

Quel rôle pour les forêts et la filière forêt-bois françaises dans l'atténuation du changement climatique ?

Article adapté de l'étude INRA-IGN ¹

Différents leviers forestiers permettent d'agir sur le changement climatique : le stockage du carbone dans les écosystèmes forestiers et les produits bois, l'effet de substitution du bois à des matériaux et énergies fossiles plus émetteurs de gaz à effet de serre. Ces leviers sont directement liés aux politiques forêt-bois. Sur lesquels d'entre eux serait-il intéressant d'agir pour optimiser la contribution de la forêt et de la filière forêt-bois dans l'atténuation du changement climatique ?

¹ - Cet article est un extrait du résumé de cette étude, adapté par S. Martel (CNPFP-IDF) et B. Schmitt (INRA). Auteurs de l'étude Inra-IGN : Roux A., Dhôte J.-F. (coordinateurs), Achat D., Bastick C., Colin A., Bailly A., Bastien J.-C., Berthelot A., Bréda N., Cauria S., Carnus J.-M., Gardiner B., Jactel H., Leban J.-M., Lobianco A., Loustau D., Meredieu C., Marçais B., Martel S., Moisy C., Pâques L., Picart-Deshors D., Rigolot E., Saint-André L., Schmitt B., 2017. Quel rôle pour les forêts et la filière forêt-bois françaises dans l'atténuation du changement climatique ? Une étude des freins et leviers forestiers à l'horizon 2050. Rapport d'étude pour le ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation, Inra et IGN, 96 p. + 226 p. (annexes).

Le ministère français de l'Agriculture et de l'Alimentation a confié à l'INRA (Institut national de la recherche agronomique) et à l'IGN (Institut national de l'information géographique et forestière) la réalisation d'une étude¹ sur le potentiel d'atténuation des émissions de gaz à effet de serre (GES) par la filière forêt-bois française à l'horizon 2050. Cette étude a été présentée lors du colloque « Carbone et forêt méditerranéenne : l'état des connaissances » (Montpellier, 17 octobre 2019) par Denis Loustau (INRAE).

Mobilisation actuelle des leviers forestiers de stockage du carbone par la filière française

L'évaluation d'un bilan carbone de la filière forêt-bois française, relatif aux quatre leviers forestiers identifiés, a nécessité de réaliser une analyse bibliographique de l'abondante littérature scientifique internationale. Le stockage de carbone dans l'écosystème forestier résulte de sa capacité à absorber du CO₂ atmosphérique pour l'accumuler dans la biomasse vivante (aérienne et souterraine), le bois mort et les sols forestiers. La dynamique forestière est ici cruciale, sachant qu'elle est sensible à l'âge des peuplements, aux modes de gestion, au climat et aux crises biotiques et abiotiques. Le stockage de carbone dans les produits bois ou à base de bois dépend directement des rendements industriels, de l'usage qui est fait du bois et de la durée de vie plus ou moins longue des produits concernés. La substitution énergie correspond à la quantité d'émissions de CO₂ économisées par l'usage du bois-énergie plutôt que le recours à des énergies de référence (fuel, gaz, charbon, mix électrique ou énergétique national...). La substitution produits correspond à la quantité d'émissions de CO₂ évitées par le recours au matériau bois plutôt qu'à des matériaux de référence (béton, acier, plâ-

2 - À titre de comparaison, les émissions françaises sont estimées à 457 MtCO₂e/an (chiffres pour l'année 2015, hors secteur des terres. Source : CITEPA, 2017.

tre, aluminium...) dans des secteurs clés comme la construction. La description ainsi que la délicate évaluation des coefficients de substitution sont exposées dans ce numéro (Cf. Article de Valade *et al.* p. 347).

En mobilisant différents coefficients de stockage et de substitution issus de la littérature internationale et en les adaptant au contexte français, les flux de matière entre les différents stades de la filière forêt-bois française, exprimés en Mm³/an, sont convertis en flux d'équivalents CO₂ relatifs aux différents leviers d'atténuation, exprimés en MtCO₂e/an (Cf. Fig. 1). Ce bilan est actuellement dominé par le stockage dans les écosystèmes forestiers, à hauteur, selon l'évaluation de cette étude, de 88 MtCO₂e/an².

