

Biomasse et climat

Il n'y en aura pas pour tout le monde

L'Université d'été a permis de caractériser et de quantifier les éléments clés liés aux enjeux liés à la biomasse dans ses différentes composantes et dans ses différents usages¹.

Dans son édito à nos travaux, Marc Fontecave avait parfaitement résumé la situation.

La transition énergétique que nous avons à pousser ne concerne pas que l'électricité. Demain nous aurons besoin de ressources carbonées, évidemment non fossiles, pour tout un tas d'usages, notamment le chauffage, la chimie et le transport. Tout indique que la biomasse, dont nous extrairons des biocarburants, des biomatériaux et du biogaz, qui s'ajouteront au bois-énergie et au bois-construction, jouera un rôle important dans la défossilisation de ces usages.

Cela passe par des développements technologiques pour une exploitation de cette biomasse la plus efficace sur le plan énergétique et la moins émettrice de CO₂.

Cela passe également par une évaluation rigoureuse des gisements réels et limités en biomasse agricole et forestière et en déchets, qui tiennent compte notamment de la compétition avec la production alimentaire et le maintien de puits de carbone.

Enfin, il faudra faire des choix : toutes les filières ne pourront pas profiter de cette ressource à la même échelle.

Sauvons le Climat retient les points clés suivants (qui ne constituent pas un résumé des travaux, mais en constituent les enseignements principaux) :

La biomasse en chiffres

La biomasse (masse totale des organismes vivants de la planète) séquestre le carbone absorbé par le phénomène de photosynthèse. La masse totale de carbone stocké est évaluée à 550 Gt dont 450 dans les végétaux parmi lesquelles 300 Gt dans les arbres).

La valeur totale du puits de carbone terrestre constitué par la biomasse est évaluée à 3,2 Gt/an auxquelles s'ajoutent 4,7 Gt captés dans l'atmosphère et 2,5 dans les océans, pour une captation totale de 10,5 Gt environ, soit un déficit de 1,9 Gt vis-à-vis des émissions.

¹ Les vidéos des différentes interventions peuvent être visionnées sur le site de Sauvons le Climat

Les usages énergétiques de la biomasse en France sont de 50 Mt/an environ. Dans les scénarios de bouclage Ademe pour 2050, le besoin serait de 50 Mt supplémentaires.

Les mêmes scénarios tablent sur un puits France de 80 Mt annuelles, ce qui paraît plus que surévalué.

Agriculture

Avant la révolution industrielle, l'agriculture n'était pas spécialisée dans l'alimentation mais elle fournissait, via la biomasse, la plupart des besoins de l'humanité (énergie, vêtements, ...). Le recours aux fossiles a changé la donne : le minier charbon, pétrole, gaz, a remplacé la biomasse. La bioéconomie qui vise à substituer la biomasse aux fossiles est donc une sorte de retour aux origines, à ceci près que les quantités consommées sont sans commune mesure.

Les terres agricoles sont donc utilisées pour l'alimentation des hommes, mais aussi à plus de 80 % pour les filières animales : céréales, prairies, fourrages... Le bilan énergétique est très mauvais : il faut en moyenne 7 kcal végétale pour 1 kcal animale (3 pour le poulet, 5 pour le porc, 16 pour le bœuf).

Une diminution par deux de la consommation de viande ferait baisser de 40 % la surface agricole nécessaire à l'alimentation animale.

Nous avons aussi appris que le digestat des méthaniseurs qui est épandu sur les sols conserve tout l'azote qui était présent au départ dans la biomasse, sans le carbone qui a été intégré au méthane. L'équilibre N₂-C des sols est donc rompu, sans que l'on en maîtrise vraiment les conséquences (NB : on fait la même chose en ajoutant des engrais azotés de synthèse).

Biogaz : la fuite en avant

Une autre source de production énergétique de la biomasse est la production de biométhane, obtenu par méthanisation de matières biogènes, provenant des plantes, des déchets biologiques de l'agriculture, de l'industrie, des consommations humaines, etc.

