

Chapitre 3 Les énergies renouvelables pilotables

3^{ème} partie La biomasse

La biomasse, ce sont des matériaux d'origine biologique employés comme combustibles pour la production de chaleur, d'électricité ou de carburants.

Elle comprend trois familles principales :

- Le **bois énergie** ou biomasse solide, énergie primaire produisant par combustion de la chaleur
- La **méthanisation** par décomposition des déchets agricoles et ménagers produisant du biogaz
- la **synthèse chimique de plantes agricoles pour produire des biocarburants**

La biomasse correspond donc à la part biodégradable des produits, déchets et résidus provenant de la sylviculture et de l'agriculture, y compris les substances végétales et animales issues de la terre et de la mer, et des industries connexes, ainsi que de la part biodégradable des déchets industriels et ménagers.

De fait, cette énergie dite renouvelable est un peu un fourre-tout, car elle est produite à partir du bois certes, mais aussi des déchets ménagers et industriels, mais encore d'algues, de champignons... voire de plantes cultivées, et chacune des « familles » mérite d'être examinée séparément.

L'utiliser pour produire de l'électricité n'est pas une bonne solution. Le rendement énergétique global moyen de transformation de sa chaleur de combustion en électricité est faible, au mieux de 30 % : c'est le plus faible de toutes les centrales thermiques. Elle est mieux utilisée pour produire de la chaleur, car le rendement énergétique bien que très variable suivant les installations, est alors meilleur et peut atteindre jusqu'à 90 % par exemple dans certaines chaudières à granulés.

C'est encore la première source d'énergie « renouvelable » en Europe, avec 4 à 5 % de son approvisionnement en énergie primaire.

Le bois-énergie

Le bois a été essentiellement la seule source d'énergie, depuis l'origine, avant l'hydraulique ; il n'a été concurrencé et dépassé en tant que tel que très récemment, de l'ordre de deux siècles, par les sources fossiles que sont le charbon, puis le pétrole, puis le gaz. Heureusement, car au 19^{ème} siècle, avant l'avènement du charbon, l'utilisation massive du bois était un facteur massif de déforestation en Europe. Aujourd'hui encore, dans le monde, « 2,5 milliards de personnes n'ont que le bois pour se chauffer, s'éclairer, et cuisiner » (source Planète énergie). Mais pourquoi ajouter « énergie » au bois ? Simplement, parce que le bois a de multiples usages et que l'énergie n'en est qu'un parmi les autres. Et pourquoi le bois énergie est-il catalogué comme source renouvelable mondialement, alors que les professionnels, dont France Nature Environnement estiment qu'il faut, en moyenne, 30 ans pour retrouver une absorption de CO₂ égale après une coupe d'arbres ? La seule réglementation est que la quantité de bois coupée annuellement soit inférieure à celle produite par la nature sur l'ensemble d'un pays ; au-delà, c'est de la déforestation (voir aussi un peu plus loin).

Aujourd'hui encore, le bois est utilisé surtout pour le chauffage domestique, surtout en milieu rural et industriellement, dans des centrales produisant de la chaleur et, parfois aussi, de l'électricité.

Le plus souvent, on utilise des déchets forestiers comme à Saint-Affrique en Aveyron où s'est construit un réseau de chaleur qui fournit les 34 bâtiments de la ville (hôpital, écoles, piscines, HLM...). La chaufferie est alimentée par la filière bois locale qui fournit un mélange de plaquettes forestières (bûches, bois d'élagage, branchages, bois abimés, paille, donc résidus de toute origine...) et est d'une puissance de 3 MW.

La chaufferie bois collective semble être choisie pour des raisons financières, le prix de la chaleur bois étant inférieur au prix de référence (gaz). La facture énergétique est stable aussi dans le temps. Mais les gens qui vivent près d'une chaufferie bois respirent des GES et même des particules fines qui sont dangereuses pour la santé. Le principal reproche que l'on fait à la filière bois- collective, c'est le coût (financier et en CO2) du transport des matières ligneuses (15% du prix final de l'énergie bois). Enfin le bois doit avoir 12% d'humidité pour aller en chaufferie, ce qui oblige parfois à le sécher (avec du combustible fossile !) Nous avons même appris que, pour améliorer la combustion du bois, on y ajoute de la poudre de pneu ! Cette pratique extrêmement polluante devrait être prohibée...

