

Les déchets et résidus d'origine végétale, animale ou organique constituent une ressource énergétique renouvelable importante. Bien maîtriser son exploitation est aussi indispensable qu'améliorer son rendement...

BIOMASSE

L'ÉNERGIE VIVANTE

Énergie renouvelable par excellence, la biomasse est la plus ancienne source d'énergie que l'homme ait utilisée. Sous sa forme dite « traditionnelle » (dérivés du bois, herbacés ou déchets d'animaux), elle constitue encore l'énergie de base de quelque 1,6 milliard d'êtres humains n'ayant pas accès à l'électricité. Ainsi, en Afrique subsaharienne, comme dans de nombreuses régions du sous-continent indien, d'Asie ou d'Amérique latine, des millions de foyers ne cuisinent, ne s'éclairent et ne se chauffent qu'à l'aide de la biomasse, au risque, parfois, d'une exploitation sauvage synonyme de dégradation des écosystèmes locaux (déforestation) et d'émissions polluantes amplifiant l'effet de serre...

Vers une exploitation maîtrisée

La biomasse dite « commerciale » (ou bioénergie) est celle que l'on exploite pour produire de l'énergie de manière industrielle, sous forme de chaleur et d'électricité (biocombustibles), ou pour les transports (biocarburants). Elle fait alors l'objet d'une gestion maîtrisée et devient une énergie renouvelable à part entière. Produite par la nature, elle constitue une ressource quasi inépuisable et s'avère, par conséquent, particulièrement attractive pour

VRAI OU FAUX

L'intensification de l'exploitation de la biomasse devrait permettre de satisfaire les besoins énergétiques des pays en développement.

FAUX
La modernisation de l'industrie dans ces pays et leurs besoins en électricité, provoqués notamment par une urbanisation galopante, exigeront des sources d'énergie plus efficaces et d'une meilleure régularité d'approvisionnement, comme les énergies fossiles ou nucléaires.

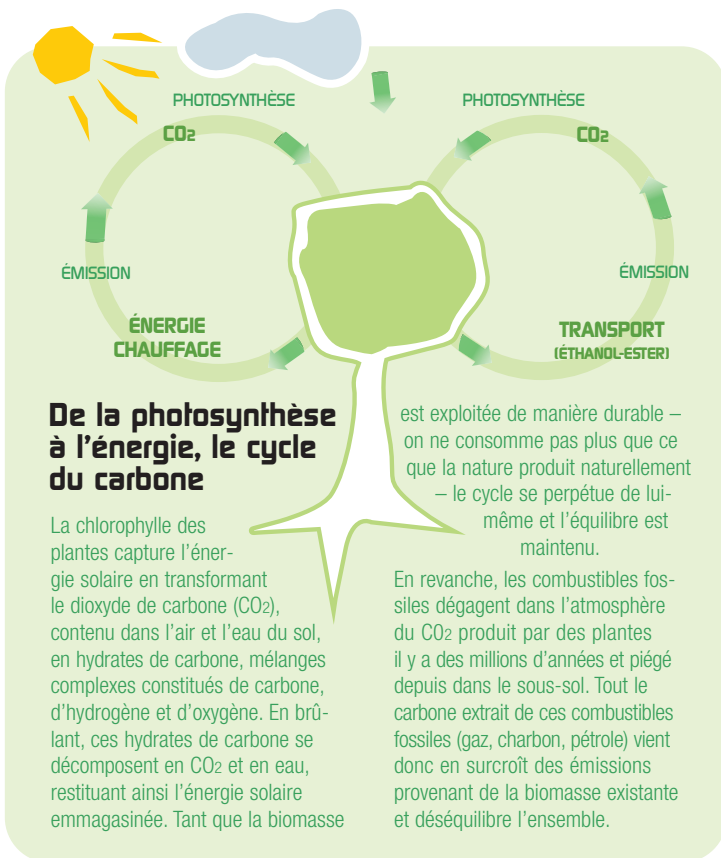
de nombreux pays. Son exploitation nécessite toutefois de vastes surfaces et des investissements importants. Cela limite son utilisation par rapport aux énergies fossiles (charbon, gaz, pétrole) dont les réserves permettront de dominer le paysage énergétique mondial pendant encore un demi-siècle.