* L'objectif est de substituer à terme le biométhane (après épuration du biogaz produit par méthanisation, qui contient environ 50 % de CO₂) au gaz naturel (environ 450 TWh/an consommés actuellement). Mais cela soulève de façon évidente la question des quantités qui pourront réellement être produites par méthanisation en fonction des ressources en biomasse disponibles et des technologies utilisées, dont certaines ne sont pas encore industriellement matures. Et une divergence majeure d'appréciation est apparue lors de l'UE entre :

- Les estimations des industriels (GRDF en l'occurrence lors de l'UE) en plein optimisme affiché...

GRDF (qui considère sans surprise de façon totalement assumée que trop d'investissements sont mis dans les réseaux électriques au détriment des réseaux de gaz...) vient en effet de sortir de nouvelles prévisions de production de biométhane pour 2030 avec 80 TWh dont 60 issus de la méthanisation (contre 12 aujourd'hui pour les 587 sites raccordés) et 20 venant de procédés (pyrogazéification, encore au stade de démonstrateurs) qui ne fournissent rien aujourd'hui...

C'est la grande fuite en avant qui table clairement sur de grosses unités de méthanisation opérées par les grands énergéticiens, ce qui n'est pas du tout le modèle actuel.

De ce fait, on annonce désormais 100 % de gaz « vert » à horizon 2050 (un total de 300 TWh, pour une consommation actuelle de 450 environ), tout en reconnaissant que ce gaz coûte 2 fois le prix du gaz fossile.

- Les estimations beaucoup plus prudentes des intervenants universitaires ou d'organismes indépendants, qui rejoignent en cela les prévisions récentes du SGPE (Secrétariat général à la planification écologique) qui a publié en juillet 2024 un rapport concluant à un déficit futur de biomasse et notamment de biométhane.

En clair, toutes les études indépendantes concluent qu'il n'y aura pas de biométhane pour tout le monde...

* La conséquence de ce qui précède est qu'il faudra être très sélectif dans les usages du biométhane, sachant que les candidats sont nombreux, notamment :

- Usages domestiques en substitution du gaz naturel.
- Usages en mobilité lourde terrestre.

Biocarburants liquides :

Ces biocarburants sont soumis à la directive européenne RED (Renewable Energy Directive). La première version de RED date de 2009 et a imposé un volume maximum d'incorporation de biocarburants de 10 % pour l'essence et de 7 % pour le gazole. Ceci pour le transport routier et ferroviaire.

Cependant, les biocarburants concernés dits de « première génération » utilisent essentiellement des plantes comestibles, en concurrence avec les productions alimentaires. Leurs volumes produits ont donc été plafonnés en 2015, en fonction de l'affectation des sols. Deux filières sont actuellement en exploitation :

- * La filière bioéthanol pour incorporation à l'essence qui utilise la betterave sucrière et secondairement des céréales (blé et maïs).
- * La filière biogazole qui utilise les graines d'oléagineux (colza essentiellement) ainsi que les graisses animales et les huiles recyclées.

Chacune de ces filières utilise pour l'instant des surfaces limitées de l'ordre de 1 % de la surface agricole nette en France. Il est possible d'aller un peu plus loin, mais cela sera loin de suffire. Il faut donc passer aux biocarburants dits « avancés », qui n'utilisent plus les parties comestibles des plantes mais le reste de leur biomasse. Ce d'autant plus que de nouveaux besoins beaucoup plus importants apparaissent pour l'aviation et pour le maritime. La version RED III de 2023 promeut leur usage, en complément des carburants de synthèse liquides, dont la base commune est l'hydrogène décarboné qui permet ensuite de synthétiser divers carburants liquides, au prix cependant de rendements énergétiques globaux très faibles.

L'objectif est de produire des carburants adaptés à chaque utilisation, qui soient substituables aux carburants actuels sans impacts majeurs pour les utilisateurs et les infrastructures de transport et de stockage, tout en diminuant les émissions de GES de 80 à 90 % par rapport à leurs équivalents actuels d'origine fossile.