La filière bois, à une échelle plus modeste, c'est le chauffage des logements des particuliers qui utilisent des inserts, des poêles et des âtres ouverts (beaucoup de déperditions, déconseillé, car 30 fois plus de pollution qu'un foyer fermé), pour brûler les bûches, des pellets ou granulés... Les milieux officiels estiment que d'ici 2020, l'amélioration des appareils de chauffage au bois domestiques devrait permettre d'équiper 9 millions de logements en France contre près de 6 millions aujourd'hui avec une consommation de combustible égale (7,4 Mtep). En effet, près de 4 millions d'appareils anciens seraient remplacés par des appareils modernes moins consommateurs de bois.

Quelles sont les limites de cette filière ?

D'une part, même si les appareils sont beaucoup plus efficaces et si l'émission de particules est réduite (par l'utilisation d'un filtre), les rejets de particules fines, de monoxyde de carbone, des oxydes d'azote, des organochlorés, du dioxyde de soufre persistent à l'intérieur des maisons et sont toxiques (alors qu'à l'extérieur, l'air est brassé).

La biomasse solide est en fait la source carbonée qui émet lors de sa combustion le plus de CO2, mais aussi de polluants atmosphériques pour une même quantité d'énergie produite, plus encore que le charbon ! On nous explique alors que le CO2 ainsi produit étant utilisé par les végétaux lors de leur croissance, la combustion de la biomasse est neutre en émissions de CO2, mises à part les quantités émises par les engins utilisés pour la culture, la collecte et le conditionnement ! Cela ne serait valable que si la croissance des végétaux utilisait immédiatement autant de CO2 qu'il en est produit par la combustion de la biomasse utilisée. C'est faux, et cette affirmation est une des très nombreuses zones d'ombre où s'abrite l'Ecologie politique.

On a plébiscité cette filière bois énergie en France depuis 15 ans parce que le bois de nos forêts est bien exploité et est donc renouvelable, cependant on n'avait pas anticipé que le bois est très polluant. La ressource n'est pas illimitée : elle n'est considérée comme une énergie renouvelable que dans la mesure où on ne prélève pas plus que la capacité de renouvellement et surtout si on ne va pas chercher le bois à des milliers de kilomètres comme c'est parfois le cas. Au delà, répétons-le, on déstocke, comme c'est le cas pour les énergies fossiles. Et c'est ce qui nous attendrait si la filière prenait trop d'ampleur.

On voit ce qui se passe à l'échelle mondiale : selon la FAO, la forêt mondiale perd 13 millions d'ha par an, quasiment l'équivalent de la forêt française ! (15,6 millions d'ha). À ce rythme-là, la forêt mondiale (4 milliards d'ha) est condamnée à terme dans environ 300 ans. En France (où on pourrait l'exploiter une fois et demi plus (en termes de gestion durable), la forêt n'est épargnée qu'en raison d'importations massives de bois d'œuvre d'Afrique, livrée à une surexploitation éhontée.

Le film récent produit par Michael Moore (« *Planet of Human* ») montrerait, s'il en était besoin, à quel point les industriels, aux Etats-Unis, se soucient fort peu de la capacité de renouvellement des forêts et

ont déjà dévasté de nombreuses forêts magnifiques. Ce schéma, dans le contexte actuel, peut se produire partout, y compris en France.

Notre jugement par rapport à cette filière est donc mitigé.

Les médias n'évoquent guère la pollution atmosphérique produite par les centrales électriques à biomasse, d'autant plus importante que l'on mélange à la biomasse des déchets de toutes sortes, comme par exemple des broyats de pneus usagés (cf. plus haut). En cela, les centrales à biomasse servent souvent à se débarrasser de déchets organiques, en dépit de la pollution qui en résulte. Certains pays, comme les Pays-Bas, ne considèrent plus la combustion de la biomasse comme « soutenable » d'un point de vue climatique.

