

Carbone et scénarios de prélèvement en France, une autre approche des stratégies d'atténuation

par Gaëtan du BUS de WARNAFFE

Début 2020, les ONG Fern et Canopée ont publié un rapport sur les stratégies d'atténuation du changement climatique par la forêt et le bois en France à l'horizon 2050.

L'étude calcule le potentiel d'atténuation de trois scénarios de prélèvement définis précisément, pour conclure sur des préconisations politiques et sylvicoles basées sur ces résultats. Cet article présente les résultats essentiels de l'étude et les messages qu'elle apporte, avec un regard sur la forêt méditerranéenne. Il encourage un débat ouvert entre filière-bois et société civile.

Objectifs

Le rôle de la forêt et du bois dans la réduction de la charge en CO₂ de l'atmosphère est reconnu depuis longtemps. Ainsi l'évolution du climat est-elle ralentie par la photosynthèse et le stockage du carbone atmosphérique dans la biomasse et les sols. Le changement climatique pose ainsi une double question aux forestiers : quelle résilience auront nos écosystèmes face à l'évolution du climat ? comment maintenir ou améliorer la capacité du système forêt-bois à atténuer le changement climatique ?

Les acteurs associatifs ont été parmi les premiers à demander que la société se préoccupe du changement climatique. En revanche, les positions divergent aujourd'hui fortement sur les stratégies à tenir en matière d'atténuation du changement climatique concernant les forêts. Le débat sur la contribution de la filière forêt-bois s'est amplifié ces dernières années avec la publication de plusieurs études explorant des scénarios de prélèvement (VALADE *et al.* 2017, ROUX *et al.* 2017) et avec la nécessité d'une transition éco-énergétique faisant largement appel à la biomasse (MTES, 2020). Les orientations actuelles retenues par les pouvoirs publics s'appuient sur une augmentation des prélèvements en forêt avec plantations d'essences productives (PNFB, 2018), le stockage dans les produits-bois et la substitution par le bois des énergies et produits jugés plus émetteurs (MTES 2020).

Aujourd'hui certaines idées simplistes et scientifiquement erronées circulent encore dans les enceintes techniques et politiques telle la neutralité carbone du bois-énergie, ou l'idée que toute forêt laissée à elle-même restitue rapidement tout le CO₂ qu'elle a capté tandis que la forêt gérée piège indéfiniment le carbone. Par ailleurs, l'usage du bois

1 - Sur les sites internet des ONG Fern et Canopée.

2 - IFN : Inventaire forestier national.

est souvent présenté comme automatiquement bénéfique en raison des gains par substitution. La réalité des processus de stockage et de substitution est bien plus complexe et nécessite de modéliser l'écosystème et la filière avec des hypothèses claires.

L'objectif de cette étude est de revisiter l'impact des scénarios de prélèvement de bois en France à l'horizon 2050, pour présenter de manière transparente leur potentiel d'atténuation. L'analyse est fondée sur une étude de littérature et sur des scénarios de prélèvement, hypothèses, paramètres et protocoles de calculs clairement définis. Cet article fait suite à une présentation aux journées Carbone organisées par l'association Forêt Méditerranéenne, et présente quelques résultats importants de l'étude. On ne reprendra pas ici les références bibliographiques appuyant l'analyse, toutes consultables sur le rapport du BUS DE WARNAFFE & ANGERAND 2020 disponible en ligne¹.

Méthodologie

En 2019 la forêt française produisait (hors mortalité) environ 125 Mm³ de bois fort aérien par an, mais cette production n'est pas totalement accessible en raison de verrous techniques, économiques et fonciers dont certains ne pourront jamais être levés. Selon plusieurs études et une analyse point par point, les prélèvements seraient aujourd'hui réalisés sur 65% de la forêt française, et pourraient se faire sur 75% en 2050 si d'importants efforts de regroupement et d'équipement étaient réalisés. En supposant une surface productive constante de 16,1

Mha, l'étude applique ainsi les scénarios de prélèvement sur une surface allant de 10,5 en 2020 à 12,1 Mha en 2050.