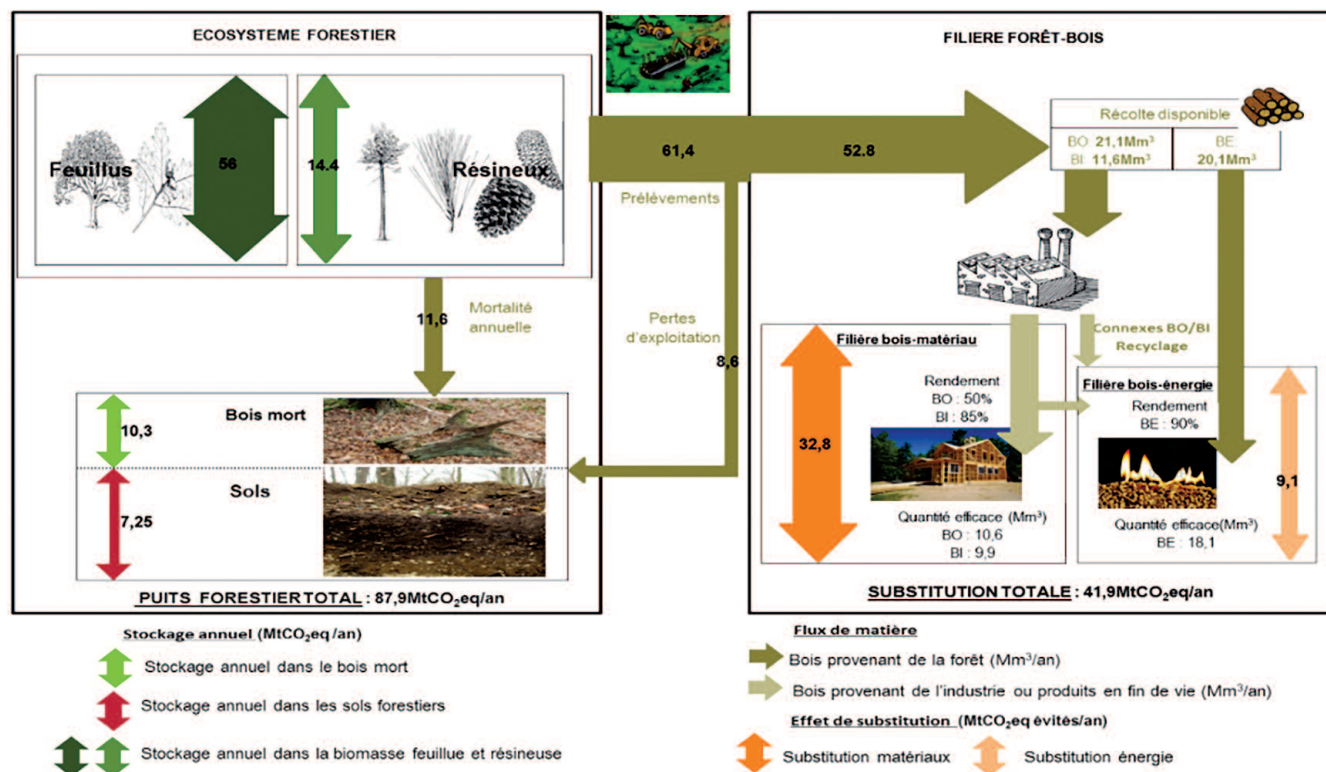
Le compartiment le plus sollicité pour le stockage est celui de la biomasse aérienne et souterraine des peuplements feuillus. Le stockage en biomasse des résineux, en bois mort et dans les sols intervient également, mais à bien moindre hauteur. Le stockage annuel via les usages des produits bois est ici considéré comme nul. Cela signifie qu'actuellement, la quantité de carbone stockée dans les productions de l'année est égale au déstockage lié à la fin de vie et à la destruction des produits bois antérieurs. L'effet favorable des usages ne s'appuie donc que sur les

effets de substitution. L'effet majeur revient à la substitution bois matériau (32,8 MtCO₂e/an selon cette évaluation), la substitution liée aux usages énergétiques ne contribue que faiblement au bilan carbone de la filière.

Trois scénarios de gestion forestière pour stimuler le rôle de la filière forêt-bois

En vue d'évaluer les impacts, à l'horizon 2050, de diverses stratégies de mobilisation des leviers forestiers d'atténuation, trois scénarios contrastés de gestion forestière ont été simulés en s'appuyant principalement sur le modèle de ressources de l'IGN et en modulant les résultats avec, d'un côté, un modèle représentant plus explicitement les processus biogéochimiques et, de l'autre, un modèle d'analyse économique. Ces outils permettent d'intégrer dans l'analyse les dynamiques de la ressource, variables selon les effets du changement climatique et les crises que peuvent subir les forêts, les niveaux différenciés de prélèvements et le devenir des produits bois.

Fig. 1 :
Flux de CO₂ aux différents stades de la filière forêt-bois française en 2013.
Le bilan est dominé par le stockage dans la biomasse, en particulier pour les feuillus et l'effet de substitution bois matériau.



Scénario “ Extensification et allègement des prélèvements ”

La pression sociale pour une plus forte naturalité couplée à un contexte de signaux, prix et politique, peu incitatifs conduirait à un allègement des prélèvements avec une gestion peu active d'une bonne partie des peuplements forestiers. Dans ce scénario, la récolte nationale resterait proche du niveau actuel 50 Mm³ VAT/an ³, soit une baisse du taux de prélèvement qui passerait de 50 % de l'accroissement biologique net actuellement à 42 % en 2035 et 37 % en 2050.