Ceci était la principale utilisation de matières carboniques sous forme de combustion. Il en existe d'autres :

Autres utilisations de la biomasse

L'incinération qui consiste à brûler des déchets (déchets ménagers, déchets des industries de transformation du bois et végétaux agricoles,...) dans des usines et à se servir de la vapeur d'eau dégagée pour produire de l'électricité. La vapeur peut aussi être utilisée pour produire de l'énergie mécanique ou pour circuler directement dans les réseaux de chauffage urbain. Certaines villes utilisant cette méthode pour chauffer des logements, la qualifient d'écologique. C'est pour le moins exagéré, car les émissions de particules et de gaz (dont la dioxine) obligent à l'installation de filtres de plus en plus complexes et coûteux (d'autant plus qu'il faut les remplacer régulièrement). Cette méthode d'élimination des déchets est condamnée, à juste titre, par l'Europe, qui la considère comme renouvelable à 50% seulement (en raison du fait qu'on brûle les déchets organiques), mais ça n'a pas de sens puisque les autres 50 % sont déplorables, s'agissant surtout de matières plastiques.

D'autres méthodes, plus rares, existent pour traiter les mêmes déchets, mais ne sont pas davantage convaincantes :

la gazéification de la biomasse solide est réalisée dans un réacteur spécifique, le gazogène. Elle consiste en une réaction entre le carbone issu de la biomasse et des gaz réactants (la vapeur d'eau et le dioxyde de carbone). Le résultat est la transformation complète de la matière solide, hormis les cendres, en un gaz combustible composé d'hydrogène et d'oxyde de carbone. Ce gaz, après épuration et filtration, est brûlé dans un moteur à combustion pour la production d'énergie mécanique ou d'électricité. La cogénération est également possible avec la technique de gazéification (production de chaleur).

La méthanisation

Il existe une autre manière de traiter les déchets ménagers si on veut produire de l'énergie, c'est la **méthanisation**, qui repose sur la dégradation, dans un digesteur chauffé et sans oxygène (réaction en milieu anaérobie) de la matière organique (déchets ménagers, fumier, lisier d'animaux, papiers et cartons,...) par des bactéries, qui produit un mélange de gaz baptisé « biogaz », composé de biométhane et de dioxyde de carbone.

Le grand avantage de ce procédé est qu'il permet de créer un équivalent du gaz naturel fossile, qui peut être injecté dans un circuit de gaz naturel existant, ou transformé en électricité et/ou en chaleur (cogénération).

La méthanisation se pratique dans de grosses usines, mais aussi dans des centres d'enfouissement de déchets, des stations d'épuration urbaines, ou des stations d'épuration industrielles, ou encore dans les grosses fermes.

Les usines de méthanisation de déchets ménagers sont souvent source de problèmes, surtout si les déchets ménagers n'ont pas fait l'objet d'un tri visant à séparer la matière organique des autres déchets, dont les plastiques de toutes sortes, le rebut de cette méthode de traitement, qu'on appelle le digestat, doit dans ce cas être incinéré ou mis en décharge.

Si La loi française prévoit qu'à partir de 2025, ce tri doit être généralisé, à ce moment-là, on pourra valablement choisir entre la méthanisation (sur bio-déchets) et le compostage qui permettrait de fournir l'agriculture en engrais naturel et écologique et d'éviter ainsi la dégradation des sols par les engrais chimiques. A noter que les digestats issus de bio-déchets (s'ils sont bien triés), sont exploitables, comme le compost, pour amender les terres.

Dans les fermes, les problèmes ne manquent pas non plus : des émanations de gaz, la contamination de nappes phréatiques... De plus, la méthanisation étant plus rentable que l'agriculture elle-même, celle-ci fait l'objet de moins d'attentions, avec les conséquences que cela peut comporter (il est signalé que dans certains pays, certaines exploitations ont complètement abandonné l'agriculture).

Un choix est donc possible pour le traitement des déchets, mais comment faire autrement que de passer d'abord par la méthanisation les boues de station d'épuration, le lisier des porcs et des bovins ? La méthanisation a donc sa place.

Cependant, il n'est pas inutile de rappeler qu'en raison des nombreux problèmes de pollution non maîtrisés, de nombreuses associations de défense se sont constituées pour obtenir une meilleure gestion de ces process.