Cependant, ces biocarburants « avancés » sur lesquels les chimistes travaillent depuis les années 1990, avec une intensification à partir de la décennie 2010, tardent à émerger des laboratoires et de quelques démonstrateurs industriels. Des programmes de R&D et d'industrialisation sont toujours en cours dans quatre filières, dont deux par voie purement biologique, une mixte (ajoutant l'hydrogénation à la voie biologique) et la dernière purement synthétique à partir d'hydrogène.

Des premières réalisations industrielles commencent cependant à émerger ou ont commencé à produire dans chacune de ces quatre filières, mais à des niveaux de production très variables qui restent dans tous les cas extrêmement faibles par rapport aux productions d'origine fossile.

La conclusion que l'on peut en tirer est que remplacer les carburants actuels d'origine fossile par des carburants liquides bas carbone, uniquement là où ils seront indispensables, reste un défi majeur. Il faudra là encore rester extrêmement sélectif et réserver ces carburants à des secteurs comme l'aviation civile moyen et surtout long-courrier et l'aviation militaire, pour lesquelles il n'y a pas d'autre solution possible connue à ce jour.

Forêts et leurs usages

* La taille de la forêt française a diminué jusqu'au XIX^{ème} siècle sous l'effet de l'augmentation des surfaces agricoles. Avec la révolution industrielle et l'usage des fossiles, la dynamique s'est inversée et depuis 1850, la taille de la forêt française a été multipliée par 2 et le volume d'arbres par 5. Le puits de carbone a augmenté d'autant.

Mais les forêts sont des puits de carbone fragiles soumis aux aléas : baisse de production de matière végétale due aux fortes chaleurs (> 40 °C) ; mortalité due à la sécheresse, aux attaques de parasites (champignons, insectes ravageurs, virus, etc.) et aux incendies (ces derniers ont représenté 22 % des émissions anthropiques en 2022 au niveau mondial ! Impact énorme, donc).

Concernant la France, le puits de carbone des forêts françaises a, pour ces raisons et d'autres, été divisé par deux depuis 10 ans (de 60 à 33 Mt par an). C'est une mauvaise nouvelle.

* Les sols des forêts et des prairies stockent aussi beaucoup de carbone. Mais, contrairement à ce qui avait été dit lors de notre UE d'été de 2021 sur l'agriculture, les prairies ne sont plus des puits de carbone efficaces en France, précisément parce que leurs sols sont saturés en carbone. C'est une autre mauvaise nouvelle.

* En plus des forêts, les puits de carbone principaux sont donc les champs cultivés, à condition qu'ils soient recouverts de végétation le plus longtemps possible dans l'année.

* A moyen et long terme, augmenter le puits de carbone du pays passe essentiellement par l'augmentation des surfaces et volumes forestiers. C'est la façon la plus économique d'absorber le carbone (planter un arbre viable à 3 ans coûte de 30 à 40 €). Mais si on veut en planter 1 million d'ici 2030, il faudra trouver des superficies parmi les surfaces actuellement cultivées ou en jachère.

* De plus, la régénération naturelle des forêts ne suffit pas ! Il est impératif de les gérer et exploiter pour plusieurs raisons : réserver des couloirs pour cantonner les incendies et permettre l'accès des pompiers ; contrôler et retarder l'extension des attaques des ravageurs ; renouveler et diversifier les espèces par des espèces plus adaptées au réchauffement climatique lors de coupes programmées en fonction de l'âge des arbres, ou nécessitées par des mortalités étendues d'arbres.

* L'exploitation des arbres arrivés à « maturité » a des avantages climatiques pour plusieurs raisons : les bois d'œuvre (troncs et une partie des branches soit 30% du total) utilisés en substitution à des matériaux très émetteurs de CO₂ (béton, acier, etc.) permettent de stocker durablement le carbone des arbres, le plus souvent au-

delà de leur durée de vie naturelle (ex : charpentes en chêne ou en châtaignier qui durent des siècles) ; même chose pour des utilisations industrielles, même si elles sont moins durables, d'où l'intérêt de recycler leurs bois pour prolonger leur capacités de stockage (à noter que si les forêts françaises ont 80 % de feuillus, les scieries coupent à 80 % des résineux, plus faciles à exploiter...) ; de ce fait, seules les parties non utilisées des arbres (branches) et les déchets de scieries non industrialisables (ex : dans des panneaux, etc.) sont utilisées comme bois énergie.

