

Citepa. Rapport Secten édition 2020

Émissions de gaz à effet de serre et de polluants atmosphériques en France

La biomasse énergie est-elle neutre en carbone ?

Rédaction

Etienne MATHIAS
Colas ROBERT

En bref

La combustion libère dans l'atmosphère, sous forme de CO₂, le carbone contenu dans la biomasse. Néanmoins, l'idée que l'usage énergétique de la biomasse est neutre vis-à-vis du climat est répandue. Elle repose sur deux faits : i. le CO₂ émis lors de la combustion du bois est comptabilisé dans le secteur UTCATF et non dans le secteur consommateur d'énergie ; ii. Il s'agit d'une source renouvelable : le carbone émis peut être recapté.

Nous montrons ici que la biomasse énergie n'est pas, par nature et par principe, neutre vis-à-vis du climat. Son bilan carbone dépend du type de biomasse considéré, du contexte territorial, de la capacité du territoire à séquestrer du carbone sur le temps court et le temps long.... La pertinence d'utiliser la biomasse comme source d'énergie doit être analysée au regard des autres options qu'offre ce même territoire, et non sur le principe d'une neutralité carbone supposée.

Introduction

L'utilisation énergétique de biomasse est généralement associée à l'idée de neutralité carbone, notamment parce que dans certains contextes réglementaires, comme les déclarations GEREPE, elle est associée à une émission nulle (facteur d'émission égal à zéro). Il est donc possible de penser que, par convention et par principe, la combustion de biomasse serait neutre. Comme la biomasse vivante permet d'absorber du CO₂ et de stocker du carbone, cette ressource (pour l'énergie mais aussi pour l'alimentation, la construction...) présente des enjeux forts de durabilité. Ces enjeux ont conduit à certains raccourcis sur la supposée neutralité de la biomasse énergie, que nous proposons de remettre à plat dans cette analyse. Cet article reprend notamment les éléments d'analyse présentés lors d'un *petit déjeuner* technique du Citepa auprès de ses adhérents.

Les enjeux autour de la biomasse énergie

Définitions

Définition physique

Les plantes absorbent du CO₂ lors de leur croissance. Ainsi, du carbone est séquestré dans la biomasse (sous forme de bois, de feuille, etc.) et dans le sols (carbone organique). Ces absorptions sont prises en compte dans l'inventaire national.

Les plantes sont consommées, récoltées ou meurent naturellement. L'immense majorité du carbone contenu dans ces plantes retourne un jour ou l'autre à l'atmosphère et participe ainsi au cycle du carbone. En effet, lorsque de la biomasse est récoltée, le carbone qu'elle contient est rendu à l'atmosphère, soit rapidement et directement (lors d'un brûlage), soit indirectement et plus lentement (par décomposition par exemple), et ce, même si le carbone est temporairement stocké sous forme de matériau (l'essentiel des matériaux ont une fin de vie). Cette émission est aussi prise en compte dans l'inventaire national.

La combustion de la biomasse, quelle qu'elle soit, émet du CO₂, le fait que la biomasse ait au préalable capté ce CO₂ dans l'atmosphère ne vient pas annuler ce flux. La manière d'estimer et de prendre en compte cette émission est une question de comptabilisation, non une question physique.

Définition réglementaire

En fonction de la réglementation considérée, tant du point de vue national que du point de vue international, des définitions différentes de la biomasse existent. En France, la biomasse est définie dans la rubrique n°2910 dans la nomenclature ICPE. Elle est cohérente avec la définition des directives européennes, notamment la directive émission industrielle 2010/75/UE, etc.

Dans le règlement d'exécution 2018/2066, la biomasse est définie comme :

« la fraction biodégradable des produits, des déchets et des résidus d'origine biologique provenant de l'agriculture [...], de la sylviculture et des secteurs connexes, [...], ainsi que la fraction biodégradable des déchets industriels et municipaux d'origine biologique ; elle comprend les bioliquides et les biocarburants... » (art. 3, §21)

Dans le code de l'énergie, l'article L-211-2 définit la biomasse comme faisant partie des sources d'énergie renouvelables.