La surface productive totale (16,1 Mha) est ventilée en trois grandes situations de gestion (Cf. Fig. 1) :

1.- Les peuplements laissés en libre évolution (sans prélèvements), dont la surface évolue de manière linéaire dans tous les scénarios de 35% à 25% en 2050 ;

2.- Les peuplements considérés comme en « impasse sanitaire », avec une probable mortalité rapide et massive nécessitant un reboisement en plein avec des essences adaptées ;

3.- Les peuplements peu menacés ou dont une seule des essences du mélange est menacée, pouvant ainsi faire l'objet d'une sylviculture à couvert continu ou tout au moins évitant les coupes rases de plus de 2 ha, et pour lesquels une sylviculture est proposée selon l'essence dominante.

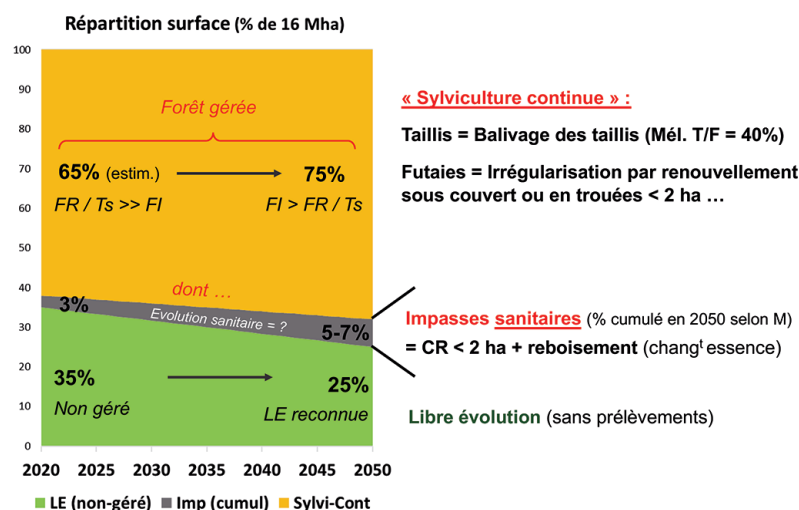
Les surfaces en impasse sanitaire sont estimées par essence à partir des critères du Département de la Santé des forêts et des données IFN² les plus récentes. En 2020 on aboutit ainsi à 3% de la forêt française ou 4,5% des surfaces gérées. Pour l'évolution 2020-2050, on étudie deux scénarios de mortalité M1 (faible) et M2 (forte), correspondant aux scénarios climatiques optimiste (RCP-2.6) et pessimiste (RCP-8.5). Ils sont caractérisés par (1) deux rythmes d'évolution exponentielle du taux annuel de mortalité de la biomasse ; (2) une évolution des surfaces en impasse sanitaire jusqu'à respectivement 5 et 7% de la forêt française en 2050.

Trois scénarios de prélèvement sont définis (Cf. Fig. 2) : « Ecos » vise à maximiser les stocks en forêt pour la fertilité et la biodiversité, « R95 » vise à augmenter le prélèvement global jusqu'à 95 Mm³/an en 2050, « R60 » maintient le prélèvement total en France métropolitaine au niveau de 2019. Ils correspondent à des taux fixes de récolte en Tige, Branches et Bois mort et une évolution linéaire du prélèvement global selon l'objectif. Dans chaque scénario et compte-tenu des volumes mobilisés par l'exploitation progressive des peuplements en impasse sanitaire, l'évolution 2020-2050 du taux de prélèvement Tige (tronc) permet alors d'atteindre les objectifs.

Pour chaque situation de gestion dans chaque scénario combinant prélèvement (Ecos-R60-R95) et climat (M1-M2), l'évolution des stocks a été calculée par un modèle

Fig. 1 :

Evolution des surfaces des trois situations de gestion (en %).