La première utilisation des biocombustibles concerne la production de chaleur, éventuellement associée à de la production d'électricité selon un principe de cogénération (voir « Mot à Mot », p. 8). Dans les pays industrialisés, il s'agit essentiellement d'une énergie d'appoint utilisée au niveau local pour le chauffage de bâtiments tels que des écoles, résidences individuelles, habitats collectifs ou pour de petites installations industrielles. Les plus utilisés sont essentiellement les dérivés à base de bois et, dans une très faible mesure, les biogaz.

Si en 2002 la biomasse commerciale représentait la seconde source mondiale d'énergie renouvelable après l'hydroélectricité, sa part reste aujourd'hui faible dans les pays industrialisés (entre 1 et 3 %), à l'exception de la Finlande, pays de grande ressource forestière où elle atteint près de 14 %. Même un pays comme le Brésil, premier producteur mondial de canne à sucre, ne l'utilise qu'à concurrence de 3 % pour son électricité.



« LA BIOMASSE CONSTITUE L'ÉNERGIE DE BASE DE QUELQUE 1,6 MILLIARD D'ÊTRES HUMAINS N'AYANT PAS ACCÈS À L'ÉLECTRICITÉ. »



La part des biocombustibles dans le domaine industriel est en revanche plus significative dans les pays en développement tels que le Brésil, l'Afrique ou l'Inde. Mais au fur et à mesure que ces pays moderniseront leurs industries, ils devraient se tourner davantage vers d'autres sources d'énergie dont les énergies fossiles conventionnelles, en raison de l'augmentation de leurs besoins.

La contribution positive des externalités

Les biocarburants constituent l'autre grande utilisation de la biomasse commerciale. Dérivés de sources agricoles, sous forme liquide ou gazeuse, ils intéressent principalement le secteur des transports qui dépend presque exclusivement du pétrole et représente plus de 30 % de la

EXTERNALITÉS :
Incidences sociétales et environnementales associées à la production des biocarburants.

consommation énergétique de l'Union européenne. Les coûts de production sont certes plus élevés que ceux des carburants traditionnels, mais leurs externalités sont intéressantes.

En effet, les biocarburants contribuent à la réduction des émissions de gaz à effet de serre ainsi qu'à l'indépendance

énergétique. Ils génèrent également des emplois grâce au développement conjoint de cultures énergétiques nationales et d'installations de distillation. Ils participent en outre au maintien d'une activité agricole de plus en plus respectueuse de l'environnement, ainsi qu'à la préservation d'une certaine biodiversité (optimisation des jachères). Néanmoins, les biocarburants n'interviennent que faiblement par rapport aux carburants d'origine fossile. Ainsi, en France, quelque 50 Mtep (Méga tonnes équivalent pétrole) sont consommées chaque année, uniquement dans le domaine du transport. Des experts ont pu calculer que pour remplacer intégralement le pétrole et le gaz naturel par du biocarburant issu de la betterave (qui offre le meilleur rendement de production d'éthanol à l'hectare, voir encadré « Biocarburants: éthanol ou esters? », p. 8), il faudrait y affecter 23 % du territoire français. Si l'on ajoute à cela intermédiaire consommée pour les engrais, la culture, la récolte elle-même, ainsi que tout le processus de broyage, purification et distillation, ce pourcentage dépasserait 120 %!

Il n'en reste pas moins qu'avec

MTEP :
1 Mtep est égale à 1 000 000 tep. Une « tonne équivalent pétrole » (tep) correspond à la quantité d'énergie obtenue en brûlant une tonne de pétrole.

les tensions géopolitiques autour des pays producteurs de pétrole et le renchérissement des prix du brut, les biocarburants bénéficient à l'heure actuelle d'un contexte plutôt favorable.

