1 268 ± 20	3 950 ± 50	12 030 ± 110
	2020	462 ± 17	1 358 ± 31	330 ± 21	661 ± 29	2 811 ± 46	1 316 ± 20	3 970 ± 40	12 270 ± 110
Projections 2020-2050	2025	470	1 415	311	636	2 832	1 331	3 970	12 610
	2030	469	1 410	298	612	2 790	1 323	3 970	12 790
	2035	465	1 395	283	584	2 728	1 306	3 970	12 860
	2040	462	1 370	276	559	2 667	1 285	3 970	12 910
	2045	457	1 341	270	527	2 596	1 259	3 970	12 940
	2050	450	1 305	263	490	2 508	1 225	3 970	12 960



Scénario	B2_R2_C3	Flux en volume (en Mm3/an bois fort tige)		Flux en carbone (en Mm3/an bois fort tige)		Disponibilités techniques (en Mm3/an, pertes déduites)								Origine des disponibilités (en % du total)		
		Période	Dispos.	Mortalité	Dispos	Mortalité	Feuillus				Résineux				Total	Coupes liées au plan de renouvel.
	BO pot.						BIBE		BO pot.		BIBE					
	Public						Privé	Public	Privé	Public	Privé	Public	Privé			
Obs. IFN	2013-2022	51,4 ± 2,7	13,1 ± 0,6	Non estimé		2,2 ± 0,3	4,3 ± 0,5	5,6 ± 0,5	13,5 ± 1,1	4,9 ± 0,8	14 ± 1,7	1,8 ± 0,3	5,9 ± 0,6	52,3 ± 2,6	Non estimé	
Projections 2020-2050	2020-2025	53,0	23,2	22,0	10,5	2,7	4,6	6,3	14,8	5,6	13,5	1,8	5,2	54,5	3%	10%
	2025-2030	57,2	23,5	24,1	11,0	2,8	5,1	6,7	16,7	5,6	14,7	2,0	5,6	59,1	7%	7%
	2030-2035	60,9	22,5	25,8	10,6	2,9	5,4	7,1	18,3	5,9	15,8	2,1	5,6	63,0	14%	7%
	2035-2040	61,2	20,2	26,9	9,7	2,8	5,9	6,9	21,3	4,7	15,6	1,5	5,5	64,2	0%	10%
	2040-2045	60,9	19,2	27,1	9,2	2,8	6,2	6,9	21,9	4,5	15,2	1,4	5,2	64,2	0%	10%
	2045-2050	60,8	18,4	27,4	8,9	2,8	6,8	7,0	22,5	4,4	14,5	1,4	4,9	64,3	1%	11%

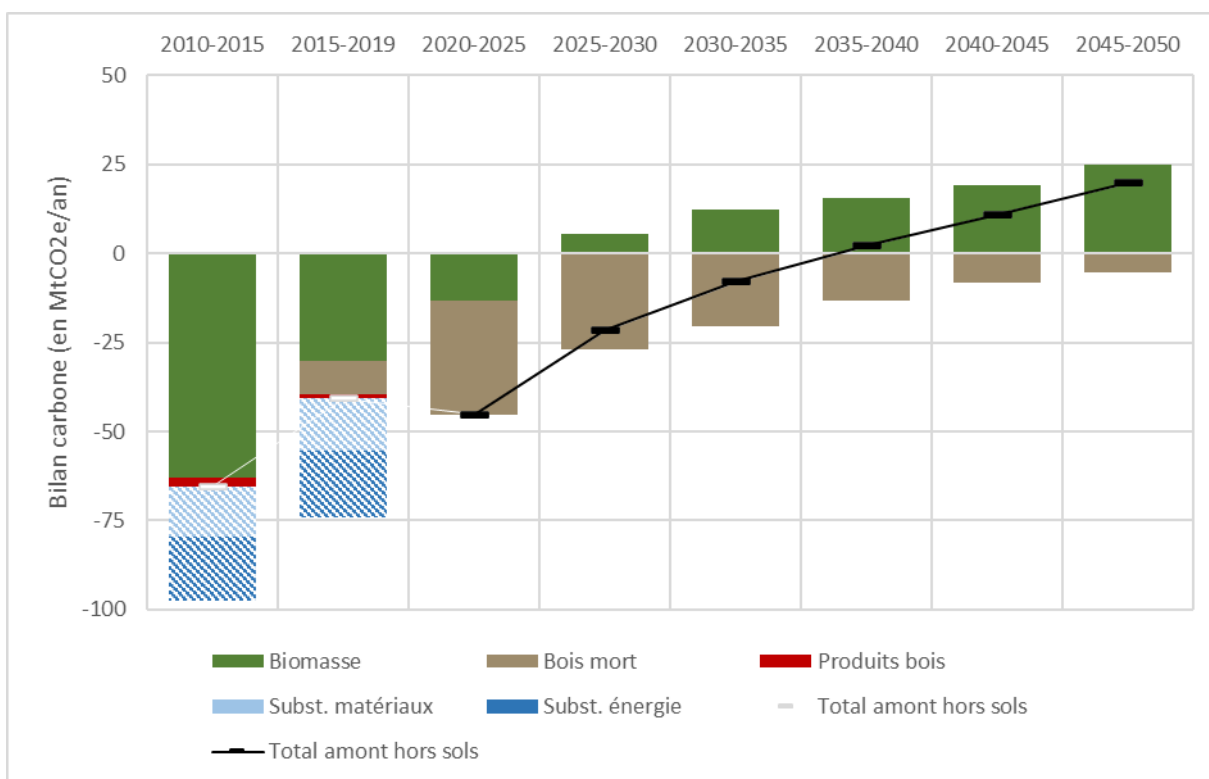


Scénario	B2_R2_C3	Flux dans l'écosystème (en MtCO2e/an)			Flux dans les produits bois (en MtCO2e/an)	Effet substitution (en MtCO2e/an)	
	Année	Biomasse	Bois mort	Total forêt		Matériaux	Énergie
IGD	2010-2015	-63,1	0	-63,1	-2,3	-14,3*	-18*
	2015-2019	-30,1	-9,5	-39,6	-1,1	-14,7*	-18,7*
Projections 2020-2050	2020-2025	-13,3	-31,9	-45,2	Non estimé	Non	estimé
	2025-2030	5,5	-27,1	-21,6	Non estimé	Non	estimé
	2030-2035	12,4	-20,4	-8	Non estimé	Non	estimé
	2035-2040	15,4	-13,2	2,2	Non estimé	Non	estimé
	2040-2045	19,3	-8,3	11	Non estimé	Non	estimé
	2045-2050	25	-5,2	19,8	Non estimé	Non	estimé
Projections 2050-2080 *	2050-2055	25,7	-0,4	25,3	Non estimé	Non	estimé
	2055-2060	28,6	1,3	29,9	Non estimé	Non	estimé
	2060-2065	27,2	4,2	31,4	Non estimé	Non	estimé
	2065-2070	22,6	6,7	29,3	Non estimé	Non	estimé
	2070-2075	19,5	7,5	27	Non estimé	Non	estimé
	2075-2080	17,9	7,6	25,5	Non estimé	Non	estimé

NB : Les projections post-2050 sont fournies à titre indicatif, la robustesse de ces résultats est très faible et les hypothèses de certains scénarios n'ont pas été définies sur cette période.

L'effet substitution calculé dans les IGD utilisait une méthode et des coefficients qui ont été revus dans la présente étude, engendrant des valeurs plus faibles en projection.

Le stockage dans les sols et la litière n'est pas intégré dans les résultats présentés ici.



SCENARIOS DE GESTION B3

SCENARIO B3_R1_C1_F1

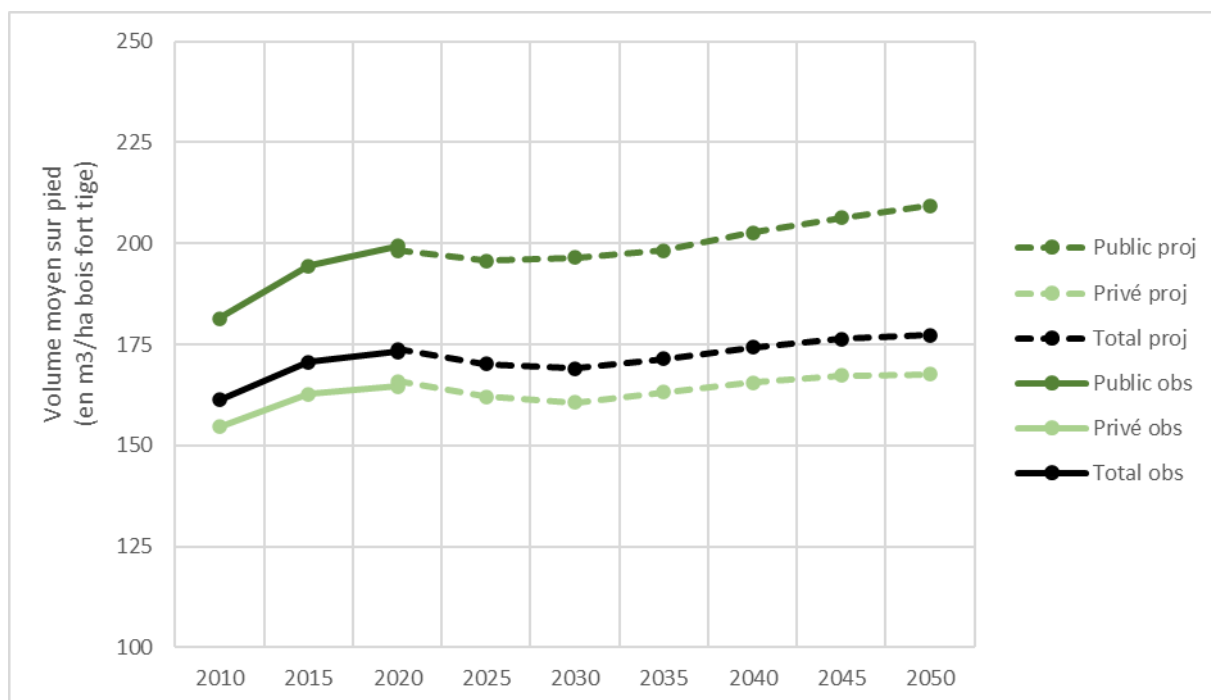
B3 : récolte AMS 2023 à 75 Mm3/an en 2080 (atteinte du PNFB en 2026 puis augmentation de la récolte)

R1 : scénario d'atteinte du milliard d'arbres plantés de « France 2030 » dès 2030

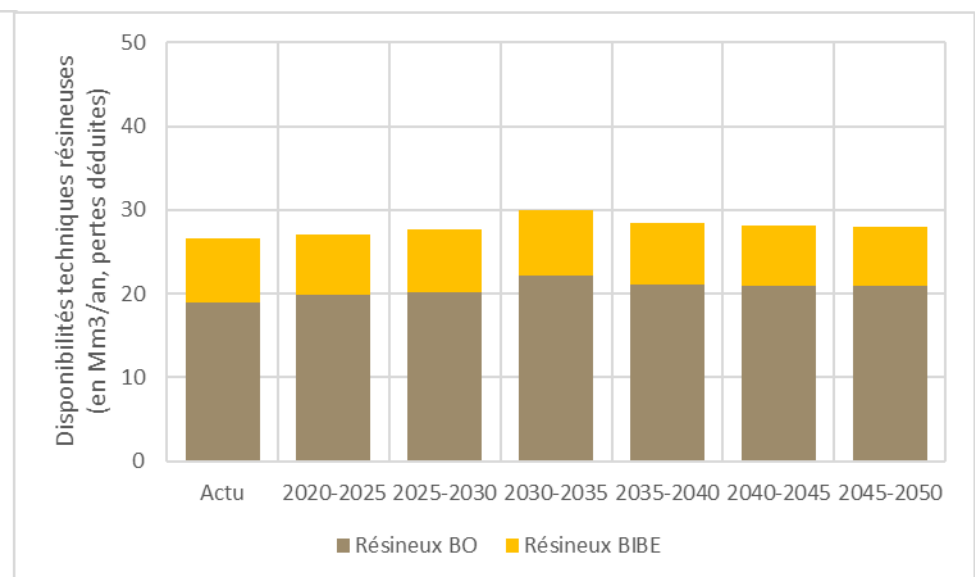
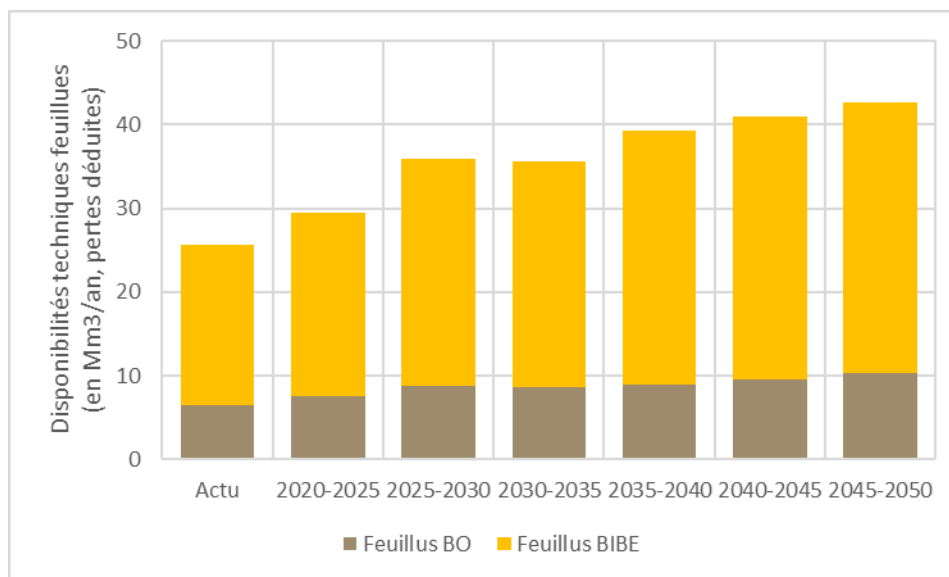
C1 : scénario optimiste considérant la crise actuelle comme conjoncturelle

F1 : récolte additionnelle répondant à la demande (principalement en construction pour le BO et à 70 % pour l'énergie et 30 % pour la construction pour le BIBE)

Scénario	B3_R1_C1	Volume sur pied (en Mm3 bois fort tige)					Stock de carbone (en MtC)	Surface (en milliers d'ha)	
		Feuillus		Résineux		Total		Public	Privé
		Année	Public	Privé	Public		Privé		
Obs. IFN	2010	424 ± 16	1 202 ± 27	288 ± 16	603 ± 25	2 518 ± 38	1 182 ± 17	3 930 ± 50	11 680 ± 100
	2015	438 ± 17	1 296 ± 31	331 ± 21	663 ± 28	2 728 ± 45	1 268 ± 20	3 950 ± 50	12 030 ± 110
	2020	462 ± 17	1 358 ± 31	330 ± 21	661 ± 29	2 811 ± 46	1 316 ± 20	3 970 ± 40	12 270 ± 110
Projections 2020-2050	2025	469	1 412	308	634	2 823	1 327	3 970	12 620
	2030	475	1 436	305	628	2 844	1 347	3 970	12 850
	2035	485	1 486	302	629	2 901	1 386	3 970	12 960
	2040	497	1 524	308	631	2 959	1 420	3 970	13 010
	2045	506	1 557	313	626	3 002	1 447	3 970	13 050
	2050	515	1 578	316	611	3 020	1 463	3 970	13 060



