

# Proposition d'un scénario de convergence offre-demande de la filière bois

Par Hughes-Marie AULANIER

Principal - Carbone 4

Et Gabriel FOLLIN-ARBELET

Chef de Projet - Carbone 4

Et, en qualité de représentants du « groupe noyau » coordinateur de la filière bois,

Maxime CHAUMET, délégué général de France Bois Forêt, et

Jean-Luc DUNOYER, directeur de projet du Comité Stratégique de Filière Bois

La forêt est un écosystème complexe avec de multiples fonctions écologiques, économiques et sociales. Cet écosystème est aujourd'hui bouleversé dans le contexte du changement climatique et de la volonté de tendre vers la neutralité carbone. Carbone 4 a accompagné la filière forêt-bois en 2023 pendant un an, en lien avec France Bois Forêt, Codifab et Copacel et avec le soutien du CSF Bois, pour construire collectivement un scénario de filière faisant face à ces défis et articulant l'offre et la demande 'bois-biomasse' pour la France métropolitaine à horizon 2050.

Ce travail en « grande filière » est inédit par l'exhaustivité de son périmètre d'analyse tout comme par la mobilisation de l'ensemble des acteurs de la chaîne de valeur forêt-bois. Le scénario de convergence qui en découle permet ainsi de structurer une vision fédératrice pour l'avenir de la filière. Il trace un chemin de crête à emprunter, exigeant par les multiples transformations qu'il nécessite pour arriver à bon port, mais cohérent quant à la contribution de la filière à l'économie nationale, à l'emploi et à l'atteinte de la neutralité carbone et ainsi porteur de sens pour tous ses acteurs, de l'amont à l'aval.

## Introduction

La forêt est un écosystème complexe avec de multiples fonctions écologiques, économiques et sociales. Cet écosystème est aujourd'hui bouleversé dans le contexte du changement climatique et de la volonté de tendre vers la neutralité carbone.

De nombreuses questions émergent alors : quelle évolution de la forêt dans un contexte d'aggravation des impacts du changement climatique ? Quels impacts de cette évolution sur le stockage de carbone en forêt et la production de bois ? Comment la gestion forestière doit-elle évoluer pour viser l'adaptation de la forêt au changement climatique ? Comment sont structurés et articulés les flux physiques de la filière forêt-bois ? Quelles évolutions de la demande en bois, matériau qui contribue à la décarbonation d'autres secteurs ? Quelles conditions permettent un bouclage entre la demande et la ressource en bois projetées ? Quelle contribution alors de la filière forêt-bois à la neutralité carbone *via* ce scénario de convergence ?

Carbone 4 a accompagné la filière forêt-bois en 2023 pendant un an, en lien avec France Bois Forêt,

Codifab et Copacel et avec le soutien du CSF Bois, pour construire collectivement un scénario de filière articulant l'offre et la demande 'bois-biomasse' pour la France métropolitaine à horizon 2050.

La démarche a consisté tout d'abord à reconstruire les flux physiques de la filière pour l'année 2019. En parallèle, différentes évolutions possibles de la demande ont été quantifiées, dans deux scénarios contrastés tous deux compatibles avec l'Accord de Paris. La récolte et son évolution ont été également modélisées dans le contexte du changement climatique, en se fondant sur le travail conduit dans le même calendrier par IGN-FCBA sur ce sujet. Enfin, la dernière étape a consisté à construire un outil de simulation permettant d'identifier des scénarios de convergence entre offre et demande à horizon 2030, 2040 et 2050, et les conditions permettant cette convergence.

Les choix de modélisation proposés pour permettre la convergence offre/demande visent à mobiliser la filière de façon pertinente et équilibrée quant à la structure de ses flux, mais également dans son rôle pour la séquestration carbone et la décarbonation d'autres industries, tout en privilégiant les usages du bois/biomasse générant la

plus grande création de valeur ajoutée et d'emplois. Des conditions de succès du scénario de convergence ont pu être identifiées au cours de ce travail.

Cette étude ne couvre cependant pas toute la complexité des enjeux autour de la forêt, qui rend une multitude de services écosystémiques comme le maintien de la biodiversité ou la protection des sols.

Ce travail en « grande filière » est inédit par l'exhaustivité de son périmètre d'analyse tout comme par la mobilisation de l'ensemble des acteurs de la chaîne de valeur forêt-bois. Le scénario de convergence qui en découle permet ainsi de structurer une vision fédératrice pour l'avenir de la filière. Il trace un chemin de crête à emprunter, exigeant par les multiples transformations qu'il nécessite pour arriver à bon port, mais cohérent quant à la contribution de la filière à l'économie nationale, à l'emploi et à l'atteinte de la neutralité carbone et ainsi porteur de sens pour tous ses acteurs, de l'amont à l'aval.

