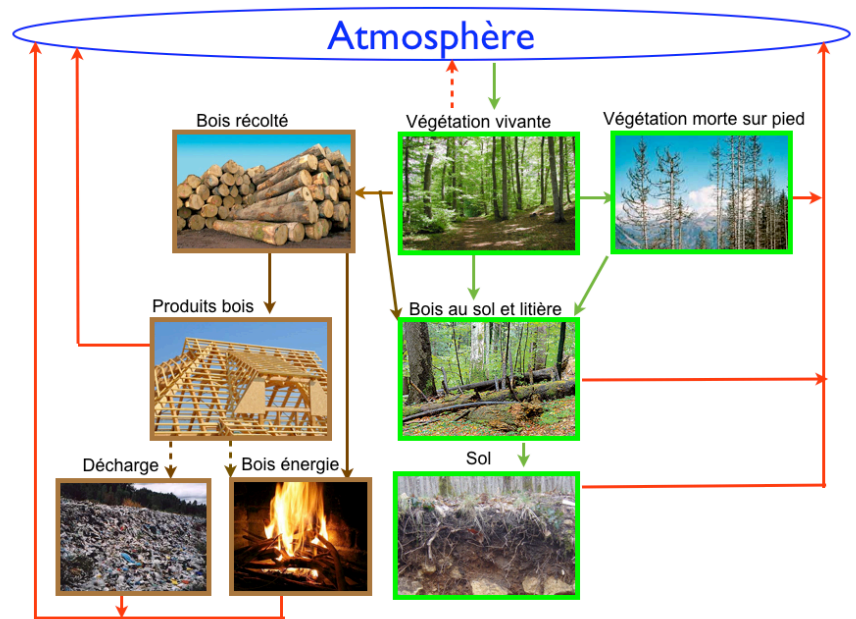


# Atténuer le changement climatique : quel rôle pour le secteur forêt-bois ?

**Le changement climatique (CC) est fortement lié aux émissions d'origine anthropique de gaz à effet de serre (GES), notamment de dioxyde de carbone CO<sub>2</sub>. Atténuer ce changement, revient à réduire les émissions de CO<sub>2</sub> et augmenter le stockage du carbone. Comment ce principe se décline-t-il en forêt et vis-à-vis des utilisations du bois ? Quelles sont les options possibles ? Quelle est la contribution du secteur français forêt-bois à l'atténuation du changement climatique ?**

## Quels sont les flux de carbone dans le secteur forêt-bois ?

Le cycle du carbone peut être appréhendé à différentes échelles : planétaire, nationale, ou tout simplement d'une forêt. Nous savons que les arbres et les plantes absorbent le carbone de l'air par photosynthèse, le fixent dans leurs tissus où il est retenu ; une partie de ce carbone retourne toutefois à l'atmosphère par respiration (flèche rouge pointillée en fig.1). Quand ces arbres et plantes meurent, ils se retrouvent sous des formes diverses : la végétation morte sur pied, le bois mort au sol et la litière, qui de façon ultime, contribue largement à la matière organique du sol. Dans une forêt exploitée, une partie de cette végétation (les arbres) est récoltée. Les résidus d'exploitation (cimes, branches) laissés à terre rejoignent le compartiment bois-mort au sol et litière. Le bois récolté est transformé en produits forestiers qui, à la fin de leur vie, sont envoyés en décharge ou brûlés pour l'énergie (flèche brune pointillée en fig.1). Tous ces compartiments peuvent aussi être des sources de C qui retourne vers l'atmosphère par décomposition ou combustion. Le temps de résidence du carbone dans ces compartiments est variable et peut être modulé par la gestion. Le schéma conceptuel présenté dans la figure 1 peut aussi être appliqué à l'échelle de la filière forêt-bois d'un pays. Surtout, il doit être conçu en interaction avec les autres milieux et activités : les occupations du sol, par rapport auxquelles la forêt peut gagner ou perdre du terrain, et les utilisations de matériaux ou énergies qui sont en concurrence avec le bois. **Pour la filière forêt-bois, atténuer le changement climatique, c'est donc prendre en compte à la fois l'évolution des stocks de carbone forestier (sous l'effet du fonctionnement naturel des écosystèmes, de la gestion forestière et des changements d'occupation du sol) et la réduction possible des émissions (dans les secteurs industriels et énergétiques).**



**Figure 1. Le cycle du carbone dans le secteur forêt-bois** (d'après Heath et al., 2009) chaque compartiment correspond à un stock; les flèches à des flux- en vert, C fixé ; rouge, C émis ; brun, C du bois.