« les sources d'énergies renouvelables sont les énergies éolienne, solaire, géothermique, aérothermique, hydrothermique, marine et hydraulique, ainsi que l'énergie issue de la biomasse, du gaz de décharge, du gaz de stations d'épuration d'eaux usées et du biogaz. La biomasse est la fraction biodégradable des produits, déchets et résidus provenant de l'agriculture, y compris les substances végétales et animales issues de la terre et de la mer, de la sylviculture et des industries connexes, ainsi que la fraction biodégradable des déchets industriels et ménagers. » (article L-211-2)

L'utilisation de biomasse énergie (sous forme de bûches, pellets, plaquettes, résidus de cultures...) est généralement associée à l'idée de facteur d'émission zéro, comme c'est le cas dans les déclarations d'émissions des sites industriels dans le cadre du Système européen d'échange de quotas d'émissions (SEQUE). Ce facteur d'émission ne signifie pas que l'usage de biomasse est neutre en carbone par principe, mais que son usage est favorisé en considérant qu'il s'agit d'une ressource renouvelable, a priori renouvelée. On notera d'ailleurs que l'application d'un facteur d'émission CO₂ égal à 0 pour la biomasse dans le cadre du SEQUE n'est possible qu'à condition de respecter les critères de durabilité.

Les différents contextes réglementaires européens (SEQUE) et français (GEREP) permettent de développer une liste précise des nombreux types de biomasse existants : produits et co-produits de l'exploitation forestière ; bûches, plaquettes, granulés ; rémanents après récolte (petites branches, souches) ; produits et co-produits de l'agriculture (cultures à vocations initialement alimentaires (maïs, blé, colza, canne à sucre, palmier à huile) ; plantations à vocation énergétique : taillis à courte rotation (saules, miscanthus) ; résidus agricoles (pailles, sarments, bois de taille, cannes de maïs), effluents d'élevage (fumiers, lisiers) ; sous-produits de l'industrie et de la filière déchets (déchets des industries de transformation du bois (écorces, copeaux, sciure, boues issues de la pâte à papier, liqueur noire) ; déchets des industries agroalimentaires (bagasse, marc de raisin, de café, pulpes, pépins, drèches) ; boues de stations d'épuration ; déchets ménagers...

Dans cette analyse, on s'intéresse surtout aux produits et co-produits de l'exploitation forestière et de l'agriculture.

Définitions dans l'inventaire

Pour la **biomasse de cycle long (bois)**, lorsque l'on récolte la biomasse, on comptabilise une perte de carbone du compartiment « biomasse ». Cette émission peut être comptabilisée l'année de la récolte ou bien quelques années plus tard du fait de la prise en compte de la durée de vie des produits bois. Par ailleurs, la croissance des arbres est aussi comptabilisée dans l'inventaire, tout comme la mortalité des arbres. L'ensemble de ces flux, qu'il s'agisse d'absorptions de CO₂ (gain de carbone dans la biomasse) ou d'émission de CO₂ (perte de carbone par prélèvement de bois, mortalité, feux de forêt...), sont comptabilisés dans le secteur UTCATF (Utilisation des Terres, Changements d'Affectation des Terres et Forêt). Les émissions de « CO₂ biomasse » sont aussi présentées dans Secten au niveau du secteur consommateur uniquement pour information et ne doivent pas être sommées aux autres émissions au risque de générer un double comptage. En revanche, les émissions autres que le CO₂ générées lors du brûlage (CH₄, N₂O, polluants) sont bien comptabilisées dans le secteur consommateur.

Pour la **biomasse de cycle court (biomasse hors bois)**, par exemple les pailles des céréales, les émissions de CO₂ sont supposées compensées par la croissance des plantes à l'échelle de l'année. En effet, lorsqu'un blé croît, il capte du carbone atmosphérique pour constituer sa propre biomasse. Si les pailles sont brûlées, le carbone est libéré par la combustion. Si elles ne sont pas brûlées, le carbone est également libéré rapidement après dégradation de la paille ou consommation par les animaux. Dans tous ces cas, il est considéré dans l'inventaire que le bilan annuel entre absorptions et émissions est égal à zéro, il ne fait donc pas l'objet d'estimations chiffrées.