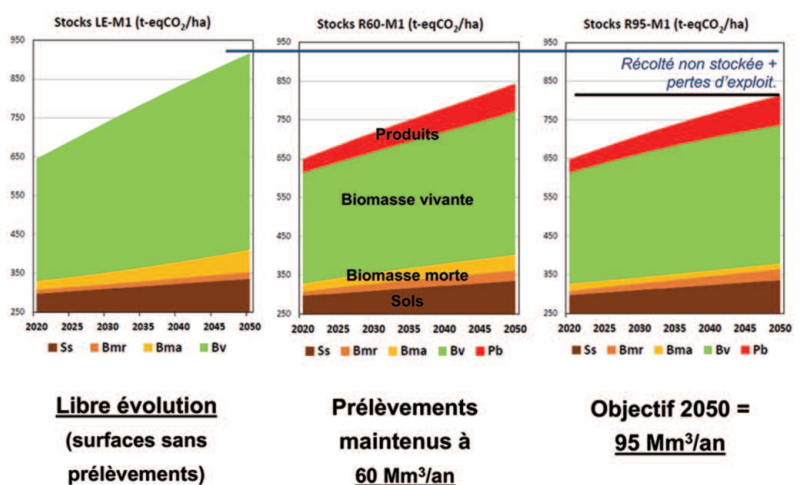
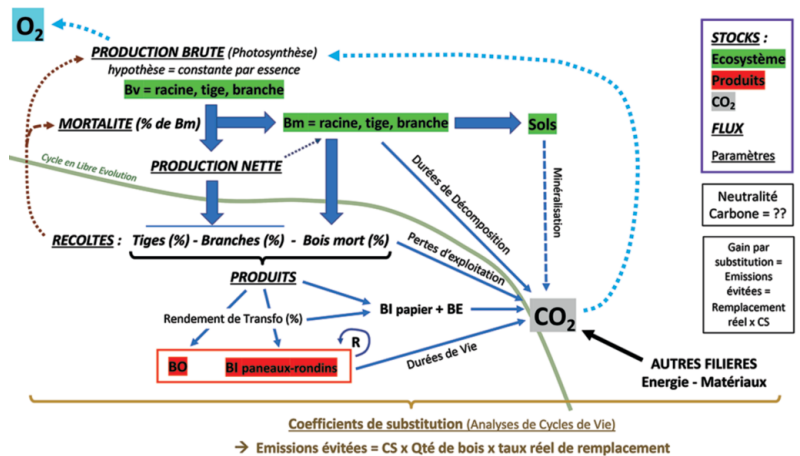


« PMR » (Production-Mortalité-Récolte), qui détaille annuellement les stocks pour la biomasse vivante (troncs, racines, branches), la biomasse morte aérienne et endogée, le sol et les produits, avec des hypothèses et paramètres présentés de manière complète dans le rapport d'étude (DU BUS DE WARNAFFE & ANGERAND 2020). Ce modèle est présenté dans le Schéma 1.

Pour les effets de substitution, nous avons, depuis l'étude, révisé les hypothèses classiques et appliquées pour le rapport initial. En effet, comme l'a présenté Aude VALADE le 15 octobre 2020 à Mazan, les bénéfices climatiques de la substitution reposent sur de nombreuses hypothèses très instables. Le bénéfice climatique de la substitution doit plutôt être considéré comme un effet marginal et même très relatif (LETURCQ 2020). Il est ainsi très peu probable que 100% des bois récoltés substituent d'autres sources plus émettrices et que les coefficients de substitution ne se dégradent pas d'ici 2050. Nous avons ici supposé une substitution portant sur 50% et des coefficients de substitution divisés par deux en 2050 du fait des progrès dans les filières concurrentes.

Enfin, les scénarios de prélèvement ne peuvent être appréhendés par la seule métrique du Carbone. L'étude analyse ainsi les effets des trois scénarios sur la biodiversité forestière et sur la fertilité des sols, par le biais de deux indicateurs clés : le volume de bois mort et la restitution des branches aux sols. Il faut rappeler que la biodiversité forestière est menacée et que la majorité des surfaces productives en France sont situées sur sols chimiquement vulnérables car acides à très acides.

Scénario	Objectif général	Taux de récolte résultants
Ecos	Atteindre les volumes d'équilibre * en 2050 avec des prélèvements de branches et de bois mort les plus bas possibles (priorité stocks, fertilité et biodiversité).	Branches : taux fixe de 20% de la coupe ; Bois mort : taux fixe de 10% de la mortalité ; Bois fort tige vivant : taux variable calculé pour atteindre le volume d'équilibre en 2050 par une évolution linéaire depuis 2020 (sans objectif de prélèvement global).
R60	S'approcher des volumes d'équilibre avec un prélèvement global stable de 60 Mm³/an entre 2020 et 2050 et une récolte modérée des branches et du bois mort (scénario de compromis).	Branches : taux fixe de 50% de la coupe ; Bois mort : taux fixe de 20% de la mortalité ; Bois fort tige vivant : taux variable calculé pour prélever 60 Mm³/an de 2020 à 2050.
R95	Récolter le maximum techniquement réalisable de branches et de bois mort pour atteindre un prélèvement global de 95 Mm³/an en 2050 (priorité économie).	Branches : taux fixe de 75% de la coupe ; Bois mort : taux fixe de 75% de la mortalité ; Bois fort tige vivant : taux variable calculé pour obtenir une évolution linéaire du prélèvement total de 60 Mm³ en 2020 à 95 Mm³/an en 2050.