## L'atténuation du CC : quelles options pour la forêt et ses produits ?

L'atténuation du changement climatique passe notamment par la lutte contre l'effet de serre qui vise à réduire les sources de GES et augmenter leurs puits de manière à limiter leur concentration dans l'atmosphère. Trois options, que l'on peut combiner, sont disponibles : **évitement des émissions**, de carbone forestier, **stockage dans les forêts ou leurs produits**, **substitution** du bois à d'autres matériaux ou sources d'énergie à plus forte « empreinte » carbone. L'**évitement des émissions** de carbone forestier s'efforce de freiner le transfert de GES vers l'atmosphère. Il s'agit en particulier de prévenir : la déforestation et la dégradation des forêts (principalement dans les régions tropicales), et, à une échelle régionale et locale, les incendies de forêt ou la vulnérabilité aux risques (tempêtes, sécheresse, insectes, maladies). On sait en effet que les forêts stockent une grande quantité de carbone (avec toutefois des différences écorégionales), beaucoup plus que d'autres écosystèmes, prairies ou cultures agricoles. Partout où l'on peut maintenir l'état boisé, on maintient la capacité de la forêt à séquestrer du carbone dans le futur. Cet évitement des émissions peut également être obtenu par des mesures de gestion forestière telles que le maintien, autant que faire se peut, du carbone organique du sol par une sylviculture à couvert continu.

La séquestration de carbone par une gestion spécifique peut être envisagée. Un premier exemple concerne le stockage en forêt. Dans une vision ou court terme, le sylviculteur peut augmenter l'âge d'exploitabilité des arbres, réduire le niveau des récoltes, etc. Mais cette approche a de réelles limites dans une vision à plus long terme : elle augmente la vulnérabilité aux risques de la forêt ; elle conduit à terme à une mortalité naturelle élevée des arbres et à une moindre croissance des peuplements ; elle limite la valorisation économique du bois, qui est une ressource renouvelable, et induit par contrecoup un recours accru à des ressources qui ne le sont pas. En France, où la récolte de bois annuelle est très inférieure à l'accroissement biologique (voir fiche 7.04), le stock de C en forêt augmente régulièrement d'environ 100 millions de tonnes CO<sub>2</sub> équivalent par an (biomasse vivante ou morte et matière organique du sol comprises), atteignant ainsi des niveaux élevés. Un second exemple est le boisement (ou reboisement) où l'on s'efforce de convertir à la forêt des terres devenues marginales pour l'agriculture ou l'élevage. De nombreuses autres mesures sont possibles, notamment celles qui concernent la croissance des arbres et des peuplements. Ce sont des méthodes sylvicoles connues consistant à accroître la productivité forestière grâce au contrôle de la végétation concurrente, à la fertilisation, ou à l'utilisation de variétés forestières génétiquement améliorées pour les essences qui sont plantées. Mais on peut aussi séquestrer le carbone dans les produits à base de bois (construction, ameublement, emballage, papier et carton, etc.). Naturellement, l'efficacité de cette séquestration dépend de la durée de vie des produits et du recyclage qui en est fait. En toute fin de vie, ces produits vont aller en décharge où ils se décomposeront lentement pendant un temps plus long qu'à l'air libre. Mais la majorité d'entre eux sont destinés à la bio-énergie (utilisation en cascade). Le tableau 2 précise pour différents types de produits cette durée de vie ainsi que le stock d'équivalent CO<sub>2</sub> généré et son évolution annuelle en France. Le stock dépassait 300 millions de tonnes de CO<sub>2</sub> en 2005 et s'accroissait annuellement de 1% environ.

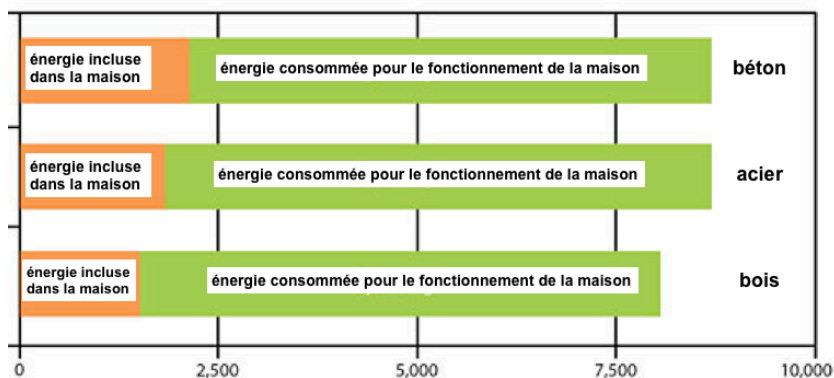
	Stock (MtCO <sub>2</sub> )	Variation de stock (MtCO <sub>2</sub> )	Durée de vie typique
Construction	173,5	2,6	15 - 75 ans
dont charpente			75 ans
dont menuiserie			20 ans
Papier-carton	22,7	-0,2	1 - 16 mois
Meuble	57,6	0,2	5 - 25 ans
Emballage	12,0	0,4	1 mois - 8 ans
Bois énergie	47,0	0,1	1 mois - 2 ans
<b>Total</b>	<b>312,8</b>	<b>3,1</b>	