Scénario “ Dynamiques territoriales et maintien du taux de prélèvement ”

Le moteur majeur de ce scénario est la forte demande en biomasse, surtout pour l'énergie, associée néanmoins à des prix peu rémunérateurs, qui induisent une simplification des pratiques de gestion et une spécialisation des objectifs. Le niveau de récolte correspondrait au maintien du taux de prélèvement actuel sur la période (soit, en moyenne, 50 % de l'accroissement biologique net), le volume prélevé évoluant de ce fait vers les 75 Mm³ VAT/an à l'horizon 2035.

Scénario “ Intensification des prélèvements avec plan de reboisement ”

Ce scénario correspond à une gestion plus active des forêts, en raison d'un contexte économique et politique favorable à une transition forte et rapide. La récolte nationale augmenterait, de manière différenciée entre régions, vers un taux de prélèvement moyen de 70 % de l'accroissement biologique net en 2035, taux qui resterait stable ensuite. Ceci représente un volume prélevé d'environ 90 Mm³ VAT/an. Cette augmentation progressive, mais importante, nécessiterait une adaptation des capacités de production des industries concernées (pépiniéristes, première transformation française, mais aussi seconde et troisième transformation). Un plan de reboisement spécifique est mis en place dans ce scénario et concerne d'importantes surfaces déjà forestières, mais peu productives ou sans avenir économique. L'objectif visé serait de reboiser 50 000 ha/

an pendant les 10 prochaines années, soit 500 000 ha au total.

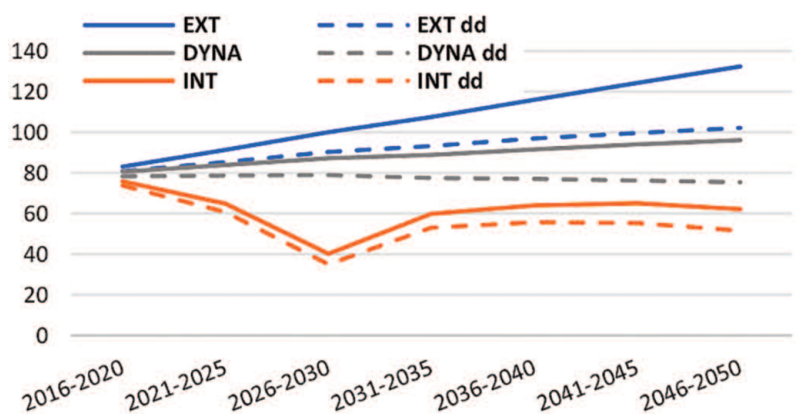
Des stratégies qui accentuent le rôle de la filière dans l'atténuation du changement climatique

Les effets des trajectoires décrites ci-dessus sur les différentes composantes du bilan carbone de la filière forêt-bois française ont été simulés jusqu'à l'horizon 2050 à l'aide du modèle de ressource de l'IGN, Margot ⁴. Ces trajectoires se traduisent tout d'abord par une forte différenciation des volumes prélevés annuellement dans la forêt française, qui augmentent très sensiblement avec le niveau d'intensification. Le corollaire de cette accretion des prélèvements est une croissance moindre des stocks de bois sur pied quand on passe du scénario « Extensification » au scénario « Intensification ».

De ce fait, les projections des capacités de stockage du carbone dans l'écosystème forestier (biomasse forestière, bois mort et sols) divergent selon les scénarios étudiés (Cf. Fig. 2). L'accroissement du stockage annuel du carbone dans l'écosystème forestier est considérable dans le scénario « Extensification » : il passerait selon cette simulation à plus de 130 MtCO₂e/an en 2050. La croissance du stockage de carbone serait beaucoup plus modérée dans le scénario « Dynamiques territoriales » puisqu'il n'atteindrait pas les

3 - VAT : Volume aérien total.
4 - Margot : *Matrix model of forest Resource Growth and dynamics On the Territory scale.*

Fig. 2 : Stockage annuel de carbone dans l'écosystème forestier selon les trois scénarios de gestion, avec et sans introduction de l'effet « densité dépendance » (dd), selon le climat actuel, en MtCO₂e/an. EXT : extensification et allègement des prélèvements. DYN : dynamiques territoriales et maintien du taux de prélèvement. INT : intensification des prélèvements avec plan de reboisement.



Le scénario extensif permet le stockage le plus important (capitalisation). La baisse du stockage dans le scénario « Intensification » est liée aux coupes rases qui précèdent les reboisements.

4 - French forest sector model.

100 MtCO₂e/an en 2050. La tendance serait même à la baisse dans le scénario « Intensification » du fait de l'accroissement du taux de prélèvement jusqu'en 2035 et des effets du plan de reboisement.

Le plan de reboisement accentue, tout d'abord, la chute du stockage du fait de la concentration des coupes rases entre 2021 et 2030 (Cf. Fig. 2). Cette chute n'est que partiellement compensée dans les décennies suivantes, car 2050 est trop proche pour que puissent apparaître à cet horizon les bénéfices des nouvelles plantations. Ils n'apparaîtront vraiment qu'après 2050 et culmineront vers 2070.