### La filière forêt-bois en 2019 - état des lieux

La première étape de cet exercice de modélisation et de prospective a été d'établir un point de départ solide du bouclage bois-biomasse actuel (une « baseline »). L'articulation de l'ensemble des flux de la filière bois a demandé un travail minutieux et très approfondi avec les organisations professionnelles de la filière en raison de sa complexité :

- lors de la récolte avec un grand nombre de types de bois et d'essence, de qualité et de structure variées. Cette récolte est caractérisée de manière simplifiée à partir des données IGN en Bois d'Œuvre (BO) d'un côté, et Bois Industrie/Bois-Énergie (BIBE) de l'autre ;
- lors de la transformation avec plusieurs étapes impliquant des rendements de transformation, des connexes de scierie, de l'autoconsommation, et des imports-exports à tous les niveaux (ressource brute, semi-transformée ou produits finis) ;

- lors de la consommation avec de nombreux marchés de demande dont les principaux sont : la construction-rénovation, les emballages-bois (palettes), l'ameublement, le papier-carton, et le bois-énergie.

La représentation des flux de la filière (voir Figure 2 page suivante) a été réalisée à travers un diagramme de Sankey disponible en ligne : <https://terriflux.com/portfolios/EtudeCarbone4/index.html>

De manière agrégée, la consommation française est évaluée à 78 Mm<sup>3</sup> Bois-Rond-Sur-Écorce (BRSE) en 2019, et est alimentée par : une récolte de 52 Mm<sup>3</sup> en forêt et 4 Mm<sup>3</sup> hors-forêt, un solde imports-exports de 5 Mm<sup>3</sup> éq. BRSE, et 17 Mm<sup>3</sup> éq. BRSE de produits bois en fin de vie.

### Évolution de la demande dans le contexte de la transformation bas-carbone de l'économie

La seconde étape du travail a consisté à projeter la demande de produits bois en France à l'horizon 2030 et 2050 dans le contexte de la transformation bas-carbone de l'économie. L'avenir n'étant pas encore écrit, Carbone 4 a adopté une démarche prospective consistant à modéliser l'évolution de cette demande dans deux scénarios contrastés, tous deux compatibles avec l'Accord de Paris et l'atteinte de la neutralité carbone en 2050 :

- un scénario Pro-techno, représentant une transition fondée principalement sur des innovations technologiques qui alimentent la croissance du PIB tout en réduisant significativement les impacts sur l'environnement ;
- un scénario Sobriété, représentant une transition fondée principalement sur la résilience, grâce à des changements de comportements et modes de vies axés sur de nouveaux objectifs de prospérité.

Ces scénarios de demande sont différenciés pour chaque marché final de la filière : construction/rénovation, ameublement, emballage bois, papier/carton, énergie.

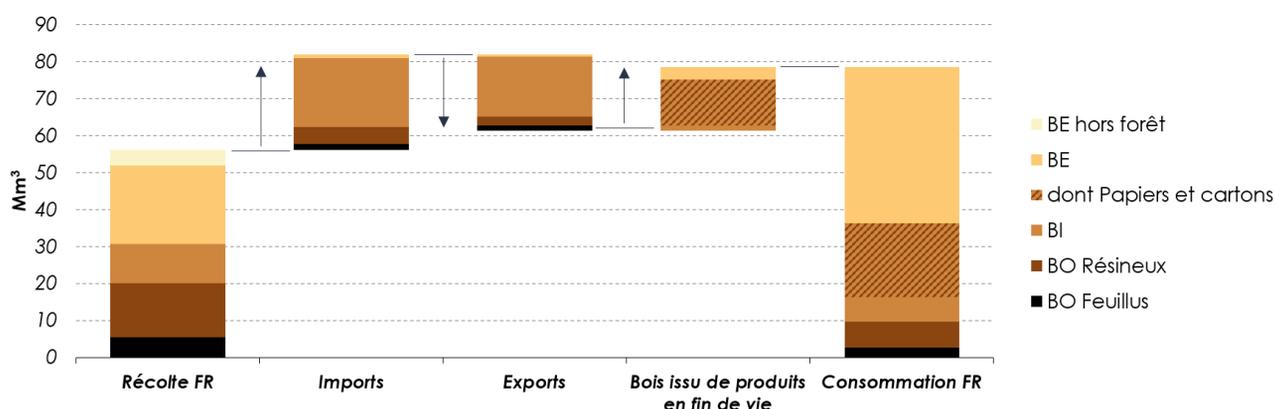


Figure 1 : Flux de la filière en 2019 de la récolte à la consommation en Mm<sup>3</sup> éq. BRSE (Source : Carbone 4).