**Tableau 1. Durée de vie, stocks actuels de CO<sub>2</sub> et leurs variations annuelles pour différents types de produit à base de bois en France** - Source FCBA pour l'année 2005

La troisième option pour atténuer le CC est la **substitution**. Il s'agit d'**utiliser l'énergie ou les produits issus de la biomasse forestière et du bois pour remplacer des combustibles fossiles, ou d'autres matériaux** dont la production est plus coûteuse en énergie fossile. L'**énergie à base de bois**, peut être

utilisée pour la chaleur, l'électricité, (ou les deux) ou comme carburant pour le transport (encore en développement). (voir également fiches 3.08, 7.05, 7.06 et 7.07 pour plus de détails).

Les **produits à base de bois** sont faciles à mettre en oeuvre et présentent un bilan carbone souvent très favorable par rapport à d'autres matériaux. À titre d'exemple, la figure 3 compare trois maisons construites avec trois matériaux, le béton, l'acier et le bois mais dont l'un est dominant. La maison en bois est celle qui combine tous les avantages. Elle utilise le moins d'énergie non renouvelable sur l'ensemble de son cycle de vie, pour sa création, sa construction et sa maintenance. Elle est aussi la plus économe en fonctionnement en termes de consommation énergétique. Dans le domaine de la construction, les occasions de substituer les produits bois à d'autres matériaux sont donc réelles.



**Figure 2. Énergie primaire (en Gj) non renouvelable incorporée dans la construction et la maintenance de 3 types de maison où le matériau prédominant est le béton, l'acier ou le bois, et énergie consommée par leur fonctionnement au cours de la durée de leur vie.** Source: Architectural Record, 2013

[http://continuingeducation.construction.com/article\\_print.php?](http://continuingeducation.construction.com/article_print.php?)

### L'atténuation du CC et le secteur forêt-bois : prendre en compte la complexité

La présentation ci-dessus des trois options offertes par le secteur forêt-bois pour atténuer le CC est, pour des raisons pédagogiques, volontairement simplifiée. Mais la réalité est plus complexe. Tout d'abord, la gestion forestière est spécifique de certains types de forêts et écosystèmes, de particularités locales et d'objectifs de gestion différents : elle nécessite donc de nombreux ajustements ; il est alors difficile d'énoncer des lois générales en matière de gestion optimale de l'atténuation du changement climatique par la forêt et le bois.

Il faut aussi considérer la notion d'échelles spatiale et temporelle, et leurs différents niveaux, tout au long du cycle de la forêt et de ses produits. Au niveau spatial, les choses se présentent différemment selon que l'on considère quelques ares de forêt, un peuplement, un massif forestier, etc. Au niveau temporel, l'analyse que l'on peut faire d'une récolte de bois ou d'autres activités à court terme, peut être différente lorsqu'on se place sur une période de 50 à 100 ans. Ainsi, un certain déstockage du carbone forestier par des récoltes additionnelles pour une utilisation accrue du bois, peut avoir à court terme un bilan «émission de CO2» défavorable, mais la situation peut s'inverser ensuite et, entre temps, on aura généré un surplus d'activité économique, évité d'utiliser des ressources non renouvelables, prévenu les risques en forêt et renforcé la capacité ultérieure de stockage. La question se pose donc de savoir s'il vaut mieux un bilan favorable aujourd'hui ou plus tard et, dans ce dernier cas, comment assurer au mieux la transition.

Dans ce domaine, l'application pratique de certains principes n'est pas évidente comme en témoigne la notion controversée de neutralité carbone. Elle a été introduite au départ pour éviter de comptabiliser deux fois les émissions engendrées par le bois énergie : ces dernières ne sont pas prises en compte en sortie de cheminée et qualifiées de « neutres » parce qu'il a été choisi par ailleurs, pour simplifier, de considérer le carbone rendu à l'atmosphère dès que le bois est prélevé en forêt. Mais ce qui est au départ une facilité tend à laisser croire qu'on peut brûler autant de bois qu'on le souhaite puisque cette ressource naturelle est renouvelable. Ce qui n'est pas le cas.