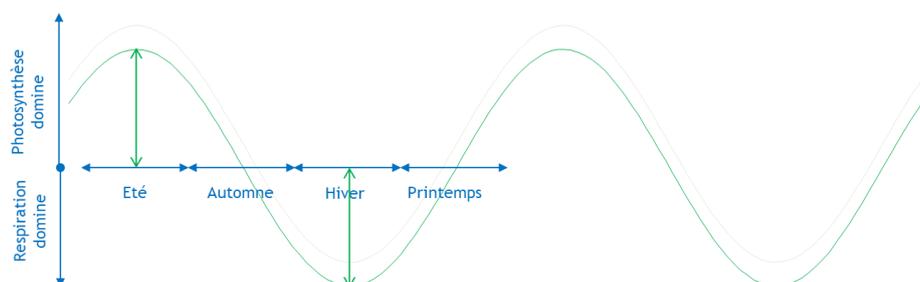


Illustration du cycle croissance et destruction d'une biomasse de cycle court : Cette hypothèse de neutralité ne vaut que parce que le cycle associé est très court, sur le pas de temps d'une année. Sur un bilan annuel on considère conformément au Giec que les quantités de carbone libérées sont équivalentes aux quantités captées pour la biomasse de cycle court. Cette hypothèse n'est pas valable pour la biomasse de cycle long (bois).

Enjeu de transition énergétique

L'utilisation de biomasse à des fins énergétiques représente un enjeu important dans le cadre des politiques énergétiques et l'utilisation de biomasse est favorisée par différents objectifs et dispositifs. Ainsi, l'UE s'est fixé l'objectif global contraignant de **20% d'énergies renouvelables (EnR) dans la consommation finale brute d'énergie dans l'UE pour 2020** (dans le cadre du [paquet climat-énergie 2020](#) (les 3 x 20) adopté en 2007 mis en œuvre par la [directive 2009/28/CE](#)) et l'objectif global contraignant de **32% pour 2030** (mis en œuvre par la [directive \(UE\) 2018/2001](#)). La directive 2009/28/CE a également fixé des objectifs nationaux contraignants pour chacun des 28 Etats membres.

En France, la loi sur la transition énergétique dite LTE ([loi n° 2015-992](#)) transpose ces objectifs européens 2020 et 2030 en matière d'EnR (*cf. article 1^{er}*) : notamment porter la part des énergies renouvelables à 23% de la consommation finale brute d'énergie en 2020 et à 32% en 2030). La LTE ajoute également des objectifs sectoriels pour 2030 (*cf. article 1^{er}*) : les EnR doivent notamment représenter 40% de la production d'électricité et 38% de la consommation finale de chaleur. La loi énergie-climat ([loi n° 2019-1147](#)) du 8 novembre 2019 ([lire notre article sur le sujet](#)) a légèrement renforcé l'objectif global 2030 de le faisant passer de 32% à « *au moins 33%* ».

L'utilisation de biomasse à fin énergétique est associée à plusieurs bénéfices : produire de la biomasse permet *a priori* :

- de se substituer à des sources d'énergies fossiles non renouvelables,
- de limiter une dépendance commerciale et énergétique (importation d'énergies fossiles),
- de développer des filières économiques locale,
- de générer des émissions négatives...

Enjeu de comptabilisation

Principes

Dans l'inventaire, deux règles générales sont importantes pour éclairer la problématique de la comptabilisation de la biomasse énergie. D'une part, tous les flux anthropiques de gaz à effet de serre (émissions et absorption) doivent être comptabilisés (règle d'exhaustivité). D'autre part, ces flux ne doivent être comptabilisés qu'une seule fois (règle de non double-comptes).

Partir du principe que brûler du bois émet du CO₂ mais que cette émission serait forcément compensée par une absorption équivalente :

- soit lors de la croissance, dans le passé, du même arbre ;
- soit ou lors de la croissance supposée, dans le futur, d'un arbre qui repousserait après la récolte ;
- soit en même temps que la combustion, par l'absorption d'autres arbres non récoltés.

Pour la biomasse de cycle long, on ne peut pas considérer par principe qu'émissions et absorptions se compensent forcément et immédiatement. Il peut y avoir un écart important sur un territoire donné entre les quantités de carbone capté par des surfaces boisées et les quantités de carbone émises (ou exportées). Inversement, des territoires peuvent déstocker du carbone accumulé depuis des décennies voire des siècles.