Les biocarburants dans le monde

La place des biocarburants dans les économies nationales découle, pour une grande part, de facteurs locaux. Premier producteur d'éthanol avec 70 % de part mondiale, le Brésil se trouve être ainsi le plus gros utilisateur de biocarburants (40 % de sa consommation automobile). Second pays producteur avec 23 % de part mondiale, les États-Unis ont également lancé une politique d'envergure en faveur de l'éthanol et du biodiesel, mais cela ne représente guère que 1 % de leurs carburants routiers.

L'Europe, quant à elle, est en retard et sa législation ne fait que compenser un décalage persistant. Elle n'a produit en 2002 qu'environ 2,9 millions d'hectolitres d'éthanol contre 122 millions au Brésil et 76 millions aux États-Unis. Adoptée le 8 avril 2003, une directive pour la promotion des biocarburants a fixé des objectifs de référence: leurs ventes devront représenter 2 % de celles de l'essence et du gazole dans l'Union européenne d'ici à 2005 et 5,75 % d'ici à 2010. Pour combler son retard, l'Europe privilégie un développement de la filière éthanol par la création de nouvelles

VRAI OU FAUX

Les biocarburants sont moins performants que les carburants conventionnels.

VRAI

Leur contenu énergétique (la quantité de biocarburant qu'il faut consommer pour produire la même quantité d'énergie qu'un carburant fossile) est globalement inférieur: il faut 1,52 fois plus d'éthanol que d'essence, mais seulement 1,06 fois plus de diester que de gazole.





distilleries et l'accroissement des cultures énergétiques appropriées. Ce qui, pour la France, permettrait d'économiser 918 000 tep, soit 1 % de ses importations de pétrole brut, en remplaçant 5,75 % de l'essence par de l'éthanol. Enfin, depuis le 1^{er} janvier 2004, les États membres ont la possibilité d'appliquer une exonération partielle ou totale de taxes (hormis la TVA) sur les biocarburants, reconnaissant ainsi que l'industrie des biocarburants est naissante et nécessite, pour se développer, un traitement fiscal spécifique.

Écobilan et effet de serre : un gain positif

À la différence d'autres énergies renouvelables, les biocombustibles – à commencer par le bois – dégagent du dioxyde de carbone (CO₂) lors de leur combustion. Leur impact net sur l'effet de serre est cependant quasi nul, du fait qu'ils restituent dans l'atmosphère le CO₂ emmagasiné par les plantes lors de leur croissance. Pour les biocarburants, le bilan est encore plus positif : le remplacement d'un seul litre d'essence par un litre d'éthanol libère 75 % d'émissions à effet de serre en moins. Pour exprimer ce gain en équivalent carbone, il faut savoir qu'une tonne d'éthanol produit 2,7 tonnes de CO₂ de moins que l'essence, et une tonne de diester, 2,5 tonnes de moins que le gazole ! (voir encadré « Biocarburants :

CULTURES ÉNERGÉTIQUES : Cultures spécifiquement dédiées à la production de biomasse énergétique par opposition aux cultures alimentaires.

éthanol ou esters ? », ci-dessous). De plus, en enrichissant le carburant en oxygène, ils améliorent l'efficacité de la combustion dans les moteurs et diminuent ainsi la pollution atmosphérique. Enfin, ils permettent de diminuer l'incorporation dans les essences de composés cancérigènes comme le benzène ou les aromatiques.

De faibles rendements à la production

Si le renouvellement des biocombustibles tels que le bois-énergie s'effectue de manière quasi naturelle, les cultures énergétiques servant à la fabrication des biocarburants requièrent des investissements significatifs qui posent le problème de leur rendement. En amont, la culture des sols implique en effet des consommations intermédiaires importantes : énergie motrice requise par la mécanisation (tracteurs, équipements de récolte, de broyage et de tri, transport...), épandage de pesticides et d'engrais de synthèse azotés (à base de gaz naturel comme matière première). La fabrication de ces derniers est fortement consommatrice d'énergie. Par ailleurs, outre leur propre contribution à l'émission de gaz à effet de serre (dioxyde d'azote), ils ont un impact négatif sur la qualité des sols et sur celle des nappes phréatiques. De plus, les procédés industriels de distillation des biocarburants, particulièrement l'éthanol, sont pollués à leur niveau, onéreux et hautement énergivores ! La filière des biocarburants apparaît donc comme une filière nécessitant des équipements de production et de traitement qui obèrent singulièrement le rendement global et ne sont pas neutres en termes d'environnement. ■

MOT À MOT

BIOCARBURANT

Matière solide, liquide ou gazeuse, d'origine végétale ou animale, utilisée pour produire de l'énergie destinée aux transports.