Il faut néanmoins nuancer ces premiers résultats en tenant compte d'une des limites du modèle de ressource utilisé. S'appuyant sur des données d'observation et simulant la croissance d'un effectif d'arbres, il ne prend pas en compte les effets qu'une capitalisation très prononcée des forêts françaises pourrait avoir sur la productivité forestière. Celle-ci pourrait fléchir en raison d'un effet défavorable de la densité des peuplements sur la croissance. En introduisant, à des fins exploratoires, une contrainte de cette nature dans la modélisation (« dd » dans la figure 2), les évolutions de la capacité de stockage de la forêt française s'en trouvent quelque peu modifiées : les écarts entre scénarios se resserrent, sans que la hiérarchie entre eux ne soit modifiée.

Le stockage dans les produits bois et, surtout, les émissions de GES évitées grâce au recours aux matériaux bois ou à l'énergie bois viennent compléter le bilan carbone de la filière. Toujours positifs, les effets de substitution

liés aux usages du bois se maintiendraient dans le temps avec le scénario « Extensification » ; ils seraient légèrement croissants dans le scénario « Dynamiques territoriales » et leur croissance serait forte dans le scénario « Intensification » (Cf. Fig. 3).

Les niveaux d'émissions évitées sont, dans l'état actuel des connaissances, très sensibles aux valeurs des coefficients de substitution bois matériau. Leur évolution d'ici à 2050, est délicate à envisager, car dépendant des usages à venir des produits bois et des évolutions possibles des technologies à mettre en concurrence.

Quoi qu'il en soit, et en dépit des deux points d'incertitude majeurs auxquels sont sensibles les résultats (vitesse d'évolution de la productivité forestière aux horizons lointains ; variabilité et évolution des coefficients de substitution bois matériau), il ressort des trois scénarios un renforcement du rôle important de la filière forêt-bois française dans l'atténuation des émissions de GES à l'horizon 2050. Ce rôle s'appuie sur les capacités de stockage du carbone dans l'écosystème forestier et sur les effets de substitution limitant les émissions de GES que le recours aux produits bois pourrait permettre. Le premier effet, plus favorable au scénario « Extensification », pourrait cependant être limité du fait des effets du vieillissement de la ressource sur pied sur la productivité globale de la forêt. Le second, plus favorable au scénario « Intensification », pourrait être accentué si les usages du bois et les évolutions technologiques distinguent encore mieux qu'aujourd'hui les produits bois aux coefficients potentiellement les plus forts.

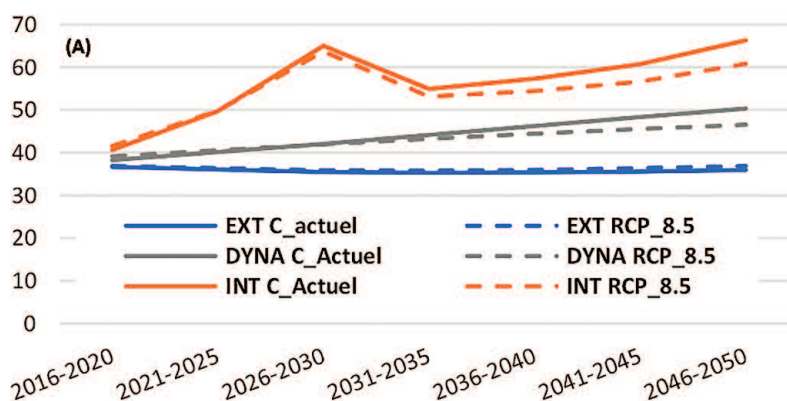
Fig. 3 :

Émissions de GES évitées par effet de substitution des produits issus de la filière selon les trois scénarios de gestion et les deux options climatiques, climat actuel et climat dégradé (RCP 8.5), en MtCO₂e/an.

EXT : extensification et allègement des prélèvements.

DYN : dynamiques territoriales et maintien du taux de prélèvement.

INT : intensification des prélèvements avec plan de reboisement.



Les évolutions d'émissions évitées sont très sensibles à l'importance de la substitution bois-matériau, notamment d'ici à 2050, car dépendantes de l'usage à long terme des produits bois.