Scénario	B3_R1_C1	Flux en volume (en Mm3/an bois fort tige)		Flux en carbone (en Mm3/an bois fort tige)		Disponibilités techniques (en Mm3/an, pertes déduites)								Origine des disponibilités (en % du total)		
		Période	Dispos.	Mortalité	Dispos	Mortalité	Feuillus				Résineux				Total	Coupes liées au plan de renouvel.
	BO pot.						BIBE		BO pot.		BIBE					
	Public						Privé	Public	Privé	Public	Privé	Public	Privé			
Obs. /FN	2013-2022	51,4 ± 2,7	13,1 ± 0,6	Non estimé		2,2 ± 0,3	4,3 ± 0,5	5,6 ± 0,5	13,5 ± 1,1	4,9 ± 0,8	14 ± 1,7	1,8 ± 0,3	5,9 ± 0,6	52,3 ± 2,6	Non estimé	
Projections 2020-2050	2020-2025	55,0	23,1	22,8	10,5	2,8	4,7	6,6	15,4	6,0	13,8	1,9	5,3	56,5	4%	9%
	2025-2030	61,2	15,4	26,2	7,2	3,0	5,8	7,1	20,0	5,3	14,8	1,9	5,7	63,5	15%	4%
	2030-2035	63,3	10,8	27,0	5,1	2,9	5,7	7,3	19,7	5,7	16,4	2,0	5,9	65,7	18%	3%
	2035-2040	64,5	10,5	28,5	5,0	2,8	6,2	7,0	23,3	4,4	16,7	1,4	5,9	67,8	0%	5%
	2040-2045	65,6	10,9	29,3	5,2	2,9	6,6	7,3	24,2	4,5	16,5	1,4	5,7	69,2	0%	5%
	2045-2050	66,9	11,4	30,0	5,5	2,9	7,4	7,5	24,9	4,6	16,4	1,4	5,6	70,7	2%	5%

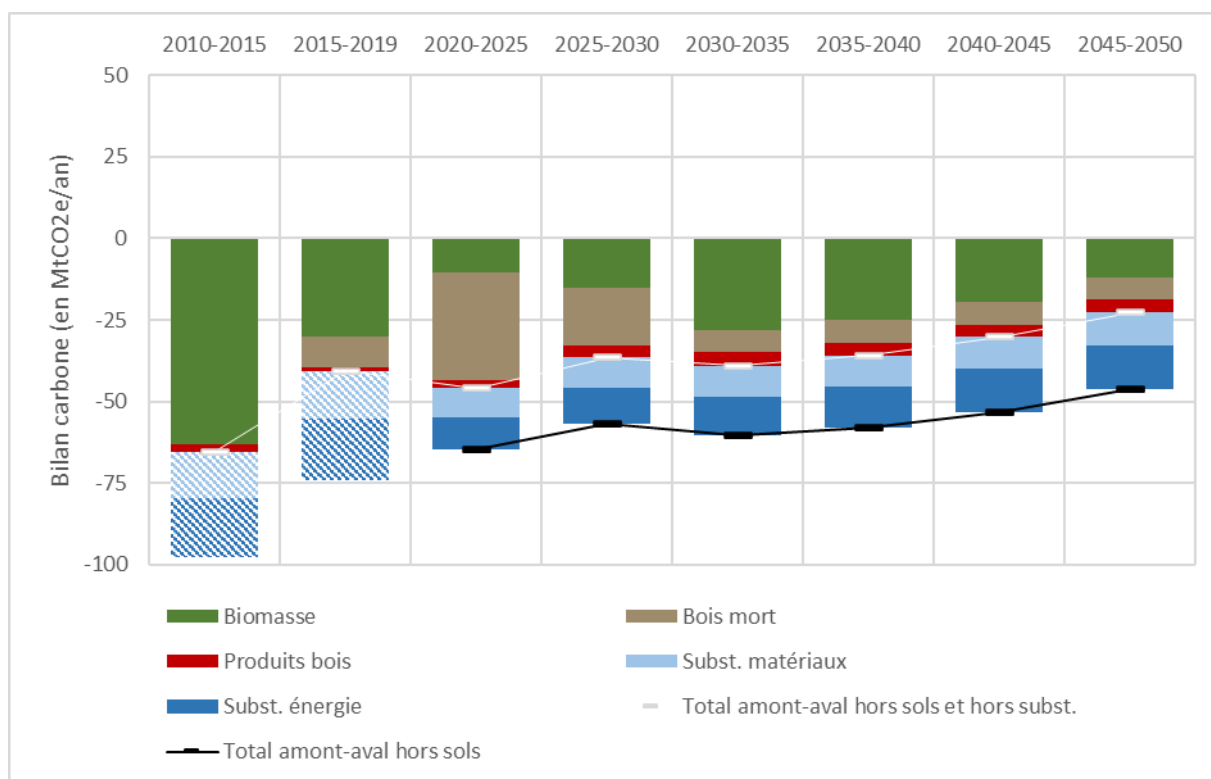


Scénario	B3_R1_C1_F1	Flux dans l'écosystème (en MtCO2e/an)			Flux dans les produits bois (en MtCO2e/an)	Effet substitution (en MtCO2e/an)	
	Année	Biomasse	Bois mort	Total forêt		Matériaux	Énergie
IGD	2010-2015	-63,1	0	-63,1	-2,3	-14,3*	-18*
	2015-2019	-30,1	-9,5	-39,6	-1,1	-14,7*	-18,7*
Projections 2020-2050	2020-2025	-10,4	-32,9	-43,3	-2,6	-8,9	-9,8
	2025-2030	-15	-17,9	-32,9	-3,6	-9,2	-11,2
	2030-2035	-28,1	-6,8	-34,9	-4,1	-9,6	-11,8
	2035-2040	-25	-7	-32	-4	-9,5	-12,7
	2040-2045	-19,6	-6,8	-26,4	-3,9	-9,8	-13,1
	2045-2050	-12,1	-6,7	-18,8	-3,9	-10,2	-13,5
Projections 2050-2080 *	2050-2055	-8,7	-5	-13,7	-3,7	-10,2	-14
	2055-2060	-5,7	-3,8	-9,5	-3,4	-10,2	-14,4
	2060-2065	-2,1	-3,2	-5,3	-3,3	-10,5	-14,7
	2065-2070	2,3	-3	-0,7	-3,2	-10,7	-15,1
	2070-2075	3,6	-1,5	2,1	-2,8	-10,6	-15
	2075-2080	4,5	0,1	4,6	-2,4	-10,5	-14,8

NB : Les projections post-2050 sont fournies à titre indicatif, la robustesse de ces résultats est très faible et les hypothèses de certains scénarios n'ont pas été définies sur cette période.

L'effet substitution calculé dans les IGD utilisait une méthode et des coefficients qui ont été revus dans la présente étude, engendrant des valeurs plus faibles en projection.

Le stockage dans les sols et la litière n'est pas intégré dans les résultats présentés ici.



SCENARIO B3_R1_C2_F1

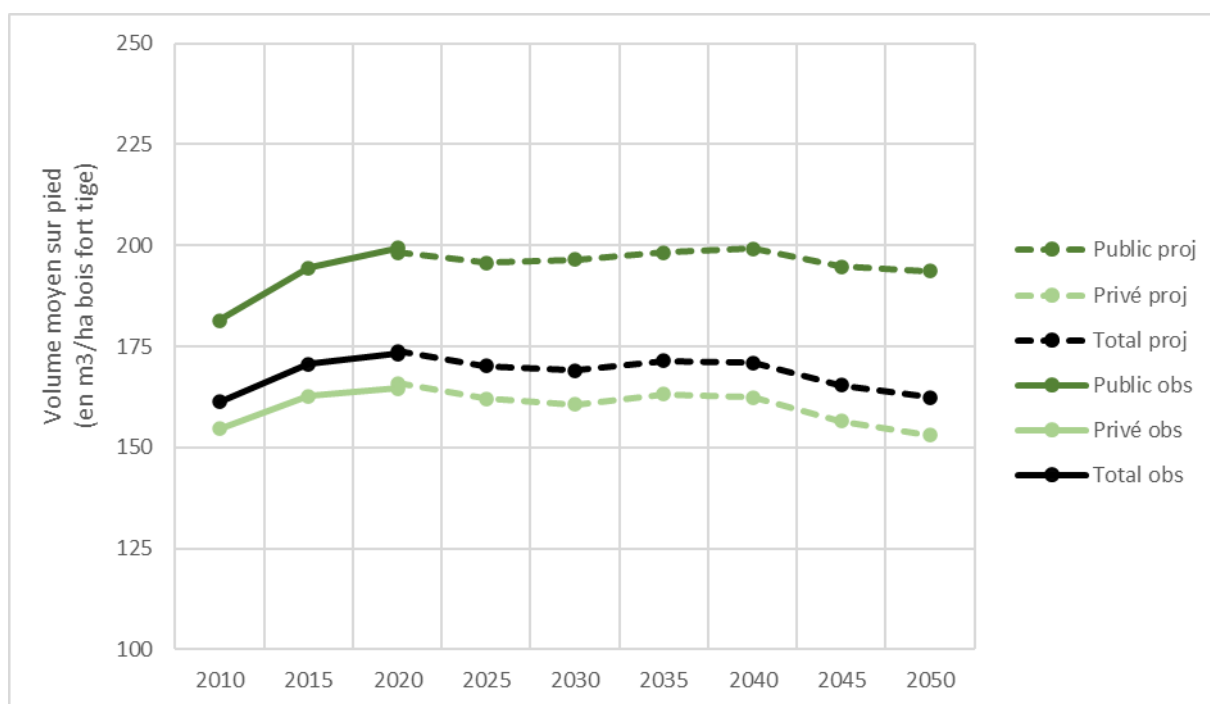
B3 : récolte AMS 2023 à 75 Mm³/an en 2080 (atteinte du PNFB en 2026 puis augmentation de la récolte)

R1 : scénario d'atteinte du milliard d'arbres plantés de « France 2030 » dès 2030

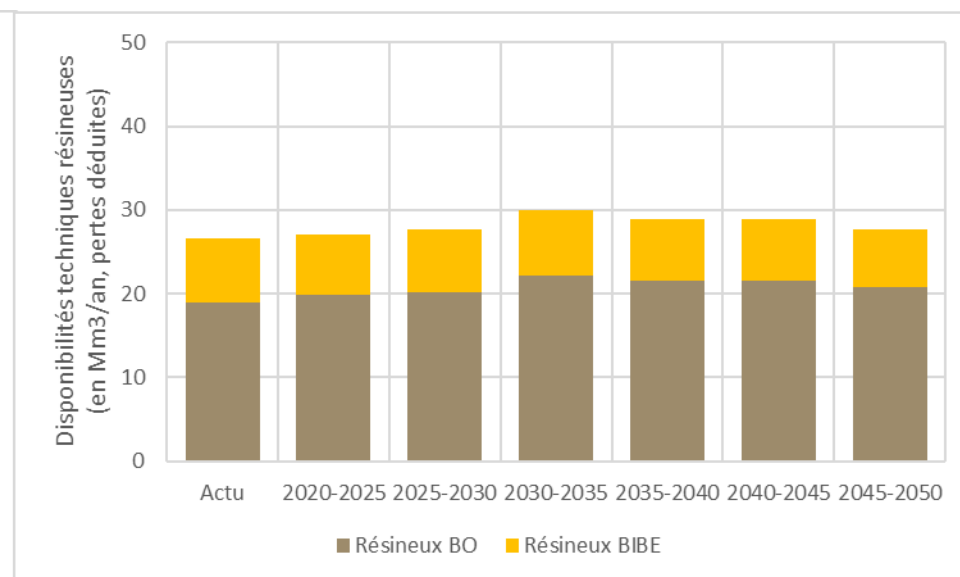
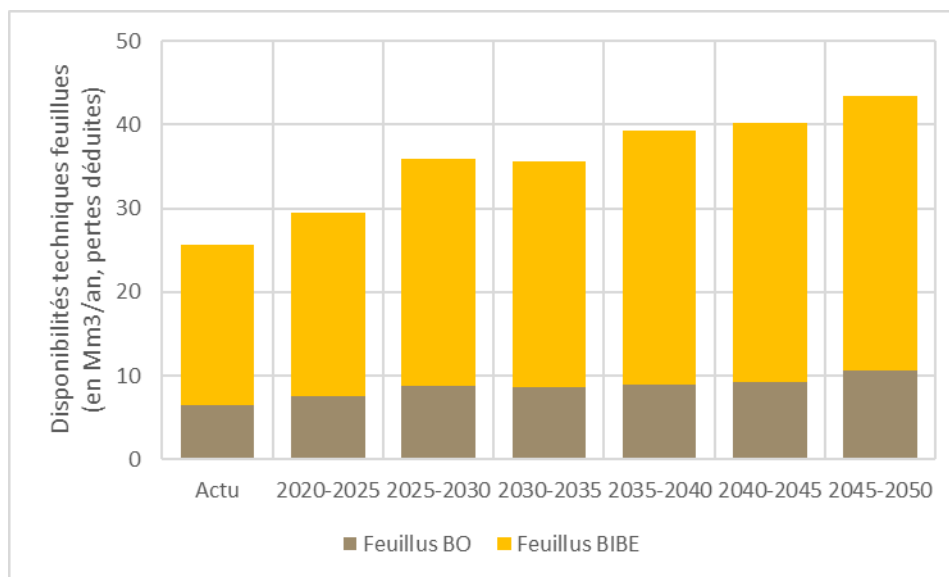
C2 : scénario de succession de crises telles que l'actuelle espacées de quelques années (analogie aux périodes successives d'années de sécheresse)

F1 : récolte additionnelle répondant à la demande (principalement en construction pour le BO et à 70 % pour l'énergie et 30 % pour la construction pour le BIBE)

Scénario	B3_R1_C2	Volume sur pied (en Mm ³ bois fort tige)					Stock de carbone (en MtC)	Surface (en milliers d'ha)	
		Feuillus		Résineux		Total		Public	Privé
		Public	Privé	Public	Privé				
Obs. /FN	2010	424 ± 16	1 202 ± 27	288 ± 16	603 ± 25	2 518 ± 38	1 182 ± 17	3 930 ± 50	11 680 ± 100
	2015	438 ± 17	1 296 ± 31	331 ± 21	663 ± 28	2 728 ± 45	1 268 ± 20	3 950 ± 50	12 030 ± 110
	2020	462 ± 17	1 358 ± 31	330 ± 21	661 ± 29	2 811 ± 46	1 316 ± 20	3 970 ± 40	12 270 ± 110
Projections 2020-2050	2025	469	1 412	308	634	2 823	1 327	3 970	12 620
	2030	475	1 436	305	628	2 844	1 347	3 970	12 850
	2035	485	1 486	302	629	2 901	1 386	3 970	12 960
	2040	489	1 493	302	619	2 902	1 393	3 970	13 010
	2045	481	1 452	292	591	2 816	1 360	3 970	13 050
	2050	479	1 435	290	563	2 768	1 344	3 970	13 060