BIOCOMBUSTIBLES

Combustibles d'origine végétale (agricole ou forestière), animale ou organique, permettant la production d'énergie (chaleur et/ou électricité).

BIOGAZ

Essentiellement le méthane qui provient des déchets urbains (eaux usées, ordures ménagères) ou animaux (déjections du bétail).

COGÉNÉRATION

C'est la production de chaleur et d'électricité à partir d'un même combustible : gaz de fermentation (méthane), gaz naturel, charbon, fioul, etc.



Autobus alimenté par du biodiesel.

Biocarburants : éthanol ou esters ?

Il existe deux filières pour la fabrication des biocarburants. L'éthanol est extrait par distillation des plantes à forte teneur en sucre (betterave, canne à sucre) ou en amidon (blé, pomme de terre, maïs...). C'est un alcool éthylique résultant de la fermentation des sucres, selon un processus complexe. Pur, il peut être mélangé jusqu'à 5 % à l'essence dont il améliore la qualité de la combustion et réduit les émissions polluantes. En Europe, il est plutôt utilisé sous forme de mélange d'ETBE (éthyl-tertio-butadiène-éther)

par l'ajout d'isobutylène (un dérivé du pétrole) et incorporé alors jusqu'à 15 % dans l'essence. Au Brésil, l'éthanol provient essentiellement de la canne à sucre. Il est mélangé à l'essence dans une proportion pouvant atteindre 24 % ou même utilisé pur dans des véhicules dédiés (près de 13 % du parc automobile). Les esters proviennent des huiles végétales (colza, tournesol, soja...) et sont un additif du gazole. Pour les adapter à l'alimentation directe des moteurs actuels, on les mélange à du méthanol (alcool méthylique provenant du méthane) et ils deviennent alors des EMHV (esters méthyliques d'huile végétale),

communément appelés biodiesels aux États-Unis et en Europe, à l'exception de la France qui utilise le terme de « Diester » (marque déposée, contraction de diesel et d'ester). Le mélange autorisé est de 5 % à la pompe en Europe et jusqu'à 30 % pour les flottes captives*, sans modification des moteurs. Autre avantage à souligner : le processus de fabrication à partir des graines d'oléagineux donne un résidu solide, le tourteau, destiné à l'alimentation animale, tandis que la fabrication des EMHV donne de la glycérine.

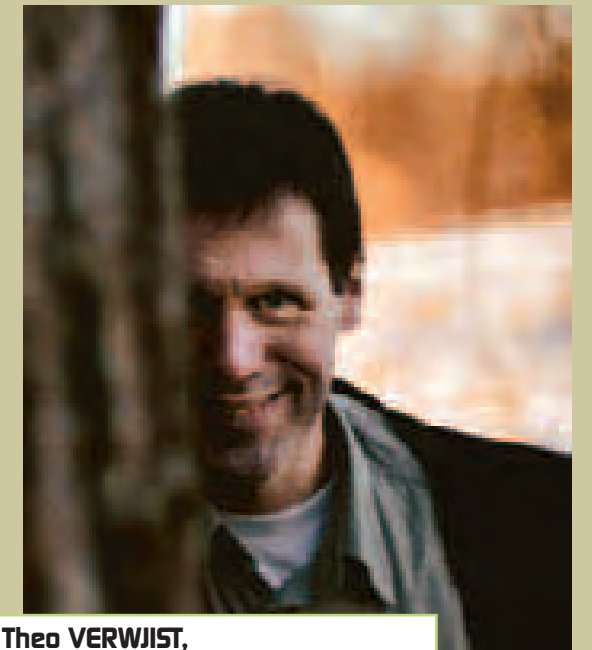
* Véhicules d'entreprise ou municipaux dotés de caractéristiques identiques et gérés par un organisme unique.