La nécessité d'efforts collectifs importants pour accroître les usages de la ressource

L'analyse économique, menée à l'aide du modèle FFSM ⁴, met en lumière les freins économiques à l'accroissement des prélèvements tels qu'envisagés dans les scénarios « Dynamiques territoriales » et « Intensification ». Ainsi, si la structure industrielle de la filière et les préférences des consommateurs pour les différents produits bois se maintenaient en l'état, il s'avé-

rerait très difficile et très coûteux en aides publiques d'augmenter les niveaux de prélèvements pour maintenir les taux actuels de prélèvement, hypothèse centrale du scénario « Dynamiques territoriales ». Pour faire face à la faible évolution « spontanée » des prix, induite par l'absence de modification de la structure de l'offre, un signal économique très fort auprès des consommateurs et des producteurs serait nécessaire. Côté demande, il y a lieu d'inciter les consommateurs à orienter leurs comportements vers les produits bois. Côté offre, il y a nécessité d'aider les propriétaires forestiers et les secteurs de la transformation à mettre en marché leur ressource et à la transformer en produits bois adéquats. Quelle que soit la forme de l'effort collectif à fournir pour accroître les niveaux de prélèvements, les gains pour la filière dans son ensemble pourraient être conséquents. Ainsi, les gains économiques que consommateurs, propriétaires et transformateurs tireraient du simple passage d'un scénario « Extensification » à un scénario de type « Dynamiques territoriales » pourraient doubler et les conséquences en emplois mériteraient d'en être évaluées.

L'impact potentiellement important du changement climatique sur le bilan carbone

Les effets, que les scénarios de gestion forestière ont sur chaque composante du bilan carbone de la filière, peuvent être modifiés si les conséquences du changement climatique en cours sur les peuplements forestiers et l'évolution de la ressource se trouvaient aggravées. Le climat moyen de la période 2003-2013 constitue ici ce que l'on nomme le « climat actuel ». Il présente, à l'horizon 2050, une succession d'années sèches comme cela a été le cas de 2003 à 2006. Ce climat « témoin » est comparé à une option accentuant les effets du changement climatique par rapport au régime climatique actuel, basée sur la trajectoire RCP 8.5 du GIEC. Sous ce forçage climatique, une sécheresse d'intensité supérieure ou égale à celle de 2003 est envisageable dès la première période 2016-2020 avec une récurrence quasi systématique sur plusieurs années. Dans ce cas et quel que soit le scénario de gestion envisagé, la capacité de l'écosystème fores-

tier français à stocker du carbone se trouverait fortement réduite (Cf. Fig. 4), en raison de la mortalité additionnelle provoquée par les sécheresses.

L'impact sur les effets de substitution serait de bien moindre ampleur (Cf. Fig. 3). Au total, la diminution du stockage de carbone dans l'écosystème forestier, potentiellement surestimée par le fait d'asseoir les résultats relatifs aux feuillus sur une essence particulièrement sensible à la sécheresse (le hêtre), pourrait être amortie, en cas d'aggravation des effets du changement climatique, par le maintien du niveau des effets de substitution. En matière de bilan carbone, l'impact global serait alors moins défavorable pour les scénarios s'appuyant le plus sur les effets de substitution (« Intensification » et « Dynamiques territoriales ») et serait plus pénalisant pour un scénario de type « Extensification ».

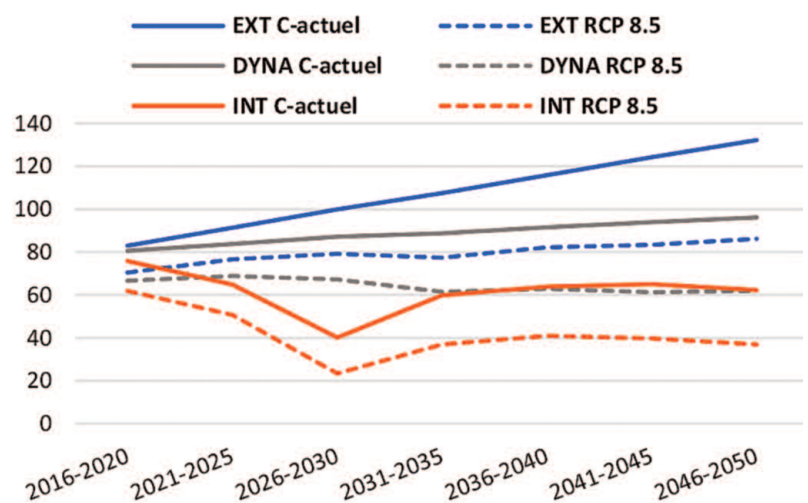
Des crises qui atténuent les écarts entre scénarios de gestion

La fréquence et l'intensité des aléas biotiques et abiotiques auxquels sont soumises les forêts françaises pourraient à l'avenir augmenter. Certaines crises majeures, telles que tempêtes, incendies ou invasions biologiques sévères, peuvent bouleverser les gains

Fig. 4 :

Stockage annuel dans l'écosystème forestier selon les trois scénarios de gestion, comparaison entre climat actuel et climat dégradé (RCP 8.5), en MtCO₂e/an.

EXT : extensification et allègement des prélèvements.
DYN : dynamiques territoriales et maintien du taux de prélèvement.
INT : intensification des prélèvements avec plan de reboisement.