D'autre part, il est important de savoir que les milieux officiels comptent beaucoup, dans le cadre de la transition énergétique, sur le biogaz et le méthane ainsi obtenus, parce que c'est considéré comme une énergie renouvelable : en effet, il n'y a pas à puiser dans les ressources limitées de la terre et les déchets se renouvellent sans cesse. Mais c'est finalement très polluant. De plus, c'est cher. C'est pourquoi un certain nombre d'experts appellent à ne pas aller trop vite en besogne : ils conseillent de ne pas abandonner trop vite le gaz naturel dont les réserves restent très élevées au niveau mondial et qui est moins polluant que les produits pétroliers et le charbon.

En plus de la méthanisation, il existe d'autres technologies pour produire du gaz, fondées essentiellement sur la **pyrolyse** : c'est la décomposition de la matière carbonée sous l'action de la chaleur. Elle conduit à la production d'un solide, le charbon de bois ou le charbon végétal, d'un liquide, l'huile pyrolytique, et d'un gaz combustible. Une variante de la pyrolyse, la thermolyse, est développée actuellement pour le traitement des déchets organiques ménagers ou des biomasses contaminées. Voyons le détail :

-la **pyrogazéification** : des combustibles secs passant habituellement par l'incinération (des résidus solides, renouvelables ou pas, comme des résidus de l'exploitation forestière, vieux meubles, tissus, chiffons...) sont brûlés dans une atmosphère pauvre en oxygène. Le méthane produit est injecté dans le réseau. Cette filière est seulement en cours de constitution. En France, on en est à la phase de pilotes industriels.

-la **gazéification hydrothermale** : la biomasse liquide brute, sous une pression de 250 à 300 bars, est brûlée, soit en absence d'oxygène, soit dans une atmosphère appauvrie. Le méthane est ensuite isolé.

C'est une solution pour les effluents organiques de l'industrie alimentaire, les boues de station d'épuration, les digestats, qu'on pourrait ainsi éviter d'épandre sur les terres agricoles. Mais on sort à peine de l'étape du démonstrateur.

-**la méthanation** : il s'agit de gaz obtenu par électrolyse de l'eau. L'hydrogène est ensuite combiné avec du CO₂ pour la production de méthane (méthane de synthèse donc). Cette méthode ne produit pas de déchet, mais elle est très énergivore.

-Un aspect anecdotique : **la production de « biochar »** par pyrolyse : plutôt que de laisser la matière végétale se décomposer et émettre du CO₂, la pyrolyse transforme environ la moitié du carbone stocké dans les tissus végétaux en une forme stable et inactive, utilisée comme amendement pour les sols (incorporé une seule fois, il a, paraît-il, un effet durable pendant des siècles). Cette technique de pyrolyse, qui peut aussi produire du gaz, utilise exclusivement des déchets « propres » issus de l'agriculture et de l'exploitation forestière.

La production de carburant :

Enfin, la troisième famille de biomasse (outre les différentes formes de combustion et outre la méthanisation), c'est **la production de biocarburant** qui se concentre principalement autour de trois filières dites de première génération : la filière huile qui utilise directement les huiles végétales (colza, tournesol, blé, maïs, jatropha ...), brutes ou transformées en diester pour alimenter les moteurs diesels, la filière alcool qui transforme par fermentation les sucres des végétaux en alcool qui peut être ensuite transformé en additif pour carburant, et la filière gaz, qui convertit biogaz et syngaz en hydrocarbures liquides.

Les biocarburants sont des carburants liquides ou gazeux créés à partir d'une réaction entre l'huile (colza, tournesol) et l'alcool dans le cas du biodiesel, à partir d'un mélange de sucre fermenté et d'essence dans le cas du bioéthanol.

Ces biocarburants peuvent prendre différentes formes : des esters d'huiles végétales produits, par exemple, à partir du colza (biodiesel) ; de l'éthanol, produit à partir de blé et de betterave, incorporable dans le super sans plomb sous forme d'ETBE (éthyl tertio butyl ether). Cet ETBE favorise l'incorporation d'éthanol dans les essences (jusqu'à 15% du volume dans le SP95 et le SP98, jusqu'à 22% dans le cas du SP95-E10).