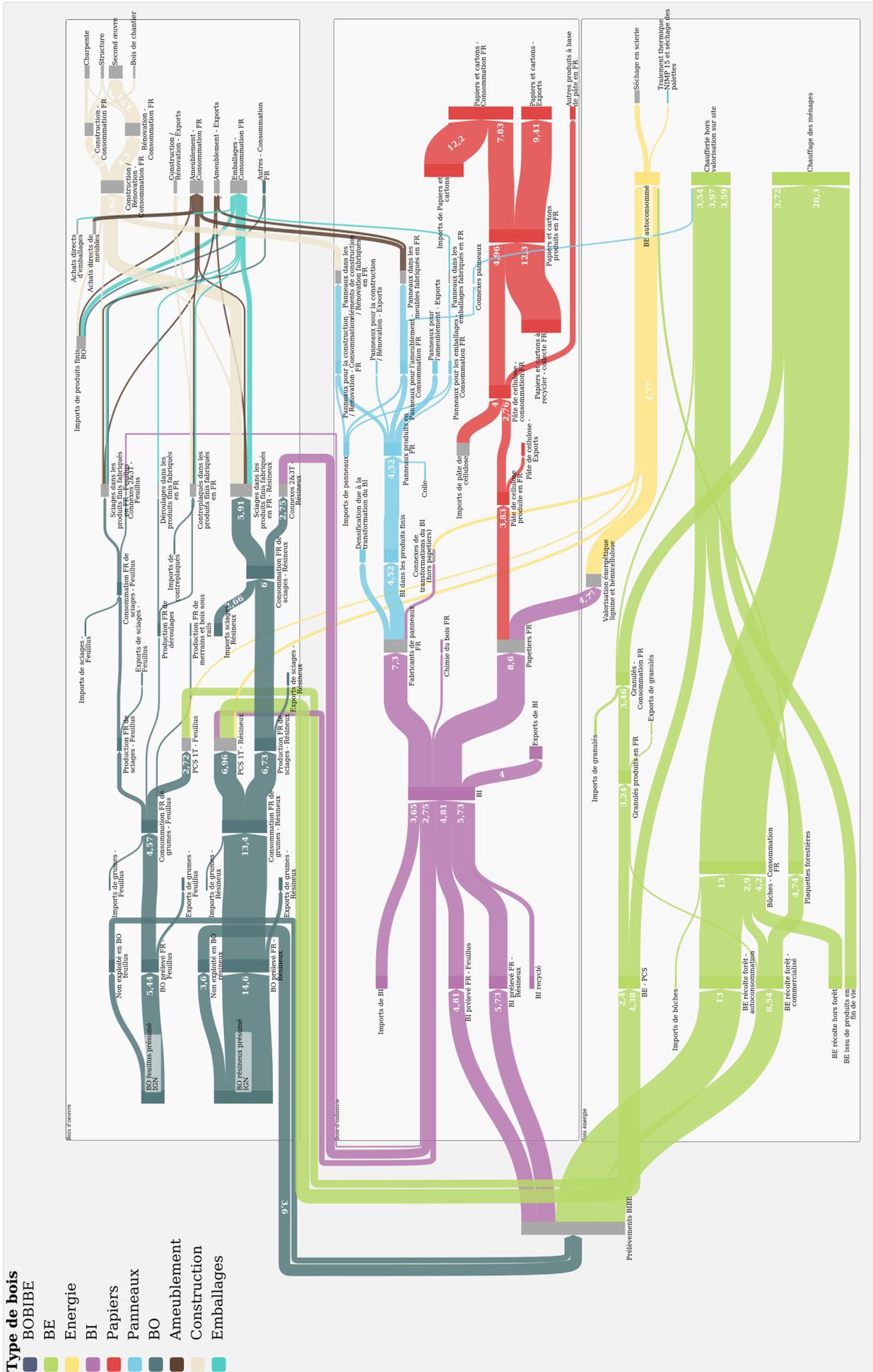


Figure 2 : Diagramme de Sankey représentant les flux de la filière bois (Source : Carbone 4 – © Terriflux - Tous droits réservés).