Il est important mais délicat d'évaluer les émissions de GES évitées par la substitution du bois à d'autres d'énergies ou matériaux. Les analyses de cycle de vie de produits procurant les mêmes fonctionnalités à partir de ressources différentes en fournissent une mesure. Mais celle-ci dépend largement des produits considérés, du processus de production et du contexte dans lequel ces produits sont fabriqués puis utilisés. On se réfère donc à des valeurs moyennes telles que celles mentionnées par l'ADEME dans son avis de juin 2015 : l'utilisation de bois évite des émissions de GES de l'ordre de 0,5 tonnes de CO<sub>2</sub> par mètre cube de bois énergie et 1,1 tonnes de CO<sub>2</sub> par mètre cube de bois contenu dans des produits (hors valorisation énergétique éventuelle en fin de vie ou des co-produits).

Évolution du stock de carbone	
dans les arbres	71
des bois morts	10
du sol	15
dans les produits bois	€
Émissions évitées	
matériau	16
énergie	18
<b>Total</b>	<b>130</b>

### La filière forêt-bois française : quelle capacité d'atténuation ?

Les émissions annuelles françaises de GES sont aujourd'hui de l'ordre de 500 millions de tonnes (équ. CO<sub>2</sub>). En considérant le schéma de la figure 1 à l'échelle du secteur forêt-bois français, on a pu estimer les stocks de chaque compartiment et les flux entrants ou sortants, et proposer ainsi une vision globale de la capacité du secteur d'atténuer ces émissions (cf. tableau 4). Environ 96 millions de tonnes d'équivalent CO<sub>2</sub> viennent annuellement s'ajouter au stock de carbone en forêt, tandis que le **bois en substitution à d'autres matériaux et sources d'énergie** permet de ne pas émettre 34 millions de tonnes (équ. CO<sub>2</sub>). Au total, **la capacité d'atténuation du secteur est d'environ 25 % des émissions françaises annuelles de GES**. Malgré les incertitudes sur ces estimations, leur interprétation permet de proposer des pistes pour améliorer la gestion du carbone et l'atténuation du CC pour ce qui concerne la forêt et la filière (cf. encadré ci-dessous).

**Tableau 2. Bilan des flux annuels de C en MtCO<sub>2</sub> eq/an dans la filière française forêt-bois** Source : IGD 2015, IGN

#### Les voies de progrès possibles

- préserver le carbone du sol par la gestion forestière
- dans les forêts matures, favoriser la stockage de carbone si les risques sont limités et la production ligneuse non prioritaire
- apprécier la vitalité de la forêt, prévenir les risques et réduire la vulnérabilité (tempêtes, sécheresses, incendies, insectes, pathogènes...) ; des éclaircies précoces et régulières ainsi qu'un âge d'exploitabilité pas trop élevé font partie des solutions
- favoriser le renouvellement des peuplements pour soutenir la séquestration de carbone à moyen terme
- au delà du CO<sub>2</sub>, considérer les effets du couvert forestier sur le climat (cycle de l'eau, flux d'énergie) et d'autres GES éventuels (méthane, ozone...)
- inscrire l'atténuation du CC dans la gestion durable des forêts
- approfondir les avantages du bois par rapport aux autres matériaux et sources d'énergies
- accroître le prélèvement de bois en forêt de production et les utilisations du bois en substitution d'autres matériaux et énergies ; le faire progressivement pour développer la capacité d'atténuation à moyen terme sans la dégrader à court terme
- intégrer les conditions économiques relatives à la gestion forestière, aux marchés et industries du bois
- développer une vision intégrée (atténuation et adaptation) du CC pour la forêt et le secteur forestier
- au niveau d'un pays, promouvoir des projections dans le temps du bilan général et complet du carbone dans le secteur forêt-bois, sous différents scénarios de CC et de gestion.
- au niveau d'un projet, encourager des stratégies d'atténuation du CC intégrant la forêt et le bois.

#### Ce qu'il faut retenir

- La contribution du secteur forêt-bois à l'atténuation du CC à est importante à travers la séquestration en forêt et dans les produits, et la substitution (énergie et matériaux) ; elle peut être augmentée dans le futur le futur
- Les gestionnaires forestiers doivent progressivement intégrer l'idée que l'atténuation doit trouver sa place parmi les autres objectifs de la gestion durable. Prendre en compte le carbone parmi ces objectifs peut aider à engager des stratégies de gestion solidement fondées et plus globales.

La lecture de cette fiche peut être complétée utilement par celle des fiches 2.02, 3.08, 5.01, 6.01, 6.02