Résultats

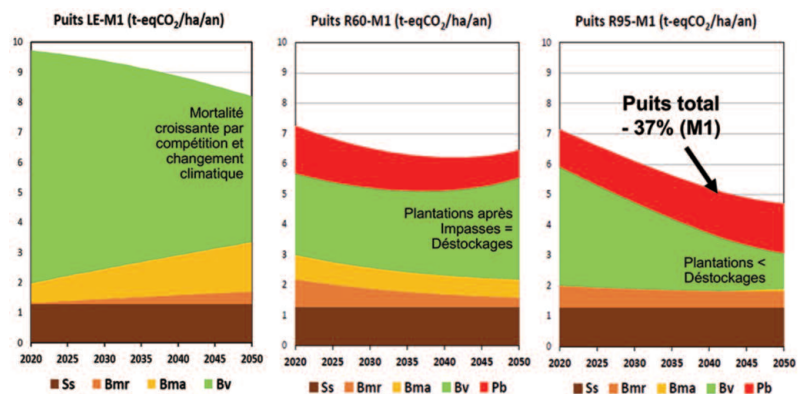
Les figures 3 et 4 montrent l'évolution entre 2020 et 2050 du stock moyen et du flux moyen (puits) par hectare dans la situation

Fig. 2 : Présentation des trois scénarios de prélèvement.

Schéma 1 : Le modèle «PMR».

Fig. 3 : Evolution 2020-2050 du stock moyen par hectare dans la situation de libre évolution et les forêts gérées en scénarios R60 et R95.

Fig. 4 : Evolution 2020-2050 du flux moyen par hectare dans la situation de libre évolution et les forêts gérées en scénarios R60 et R95.



de libre évolution et pour les forêts gérées en scénarios R60 et R95. Elles montrent que, même en considérant les produits générés par l'exploitation, augmenter les prélèvements annuels de 58% entraînerait une baisse significative du bénéfice climatique du système forêt-bois français. Le scénario « Ecos » se montre très intéressant sur le plan écologique concernant le secteur forestier (stockage maximal, volumes de bois mort) mais ne sera pas présenté ici car il est peu réaliste à l'échelle française et n'est peut-être pas souhaitable dans une approche globale. En effet, il entraînerait une crise d'approvisionnement dans la filière-bois, menant à des pertes d'emploi mais aussi à une hausse des imports, ce qui sur le plan climatique pourrait être très défavorable.

La Figure 5 montre que dans tous les scénarios, l'évolution du stock est très différente entre un renouvellement par coupe rase (impasse sanitaire) et en couvert continu. Même si en 2050 les nouvelles plantations peuvent être productives (ex. douglas), le stock généré par la photosynthèse de ces plantations est loin de compenser la perte de stock des peuplements qu'elles remplacent.

La Figure 6 montre le potentiel total d'atténuation du changement climatique des forêts de France métropolitaine selon le scénario de prélèvement et l'évolution de la mortalité. Il donne ainsi, dans les hypothèses posées ci-dessus, le stockage total (biomasse + produits) et le bénéfice potentiel par effet de substitution. On constate que l'effet de substitution ne compense que très partiellement les écarts, et qu'une forte évolution de la mortalité ne change pas l'ordre de mérite climatique des scénarios. L'effet

négatif de la hausse des prélèvements sur le stockage a été montré par les deux études faisant référence en France (ROUX *et al.* 2017, VALADE *et al.* 2017), et l'indépendance des scénarios climatiques sur cet effet a été montré par ROUX *et al.* (2017) avec une approche différente de la nôtre.