Scénario	B3_R1_C2	Flux en volume (en Mm3/an bois fort tige)		Flux en carbone (en Mm3/an bois fort tige)		Disponibilités techniques (en Mm3/an, pertes déduites)								Origine des disponibilités (en % du total)		
		Période	Dispos.	Mortalité	Dispos	Mortalité	Feuillus				Résineux				Total	Coupes liées au plan de renouvel.
	BO pot.						BIBE		BO pot.		BIBE					
	Public						Privé	Public	Privé	Public	Privé	Public	Privé			
Obs. /FN	2013-2022	51,4 ± 2,7	13,1 ± 0,6	Non estimé		2,2 ± 0,3	4,3 ± 0,5	5,6 ± 0,5	13,5 ± 1,1	4,9 ± 0,8	14 ± 1,7	1,8 ± 0,3	5,9 ± 0,6	52,3 ± 2,6	Non estimé	
Projections 2020-2050	2020-2025	55,0	23,1	22,8	10,5	2,8	4,7	6,6	15,4	6,0	13,8	1,9	5,3	56,5	4%	9%
	2025-2030	61,2	15,4	26,2	7,2	3,0	5,8	7,1	20,0	5,3	14,8	1,9	5,7	63,5	15%	4%
	2030-2035	63,3	10,8	27,0	5,1	2,9	5,7	7,3	19,7	5,7	16,4	2,0	5,9	65,7	18%	3%
	2035-2040	65,0	16,2	28,6	7,7	2,8	6,2	7,1	23,2	4,7	16,8	1,5	5,9	68,2	0%	7%
	2040-2045	65,8	25,2	29,1	12,1	2,9	6,4	7,4	23,5	5,1	16,5	1,6	5,7	69,1	0%	11%
	2045-2050	67,3	14,8	30,3	7,1	3,0	7,7	7,4	25,3	4,5	16,3	1,4	5,5	71,2	2%	8%

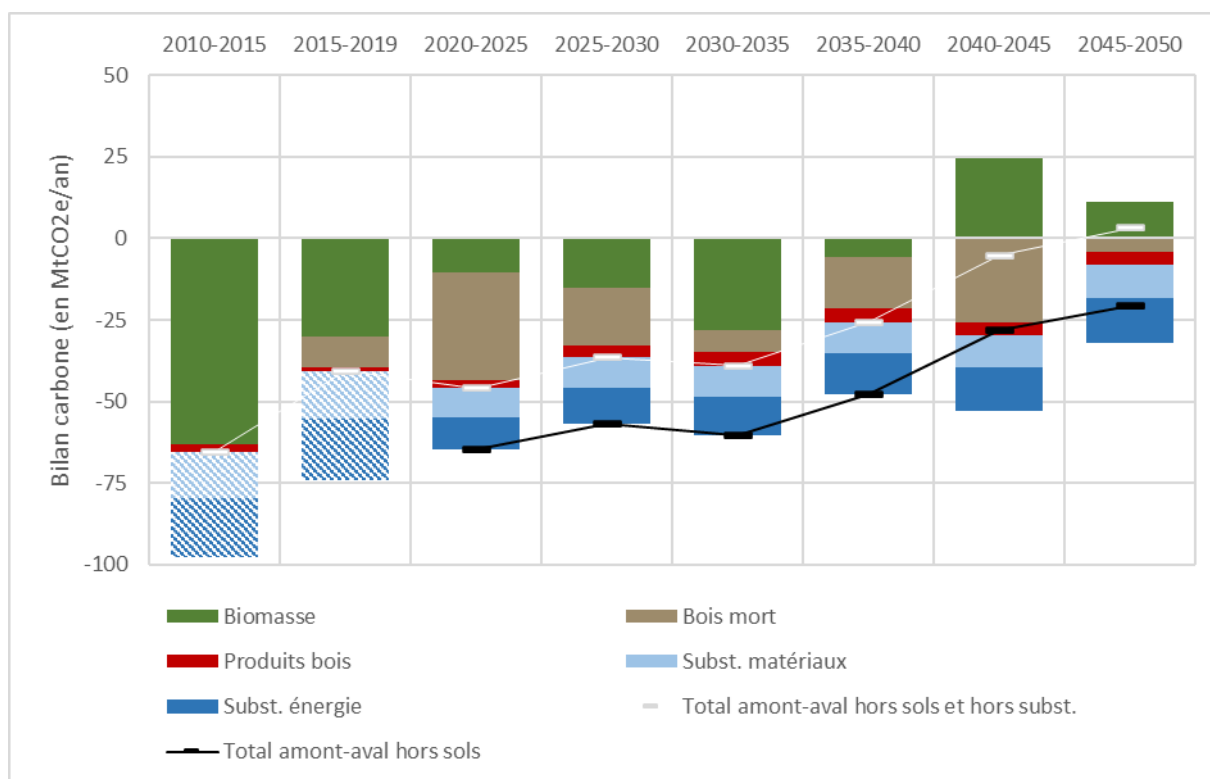


Scénario	B3_R1_C2_F1	Flux dans l'écosystème (en MtCO2e/an)			Flux dans les produits bois (en MtCO2e/an)	Effet substitution (en MtCO2e/an)	
	Année	Biomasse	Bois mort	Total forêt		Matériaux	Énergie
IGD	2010-2015	-63,1	0	-63,1	-2,3	-14,3*	-18*
	2015-2019	-30,1	-9,5	-39,6	-1,1	-14,7*	-18,7*
Projections 2020-2050	2020-2025	-10,4	-32,9	-43,3	-2,6	-8,9	-9,8
	2025-2030	-15	-17,9	-32,9	-3,6	-9,2	-11,2
	2030-2035	-28,1	-6,8	-34,9	-4,1	-9,6	-11,8
	2035-2040	-5,7	-15,9	-21,6	-4,1	-9,6	-12,7
	2040-2045	24,7	-25,9	-1,2	-4	-9,8	-13,1
	2045-2050	11,3	-4,1	7,2	-4	-10,3	-13,7
Projections 2050-2080 *	2050-2055	15,5	-2,3	13,2	-3,9	-10,3	-14
	2055-2060	18,2	-0,3	17,9	-3,6	-10,4	-13,9
	2060-2065	15,9	2,5	18,4	-2,5	-10	-13,3
	2065-2070	13,4	4,1	17,5	-1,6	-9,6	-12,8
	2070-2075	11,1	5	16,1	-1	-9,3	-12,3
	2075-2080	11,9	4,9	16,8	-0,9	-9,2	-12

NB : Les projections post-2050 sont fournies à titre indicatif, la robustesse de ces résultats est très faible et les hypothèses de certains scénarios n'ont pas été définies sur cette période.

L'effet substitution calculé dans les IGD utilisait une méthode et des coefficients qui ont été revus dans la présente étude, engendrant des valeurs plus faibles en projection.

Le stockage dans les sols et la litière n'est pas intégré dans les résultats présentés ici.



SCENARIO B3_R1_C3_F1

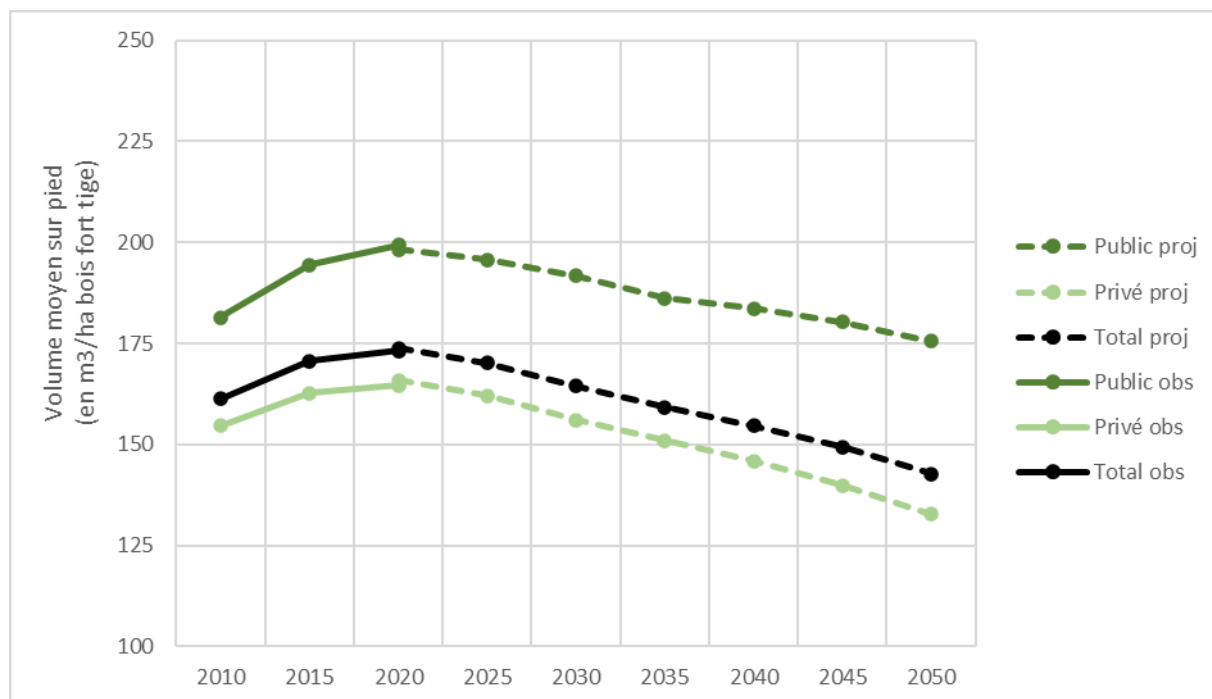
B3 : récolte AMS 2023 à 75 Mm3/an en 2080 (atteinte du PNFB en 2026 puis augmentation de la récolte)

R1 : scénario d'atteinte du milliard d'arbres plantés de « France 2030 » dès 2030

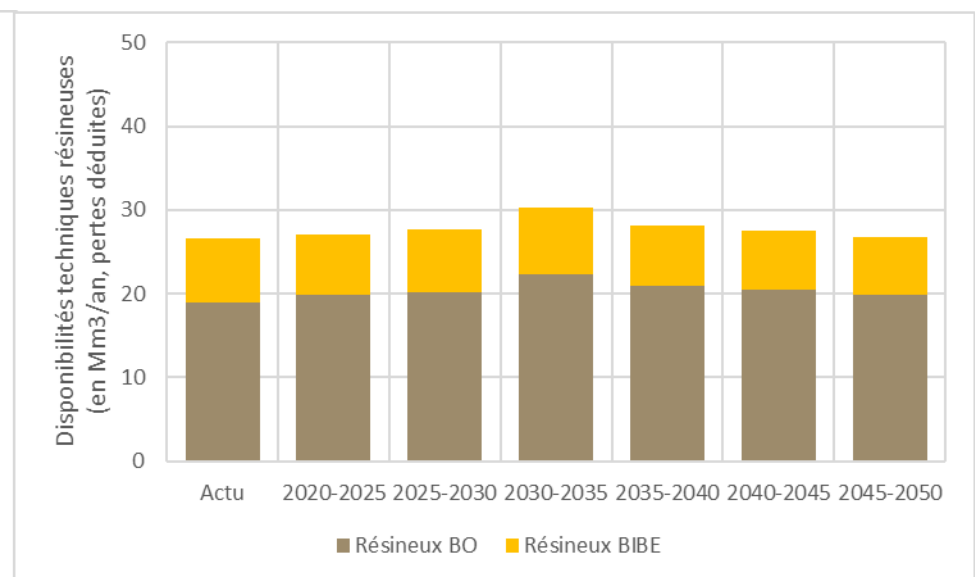
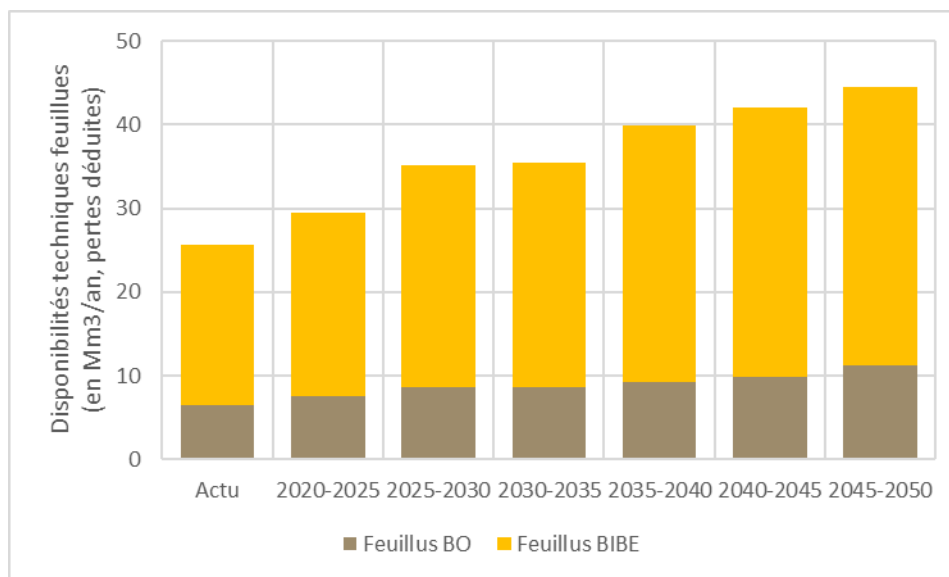
C3 : scénario pessimiste d'une atteinte d'un plateau ascendant de la mortalité et décroissant de la production

F1 : récolte additionnelle répondant à la demande (principalement en construction pour le BO et à 70 % pour l'énergie et 30 % pour la construction pour le BIBE)

Scénario	B3_R1_C3	Volume sur pied (en Mm3 bois fort tige)					Stock de carbone (en MtC)	Surface (en milliers d'ha)	
		Feuillus		Résineux		Total		Public	Privé
		Public	Privé	Public	Privé				
Obs. IFN	2010	424 ± 16	1 202 ± 27	288 ± 16	603 ± 25	2 518 ± 38	1 182 ± 17	3 930 ± 50	11 680 ± 100
	2015	438 ± 17	1 296 ± 31	331 ± 21	663 ± 28	2 728 ± 45	1 268 ± 20	3 950 ± 50	12 030 ± 110
	2020	462 ± 17	1 358 ± 31	330 ± 21	661 ± 29	2 811 ± 46	1 316 ± 20	3 970 ± 40	12 270 ± 110
Projections 2020-2050	2025	469	1 412	308	634	2 823	1 327	3 970	12 620
	2030	465	1 394	296	611	2 765	1 311	3 970	12 850
	2035	459	1 373	280	583	2 695	1 290	3 970	12 960
	2040	454	1 340	275	558	2 627	1 264	3 970	13 010
	2045	447	1 300	269	526	2 542	1 230	3 970	13 050
	2050	435	1 247	262	486	2 430	1 183	3 970	13 060