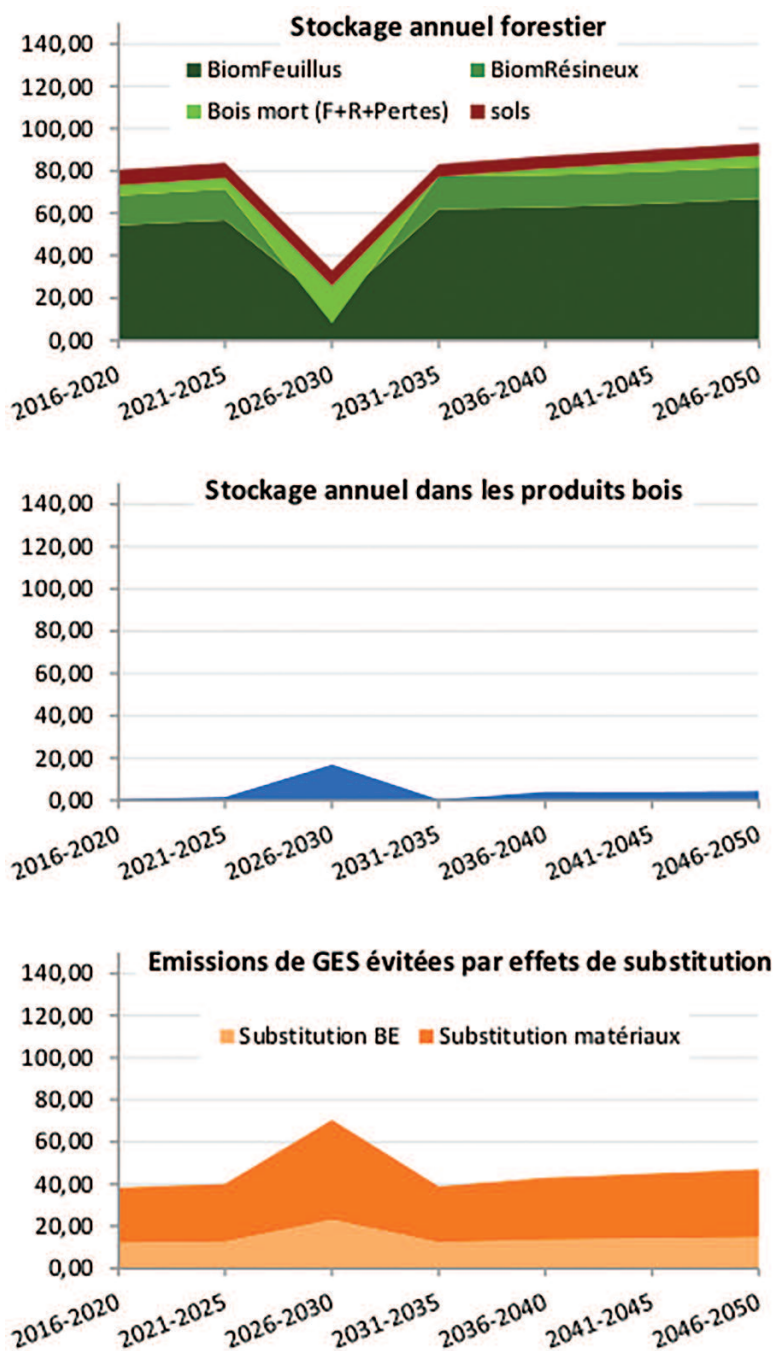
L'introduction des effets du changement climatique (tempêtes, incendies...) dégrade le stockage de carbone en forêt.

Fig. 5 :

Impacts sur le bilan carbone de la filière d'une tempête intervenant en 2026-2030, suivie de scolytes et incendies. Stockage annuel et émissions de GES évitées pour le scénario « Dynamiques territoriales », climat actuel, en MtCO₂e/an.

attendus d'un stockage de carbone dans l'écosystème forestier national.

C'est pourquoi ont été introduits, dans deux des scénarios précédemment décrits (« Extensification » et « Dynamiques territoriales »), trois types de crises majeures : incendies de grande envergure ; tempêtes accompagnées de leurs cascades de risques (pullulation de scolytes et incendies) ; invasions biologiques de grande ampleur.



La tempête et ses conséquences provoquent une chute ponctuelle brutale du stockage de carbone. Celle-ci est en partie compensée par l'augmentation du stockage dans les produits et les effets de substitution induits par la mise sur le marché de bois supplémentaire.

Incendies après sécheresse

La probabilité d'incendies de grande envergure dépassant les capacités de prévention sera accentuée à l'issue de périodes de sécheresse répétées et donc renforcée avec le changement climatique.

Ici, une seule crise « incendies après sécheresse » a été positionnée au début de la période de simulation (2026-2030).

La surface totale brûlée lors de la crise s'élève à 75000 ha dans le climat actuel et à 175000 ha en climat dégradé. Sur chaque zone brûlée, la mortalité des arbres est totale. Vu au niveau national, l'impact sur le bilan carbone de la filière de ce type de crise est faible, compte tenu de la faiblesse relative des surfaces finalement impactées et de la faible quantité de biomasse réellement consommée et ne se retrouvant pas sous forme de bois mort. Notons néanmoins que c'est plutôt à une succession de sécheresses et donc de crises incendiaires à laquelle il faut s'attendre. L'impact cumulé de chacune de ces crises, aux effets faibles, pourrait finalement peser sur le bilan carbone.