La Figure 7 présente la perspective donnée par le modèle PRM à l'horizon 2100 dans le scénario R95 (prélèvement 95 Mm³/an en 2050), sous l'hypothèse favorable d'une mortalité stabilisée après 2050. Dresser de telles perspectives est délicat tant nous maîtrisons peu les paramètres climatiques et biologiques à cet horizon. Toutefois, cette simulation suggère que le maintien d'un prélèvement total de 95 Mm³/an au-delà de 2050 pourrait transformer le système forêt-bois en source de CO₂ plutôt qu'en puits. Une telle simulation dans un scénario de mortalité aggravée donnerait un effet climatique plus défavorable. Cette inversion est une menace sérieuse citée par d'autres travaux (EFESE, 2019).

Enfin, la figure 8 dresse un résumé des effets probables des scénarios de prélèvement sur la biodiversité forestière et la fertilité des sols. On peut ainsi attendre qu'augmenter fortement les prélèvements de bois tel que le préconise la Stratégie nationale Bas Carbone (SNBC) entraîne une forte dégradation du fonctionnement des écosystèmes, ce qui pourrait encore augmenter la vulnérabilité de nos forêts face aux stress d'origine climatique et biotiques.

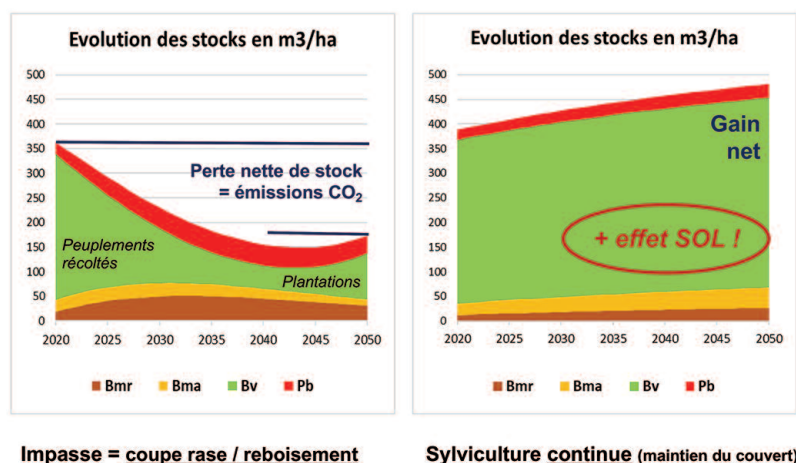
Implication pour la Stratégie nationale d'atténuation

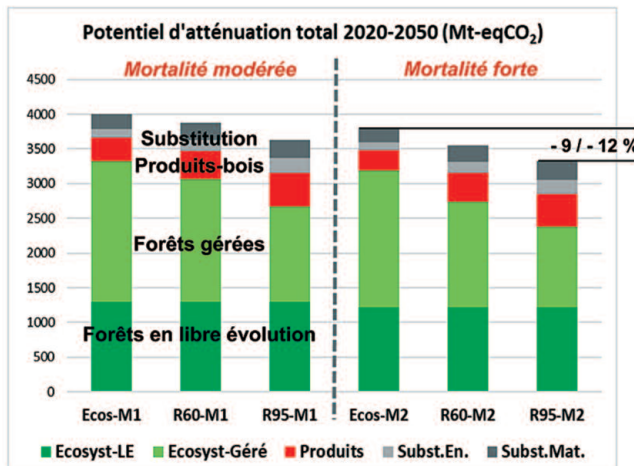
Parue en janvier 2020, l'étude a été traduite intégralement en anglais et a été présentée (entre autres) à la députée Anne-Laure Cattelot, l'Ademe, les associations Solagro et Negawatt, Experts forestiers de France, la Plateforme nationale pour la biodiversité, le Conseil économique social et environnemental, Institute for Climate Economics (4CE), The Shift Project, la mission interministérielle SNBC (CGEED-CGAAER-IGF) et la Commission européenne.

Elle met d'abord en lumière des aspects méthodologiques sur l'analyse de l'impact climatique de l'évolution de la filière forêt-bois

Fig. 5 :

Evolution 2020-2050 du stock moyen par hectare dans la situation d'impasse sanitaire et de gestion en couvert continu.





française. Elle montre que pour garantir la transparence des résultats et éviter les biais d'interprétation, il est important de : (1) comparer des scénarios de prélèvement définis par un socle commun (tous autres facteurs étant égaux) ; (2) faire apparaître clairement les taux de prélèvement bois fort tige, branches et bois mort, ainsi que les hypothèses de mortalité (taux initial et évolution). Elle alerte aussi sur les phénomènes de report de pression entre (1) forêts gérées et non gérées (si la surface gérée ne peut augmenter, la hausse des prélèvements se reporte sur les forêts aujourd'hui gérées) ; (2) tige, branches et bois mort (une augmentation de prélèvement sans décapitalisation impose de réduire les volumes de bois mort et de branches en forêt).