Scénario	B3_R1_C3	Flux en volume (en Mm3/an bois fort tige)		Flux en carbone (en Mm3/an bois fort tige)		Disponibilités techniques (en Mm3/an, pertes déduites)								Origine des disponibilités (en % du total)		
		Période	Dispos.	Mortalité	Dispos	Mortalité	Feuillus				Résineux				Total	Coupes liées au plan de renouvel.
	BO pot.						BIBE		BO pot.		BIBE					
	Public						Privé	Public	Privé	Public	Privé	Public	Privé			
Obs. /FN	2013-2022	51,4 ± 2,7	13,1 ± 0,6	Non estimé		2,2 ± 0,3	4,3 ± 0,5	5,6 ± 0,5	13,5 ± 1,1	4,9 ± 0,8	14 ± 1,7	1,8 ± 0,3	5,9 ± 0,6	52,3 ± 2,6	Non estimé	
Projections 2020-2050	2020-2025	55,0	23,1	22,8	10,5	2,8	4,7	6,6	15,4	6,0	13,8	1,9	5,3	56,5	4%	9%
	2025-2030	60,5	23,4	25,9	11,0	3,0	5,6	7,2	19,4	5,5	14,6	2,0	5,6	62,8	15%	6%
	2030-2035	63,3	22,3	27,0	10,5	3,0	5,6	7,4	19,5	6,0	16,3	2,1	5,8	65,7	17%	7%
	2035-2040	64,8	19,2	28,7	9,2	2,9	6,3	7,0	23,7	4,6	16,3	1,5	5,8	68,1	0%	10%
	2040-2045	66,1	17,9	29,6	8,6	2,9	6,9	7,2	25,1	4,5	16,0	1,4	5,6	69,8	0%	11%
	2045-2050	67,1	17,3	30,4	8,3	3,2	8,0	7,8	25,5	4,5	15,4	1,4	5,4	71,2	2%	11%

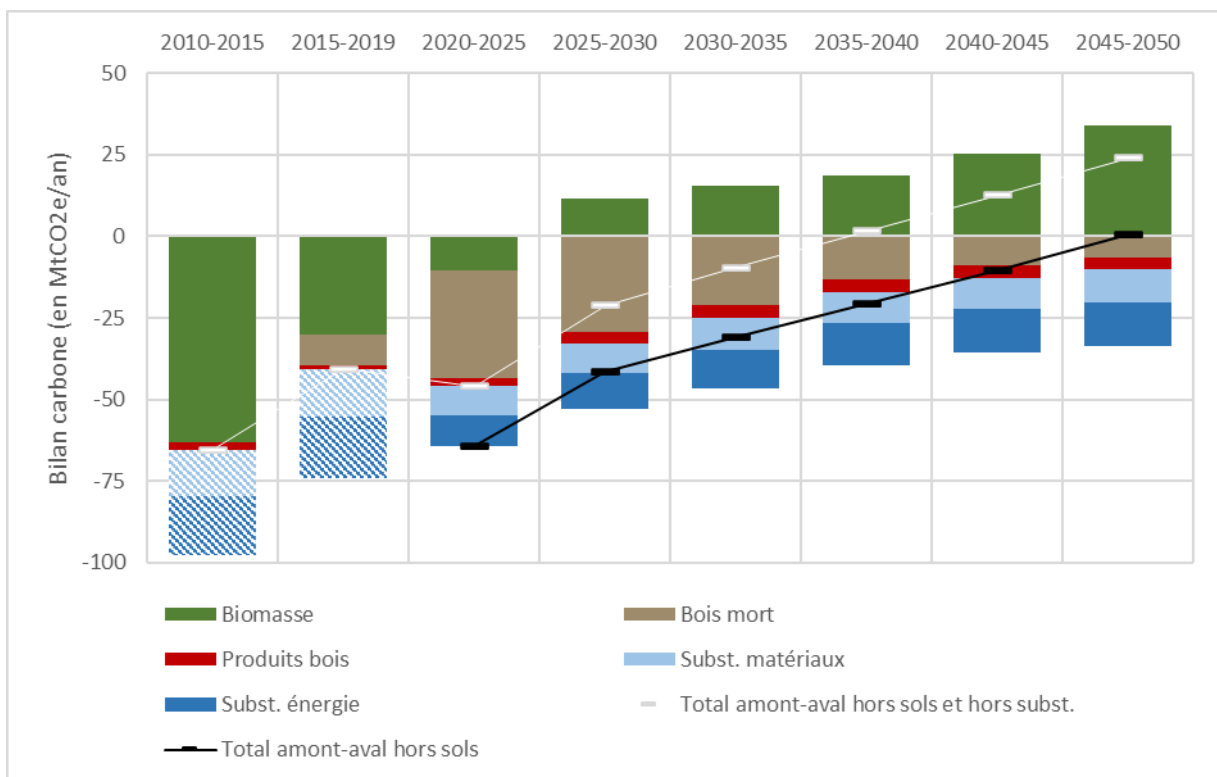


Scénario	B3_R1_C3_F1	Flux dans l'écosystème (en MtCO2e/an)			Flux dans les produits bois (en MtCO2e/an)	Effet substitution (en MtCO2e/an)	
	Année	Biomasse	Bois mort	Total forêt		Matériaux	Énergie
IGD	2010-2015	-63,1	0	-63,1	-2,3	-14,3*	-18*
	2015-2019	-30,1	-9,5	-39,6	-1,1	-14,7*	-18,7*
Projections 2020-2050	2020-2025	-10,4	-32,9	-43,3	-2,6	-8,9	-9,7
	2025-2030	11,7	-29,3	-17,6	-3,6	-9,2	-11
	2030-2035	15,6	-20,9	-5,3	-4,2	-9,7	-11,8
	2035-2040	18,7	-13,1	5,6	-4	-9,5	-12,8
	2040-2045	25,2	-8,8	16,4	-3,8	-9,8	-13,3
	2045-2050	34,2	-6,5	27,7	-3,7	-10,1	-13,5
Projections 2050-2080 *	2050-2055	31,9	0	31,9	-3,1	-9,9	-12,8
	2055-2060	25,3	5	30,3	-1,6	-9,1	-11,8
	2060-2065	21,7	7	28,7	-0,9	-8,7	-11
	2065-2070	18,9	7,7	26,6	-0,3	-8,3	-10,4
	2070-2075	16,1	8	24,1	0,1	-8	-9,8
	2075-2080	16,2	7,4	23,6	0,1	-7,8	-9,4

NB : Les projections post-2050 sont fournies à titre indicatif, la robustesse de ces résultats est très faible et les hypothèses de certains scénarios n'ont pas été définies sur cette période.

L'effet substitution calculé dans les IGD utilisait une méthode et des coefficients qui ont été revus dans la présente étude, engendrant des valeurs plus faibles en projection.

Le stockage dans les sols et la litière n'est pas intégré dans les résultats présentés ici.



SCENARIO B3_R2_C1

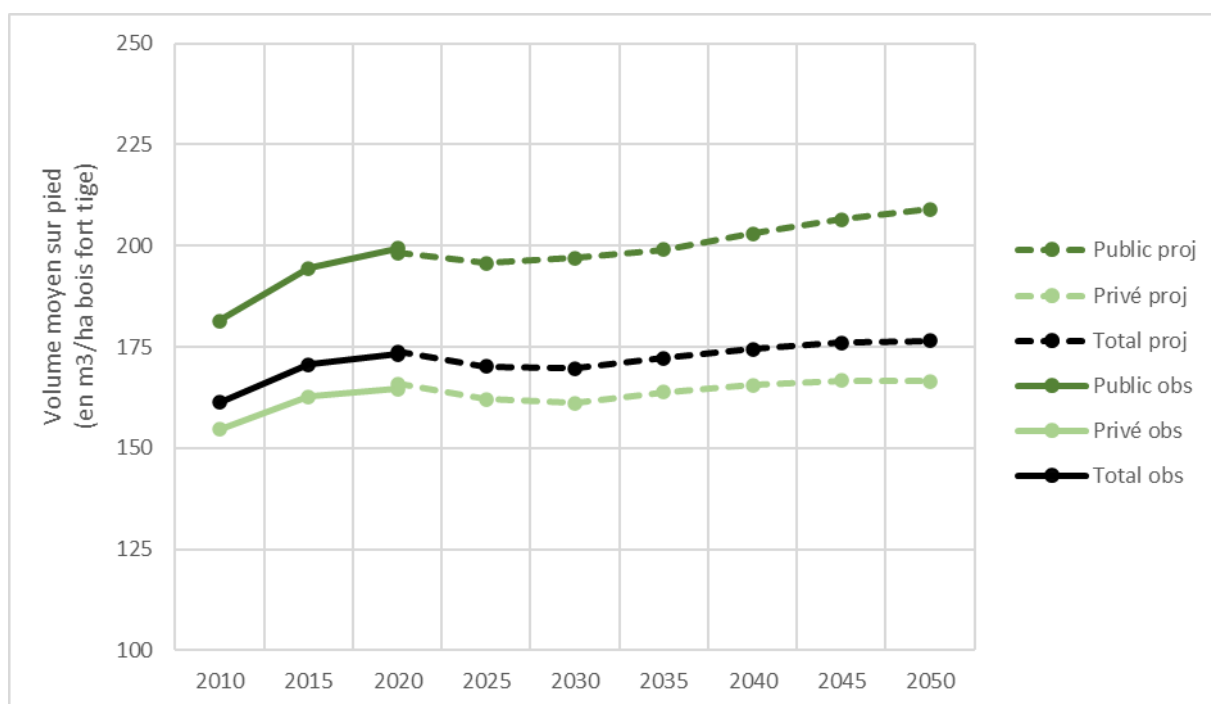
B3 : récolte AMS 2023 à 75 Mm³/an en 2080 (atteinte du PNFB en 2026 puis augmentation de la récolte)

R2 : scénario d'atteinte plus progressive des objectifs de « France 2030 »

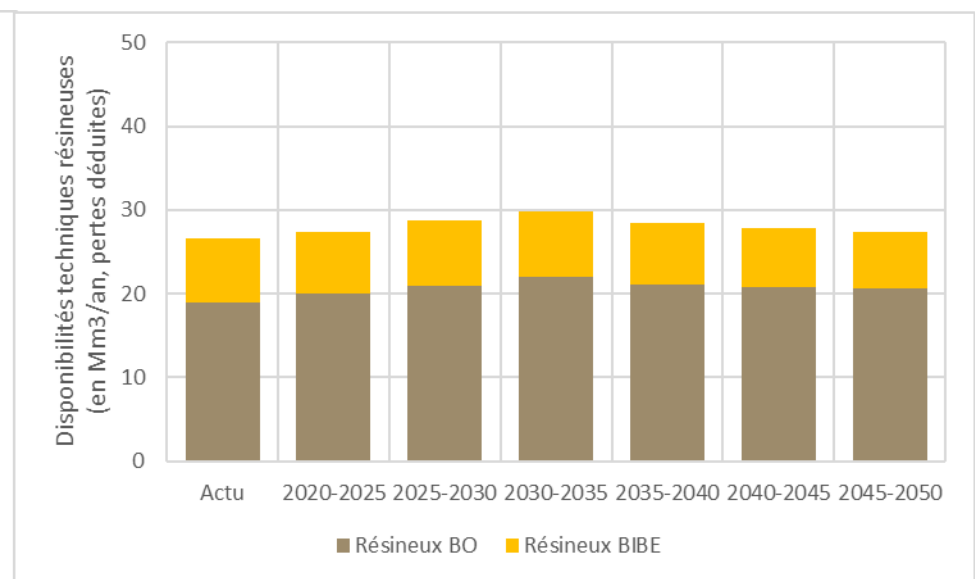
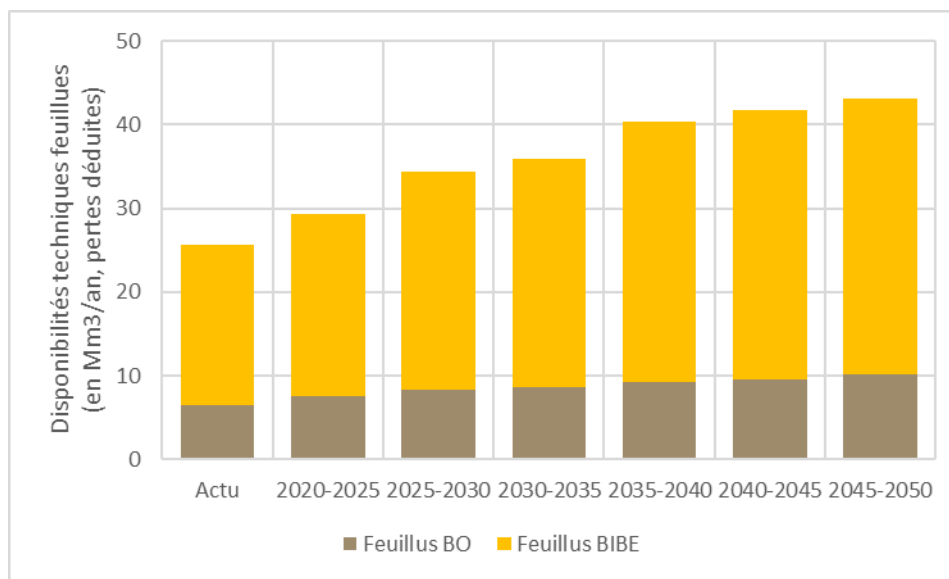
C1 : scénario optimiste considérant la crise actuelle comme conjoncturelle

Pas de calcul sur l'aval et la filière

Scénario	B3_R2_C1	Volume sur pied (en Mm ³ bois fort tige)					Stock de carbone (en MtC)	Surface (en milliers d'ha)	
		Feuillus		Résineux		Total		Public	Privé
		Année	Public	Privé	Public		Privé		
Obs. /FN	2010	424 ± 16	1 202 ± 27	288 ± 16	603 ± 25	2 518 ± 38	1 182 ± 17	3 930 ± 50	11 680 ± 100
	2015	438 ± 17	1 296 ± 31	331 ± 21	663 ± 28	2 728 ± 45	1 268 ± 20	3 950 ± 50	12 030 ± 110
	2020	462 ± 17	1 358 ± 31	330 ± 21	661 ± 29	2 811 ± 46	1 316 ± 20	3 970 ± 40	12 270 ± 110
Projections 2020-2050	2025	469	1 413	308	632	2 822	1 327	3 970	12 610
	2030	477	1 442	305	620	2 844	1 349	3 970	12 790
	2035	488	1 491	302	617	2 898	1 386	3 970	12 860
	2040	499	1 525	307	613	2 944	1 415	3 970	12 910
	2045	509	1 554	311	603	2 977	1 438	3 970	12 940
	2050	517	1 573	313	586	2 988	1 451	3 970	12 960



Scénario	B3_R2_C1	Flux en volume (en Mm3/an bois fort tige)		Flux en carbone (en Mm3/an bois fort tige)		Disponibilités techniques (en Mm3/an, pertes déduites)								Origine des disponibilités (en % du total)		
		Période	Dispos.	Mortalité	Dispos	Mortalité	Feuillus				Résineux				Total	Coupes liées au plan de renouvel.
	BO pot.						BIBE		BO pot.		BIBE					
	Public						Privé	Public	Privé	Public	Privé	Public	Privé			
Obs. /FN	2013-2022	51,4 ± 2,7	13,1 ± 0,6	Non estimé		2,2 ± 0,3	4,3 ± 0,5	5,6 ± 0,5	13,5 ± 1,1	4,9 ± 0,8	14 ± 1,7	1,8 ± 0,3	5,9 ± 0,6	52,3 ± 2,6	Non estimé	
Projections 2020-2050	2020-2025	55,1	23,0	22,8	10,4	2,8	4,7	6,5	15,3	6,0	14,0	1,9	5,4	56,6	3%	9%
	2025-2030	61,1	14,9	26,0	7,0	2,8	5,6	6,8	19,2	5,3	15,7	1,9	5,9	63,3	6%	5%
	2030-2035	63,3	10,4	27,0	4,9	2,9	5,7	7,2	20,1	5,6	16,4	2,0	5,8	65,7	14%	3%
	2035-2040	65,3	10,2	29,0	4,9	2,9	6,4	7,2	23,9	4,5	16,6	1,5	5,9	68,7	0%	5%
	2040-2045	65,9	10,7	29,5	5,2	2,9	6,7	7,4	24,7	4,5	16,3	1,4	5,6	69,5	0%	5%
	2045-2050	66,7	11,2	30,0	5,4	2,9	7,2	7,5	25,5	4,6	16,0	1,4	5,4	70,6	1%	6%