AVIS D'EXPERT

L'intérêt de la rotation rapide

Constituées de plantes à croissance soutenue, les cultures énergétiques à rotation rapide sont synonymes de récoltes annuelles, de rendements élevés et d'équilibre de l'environnement.

« Privilégier les espèces végétales et les modes de croissance les plus performants. »



Dr Theo VERWIJST, université suédoise des sciences de l'agriculture.*

Alternatives : En quoi les cultures énergétiques à rotation rapide diffèrent-elles de la biomasse traditionnelle ?

Dr Theo VERWIJST : Un système de production de biomasse idéal, constitué de cultures à rotation rapide, doit offrir une différence minimale entre son rendement brut et son rendement net (voir « Zoom »). On constate en effet une perte importante dans l'énergie solaire que la plupart des végétaux cultivés sont censés fixer. Une perte sur laquelle nous ne pouvons pas intervenir. Nos cultures énergétiques privilégient donc les espèces végétales et les modes de croissance les plus performants. Pour être clair, un système de récolte à rotation rapide peut fournir un rendement dix à vingt fois supérieur à celui de nos forêts les plus intensivement exploitées ou encore égaler les meilleurs niveaux de production agricoles actuels.

Alternatives : Ce nouveau mode d'exploitation est-il sans inconvénient pour l'environnement ?

Dr Theo VERWIJST : Si l'on considère l'utilisation des sols dédiés à l'agriculture ou la gestion des forêts destinées au bois de coupe industriel, on constate qu'en matière d'hydrographie, d'érosion, de pollution et d'autres conséquences négatives, les choses sont par bien des aspects peu satisfaisantes au regard du développement durable. Par ailleurs, la vocation même de ces sols ne les prédispose pas à une exploitation à caractère énergé-

tique intensive. Nous avons donc sélectionné pour nos cultures énergétiques à rotation rapide des saules, des peupliers, certains types d'herbes hautes, des eucalyptus et d'autres espèces de récoltes annuelles et pérennes comme les roseaux et le miscanthus¹. Grâce à leurs propriétés biologiques spécifiques, ces espèces jouent un rôle clé dans l'équilibre hydrique des sols, dans leur enrichissement et dans leur réhabilitation. En Suède, par exemple, elles forment des barrages naturels pour empêcher la dispersion des nutriments nécessaires aux sous-sols des cultures alimentaires voisines, tout en générant une quantité de biomasse exceptionnelle et en filtrant les eaux d'alimentation de rivières et de lacs. De plus, on peut les fertiliser à l'aide de déchets urbains comme les boues d'égouts ou les eaux usées, qu'elles filtrent naturellement. Elles ont en outre la capacité de fixer certains métaux lourds. Elles peuvent aussi assainir des sols contaminés par des engrais au cadmium² et les rendre à nouveau disponibles pour des cultures

ZOOM
Rendement brut et rendement net
Rendement brut : rendement à l'hectare entre l'énergie solaire emmagasinée et le volume de plantes effectivement récolté.

Rendement net : biocombustible prêt à l'emploi, prenant en compte le traitement des sols, les engrais, la mécanisation de la récolte, les procédés industriels en aval, etc.

alimentaires. Enfin, on en tire des biocombustibles comme des charbons actifs ou du charbon de bois pour la métallurgie au Brésil, ou encore des biomatériaux pour l'aménagement d'espaces verts (en Suède, au Danemark et en Belgique). ■

1. Roseau de Chine. Plante graminée vivace à croissance rapide, feuilles longues persistantes en hiver.
2. Métal blanc, lourd, comparable au zinc, anti-corrosion et très toxique, utilisé notamment dans les piles. On le retrouve dans certains engrais contaminés par de la biomasse exploitant les déchets urbains.

* Responsable du département, chaire de sylviculture à rotation rapide.