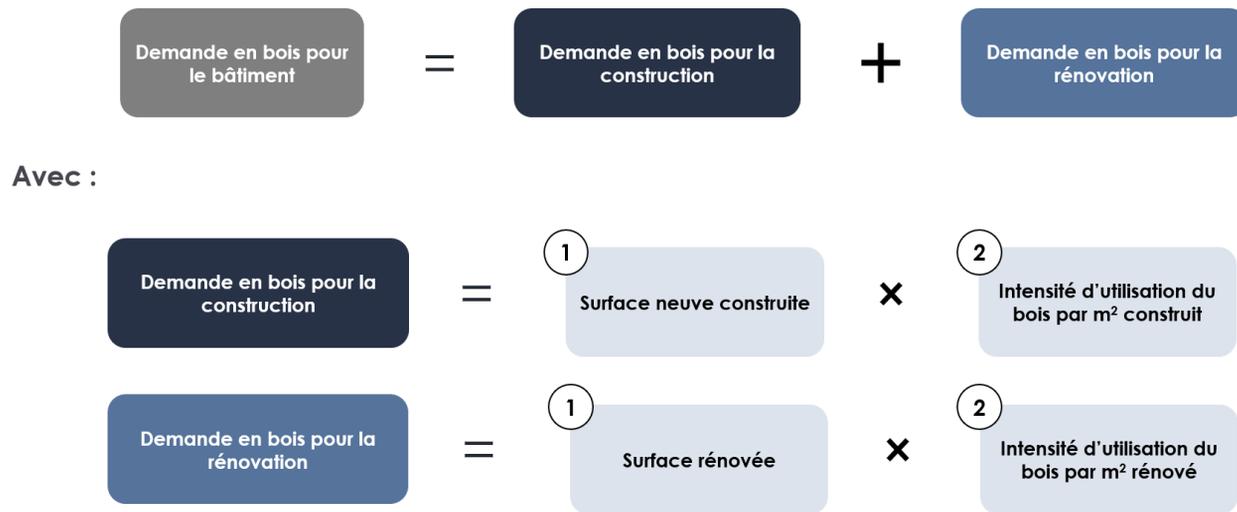


Figure 3 : Méthode de modélisation pour la construction/rénovation (Source : Carbone 4).

La méthode de modélisation est fondée sur l'évolution des flux physiques qui appellent des produits-bois sous contrainte de respect du budget carbone (*i.e.* du cumul des émissions de GES du secteur entre 2019 et 2050). Par exemple pour la construction/rénovation (*cf.* Figure 3).

Pour chacun des deux paramètres (surface construite ou rénovée et intensité d'utilisation du bois), des hypothèses contrastées sont produites pour chacun des scénarios, cohérentes avec l'économie décrite.

Cette approche est déclinée pour chaque secteur de demande de produits bois.

En synthèse, dans le scénario Pro-techno, la consommation française de produits bois est globalement stable en 2050 par rapport à 2019 (à 78 Mm<sup>3</sup> éq. BRSE) alors qu'elle augmente d'environ 14 Mm<sup>3</sup> en 2050, tirée par la construction-rénovation, dans le scénario Sobriété retenu par la filière.

Les points suivants sont également à noter :

- l'augmentation de l'autoconsommation d'énergie de la filière au service de la compétitivité et l'orientation vers des produits à durée de vie longue se traduit par un quasi-doublement de la consommation de bois-énergie pour cet usage (+ 7 Mm<sup>3</sup>) ;
- les scénarios prennent en compte les imports-exports : les trajectoires d'imports-exports évoluent avec une balance matière de la filière légèrement exportatrice nette en 2050 (+ 0,5 Mm<sup>3</sup> éq. BRSE) dans le scénario Sobriété et Pro-techno, contre une balance importatrice nette de 5 Mm<sup>3</sup> éq. BRSE en 2019 ;
- la demande en biocarburant liquide (pouvant atteindre 21 Mm<sup>3</sup> en hypothèse haute) est exclue des scénarios étudiés, car très bas dans l'ordre de mérite produit par le Secrétariat général à la planification écologique et facteur, si incluse, de déstabilisation