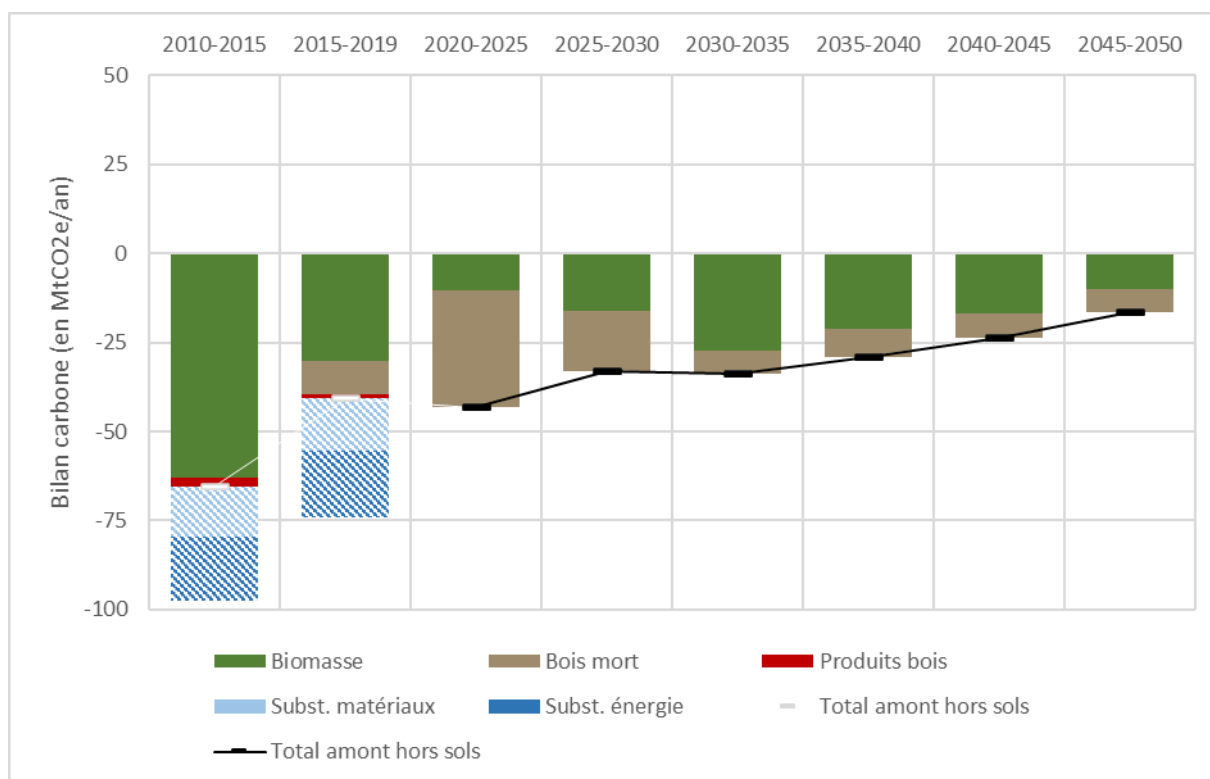


Scénario	B3_R2_C1	Flux dans l'écosystème (en MtCO2e/an)			Flux dans les produits bois (en MtCO2e/an)	Effet substitution (en MtCO2e/an)	
	Année	Biomasse	Bois mort	Total forêt		Matériaux	Énergie
IGD	2010-2015	-63,1	0	-63,1	-2,3	-14,3*	-18*
	2015-2019	-30,1	-9,5	-39,6	-1,1	-14,7*	-18,7*
Projections 2020-2050	2020-2025	-10,5	-32,8	-43,3	Non estimé	Non	estimé
	2025-2030	-16,1	-16,8	-32,9	Non estimé	Non	estimé
	2030-2035	-27,2	-6,7	-33,9	Non estimé	Non	estimé
	2035-2040	-21,3	-7,7	-29	Non estimé	Non	estimé
	2040-2045	-16,7	-7	-23,7	Non estimé	Non	estimé
	2045-2050	-10	-6,6	-16,6	Non estimé	Non	estimé
Projections 2050-2080 *	2050-2055	-6,5	-4,9	-11,4	Non estimé	Non	estimé
	2055-2060	-2,4	-4,1	-6,5	Non estimé	Non	estimé
	2060-2065	0,9	-3,3	-2,4	Non estimé	Non	estimé
	2065-2070	3,8	-2,2	1,6	Non estimé	Non	estimé
	2070-2075	3,2	-0,4	2,8	Non estimé	Non	estimé
	2075-2080	2,8	1	3,8	Non estimé	Non	estimé

NB : Les projections post-2050 sont fournies à titre indicatif, la robustesse de ces résultats est très faible et les hypothèses de certains scénarios n'ont pas été définies sur cette période.

L'effet substitution calculé dans les IGD utilisait une méthode et des coefficients qui ont été revus dans la présente étude, engendrant des valeurs plus faibles en projection.

Le stockage dans les sols et la litière n'est pas intégré dans les résultats présentés ici.



SCENARIO B3_R2_C2

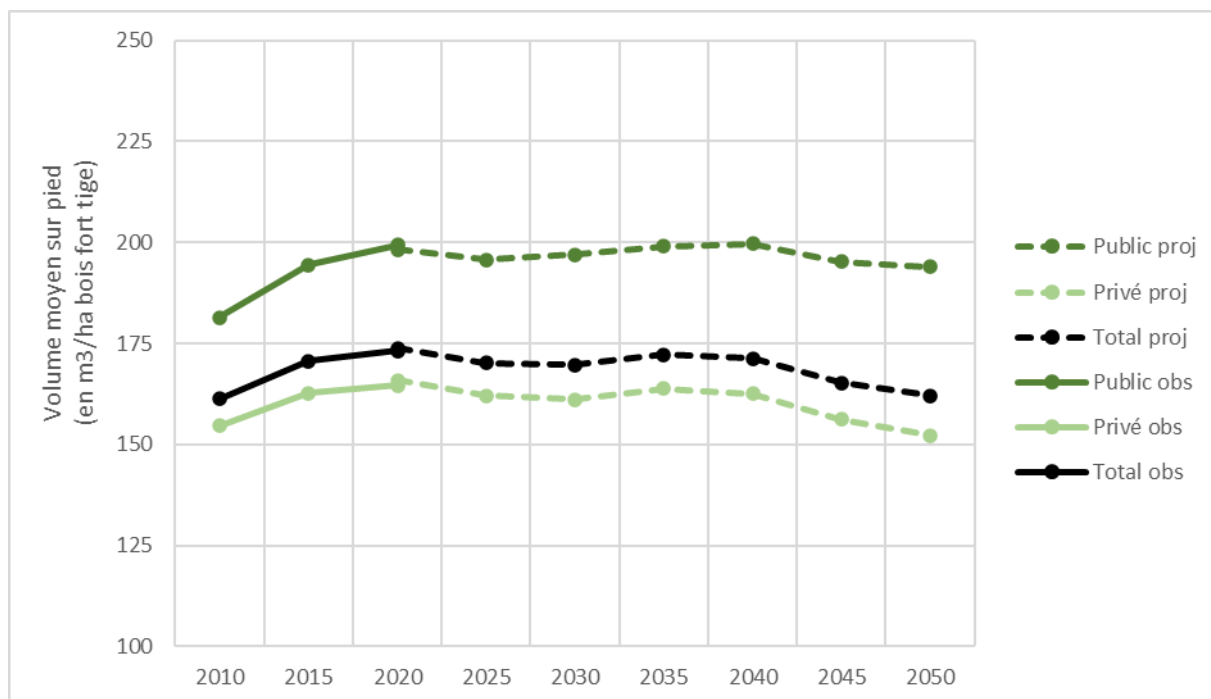
B3 : récolte AMS 2023 à 75 Mm3/an en 2080 (atteinte du PNFB en 2026 puis augmentation de la récolte)

R2 : scénario d'atteinte plus progressive des objectifs de « France 2030 »

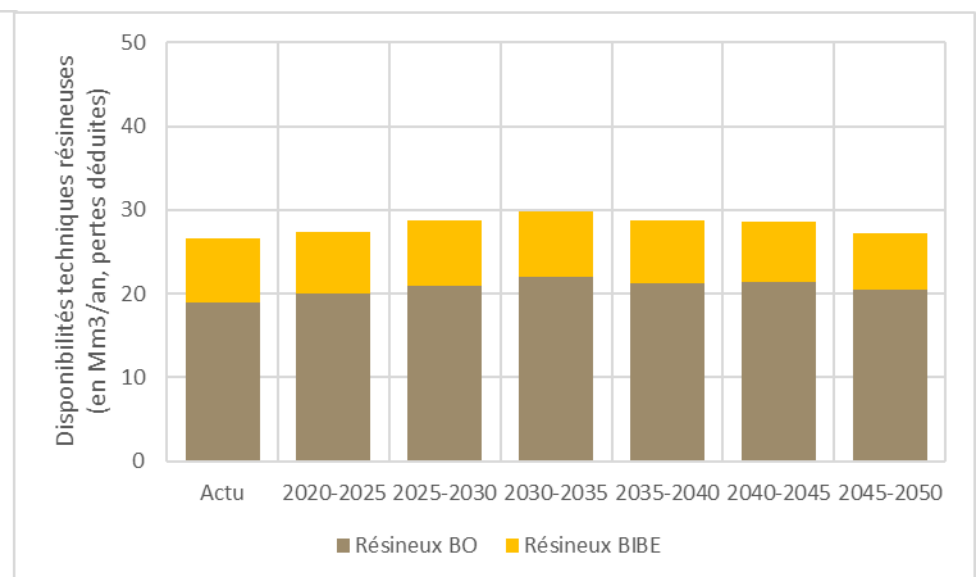
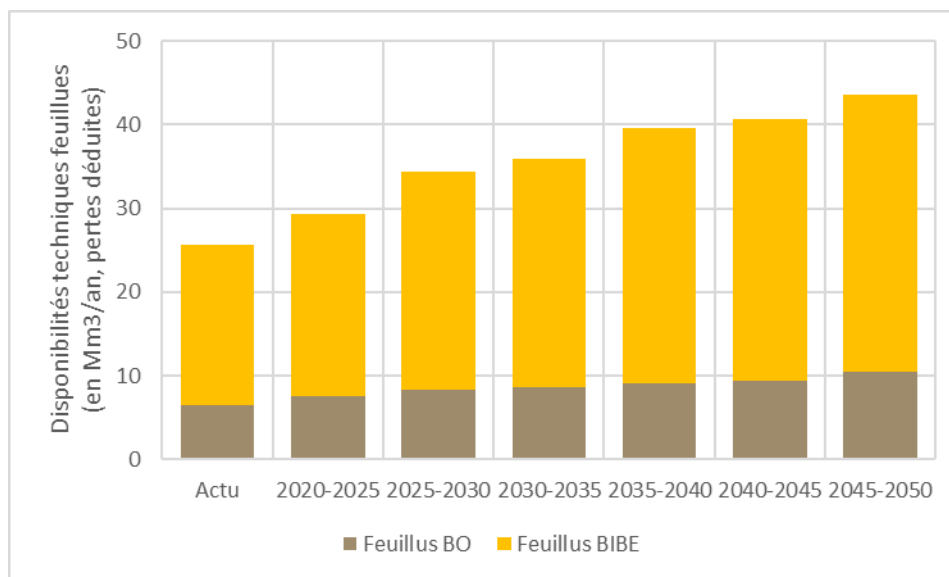
C2 : scénario de succession de crises telles que l'actuelle espacées de quelques années (analogie aux périodes successives d'années de sécheresse)

Pas de calcul sur l'aval et la filière

Scénario	B3_R2_C2	Volume sur pied (en Mm3 bois fort tige)					Stock de carbone (en MtC)	Surface (en milliers d'ha)	
		Feuillus		Résineux		Total		Public	Privé
		Public	Privé	Public	Privé				
Obs. IFN	2010	424 ± 16	1 202 ± 27	288 ± 16	603 ± 25	2 518 ± 38	1 182 ± 17	3 930 ± 50	11 680 ± 100
	2015	438 ± 17	1 296 ± 31	331 ± 21	663 ± 28	2 728 ± 45	1 268 ± 20	3 950 ± 50	12 030 ± 110
	2020	462 ± 17	1 358 ± 31	330 ± 21	661 ± 29	2 811 ± 46	1 316 ± 20	3 970 ± 40	12 270 ± 110
Projections 2020-2050	2025	469	1 413	308	632	2 822	1 327	3 970	12 610
	2030	477	1 442	305	620	2 844	1 349	3 970	12 790
	2035	488	1 491	302	617	2 898	1 386	3 970	12 860
	2040	492	1 495	301	603	2 891	1 390	3 970	12 910
	2045	484	1 451	291	570	2 795	1 353	3 970	12 940
	2050	482	1 433	288	540	2 743	1 336	3 970	12 960



Scénario	B3_R2_C2	Flux en volume (en Mm3/an bois fort tige)		Flux en carbone (en Mm3/an bois fort tige)		Disponibilités techniques (en Mm3/an, pertes déduites)								Origine des disponibilités (en % du total)		
		Période	Dispos.	Mortalité	Dispos	Mortalité	Feuillus				Résineux				Total	Coupes liées au plan de renouvel.
	BO pot.						BIBE		BO pot.		BIBE					
	Public						Privé	Public	Privé	Public	Privé	Public	Privé			
Obs. /FN	2013-2022	51,4 ± 2,7	13,1 ± 0,6	Non estimé		2,2 ± 0,3	4,3 ± 0,5	5,6 ± 0,5	13,5 ± 1,1	4,9 ± 0,8	14 ± 1,7	1,8 ± 0,3	5,9 ± 0,6	52,3 ± 2,6	Non estimé	
Projections 2020-2050	2020-2025	55,1	23,0	22,8	10,4	2,8	4,7	6,5	15,3	6,0	14,0	1,9	5,4	56,6	3%	9%
	2025-2030	61,1	14,9	26,0	7,0	2,8	5,6	6,8	19,2	5,3	15,7	1,9	5,9	63,3	6%	5%
	2030-2035	63,3	10,4	27,0	4,9	2,9	5,7	7,2	20,1	5,6	16,4	2,0	5,8	65,7	14%	3%
	2035-2040	65,0	16,0	28,7	7,7	2,9	6,2	7,2	23,3	4,7	16,6	1,5	5,9	68,2	0%	7%
	2040-2045	65,7	25,2	29,1	12,1	3,0	6,4	7,5	23,7	5,1	16,3	1,6	5,6	69,1	0%	11%
	2045-2050	66,6	14,4	30,1	7,0	3,0	7,4	7,5	25,6	4,5	15,9	1,4	5,4	70,6	1%	9%