Sur le plan stratégique, l'étude montre que fixer un objectif de prélèvement de 95 Mm³/an en 2050 entraînerait une baisse du rôle positif du système forêt-bois français pour le climat. En effet, cette augmentation des prélèvements diminuerait significativement le stock et le puits du système forêt-bois français, sans que les effets de substitution, loin d'être assurés, ne compensent cette chute. De plus, cette stratégie imposerait des mesures autoritaires et coûteuses, réduirait la biodiversité forestière, menacerait la fertilité de ses sols, décapitaliserait à terme les peuplements et pourrait augmenter leur vulnérabilité. Elle montre aussi qu'une forte évolution de la mortalité ne rendrait pas cet objectif d'intensification intéressant sur le plan climatique. Pourtant la SNBC propose d'augmenter le prélèvement total jusqu'au-delà de 100 Mm³/an en 2050.

L'étude propose ainsi une stratégie d'atténuation climatique basée sur :

- la reconnaissance officielle de la libre évolution comme mesure d'optimisation pour le climat et de la biodiversité, mesure à établir sur 25% de la forêt française bien répartis ;
- le remplacement par plantation mélangée des peuplements en impasse sanitaire uniquement ;
- une sylviculture basée sur la résilience plutôt que l'adaptation des forêts, évoluant vers la couverture continue et mélangée et construite dans chaque territoire sur le suivi sanitaire et l'identification des itinéraires les plus efficaces ;
- la limitation des taux de récolte de branches (fertilité) et de bois mort (biodiversité) ;
- la maximisation de l'usage en produits-bois de long terme (tri des produits, rendements de transformation, mode constructifs durables, recyclage) sans parcelles « dédiées bois-énergie » ;
- une approche prudente et différenciée des effets de substitution, dont le bénéfice est conditionné par de multiples facteurs techniques et sociétaux.

Elle rappelle aussi que la forêt et ses produits ne pourront capter plus que 20% des

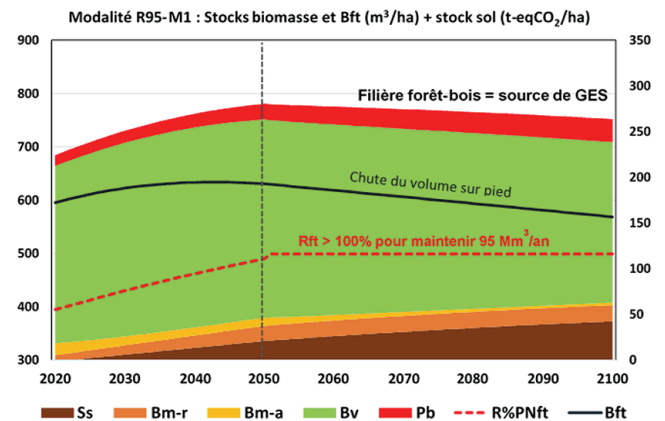


Fig. 6 (à gauche) :

Potentiel total d'atténuation du changement climatique selon le scénario de prélèvement et l'évolution de la mortalité : stockage total France + bénéfice potentiel par effet de substitution.

Fig. 7 (à droite) :

Perspective d'évolution des stocks à l'horizon 2100 sous le scénario R95 en mortalité stabilisée après 2050.

Fig. 8 :

Effets des scénarios R60 et R95 sur la biodiversité et la fertilité des sols.

Objectif 2050	60 Mm ³ /an	95 Mm ³ /an
Bois mort	+ 87% avec BM-GB	- 27% principalement (T)PB
Impact biodiversité	Amélioration possible	Dégradation assurée
Branches	Retour au sol = 50%	Retour au sol = 25%
Impact fertilité	Maintien possible	Dégradation très probable

émissions françaises actuelles, donc que le climat ne pourra se stabiliser sans la ferme volonté de réduire fortement les émissions, et que la « compensation » n'aura aucun bénéfice et risque même de retarder les décisions qui auront un effet climatique réel.