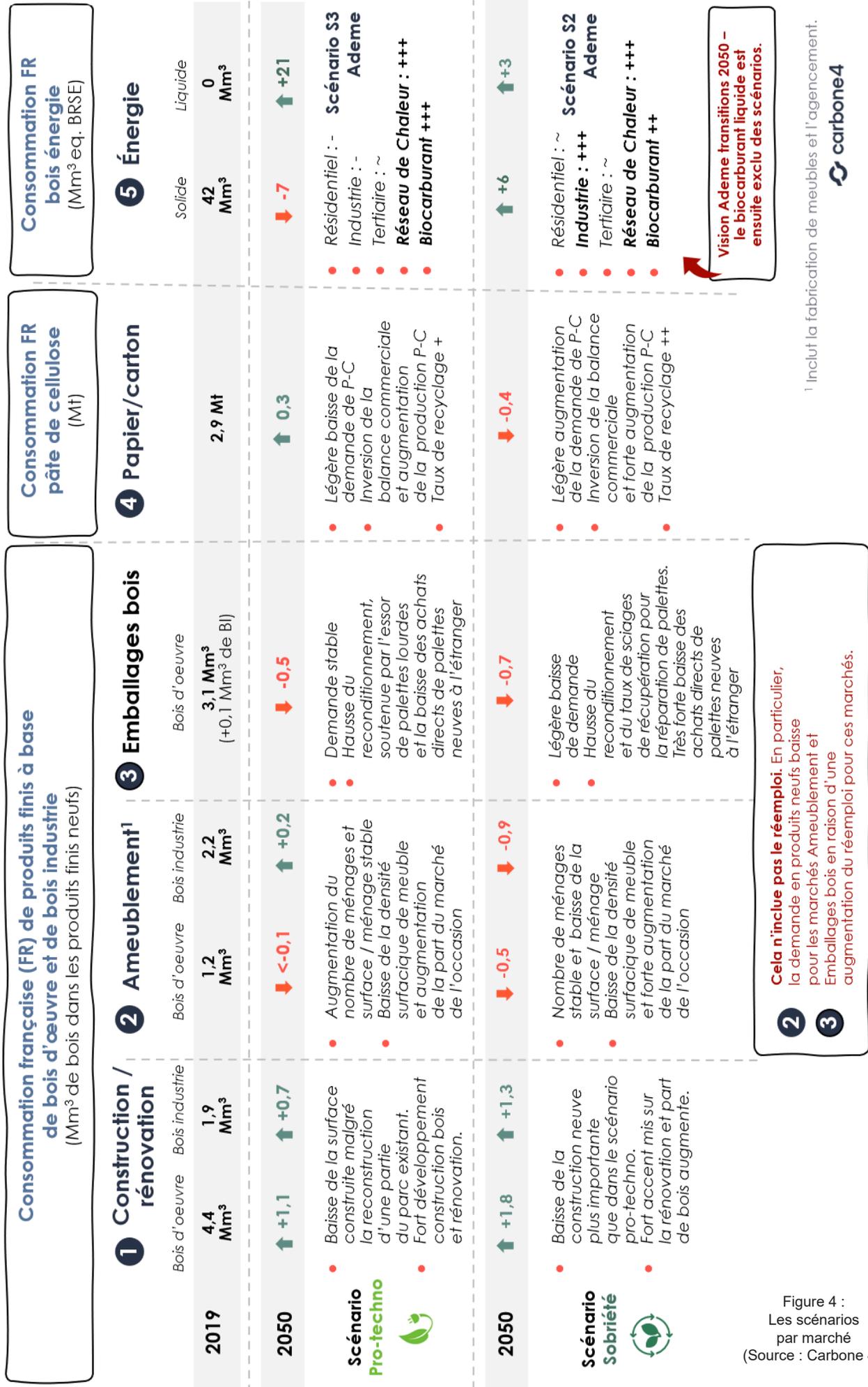
totale de l'équilibre des flux physiques BO, BI et BE de la filière.

## Évolution de l'offre dans le contexte du changement climatique

La troisième étape de ce travail a consisté à développer des scénarios d'offre de bois, et s'est basée sur les données de modélisation de l'étude menée en parallèle par l'IGN en 2023. 36 projections ont été réalisées en croisant 3 scénarios climatiques, 6 scénarios de récolte et 2 scénarios de reboisement. Les enjeux, impacts et besoins de ces scénarios ont été analysés et discutés en atelier, et le scénario suivant a été retenu pour cette étude :

- des impacts du changement climatique croissants mais restant modérés, avec une hausse de la mortalité et une diminution de l'accroissement selon des vagues de crise, placées de manière arbitraire sur les périodes 2020-2025 et 2040-2045 ;
- une hausse des prélèvements d'environ 10 Mm<sup>3</sup> d'ici 2035 (de 52 à 63 Mm<sup>3</sup>) ;
- un scénario de reboisement aligné avec les objectifs de planification écologique de 600 000 ha d'ici 2035.