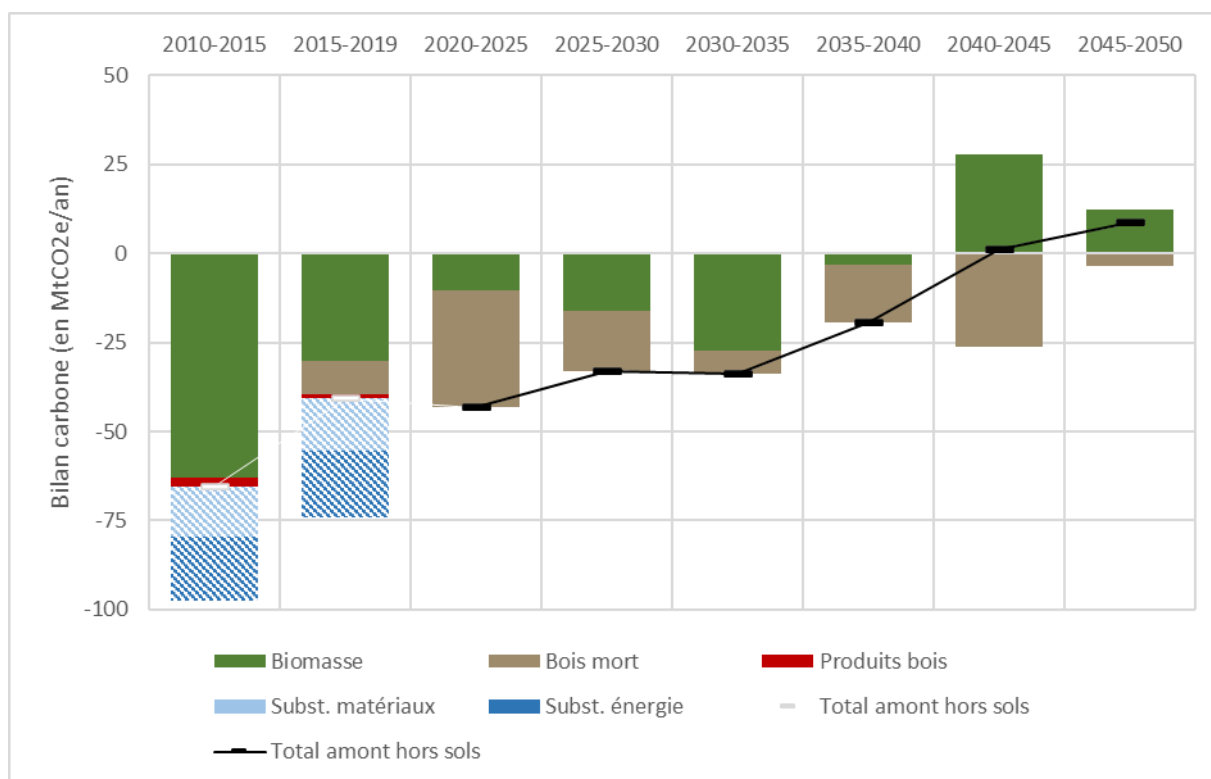


Scénario	B3_R2_C2	Flux dans l'écosystème (en MtCO2e/an)			Flux dans les produits bois (en MtCO2e/an)	Effet substitution (en MtCO2e/an)	
	Année	Biomasse	Bois mort	Total forêt		Matériaux	Énergie
IGD	2010-2015	-63,1	0	-63,1	-2,3	-14,3*	-18*
	2015-2019	-30,1	-9,5	-39,6	-1,1	-14,7*	-18,7*
Projections 2020-2050	2020-2025	-10,5	-32,8	-43,3	Non estimé	Non	estimé
	2025-2030	-16,1	-16,8	-32,9	Non estimé	Non	estimé
	2030-2035	-27,2	-6,7	-33,9	Non estimé	Non	estimé
	2035-2040	-3,2	-16,1	-19,3	Non estimé	Non	estimé
	2040-2045	27,7	-26,4	1,3	Non estimé	Non	estimé
	2045-2050	12,3	-3,6	8,7	Non estimé	Non	estimé
Projections 2050-2080 *	2050-2055	17,7	-2,3	15,4	Non estimé	Non	estimé
	2055-2060	20	-0,2	19,8	Non estimé	Non	estimé
	2060-2065	16,8	3	19,8	Non estimé	Non	estimé
	2065-2070	13,7	4,7	18,4	Non estimé	Non	estimé
	2070-2075	11,8	5,2	17	Non estimé	Non	estimé
	2075-2080	11	5,4	16,4	Non estimé	Non	estimé

NB : Les projections post-2050 sont fournies à titre indicatif, la robustesse de ces résultats est très faible et les hypothèses de certains scénarios n'ont pas été définies sur cette période.

L'effet substitution calculé dans les IGD utilisait une méthode et des coefficients qui ont été revus dans la présente étude, engendrant des valeurs plus faibles en projection.

Le stockage dans les sols et la litière n'est pas intégré dans les résultats présentés ici.



SCENARIO B3_R2_C3

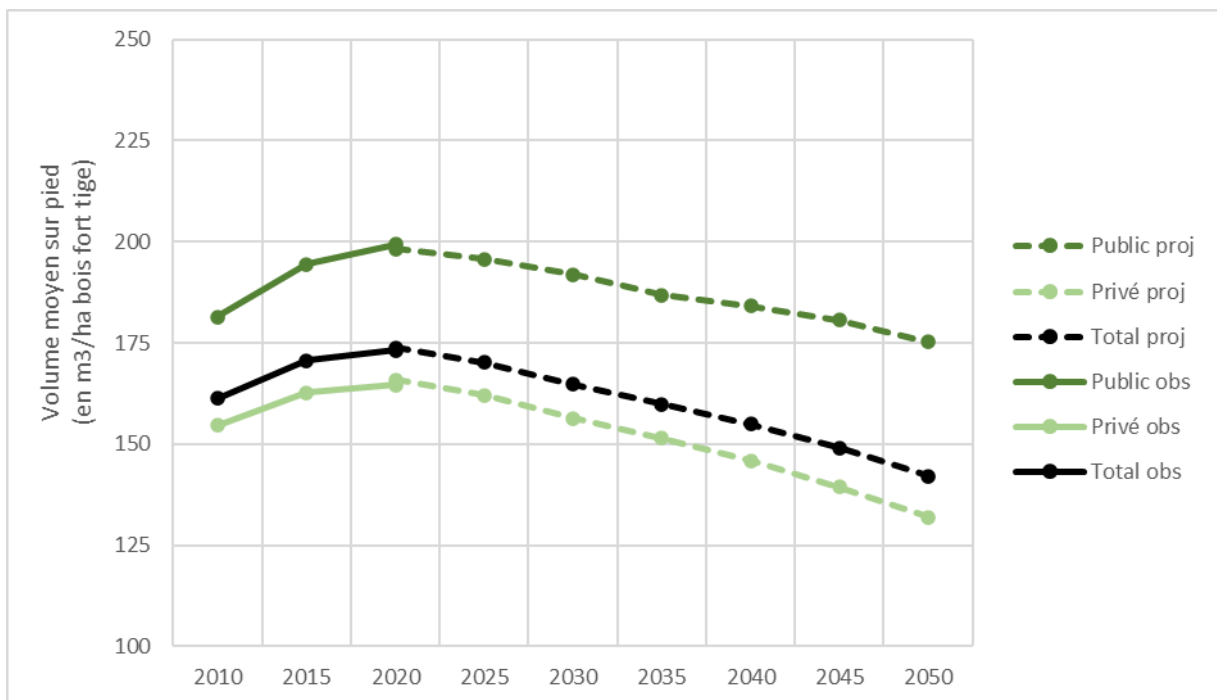
B3 : récolte AMS 2023 à 75 Mm³/an en 2080 (atteinte du PNFB en 2026 puis augmentation de la récolte)

R2 : scénario d'atteinte plus progressive des objectifs de « France 2030 »

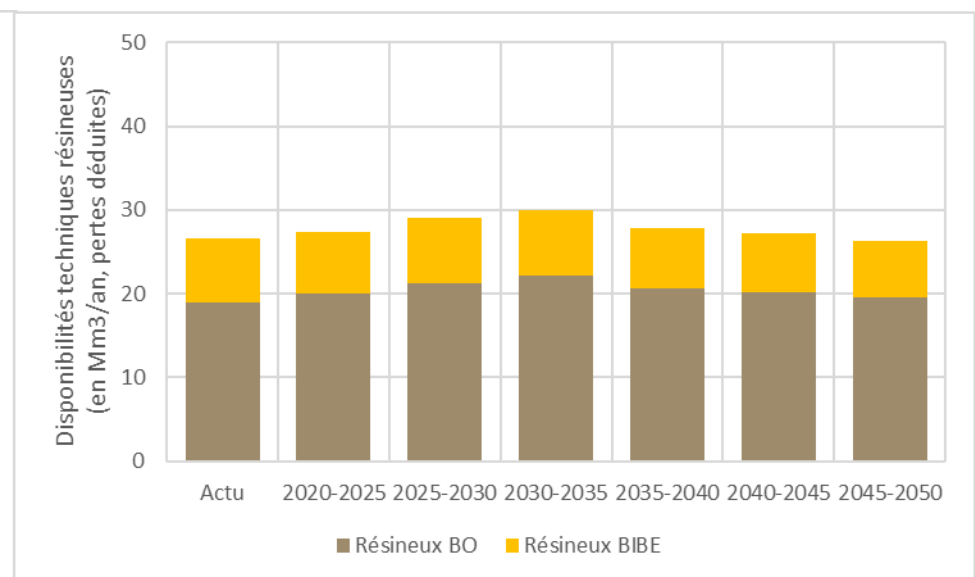
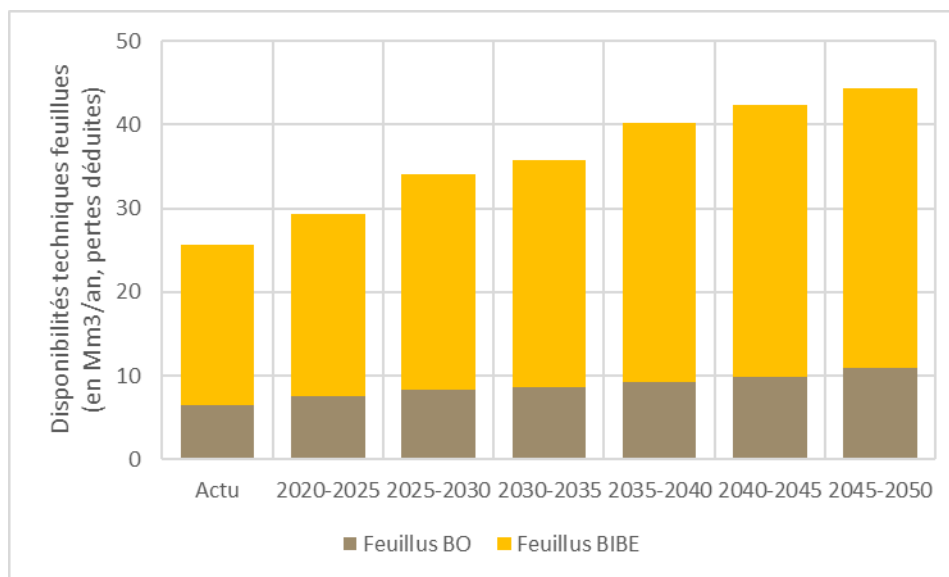
C3 : scénario pessimiste d'une atteinte d'un plateau ascendant de la mortalité et décroissant de la production

Pas de calcul sur l'aval et la filière

Scénario	B3_R2_C3	Volume sur pied (en Mm ³ bois fort tige)					Stock de carbone (en MtC)	Surface (en milliers d'ha)	
		Feuillus		Résineux		Total		Public	Privé
		Public	Privé	Public	Privé				
Obs. /FN	2010	424 ± 16	1 202 ± 27	288 ± 16	603 ± 25	2 518 ± 38	1 182 ± 17	3 930 ± 50	11 680 ± 100
	2015	438 ± 17	1 296 ± 31	331 ± 21	663 ± 28	2 728 ± 45	1 268 ± 20	3 950 ± 50	12 030 ± 110
	2020	462 ± 17	1 358 ± 31	330 ± 21	661 ± 29	2 811 ± 46	1 316 ± 20	3 970 ± 40	12 270 ± 110
Projections 2020-2050	2025	469	1 413	308	632	2 822	1 327	3 970	12 610
	2030	467	1 399	295	602	2 763	1 311	3 970	12 790
	2035	462	1 376	280	572	2 689	1 289	3 970	12 860
	2040	457	1 341	274	543	2 614	1 260	3 970	12 910
	2045	450	1 298	267	507	2 522	1 223	3 970	12 940
	2050	437	1 246	259	464	2 407	1 176	3 970	12 960



Scénario	B3_R2_C3	Flux en volume (en Mm3/an bois fort tige)		Flux en carbone (en Mm3/an bois fort tige)		Disponibilités techniques (en Mm3/an, pertes déduites)								Origine des disponibilités (en % du total)		
		Période	Dispos.	Mortalité	Dispos	Mortalité	Feuillus				Résineux				Total	Coupes liées au plan de renouvel.
	BO pot.						BIBE		BO pot.		BIBE					
	Public						Privé	Public	Privé	Public	Privé	Public	Privé			
Obs. /FN	2013-2022	51,4 ± 2,7	13,1 ± 0,6	Non estimé		2,2 ± 0,3	4,3 ± 0,5	5,6 ± 0,5	13,5 ± 1,1	4,9 ± 0,8	14 ± 1,7	1,8 ± 0,3	5,9 ± 0,6	52,3 ± 2,6	Non estimé	
Projections 2020-2050	2020-2025	55,1	23,0	22,8	10,4	2,8	4,7	6,5	15,3	6,0	14,0	1,9	5,4	56,6	3%	9%
	2025-2030	61,2	22,6	25,9	10,6	2,9	5,5	6,9	18,8	5,6	15,6	2,0	5,9	63,3	6%	7%
	2030-2035	63,4	21,6	27,1	10,3	2,9	5,7	7,3	19,9	5,9	16,2	2,1	5,8	65,8	13%	7%
	2035-2040	64,7	18,8	28,7	9,0	2,9	6,4	7,1	23,8	4,6	16,1	1,5	5,7	68,1	0%	10%
	2040-2045	66,0	17,5	29,6	8,4	3,0	6,9	7,3	25,2	4,5	15,7	1,4	5,6	69,7	0%	11%
	2045-2050	66,5	16,8	30,2	8,1	3,3	7,7	7,9	25,4	4,5	15,1	1,4	5,3	70,7	1%	11%