<https://www.connaissancedesenergies.org/carburants-qu-est-ce-qui-distingue-le-sp95-e10-du-sp95-131210>

La valorisation de cette biomasse ne produit toutefois pas que des biocarburants, mais aussi des colles, des solvants, des résines, des plastiques, des cosmétiques...

Le principal inconvénient des biocarburants, c'est qu'ils nécessitent une surface de terre cultivable considérable (et ça, c'est préoccupant) pour un rendement plutôt faible.

Toutefois, des biocarburants de deuxième et troisième génération commencent également à se développer sur le marché de la biomasse, en étant produits à partir de résidus non alimentaires de plantes (paille, tiges, bois, microalgues).

Ils auraient pour vertu de ne pas « occuper » un territoire agricole en compétition avec la production d'aliments pour l'homme, mais leur maturité industrielle, tout particulièrement pour la 3^e génération, reste à établir. Mais s'il n'y a pas de compétition pour les terres agricoles (cela reste à démontrer), on ne pourrait que souhaiter que ces générations de biocarburants deviennent fiables.

Avantages et inconvénients de l'énergie biomasse

Au niveau mondial, la biomasse couvre près de 12 % des besoins mondiaux en énergie, selon l'Agence internationale de l'énergie (AIE), soit plus de 90,2 GW d'énergie, ce qui n'est pas négligeable. C'est un complément intéressant, surtout le bois énergie utilisé dans une perspective durable, qui pourrait être développé, mais de manière nécessairement limitée.

En effet, il ne doit pas être demandé à la nature plus qu'elle ne peut produire. L'énergie issue de la biomasse n'est renouvelable et durable que s'il n'y a pas de surexploitation, que si la fertilité des milieux qui la produisent n'est pas mise en péril et s'il n'y a pas d'impact excessif sur la biodiversité. Enfin il faut éviter la compétition pour l'usage des ressources (terres arables, eau ...).

Pour éviter la pollution atmosphérique, des progrès ont été faits pour limiter l'émission de particules fines lors de la combustion du bois, ce qui pourrait en rendre supportable la charge sur l'environnement, mais certaines formes de traitement des déchets sont à rejeter, comme l'incinération, qui rejettent dans l'atmosphère de nombreux produits toxiques et produit du mâchefer (ce qui reste après combustion), dont on ne sait trop que faire en raison de sa charge toxique. La mise en décharge des rebuts n'est pas non plus une bonne solution.

Le bilan est donc très mitigé. En dehors du bois-énergie qui comme on l'a vu plus haut, peut être exploité à la condition expresse que ce soit de manière durable, il faudrait envisager d'autres solutions au traitement des déchets quels qu'ils soient. Par ailleurs, il serait préférable de renoncer à la production de bio-carburants.

L'urbanisation et l'industrialisation à outrance, y compris de l'agriculture, sont les principales causes des difficultés que nous connaissons dans le domaine du traitement des déchets et les solutions qu'on nous propose aujourd'hui ne sont bien souvent qu'un pis-aller. Il est bien difficile de les qualifier d'écologiques.

Conclusion provisoire sur l'utilisation de la biomasse :

Il y a de nombreux problèmes : d'une part, la sur-exploitation éventuelle de la forêt, ce qui réduit à néant la désignation de cette source d'énergie comme renouvelable (cf. de nombreuses forêts rasées aux Etats-Unis), d'autre part, les nombreuses nuisances qui surviennent, issues des diverses installations de traitements, en particulier des méthaniseurs agricoles : odeurs pestilentielles parfois, effluents, digestats pollués, tout cela dû au fait que les « producteurs » n'ont pas le souci de l'écologie et rejettent dans l'environnement des effluents et des déchets très difficiles à accepter.

Toutefois, si c'était géré correctement et durablement, cette source d'énergie pourrait être considérée comme renouvelable. Bien mené, ce pourrait être aussi une source d'énergie pilotable. Mais si c'est conduit comme aujourd'hui, vouloir multiplier cette production par dix d'ici à 2050, c'est s'exposer à de nombreux déboires.