Dans ce scénario, la récolte augmente puis se stabilise à partir de 2030-2035, mais avec une variabilité accrue au sein de cette récolte, dans la répartition entre BO et BIBE, au sein des essences prélevées, ou dans la part de prélèvements accidentels. Cette forte variabilité consécutive à l'impact du changement climatique induit des transformations nécessaires au niveau de la récolte, et à tous les niveaux de la filière bois.



Dans ce scénario de changement climatique et de récolte, le puits forestier<sup>1</sup> est nettement affaibli et évalué à 12 MtCO<sub>2</sub>/an en moyenne sur la période 2020-2050, ce qui est largement inférieur aux objectifs de la 2<sup>e</sup> Stratégie Nationale Bas-Carbone (SNBC 2) de 35 MtCO<sub>2</sub>/an (en cours de réévaluation dans le cadre de la future Stratégie Française Énergie Climat). La dégradation de l'état de santé de la forêt pourrait de plus être plus forte et plus rapide que le scénario retenu car les stocks actuels historiquement élevés et mal adaptés au climat futur sont particulièrement exposés au risque de dépérissement. Avec les hypothèses utilisées pour la modélisation, la forêt pourrait devenir émettrice nette, en période de crise (2040-2045 dans la modélisation).

## Production d'un scénario de convergence

### Méthode employée pour opérer la convergence : développement d'un outil de modélisation et mise en place d'un processus participatif visant la convergence

La construction d'un scénario de convergence a constitué la dernière étape de ce travail de prospective, en visant à réconcilier les différents scénarios d'offre et de demande jusqu'à 2050. Pour ce faire, un outil de modélisation a été conçu visant à reproduire au cours du temps l'ensemble des flux de la filière depuis la récolte jusqu'aux différents marchés de demande. Cet outil permet, en fonction de différents paramètres de modélisation, d'évaluer la capacité à satisfaire des objectifs de demande dans les différents marchés. De nombreuses combinaisons de scénarios de récolte, d'imports-exports et d'objectifs de demande ont été simulées et discutées avec l'ensemble de la filière en bilatéral ainsi que durant une journée d'atelier, pour évaluer les tenants et aboutissants de chaque scénario et identifier les paramètres susceptibles d'aboutir à une convergence entre offre et demande. C'est à ce titre que le scénario de climat et récolte présenté dans la partie précédente a été retenu et que le scénario sobriété a été sélectionné avec ses projections de demande et d'imports-exports par marché associées. Ces choix réalisés par la filière avaient pour objectif de chercher un équilibre complexe entre les différents objectifs de contribution à la neutralité carbone de la filière : usage du bois pour la décarbonation de l'économie, stockage dans les produits bois à longue durée de vie, et séquestration dans la biomasse forestière.

### Résultats

Le scénario de convergence construit avec les acteurs de la filière a finalement permis de réaliser un bouclage bois-biomasse en 2050 en mettant en évidence une transformation en profondeur de la filière, qui se traduit

<sup>1</sup> Le puits forestier est défini comme l'accroissement biologique net de la biomasse forestière, c'est-à-dire la différence entre la croissance biologique brute (le flux entrant), et la récolte et la mortalité (le flux sortant). Voir l'article dédié à ce sujet.

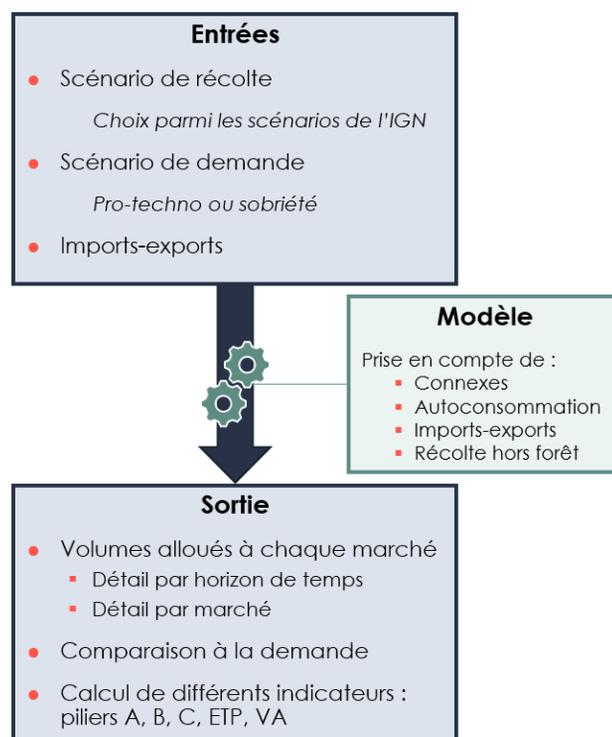


Figure 5 : Scénario de convergence (Source : Carbone 4).