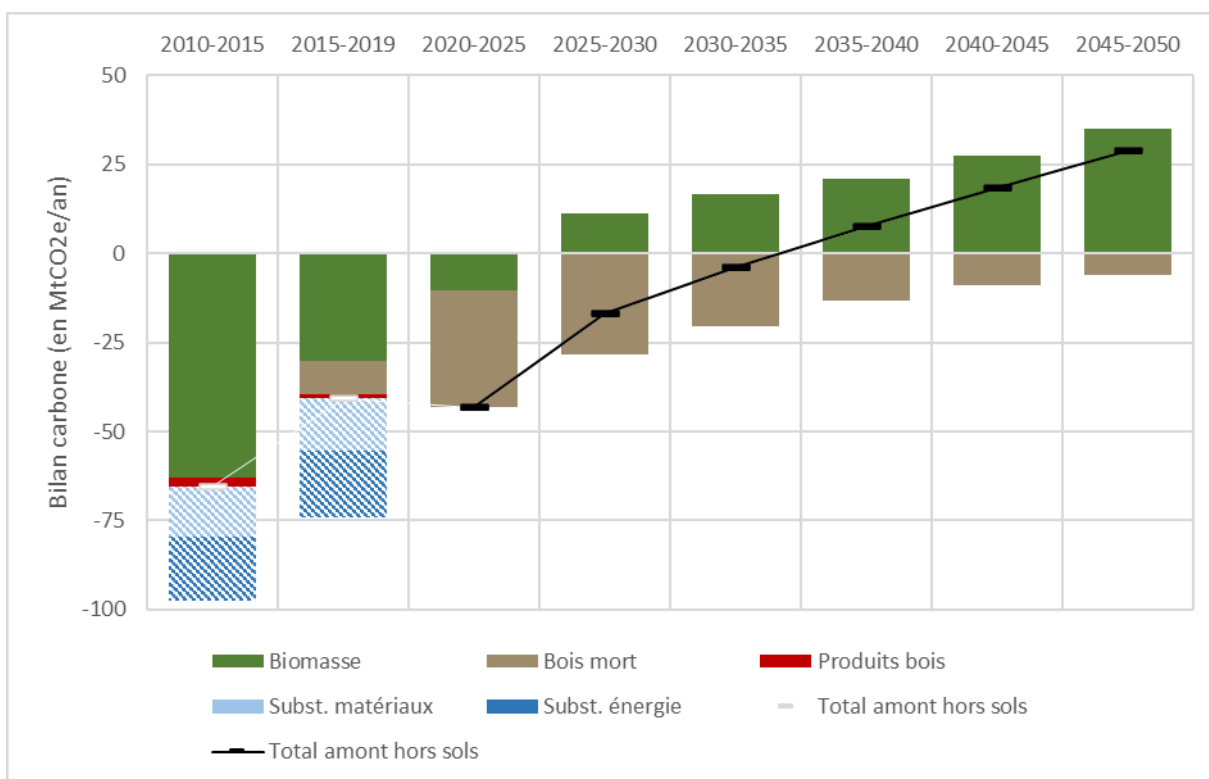


Scénario	B3_R2_C3	Flux dans l'écosystème (en MtCO2e/an)			Flux dans les produits bois (en MtCO2e/an)	Effet substitution (en MtCO2e/an)	
	Année	Biomasse	Bois mort	Total forêt		Matériaux	Énergie
IGD	2010-2015	-63,1	0	-63,1	-2,3	-14,3*	-18*
	2015-2019	-30,1	-9,5	-39,6	-1,1	-14,7*	-18,7*
Projections 2020-2050	2020-2025	-10,5	-32,8	-43,3	Non estimé	Non	estimé
	2025-2030	11,3	-28,3	-17	Non estimé	Non	estimé
	2030-2035	16,5	-20,5	-4	Non estimé	Non	estimé
	2035-2040	20,8	-13,2	7,6	Non estimé	Non	estimé
	2040-2045	27,3	-8,8	18,5	Non estimé	Non	estimé
	2045-2050	35	-6,1	28,9	Non estimé	Non	estimé
Projections 2050-2080 *	2050-2055	32,6	0,4	33	Non estimé	Non	estimé
	2055-2060	26,7	5,1	31,8	Non estimé	Non	estimé
	2060-2065	22,4	7,4	29,8	Non estimé	Non	estimé
	2065-2070	19,1	8,1	27,2	Non estimé	Non	estimé
	2070-2075	16,6	8,2	24,8	Non estimé	Non	estimé
	2075-2080	15,4	7,8	23,2	Non estimé	Non	estimé

NB : Les projections post-2050 sont fournies à titre indicatif, la robustesse de ces résultats est très faible et les hypothèses de certains scénarios n'ont pas été définies sur cette période.

L'effet substitution calculé dans les IGD utilisait une méthode et des coefficients qui ont été revus dans la présente étude, engendrant des valeurs plus faibles en projection.

Le stockage dans les sols et la litière n'est pas intégré dans les résultats présentés ici.



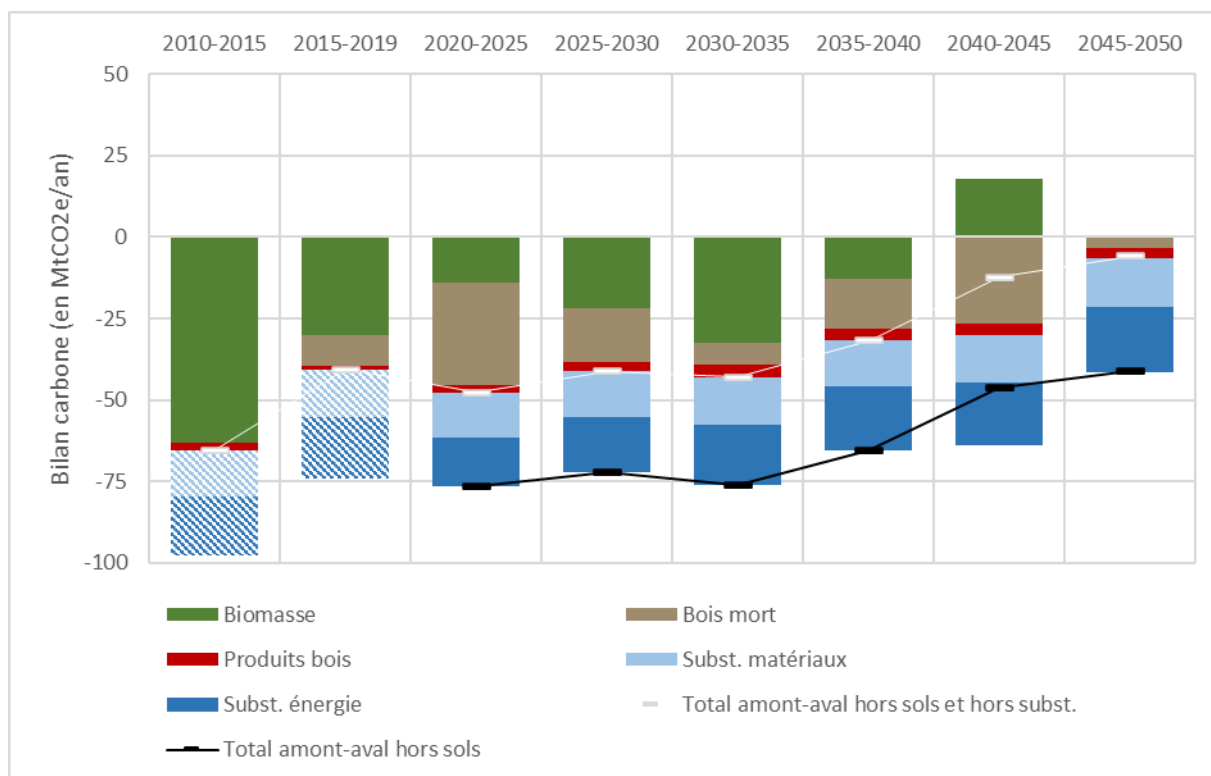
ANALYSES DE SENSIBILITE AUTOUR DU SCENARIO B2_R1_C2

SCENARIO B2_R1_C2_F1_CHARB

« charb » : scénario d'utilisation de bois dans les centrales biomasse en remplacement du charbon

Scénario	B2_R1_C2_F1_charb	Flux dans l'écosystème (en MtCO2e/an)			Flux dans les produits bois (en MtCO2e/an)	Effet substitution (en MtCO2e/an)	
		Biomasse	Bois mort	Total forêt		Matériaux	Énergie
IGD	2010-2015	-63,1	0	-63,1	-2,3	-14,3*	-18*
	2015-2019	-30,1	-9,5	-39,6	-1,1	-14,7*	-18,7*
Projections 2020-2050	2020-2025	-13,8	-31,8	-45,6	-2,2	-13,6	-15
	2025-2030	-22	-16,2	-38,2	-3	-13,9	-17
	2030-2035	-32,3	-6,7	-39	-4	-14,6	-18,6
	2035-2040	-12,8	-15,3	-28,1	-3,6	-14,3	-19,4
	2040-2045	17,7	-26,6	-8,9	-3,4	-14,5	-19,6
	2045-2050	0,5	-3,2	-2,7	-3,2	-15,2	-20
Projections 2050-2080 *	2050-2055	2,4	-1,2	1,2	-3	-15	-20,3
	2055-2060	4,5	0,1	4,6	-2,6	-15	-20,8
	2060-2065	5,7	1,2	6,9	-2,3	-15,1	-20,9
	2065-2070	6,3	1,9	8,2	-2	-15,1	-21,1
	2070-2075	9,4	1,6	11	-1,9	-15,2	-21,6
	2075-2080	12,3	1,9	14,2	-1,8	-15,3	-21,4

NB : Les projections post-2050 sont fournies à titre indicatif, la robustesse de ces résultats est très faible et les hypothèses de certains scénarios n'ont pas été définies sur cette période. L'effet substitution calculé dans les IGD utilisait une méthode et des coefficients qui ont été revus dans la présente étude, engendrant des valeurs plus faibles en projection. Le stockage dans les sols et la litière n'est pas intégré dans les résultats présentés ici.

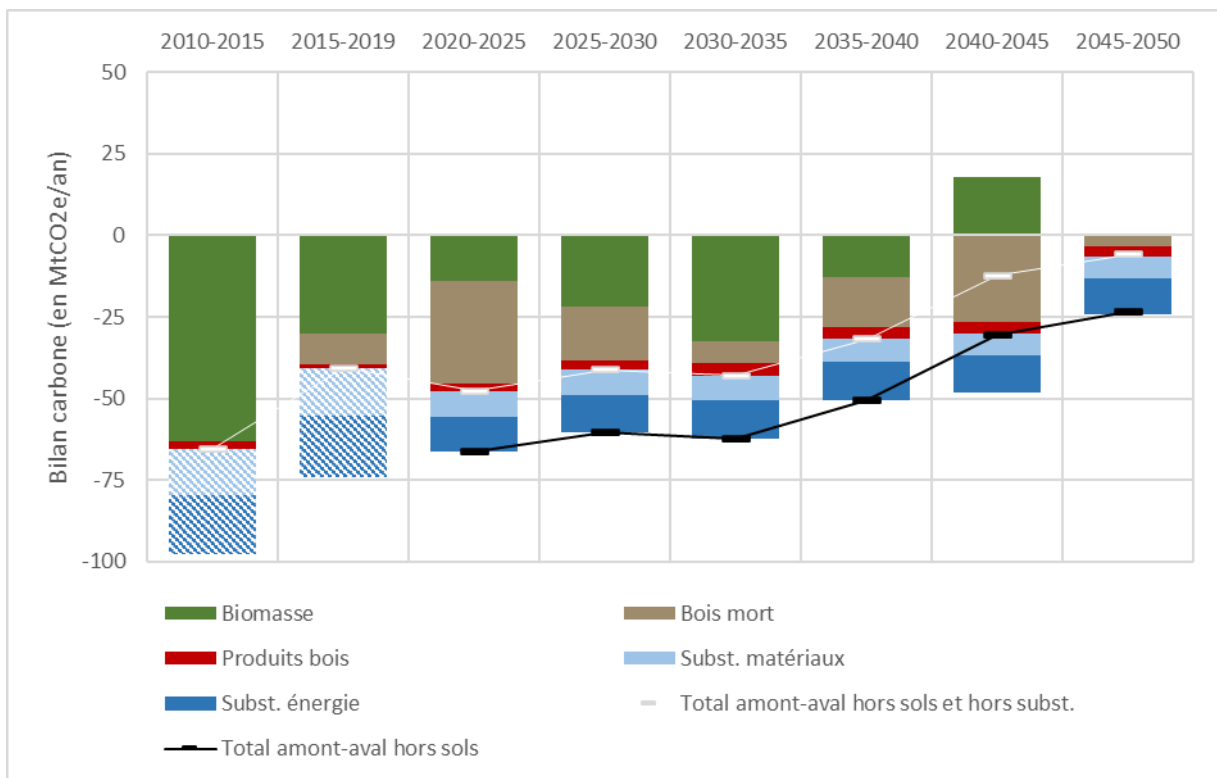


SCENARIO B2_R1_C2_F1_SOB

« sob » : diminution des coefficients de substitution selon le scénario de décarbonation des secteurs concurrents « Sobriété » de l'étude FBF-Codifab-Copacel-Carbone4

Scénario	B2_R1_C2_F1_sob	Flux dans l'écosystème (en MtCO2e/an)			Flux dans les produits bois (en MtCO2e/an)	Effet substitution (en MtCO2e/an)		
		Année	Biomasse	Bois mort		Total forêt	Matériaux	Énergie
IGD		2010-2015	-63,1	0	-63,1	-2,3	-14,3*	-18*
		2015-2019	-30,1	-9,5	-39,6	-1,1	-14,7*	-18,7*
Projections 2020-2050		2020-2025	-13,8	-31,8	-45,6	-2,2	-8	-10,6
		2025-2030	-22	-16,2	-38,2	-3	-7,7	-11,5
		2030-2035	-32,3	-6,7	-39	-4	-7,6	-11,9
		2035-2040	-12,8	-15,3	-28,1	-3,6	-7	-11,8
		2040-2045	17,7	-26,6	-8,9	-3,4	-6,9	-11,3
		2045-2050	0,5	-3,2	-2,7	-3,2	-6,8	-10,9
Projections 2050-2080 *		2050-2055	2,4	-1,2	1,2	-3	-6,6	-10,8
		2055-2060	4,5	0,1	4,6	-2,6	-6,6	-11,1
		2060-2065	5,7	1,2	6,9	-2,3	-6,6	-11,2
		2065-2070	6,3	1,9	8,2	-2	-6,5	-11,3
		2070-2075	9,4	1,6	11	-1,9	-6,5	-11,5
		2075-2080	12,3	1,9	14,2	-1,8	-6,6	-11,5

NB : Les projections post-2050 sont fournies à titre indicatif, la robustesse de ces résultats est très faible et les hypothèses de certains scénarios n'ont pas été définies sur cette période. L'effet substitution calculé dans les IGD utilisait une méthode et des coefficients qui ont été revus dans la présente étude, engendrant des valeurs plus faibles en projection. Le stockage dans les sols et la litière n'est pas intégré dans les résultats présentés ici.