Les autres produits utilisés bio sourcés (c'est-à-dire issus de la biomasse) sont d'autres voies de stockage du carbone (isolants, paille de construction, bétons végétaux). Pour les isolants, en 2021, 11 % du total était biosourcé.

Cette utilisation raisonnée des arbres est d'autant plus vertueuse pour le climat que le bois énergie est un sous-produit des usages principaux du bois pour la construction et l'industrie. Utiliser le bois énergie est par ailleurs indispensable à l'équilibre économique de la filière bois : sans cette valorisation, l'exploitation forestière ne serait pas suffisamment rentable. L'utilisation du bois énergie est donc bonne, à condition de filtrer les particules fines de sa combustion, ce qui reste difficile pour les plus fines.

* Enfin, l'usage rationnel essentiel du bois énergie est la production directe de chaleur, avec un rendement de plus de 90 % dans des chaudières modernes.

Produire de l'électricité avec un rendement de moins de 40 % (la faute à Carnot !) n'a aucun sens, sauf dans le cas d'une production annexe d'électricité en cogénération chaleur + électricité qui permet un rendement énergétique global proche de 80 %.

Conclusions que l'on peut logiquement en tirer

* Compte tenu des usages de la biomasse envisagés (bois énergie, méthanisation et, troisième utilisation apparue récemment, biocarburants liquides) une évidence s'impose : comme déjà souligné, il n'y en aura pas pour tout le monde.

Cela imposera d'être d'autant plus sélectif en fonction de nombreux critères : besoins irremplaçables, rendements énergétiques globaux, intérêt économique pour le pays, coûts d'investissement, prix de ventes supportables selon les usages, etc.

Le Secrétariat Général à la planification Ecologique ne s'y est, cette fois, pas trompé puisque son étude de juillet 2024 considère que les politiques publiques doivent prioriser les usages qui sont classés en 3 catégories : les usages prioritaires, les usages à développer raisonnablement et sous conditions, les développements à modérer.

* Dans cette optique de limitation de la ressource, il apparaît illusoire de compter sur la biomasse, qu'elle soit solide (bois énergie) ou gazeuse (biométhane) pour produire de l'électricité en quantités significatives. Seuls des usages très limités en quantités peuvent être envisagés.

Les productions d'électricité ayant du sens sont par exemple celles des petits méthaniseurs dispersés des fermes qui utilisent directement leur biogaz brut (c'est-à-dire non épuré) dans des moto-alternateurs pour produire un peu d'électricité pour eux-mêmes, avec envoi et vente des surplus sur le réseau électrique. Mais elles resteront marginales.

* Cette insuffisance de biomasse pour satisfaire certains usages attendus devra fatalement être compensée par davantage d'électricité décarbonée. C'est particulièrement le cas pour les carburants liquides bas carbone pour l'aviation qui, comme dit plus haut, peuvent être produits, soit à partir de biomasse, soit à partir d'hydrogène électrolytique qui requiert énormément d'électricité.

Cela amène à la question : aura-t-on assez d'électricité décarbonée si la biomasse fait défaut, hypothèse quasi-certaine ?

2 études récentes ont été citées à plusieurs reprises lors de l'UE :

- Celle de l'Académie des Sciences : Quelles perspectives énergétiques pour la biomasse ?
[Quelles perspectives énergétiques pour la biomasse ? - Rapport | Rapports, ouvrages, avis et recommandations de l'Académie | Assurer un rôle d'expertise et de conseil \(academie-sciences.fr\)](#)
- Celle du SGPE : Comment utiliser la biomasse ?
[00d496ed6c39499c18e94e799f0803c87649b3f5.pdf \(info.gouv.fr\)](#)