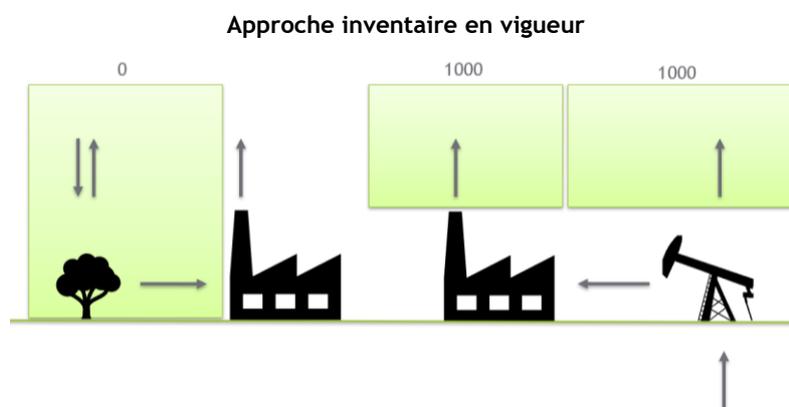
Par ailleurs, la règle du non double-compte oblige à choisir un secteur où comptabiliser ces flux. Selon les formats de rapportage des inventaires (CCNUCC, Kyoto, règlement LULUCF européen, Plan Climat, Secten...) les choix peuvent être différents selon les secteurs. Pour ce qui est de la biomasse énergie, le même choix est fait, conformément aux lignes

directrices du Giec pour les inventaires (1996, 2006, 2019) : les flux de CO₂ liés à la biomasse, qu'il s'agisse des absorptions ou des émissions, sont à comptabiliser dans le secteur UTCATF.

Enfin, il faut aussi souligner que dans l'inventaire, on s'intéresse uniquement aux flux de gaz à effet de serre ayant effectivement eu lieu. Les émissions qui ont été évitées grâce à l'utilisation de tel combustible ou de tel matériau ne sont pas indiquées. Ainsi, le fait d'utiliser du bois ayant permis d'éviter des émissions liées à la production de ciment (car le bois s'est substitué à ce matériau plus émetteur) n'est pas indiqué : cette réduction d'émission se reflète déjà, dans le bilan du sous-secteur 'production de ciment' qui présente un niveau plus faible que s'il n'y avait pas eu de bois utilisé. Il en va de même pour l'énergie : si l'utilisation de biomasse énergie a permis d'éviter des émissions dans le secteur énergie, cet évitement se constate dans le secteur énergie et ne doit pas être compté une deuxième fois en tant qu'« effet substitution » dans le secteur UTCATF.

Approches possibles

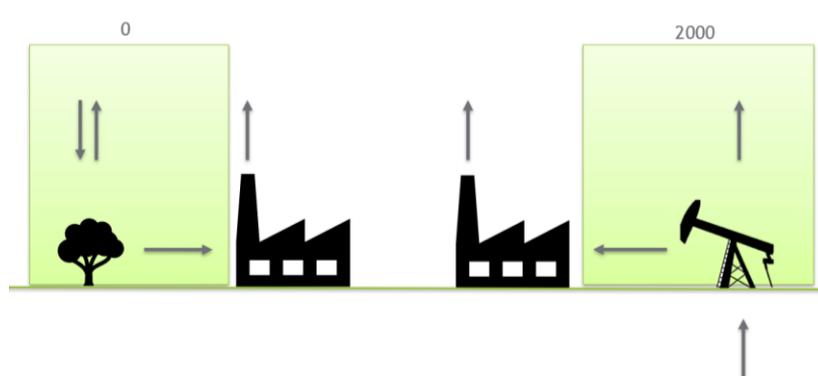
Dans l'approche inventaire en vigueur, si le bois est brûlé comme source d'énergie dans le secteur résidentiel ou industriel, le CO₂ associé à cette émission est comptabilisé, en amont, dès la récolte de bois, dans le secteur UTCATF. L'allocation, dans l'inventaire, des flux de la biomasse énergie est donc orientée « production », c'est-à-dire que la forêt, en tant qu'entité produisant de la biomasse, se voit associée à l'ensemble des absorptions et émissions liées à cette biomasse.