Enfin, elle invite à construire une stratégie fine et différenciée issue des réalités des territoires, de manière démocratique et avec tous les acteurs locaux.

2.– Réduire les émissions de l'exploitation, du transport et de la transformation des bois ;

3.– Augmenter la part du bois récolté valorisé en bois d'œuvre (une marge certaine existe en région méditerranéenne), la durée de vie des produits, les rendements de transformation et de combustion et le recyclage des produits dans la construction.

G.B.W.

Regard sur la gestion des forêts méditerranéennes

La forêt méditerranéenne est sur le front du changement climatique. Elle subit de plein fouet des sécheresses et canicules de plus en plus sévères. Toutefois elle est globalement jeune donc peut encore stocker beaucoup de carbone. De plus, le reboisement est difficile à réussir dans cette région, donc remplacer un peuplement aujourd'hui sain par une plantation offre peu de garantie tout en déstockant du carbone et en produisant des effets négatifs sur le sol, la biodiversité et le paysage. Maximiser le bénéfice climatique des forêts méditerranéennes pourrait ainsi reposer sur trois axes de travail :

1.– Reboiser les peuplements fortement déperissants en préservant tant que possible l'ambiance forestière (petites coupes, maintien des arbres stables) et en diversifiant les essences, et partout ailleurs, adapter les pratiques sylvicoles plutôt que la forêt : éclaircir les peuplements avec prudence, stabiliser le couvert et maximiser les stocks par hectare (abandon progressif du taillis et de la futaie régulière), suivre l'état sanitaire pour identifier les itinéraires le plus adaptés selon les stations et les peuplements ;

Résumé

En France comme en Europe, les rapports se multiplient sur la place que devraient jouer la forêt et le bois dans la transition énergétique et l'atténuation du changement climatique. Depuis un rapport de l'INRAE (Institut national de recherche pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement) en 2017 valorisant l'intensification des prélèvements et des plantations en France, les pouvoirs publics incitent à récolter plus et à rajeunir la forêt française, orientation actée dans la Stratégie nationale Bas Carbone. Dans ce contexte, début 2020 les ONG Fern et Canopée ont publié un rapport sur les stratégies d'atténuation du changement climatique par la forêt et le bois en France à l'horizon 2050. A partir d'une analyse de la littérature et d'une méthodologie de calcul rigoureuse et transparente, l'étude calcule le potentiel d'atténuation de trois scénarios de prélèvement définis précisément, pour conclure sur des préconisations politiques et sylvicoles basées sur ces résultats. En 2020 le rapport a été présenté à de nombreux organismes nationaux privés et publics et encourage un débat ouvert entre filière-bois et société civile. Cet article fait suite à la présentation de l'auteur au colloque « Carbone et forêt méditerranéenne » du 15 octobre 2020 à Mazan, et présente les résultats essentiels de l'étude et les messages qu'elle apporte, avec un regard sur la forêt méditerranéenne.

Bibliographie

- Du Bus de Warnaffe & Angerand (2020) : *Gestion forestière et changement climatique, une nouvelle approche de la stratégie nationale d'atténuation*. Rapport d'étude Fern-Canopée, janvier 2020.
- EFESE (2019) : La séquestration du carbone par les écosystèmes en France. Rapport d'évaluation, Evaluation française des écosystèmes et services écosystémiques, mars 2019.
- Leturcq Ph. (2020) : GHG displacement factors of harvested products : the myth of substitution. Open Scientific Reports, Nature Research, 10 : 20752.
- MTES (2020) : Stratégie Nationale Bas Carbone version 2020, Ministère de la Transition écologique et solidaire.
- PNFB (2018) : Plan National Forêt-Bois 2018.
- Roux A., Dhôte J.-F. (Coordinateurs) *et al.* (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, 101 p. + 230 p. (annexes).
- Valade A., Bellassen B., Luyssaert S., Vallet P. & Djomo S.N. (2017) : Bilan carbone de la ressource forestière française - Projections du puits de carbone de la filière forêt-bois française et incertitude sur ses déterminants. Rapport de recherche, 66p. HAL Archives Ouvertes Id : hal-01629845, <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01629845>.
- Les pages 73 à 80 du rapport Du Bus de Warnaffe & Angerand (2020), disponible en ligne, reprend en détail toutes les références bibliographiques utilisées pour construire cette étude et commenter ses résultats.