par des objectifs forts sur certains paramètres de la modélisation :

- une augmentation de la récolte de l'ordre de 10 Mm<sup>3</sup>/an supplémentaire d'ici 2030, due notamment à une augmentation des coupes sanitaires préventives et des prélèvements accidentels ;
- un fléchage prioritaire vers les produits à longue durée de vie (en particulier pour la construction et l'ameublement), avec une récolte plus importante de bois de qualité bois d'œuvre ;
- le développement de la fonctionnalité ; du recyclage, avec une mobilisation et valorisation accrue des produits bois en fin de vie ; et du réemploi, notamment pour l'ameublement et les emballages bois ;
- la maîtrise de l'augmentation de la consommation de bois-énergie évaluée à environ 14 Mm<sup>3</sup>/an, avec une priorité d'usage pour l'autoconsommation de la filière (7 Mm<sup>3</sup> additionnels pour le séchage), et l'exclusion du développement du bois-énergie liquide.

Le scénario de convergence représenté ci-dessous met ainsi en lumière la possible articulation entre offre et demande d'ici à 2050 sous réserve des transformations présentées ci-dessus. La récolte de 63 Mm<sup>3</sup> en forêt et 4 Mm<sup>3</sup> hors forêt, un solde import-export globalement à l'équilibre, et les 24 Mm<sup>3</sup> éq. BRSE de bois issu de produits en fin de vie répondent ainsi à une demande évaluée à 92 Mm<sup>3</sup> éq. BRSE en 2050. La déformation de l'ensemble des flux de la filière pour répondre à cette transformation est visible sur le diagramme de Sankey complet de la filière bois à horizon 2050 accessible au même lien cité précédemment.

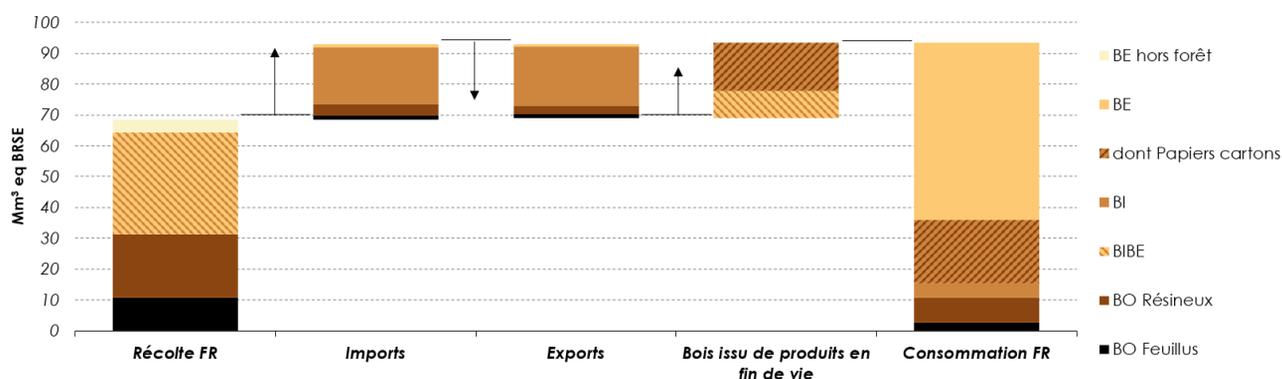


Figure 6 : Flux de la filière en 2050 de la récolte à la consommation en Mm<sup>3</sup> eq. BRSE (Source : Carbone 4).

## Conclusion

La mise en œuvre du scénario de convergence construit avec les acteurs de la filière forêt-bois implique des transformations majeures à tous les maillons de la chaîne de valeur.

### Concernant la gestion sylvicole

L'adaptation des forêts françaises à l'évolution du climat doit être impérativement menée de manière active et résiliente pour gérer le risque d'un déstockage massif de carbone sous les effets du changement climatique. Ceci en développant une surveillance active de la santé des forêts. Et l'augmentation de la récolte demande d'accompagner les méthodes de travaux en forêt, afin de conserver la multifonctionnalité des écosystèmes et préserver les sols forestiers, pour leur capital productif et leur stock de carbone.