Dans cet exemple fictif, les absorptions de la forêt (-1000 tCO₂/an) compensent parfaitement les émissions de la forêt (mortalité et récolte de bois, + 1000 tCO₂/an). Le bilan de l'UTCATF est donc de 1000 - 1000 = 0 tCO₂/an). Pour le secteur de l'Industrie, l'émissions de CO₂ liée à la consommation de bois énergie n'est pas comptabilisée, non pas parce que l'émission n'existe pas mais parce qu'elle est déjà comptabilisée en amont dans le secteur UTCATF. En revanche, l'émissions de CO₂ liée à la consommation d'énergie fossile est bien comptabilisée dans ce secteur Industrie (+1000 tCO₂/an). Dans le secteur Production d'énergie, l'extraction des ressources génère des émissions en amont (+ 1000 tCO₂/an dans cet exemple fictif), avant même la consommation de l'énergie extraite. Ainsi dans cet exemple, le bilan UTCATF est de 0 tCO₂/an, le bilan de l'Industrie est de +1000 tCO₂/an, et le bilan de la production d'énergie est de +1000 tCO₂/an.

On peut noter que cette approche « production » n'est pas appliquée pour les énergies fossiles. Les émissions associées à la combustion de combustibles fossiles (pétrole, gaz, charbon...) sont comptabilisées au sein des secteurs consommateurs de cette énergie. En effet, l'extraction de ces ressources n'a pas son pendant en termes d'absorptions (la constitution des stocks fossiles se fait à l'échelle de temps géologique, et les capacités actuelles ou envisagées des technologies de stockage de carbone dans le sous-sol restent encore faibles). Néanmoins, même si l'enjeu est très différent, il est possible d'imaginer un mode de comptabilisation alternatif où les émissions de CO₂ des énergies fossiles soit comptabilisées selon une approche « production », dans le secteur « production d'énergie », sur le même modèle que ce qui est fait dans le secteur UTCATF pour les émissions de la biomasse énergie.

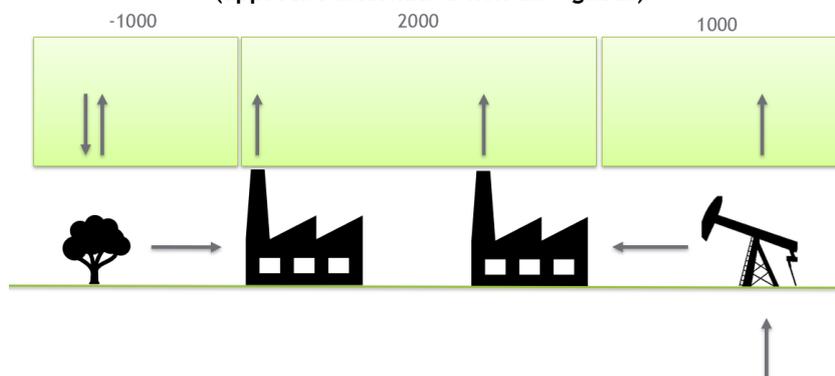
Approche « production » appliquée aussi aux énergies fossiles (approche alternative non en vigueur)



Dans cet exemple fictif, le bilan UTCATF est de 0 tCO₂/an, le bilan de l'Industrie est de 0 tCO₂/an (dans cet exemple simplifié, on ne prend pas en compte les émissions des procédés industriels), et le bilan de la production d'énergie est de +2000 tCO₂/an. Toutes les émissions liées à l'utilisation d'énergie sont comptabilisées au sein des secteurs producteurs.

Une deuxième possibilité alternative serait d'appliquer à la biomasse énergie l'approche « consommation », déjà en vigueur pour les énergies fossiles.

Approche « consommation » appliquée aussi à la biomasse énergie (approche alternative non en vigueur)



Dans cet exemple fictif, le bilan UTCATF est de -1000 tCO₂/an (seules les absorptions et la mortalité sont prises en compte), le bilan de l'Industrie est de 2000 tCO₂/an, et le bilan de la production d'énergie est de +1000 tCO₂/an. Toutes les émissions liées à l'utilisation d'énergie sont comptabilisées au sein des secteurs consommateurs.

Pourquoi ce choix d'une approche « production » pour la biomasse énergie à la différence des énergies fossiles qui ont une approche « consommation » ?

Plusieurs raisons peuvent expliquer ce choix, qui, depuis les premières éditions des lignes directrices du Giec pour les inventaires (1996), n'ont pas été modifiées :

- d'une part, la forêt a été vue comme un stock de carbone à préserver ou à augmenter, comme le meilleur moyen pour stocker le carbone initialement contenu dans les combustibles fossiles et émis dans l'atmosphère. La comptabilité initiale du protocole de Kyoto en témoigne (préserver les surfaces dédiées à la forêt et maintenir *a minima* un puits sur ces terres).
- d'autre part, pour des raisons de praticité et de fiabilité de calcul. En effet, une bonne partie du bois énergie est consommée dans le secteur résidentiel. On a plus fait confiance aux statistiques de suivi des forêts qu'aux estimations de consommations de bois énergie. Or ce suivi des forêts ne distingue pas les usages finaux du bois récolté.