Tempête, suivie de pullulations de scolytes et d'incendies

On envisage ici le passage d'une tempête hivernale d'ampleur nationale entraînant, outre les dégâts associés en chablis et volis, une pullulation de scolytes sur pins et épicéas et une saison d'incendies pendant l'été de la même année. Si les dégâts directs de la tempête ne sont pas affectés par le climat, le climat dégradé (RCP 8.5) multiplie par 1,7 les dégâts additionnels liés aux pullulations de scolytes.

L'effet est, cette fois, beaucoup plus conséquent, tout au moins ponctuellement. Ainsi, dans le cas, par exemple, du scénario « Dynamiques territoriales » en climat actuel, le stockage annuel en forêt chuterait brutalement de 60 % après le passage de la tempête (Cf. Fig. 5). Le choc sur la biomasse forestière serait néanmoins quelque peu compensé par un excès de bois mort qui conserverait en forêt une partie du carbone. Parallèlement, en considérant possible la mise en marché de grandes quantités de ce bois, le stockage de carbone en produits bois et les effets de substitution augmenteraient fortement à la suite du choc : les émissions

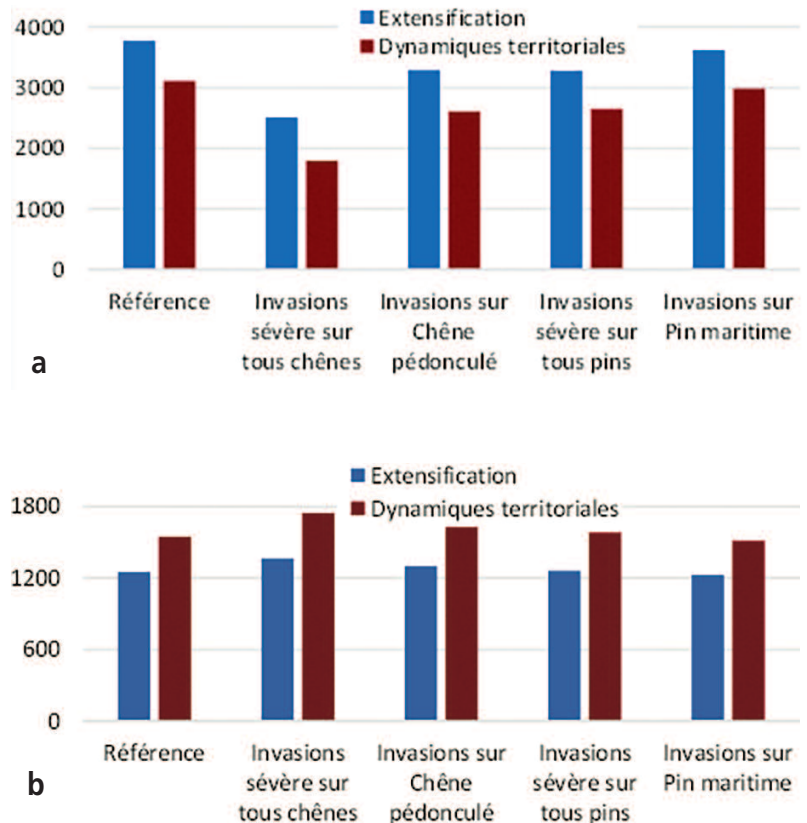
évitées de GES augmenteraient brutalement de 75 % et le stockage en produits, bien que faible, serait ponctuellement multiplié par 10.

Invasions biologiques

Les effets d'une invasion biologique pouvant toucher les chênes ou les pins et suivant une dynamique de type « chalarose du frêne », ont également été simulés sous « climat actuel ». L'impact serait potentiellement faible si l'invasion ne touchait que les pins maritimes (Cf. Fig. 6). Le choc serait plus important lors d'une invasion sur les seuls chênes pédonculés ou si toutes les espèces de pins étaient touchées en même temps. L'impact de la crise sur le bilan carbone de la filière serait, en revanche, de grande ampleur si toutes les espèces de chênes caducs étaient susceptibles d'être affectées. Dans ce cas de figure, le stockage annuel de carbone dans la biomasse des essences feuillues diminuerait fortement dès la période 2021-2025 et il deviendrait même négatif sur les deux périodes suivantes. Le surcroît de stockage dans le bois mort ne suffirait pas à maintenir le stockage annuel de l'écosystème forestier et, pris globalement sur la période 2015-2050, le stockage cumulé diminuerait d'un tiers dans le scénario « Extensification » et de 42 % dans le scénario « Dynamiques territoriales » (Cf. Fig. 6). Dans le même temps, le stockage de carbone dans les produits bois et les émissions évitées par effet de substitution, fortement stimulés pendant la période de crise, augmenteraient, mais faiblement au regard de l'importance des baisses du stockage en forêt, et ce sous l'hypothèse forte que les industries seraient capables de transformer 70 % des chênes déperissants, soit un volume annuel moyen de 15 Mm³/an.