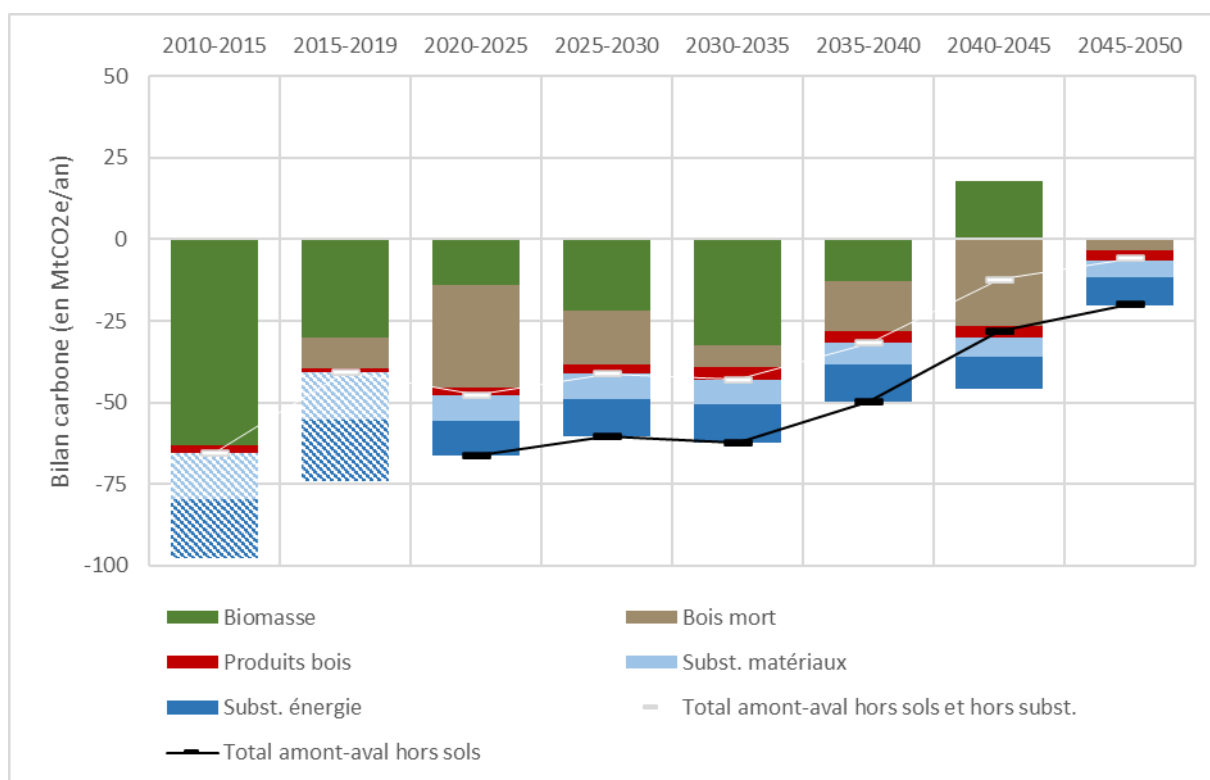


SCENARIO B2_R1_C2_F1_TECH

« tech » : diminution des coefficients de substitution selon le scénario de décarbonation des secteurs concurrents « Pro-Techno » de l'étude FBF-Codifab-Copacel-Carbone4

Scénario	B2_R1_C2_F1_tech	Flux dans l'écosystème (en MtCO2e/an)			Flux dans les produits bois (en MtCO2e/an)	Effet substitution (en MtCO2e/an)	
	Année	Biomasse	Bois mort	Total forêt		Matériaux	Énergie
IGD	2010-2015	-63,1	0	-63,1	-2,3	-14,3*	-18*
	2015-2019	-30,1	-9,5	-39,6	-1,1	-14,7*	-18,7*
Projections 2020-2050	2020-2025	-13,8	-31,8	-45,6	-2,2	-8	-10,6
	2025-2030	-22	-16,2	-38,2	-3	-7,8	-11,4
	2030-2035	-32,3	-6,7	-39	-4	-7,7	-11,7
	2035-2040	-12,8	-15,3	-28,1	-3,6	-6,8	-11,2
	2040-2045	17,7	-26,6	-8,9	-3,4	-5,9	-10
	2045-2050	0,5	-3,2	-2,7	-3,2	-5,1	-8,9
Projections 2050-2080 *	2050-2055	2,4	-1,2	1,2	-3	-4,6	-8,6
	2055-2060	4,5	0,1	4,6	-2,6	-4,5	-8,8
	2060-2065	5,7	1,2	6,9	-2,3	-4,5	-8,8
	2065-2070	6,3	1,9	8,2	-2	-4,5	-8,9
	2070-2075	9,4	1,6	11	-1,9	-4,5	-9,1
	2075-2080	12,3	1,9	14,2	-1,8	-4,5	-9,1

NB : Les projections post-2050 sont fournies à titre indicatif, la robustesse de ces résultats est très faible et les hypothèses de certains scénarios n'ont pas été définies sur cette période. L'effet substitution calculé dans les IGD utilisait une méthode et des coefficients qui ont été revus dans la présente étude, engendrant des valeurs plus faibles en projection. Le stockage dans les sols et la litière n'est pas intégré dans les résultats présentés ici.

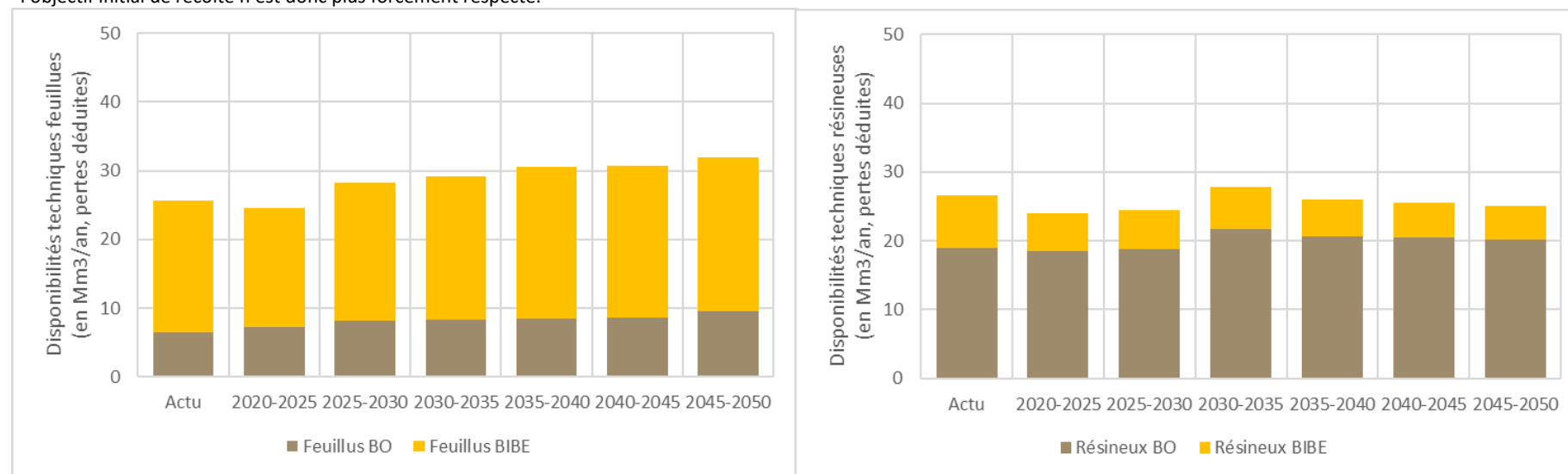


SCENARIO B2_R1_C2_PERTES

« pertes » : augmentation des taux de pertes d'exploitation sur les branches des houppiers, ainsi que sur les arbres issus de produits sanitaires

Scénario	B2_R1_C2_pertes	Flux en volume (en Mm3/an bois fort tige)		Flux en carbone (en Mm3/an bois fort tige)		Disponibilités techniques (en Mm3/an, pertes déduites)								Origine des disponibilités (en % du total)		
		Période	Dispos.	Mortalité	Dispos	Mortalité	Feuillus				Résineux				Total	Coupes liées au plan de renouvel.
	BO pot.						BIBE		BO pot.		BIBE					
	Public						Privé	Public	Privé	Public	Privé	Public	Privé			
Projections 2020-2050	2020-2025	52,6	23,2	21,9	10,5	2,6	4,6	5,0	12,3	5,3	13,2	1,4	4,1	48,4	4%	9%
	2025-2030	56,8	16,0	24,3	7,5	2,9	5,3	5,5	14,6	5,1	13,7	1,5	4,2	52,8	16%	4%
	2030-2035	61,2	11,2	26,0	5,3	2,9	5,4	5,7	15,1	5,7	16,0	1,6	4,5	56,9	19%	3%
	2035-2040	60,8	17,3	26,6	8,2	2,8	5,7	5,5	16,6	4,7	15,9	1,2	4,2	56,5	0%	6%
	2040-2045	60,8	27,4	26,7	13,1	2,9	5,8	5,7	16,3	5,0	15,4	1,2	4,0	56,3	0%	9%
	2045-2050	61,1	16,8	27,1	8,1	2,8	6,8	5,6	16,7	4,5	15,6	1,1	3,9	56,9	3%	7%

Les observations IFN historiques ne tiennent pas compte de l'augmentation des taux dans l'analyse de sensibilité. L'analyse de sensibilité est réalisée a posteriori sur les résultats du scénario, l'objectif initial de récolte n'est donc plus forcément respecté.

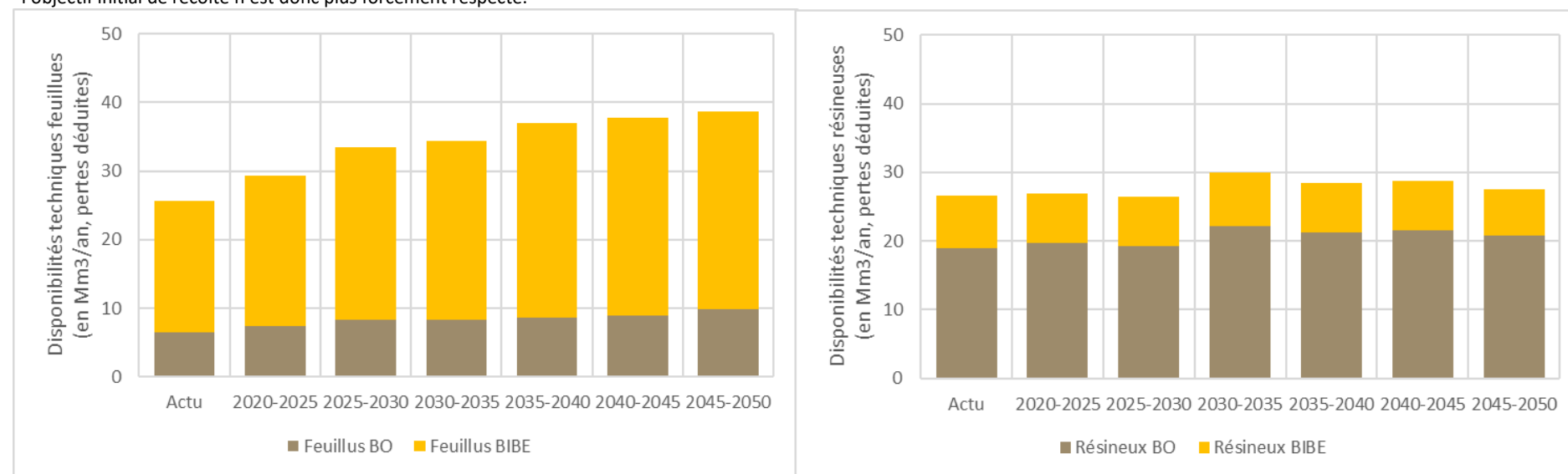


SCENARIO B2_R1_C2_VALO

« valo » : augmentation de la part de la mortalité valorisée en produits sanitaires

Scénario	B2_R1_C2_valo	Flux en volume (en Mm3/an bois fort tige)		Flux en carbone (en Mm3/an bois fort tige)		Disponibilités techniques (en Mm3/an, pertes déduites)								Origine des disponibilités (en % du total)			
		Dispos.	Mortalité	Dispos	Mortalité	Feuillus				Résineux				Total	Coupes liées au plan de renouvel.	Coupes sanitaires	
	BO pot.					BIBE		BO pot.		BIBE							
	Public					Privé	Public	Privé	Public	Privé	Public	Privé					
Projections 2020-2050	Période																
	2020-2025	54,8	21,0	22,7	9,7	2,8	4,6	6,6	15,3	5,9	13,8	1,9	5,3	56,3	4%	13%	
	2025-2030	57,9	14,9	24,7	7,1	3,0	5,3	7,0	18,1	5,3	14,0	1,9	5,3	60,0	16%	6%	
	2030-2035	62,0	10,4	26,3	5,0	2,9	5,5	7,3	18,7	5,9	16,2	2,1	5,7	64,2	19%	4%	
	2035-2040	62,6	15,5	27,3	7,5	2,9	5,8	7,1	21,2	5,0	16,3	1,6	5,6	65,5	0%	9%	
	2040-2045	63,5	24,7	27,8	12,0	3,0	6,0	7,6	21,2	5,5	16,0	1,8	5,4	66,5	0%	14%	
2045-2050	63,1	14,8	27,9	7,2	2,9	6,9	7,3	21,6	4,8	16,0	1,5	5,2	66,4	3%	10%		

Les observations IFN historiques ne tiennent pas compte de l'augmentation des taux dans l'analyse de sensibilité. L'analyse de sensibilité est réalisée a posteriori sur les résultats du scénario, l'objectif initial de récolte n'est donc plus forcément respecté.



SCENARIO B2_R1_C2_VALO_PERTES

« valo_pertes » : augmentation des taux de pertes d'exploitation et du taux de valorisation de la mortalité (combinaison des deux analyses précédentes)

Scénario	B2_R1_C2_valo_pertes	Flux en volume (en Mm3/an bois fort tige)		Flux en carbone (en Mm3/an bois fort tige)		Disponibilités techniques (en Mm3/an, pertes déduites)								Origine des disponibilités (en % du total)		
		Période	Dispos.	Mortalité	Dispos.	Mortalité	Feuillus				Résineux				Total	Coupes liées au plan de renouvel.
	BO pot.						BIBE		BO pot.		BIBE					
	Public						Privé	Public	Privé	Public	Privé	Public	Privé			
Projections 2020-2050	2020-2025	54,8	21,0	22,7	9,7	2,8	4,6	5,1	12,5	5,8	13,7	1,5	4,2	50,2	4%	12%
	2025-2030	57,9	14,9	24,7	7,1	3,0	5,3	5,6	14,8	5,3	13,9	1,5	4,3	53,6	16%	5%
	2030-2035	62,0	10,4	26,3	5,0	2,9	5,5	5,8	15,2	5,8	16,1	1,6	4,5	57,6	19%	4%
	2035-2040	62,6	15,5	27,3	7,5	2,8	5,8	5,6	17,0	4,9	16,2	1,2	4,3	57,9	0%	8%
	2040-2045	63,5	24,7	27,8	12,0	3,0	5,9	5,9	16,9	5,4	15,9	1,3	4,1	58,4	0%	12%
	2045-2050	63,1	14,8	27,9	7,2	2,9	6,9	5,8	17,2	4,7	15,9	1,1	4,0	58,4	3%	9%

Les observations IFN historiques ne tiennent pas compte de l'augmentation des taux dans l'analyse de sensibilité. L'analyse de sensibilité est réalisée a posteriori sur les résultats du scénario, l'objectif initial de récolte n'est donc plus forcément respecté.