Le puits de carbone forestier sera fortement impacté par l'évolution du climat et est évalué à 12 MtCO<sub>2</sub>/an en moyenne sur la période 2020-2050 dans le scénario retenu (vs. 35 MtCO<sub>2</sub>/an dans la SNBC 2).

### Concernant la récolte

L'augmentation progressive et mesurée de la récolte (+ 10 Mm<sup>3</sup> supplémentaires par an d'ici 2035, soit + 20 % vs. 2019) demande de mobiliser en priorité les forêts privées peu ou pas gérées à travers une dynamisation progressive et adaptée au changement climatique. Cette mise en gestion permettrait de plus d'adapter ces forêts aux bouleversements climatiques sans attendre les dépérissements.

La variabilité de la récolte induite par les crises climatiques successives nécessite une adaptation de la gestion forestière pour avoir les moyens de récolter et de valoriser le bois de crise de manière agile. Ainsi, prélever rapidement les bois dépérissants avant qu'ils ne soient morts est clé pour préserver leur qualité et les valoriser au maximum vers un usage matière et non énergie. Le développement de capacités de stockage s'avère également clé.

### Concernant les acteurs de la transformation

L'atteinte de la neutralité carbone et la capacité à satisfaire la demande des différents marchés nécessitent d'articuler la ressource de bois autour des usages matière BO et BI et notamment ceux à longue durée de vie (construction et ameublement) et simultanément développer la valorisation matière des bois en fin de vie. Les signaux économiques de marchés actuels ne sont pas suffisants pour garantir ce bon fléchage et des mécanismes financiers d'incitation et/ou de réglementation du marché sont à construire en ce sens.

La variabilité prévisible de la qualité des bois demandera des innovations et un accompagnement plus fin de la filière pour optimiser les volumes traités dans la filière comme bois d'œuvre ou bois d'industrie. Cet enjeu est particulièrement prégnant pour le bois dépérissant ou les bois de crise dont le risque est qu'ils soient massivement utilisés sous forme de bois-énergie.

### Concernant la demande

Des investissements et des innovations technologiques et comportementales sur l'intégration, le tri et la valorisation des déchets bois pourraient permettre d'augmenter la ressource totale disponible jusqu'à l'équivalent de plusieurs millions de mètres cube de façon complémentaire à l'augmentation de la récolte.

Une bonne articulation des flux de la filière est nécessaire pour la satisfaction des différents marchés et l'équilibre de la filière. Une priorisation stricte parmi les usages du bois-énergie *via* des mécanismes à imaginer (par exemple vis-à-vis de nouveaux usages) est indispensable pour la satisfaction des autres marchés, prioritaires au vu de leur contribution au stockage dans les produits bois.

### Concernant la neutralité carbone

Enfin, ce scénario de convergence permet de maximiser la contribution de la filière à l'atteinte de la neutralité carbone. Malgré la hausse d'activité, les émissions induites sont stables et pourraient même diminuer en activant des leviers de décarbonation sur la gestion sylvicole et le transport. La compétitivité carbone du maté-

riau bois reste meilleure que ses concurrents (béton acier pour la construction par ailleurs) et permet donc la décarbonation des activités de ses clients. Enfin, le stockage dans les produits bois est fortement accru, sans compter la préservation d'un puits forestier *via* l'adaptation de la forêt au changement climatique. Ce scénario est également le mieux disant d'un point de la valeur ajoutée en France et des emplois, car le fléchage de la récolte vers des usages matières dirige le bois vers les secteurs les plus créateurs de valeur ajoutée et d'emploi. En 2050, la balance commerciale deviendrait également positive.

Un chemin de crête peut donc être ainsi tracé pour la filière forêt-bois quant à sa pertinence dans un monde bas-carbone et sa résilience dans le contexte du changement climatique. Chemin créateur de sens, mais qui implique de nombreux défis à relever, et où les acteurs de la filière, les pouvoirs publics et la société doivent se mobiliser. La prochaine étape consiste désormais à décliner ce chemin en plans d'actions clairs pour chacun, afin que cette mobilisation puisse prendre effet et se structurer efficacement.

*Les auteurs tiennent à remercier les personnes de Carbone 4 qui ont contribué à ce travail et sans qui la rédaction de cet article n'aurait pas été possible : Julie Daunay, Alexandre Huon de Kermadec, Bastien Nossek, Antoine Crépel, Juliette Noirof, Marine Decuypère, Léa Prunier, Aude Gadenne, Pierre Maquet, Benjamin Paulmier, Guillaume Planchon et Apolline Riet, ainsi que l'ensemble des personnes des organisations professionnelles de la filière ayant participé à ce travail.*