Au-delà de ces effets de comptabilisation, l'utilisation de la biomasse présente aussi des questionnements sur sa durabilité effective. La biomasse, renouvelable, est-elle toujours renouvelée ? Est-elle forcément neutre en carbone ? Si elle est bénéfique pour le climat, engendre-t-elle d'autres impacts environnementaux ? Quelle est la pertinence de cet usage vis-à-vis d'autres possibilités d'exploitation des terres ?

Bilan carbone de la biomasse énergie

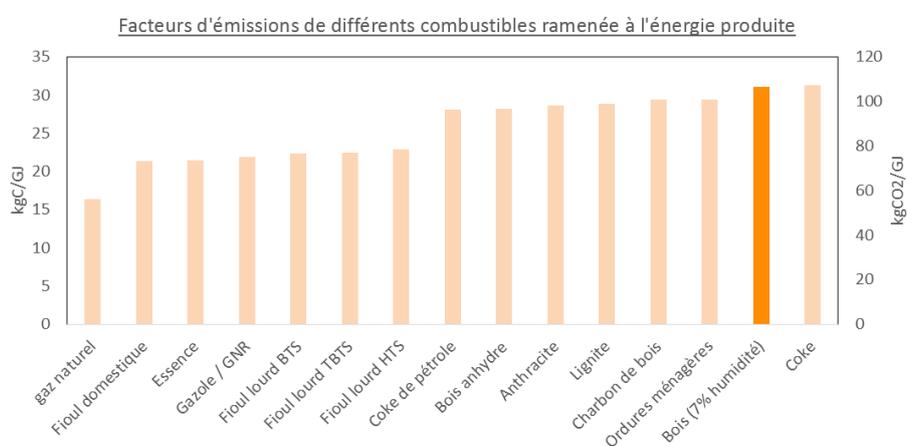
Neutre = renouvelable ?

Non. Neutre n'est pas équivalent à renouvelable. Le bois est une énergie renouvelable. Après exploitation sur un territoire, cette énergie peut se reconstituer dans un temps raisonnable. Comme l'éolien, le solaire, et l'hydraulique, la biomasse restitue l'énergie solaire. Néanmoins, la biomasse n'est pas forcément renouvelée dans tous les cas. Et cela ne signifie pas que son utilisation énergétique est neutre vis-à-vis de l'atmosphère. Il ne faut pas oublier qu'il n'y a pas de différence entre une molécule de CO₂ issue de la biomasse et une molécule de CO₂ issue de combustibles fossiles. Les deux participent également à l'effet de serre.

L'utilisation de bois énergie ne garantit nullement le captage simultané d'une quantité équivalente de CO₂ par ailleurs. Or c'est la condition *sine qua non* pour parler de neutralité.

Efficacité énergétique du bois

La combustion du bois émet du carbone sous forme de CO₂. Si l'on considère le bois du point de vue de ses qualités en tant que combustible, on constate qu'il émet davantage de CO₂ que beaucoup d'autres combustibles à énergie produite donnée. Autrement dit, le bois n'est pas une énergie « efficace » d'un point de vue de son pouvoir énergétique.



11

Pertinence du bois énergie dans la réduction des émissions de gaz à effet de serre

La consommation de bois énergie émet du CO₂, elle peut néanmoins être pertinente pour la réduction des émissions de gaz à effet de serre.

Ce n'est pas évident car on a vu que le facteur d'émission en CO₂ lié à la biomasse est élevé. Ensuite récolter du bois énergie entraîne d'abord à une perte de carbone pour la forêt et réduit le plus souvent, temporairement, la productivité de la forêt (et donc sa capacité d'absorption du CO₂ atmosphérique).

Pour que la production de bois énergie ait une plus-value carbone, deux options sont possibles :

- L'espace libéré laisse place à une formation avec des stocks de carbone à l'hectare plus élevés à terme,
- La récolte permet d'anticiper un phénomène de saturation de la forêt (voire de détérioration) et par conséquent d'entretenir la pompe à carbone forestière.