Conclusions

Quelles que soient les évolutions des modes de gestion retenus, le rôle de la filière forêt bois française dans l'atténuation du changement climatique devrait s'accroître d'ici 2050. Même si tel ou tel compartiment de la filière forêt-bois peut connaître des phases à bilan plus faible ou même négatif (comme à la suite d'une crise biotique profonde), l'ordre de grandeur est important,



Les effets des aléas climatiques réduisent le stock cumulé de carbone et augmentent les émissions pour les deux scénarios extensif et dynamique.

faisant de cette filière un acteur majeur du bilan national d'émissions et d'absorptions de gaz à effet de serre. Les différents leviers et compartiments considérés, c'est-à-dire stockage dans l'écosystème forestier et les produits bois ainsi que les émissions évitées par effet de substitution, jouent des rôles complémentaires. Le stockage en forêt s'accroît à l'inverse de l'importance des prélèvements, alors que les bénéfices à attendre des effets de substitution sont d'autant plus marqués que le niveau des prélèvements augmente. Néanmoins, l'augmentation des niveaux de prélèvements, dont les gains économiques et sociaux peuvent être conséquents, nécessite tout autant une évolution du comportement des consommateurs qu'une réorientation de l'appareil industriel de la filière.

À l'inverse du stockage en forêt qui diminuerait nettement dans ce type de situation, les effets de substitution seraient peu affectés par l'accentuation des effets du changement climatique ou par les diverses crises majeures que nous avons examinées. Ainsi, dans les scénarios de gestion forestière très active, les effets de substitution pourraient

Fig. 6 : Effets des invasions biologiques sur le cumul 2016-2050 du stockage carbone dans l'écosystème forestier (a), et le cumul 2016-2050 des émissions de GES évitées par effet de substitution (MtCO₂e) (b).

jouer un rôle d'amortisseur de l'altération du stockage dans la biomasse. Compte tenu des incertitudes qui pèsent sur certains des paramètres clés, il est cependant particulièrement délicat de chercher à hiérarchiser les trois scénarios de gestion forestière selon leur bilan carbone à l'horizon 2050. Par ailleurs, cet horizon de projection est très inférieur à la durée des cycles forestiers des forêts métropolitaines majoritairement feuillues. Si les projections avaient été effectuées à un horizon plus lointain (2100 ou au-delà), les conclusions auraient pu être différentes.

Cet article est publié avec l'aimable autorisation de *Forêt-Entreprise* dans lequel il est paru en mars-avril 2019 (n°245). Cette édition est disponible dans son intégralité en papier ou en numérique auprès de la librairie de l'IDF (idf-librairie@cnpf.fr ou foretpriveefrancaise.com ou 01 47 20 68 39).



Résumé

Cette étude s'est penchée sur le rôle de la filière forêt-bois française dans l'atténuation du changement climatique à horizon 2050. Trois scénarios contrastés ont été étudiés : les résultats montrent que chacun d'entre eux accentue le rôle d'atténuation joué par la forêt et que le bilan carbone global est peu différent entre les scénarios. En revanche, ils favorisent des leviers différents : le scénario « extensification » joue davantage sur le levier puits de carbone alors qu'à l'inverse « l'intensification » contribue surtout aux effets de substitution. Deux points d'incertitude majeurs sont à noter : la vitesse d'évolution de la productivité forestière aux horizons lointains et la variabilité et l'évolution incertaines des coefficients de substitution. La modélisation montre l'existence de freins économiques liés à l'accroissement des prélèvements et à la mise en place d'un reboisement massif tel que prévu dans le scénario « intensification ». Des incitations importantes sur l'offre et la demande seraient nécessaires.

Les effets de crises majeures ont également été simulées : leur impact serait important sur le stockage en forêt mais les effets de substitution seraient peu affectés et pourraient même jouer un rôle d'amortisseur de l'altération du stockage dans la biomasse.

Summary

What is the role of French forests and wood-related industries in the mitigation of climate change?

This study considers the role of French forests and wood-related industries in the mitigation of climate change through to 2050. Three contrasting scenarios were studied: the results show that each enhanced the role played by forests and that the global carbon balance differed little from one to another. In contrast, each favoured a different dynamic: the « extensification » scenario fostered the carbon sink dynamic whereas « intensification » contributed above all to the effects of substitution. Two major points of uncertainty stand out: the rate of evolution of forest productivity over the long term and the unpredictable variability and evolution of coefficients of substitution. Modelling highlighted the existence of assorted economic drag related to the increase in harvesting and the carrying out of very large-scale reforestation as seen in the « intensification » scenario. Major enticements aimed at both supply and demand will be necessary.

Simulations of the impact of major crises were also carried out: their effect would be big on stocks retained within the forests but their impact on the results of substitution would be barely affected and they could even play a role in limiting the decline due to stocking in the biomass.