On pourra juger l'activité de production du bois énergie pertinente si elle présente un meilleur bilan carbone qu'une alternative offrant la même quantité d'énergie. Evidemment ce bilan dépend de nombreux facteurs : l'efficacité énergétique du bois, les alternatives énergétiques, les émissions associées à leurs chaînes de production respective (en intégrant les émissions/absorptions de gaz à effet de serre générés sur les surfaces exploitées), etc.

Il est possible en intégrant l'efficacité énergétique du bois, la vitesse de croissance des arbres et des seuils de saturation de modéliser des seuils à partir duquel il devient pertinent du seul point de vue carbone, d'exploiter des peuplements en bois énergie. Compte tenu de la faible efficacité énergétique du bois comparée à la plupart des combustibles, les seuils de déclenchement pour une récolte de bois à visée énergétique entraînant une substitution « rentable en carbone » risquent d'être élevés. Bien souvent d'un point de vue carbone uniquement il serait sans doute préférable de laisser plus longtemps le bois en forêt, la saturation carbone en forêt étant rarement atteinte. Mais le carbone n'est pas le seul critère d'exploitation du bois. Et il faut rappeler qu'une bonne partie du bois énergie actuellement consommé en France, correspond à un co-produit de la production de bois matériau. Dans ce cas, l'intérêt de valoriser le bois sous

forme d'énergie est facilement justifiable (les coupes d'éclaircies trouvent l'essentiel de leurs débouchés en bois énergie).

Qu'en-est-il alors de la biomasse non ligneuse, de cycle court, pour produire de l'énergie ? La biomasse non ligneuse est soit récoltée en fin de cycle (maïs, canne, blé, colza), soit peu impactée en productivité par la récolte (herbe, miscanthus) et peut être transformée en combustible de bonne qualité. La saturation du stock est le plus souvent atteinte dans l'année ; et la récolte ne diminue pas la capacité d'absorption ultérieure des cultures. **Cependant**, cette neutralité carbone ne signifie pas qu'il faut forcément la promouvoir, car il faut la jauger au regard des alternatives que pourraient offrir cette terre (ou pouvait, avant qu'on la dédie à la production de biomasse). Il faut aussi vérifier les impacts sur d'autres aspects comme la réaction du réservoir sol (stock de carbone très important), les émissions de N₂O (fertilisation forte), les émissions de pesticides, et la pression supplémentaire sur les espaces naturels.

Conclusion

La combustion de biomasse émet du CO₂. On ne devrait parler de neutralité carbone que si dans le même temps cette activité générerait, par nature, à l'échelle de l'année, un captage équivalent de CO₂. Dans bien des cas, ce n'est pas le cas. Cette hypothèse de neutralité est certes acceptable pour la biomasse de cycle court elle est beaucoup moins évidente pour le bois (cycles longs). En effet les stocks de bois présents dans les arbres des forêts sont le résultat d'années voire de siècles de croissance des arbres. Couper ces arbres est en revanche très rapide. Il peut donc y avoir un déséquilibre fort entre croissance et prélèvement. De plus, les récoltes de bois interviennent sur des forêts dont les stocks sont le plus souvent en croissance, ces récoltes entament temporairement l'absorption de carbone des forêts. Pour autant cela ne condamne pas l'utilisation du bois pour la production d'énergie. Par exemple la pertinence de la valorisation énergétique des bois issus d'éclaircies, de déchets de scierie est facilement démontrable, car il s'agit de co-produits de l'activité sylvicole. La démonstration est plus complexe pour des parcelles exclusivement dédiées à la production de bois énergie. Autant que possible il faudrait exploiter le bois pour ses atouts comme matériau avant une éventuelle valorisation énergétique en fin de vie. L'intérêt d'une valorisation de la biomasse sous forme d'énergie dépend donc du bilan global de la chaîne de production de la biomasse (incluant les gains et pertes de carbone) et du bilan que présentent les alternatives à la biomasse. Il faut rappeler que ces dernières sont le plus souvent très loin de la neutralité carbone, surtout si on prend l'ensemble des étapes de production depuis l'exploration à la distribution. L'équation reste complexe à résoudre pour quiconque souhaite limiter ses émissions de gaz à effet de serre liée à sa consommation énergétique.

