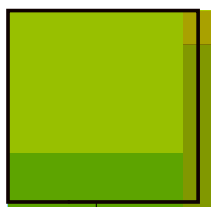


## ÉQUILIBRER L'OFFRE ET LA DEMANDE EN BIOMASSE

2015

Offre en biomasse  
(production totale)  
3 154 millions de tonnes (Mt)



Demande en  
biomasse totale  
2 749 Mt

Excédent :  
405 Mt

■ Arbres, bambous et graminées  
plantés sur des terres déboisées  
■ Résidus de récoltes  
■ Forêts exploitées pour le bois  
■ Arbustes fertilisants  
sur des terres cultivées

Davantage de recyclage du papier

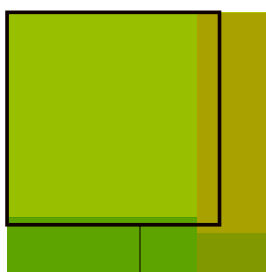
Systèmes  
de cuisson  
« propres »

Diminution de la demande  
2 382 Mt

Augmentation de la demande  
liée à de nouveaux usages  
1 945 Mt

2050 sans BECSC (projections)

Offre en biomasse  
5 150 Mt



Demande en biomasse  
3 386 Mt

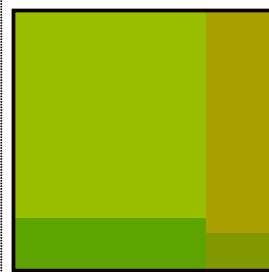
■ Bioplastiques  
■ Biochar  
■ Chauffage urbain  
■ Biogaz

Demande ajustée  
en biomasse  
2 949 Mt

Des mesures telles que le recyclage du papier et l'adoption de cuisinières « propres » pourraient réduire la demande de 2 382 Mt, de sorte que la demande s'élèverait finalement à 2 949 Mt ( $3\,386 + 1\,945 - 2\,382 = 2\,949$ , arrondis à 2 950 Mt). Ainsi, l'offre parviendrait à couvrir la demande en biomasse, malgré son augmentation élevée, seulement si la bioénergie avec captage et stockage du carbone (BECSC) n'est pas incluse. Cependant, les stratégies s'appuient fortement sur la BECSC. La production en 2050 (toujours évaluée à 5 150 Mt) pourrait répondre à un niveau faible de BECSC (2 100 Mt requises en plus), mais pas à un niveau élevé (4 900 Mt en plus).

2050 avec BECSC (projections)

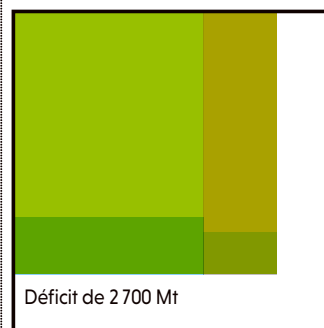
Niveau faible de BECSC  
2 100 Mt en plus



Demande  
totale  
5 050 Mt

Excédent de  
100 Mt

Niveau élevé en BECSC  
4 900 Mt en plus



Demande totale  
7 850 Mt

Déficit de 2 700 Mt

> d'en consacrer encore la moitié environ pour la répandre dans les champs et reconstituer le sol. Finalement, un quart de ces résidus serait susceptible de constituer une source de biomasse supplémentaire.

Ces différentes approches pourraient réduire sensiblement la demande en biomasse, mais pas suffisamment pour influencer sur le

réchauffement climatique. Il est donc indispensable d'augmenter l'offre et de produire plus.

La deuxième étape consiste à produire davantage de biomasse sans augmenter l'empreinte écologique. Une approche largement promue consiste à planter des eucalyptus, des pins ou toute autre espèce capable de produire beaucoup plus de bois par hectare que les

forêts naturelles. Or la monoculture nuit à la biodiversité, à la qualité de l'eau et augmente les risques d'inondations. Selon l'Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO), la superficie mondiale des forêts plantées est déjà passée de 123 millions d'hectares en 1990 à 294 millions d'hectares aujourd'hui. Il semble difficile de l'accroître encore car, de nouveau, les terres disponibles sont très rares.

Les forêts naturelles renferment des réserves de carbone, notamment dans le bois. Ce carbone n'y demeure pas en permanence car les arbres morts, en se décomposant, en renvoient une partie dans l'air. Et ils en rejettent d'énormes quantités en brûlant lors des terribles incendies qui les ravagent. Cependant, les stocks de carbone dans le bois et le sol des forêts naturelles étant considérables, il est indispensable de protéger ces dernières.

## L'une des techniques permettant de produire plus de biomasse est l'agroforesterie

Comment alors produire davantage de biomasse? Différentes techniques ont le vent en poupe. L'une d'elles consiste à transformer en éthanol, par la voie dite «cellulosique», des graminées comme l'herbe à éléphant (*Miscanthus*) et le millet vivace (ou *switchgrass*) ou des résidus agricoles ligneux. Les scientifiques ont mis au point des moyens efficaces pour décomposer ces fibres et transformer la cellulose en sucre, à l'aide de bactéries ou d'enzymes. Cette filière de l'éthanol cellulosique a un rendement énergétique supérieur à celle de l'éthanol fabriqué à partir de grains de maïs.

Une autre technique prisée est appelée «taillis à courte rotation» (TCR). Le principe est simple. On plante des arbres à croissance rapide, tels que des saules et des peupliers, en rangs très denses. De lourds engins y coupent les arbres tous les deux ou trois ans. Les TCR peuvent être implantés le long d'autoroutes, de voies ferrées ou dans des friches. Ils n'occupent à ce jour qu'environ 200 000 hectares à travers le monde, selon Project Drawdown, mais ils pourraient connaître une forte expansion, tant le rendement est élevé.

Il existe également des techniques pour accroître la production de biomasse sans rogner sur les terres destinées à la production alimentaire, et en en augmentant même le rendement. Ainsi, l'agroforesterie consiste à intégrer des arbustes ou des arbres dans les champs. Par exemple, en France, des arbres destinés à la production de bois et des céréales d'hiver cohabitent sur les mêmes terres sans se faire trop de concurrence. Les arbres grandissent en été, tandis que les céréales, poussant à l'automne, ne sont pas gênées par leur feuillage. Les agriculteurs produisent sur 100 hectares ce qui nécessiterait 130 à 140 hectares si le bois et les céréales étaient cultivés séparément (ou 110 à 120 hectares dans des évaluations moins optimistes).

### DES ARBRES DANS LES CHAMPS OU DANS LES PÂTURAGES

Arbres et arbustes peuvent également être cultivés dans les pâturages. Cette approche particulièrement prometteuse, nommée «sylvopastoralisme», se répand en Amérique latine. Des arbres à croissance rapide, dont le bois sera exploité, sont plantés en rangées suffisamment espacées pour y laisser de vastes zones de pâturage. Elles sont parsemées de bosquets d'arbustes, dont le bétail broute les feuilles. Le sylvopastoralisme fournit un fourrage de meilleure qualité, une ressource diversifiée et étalée dans le temps (herbe, feuillage, voire fruits) et des abris aux animaux, de sorte que la productivité du bétail (mesurée en tonnes de lait ou de viande par hectare) peut doubler. En outre, cette pratique augmente la quantité de carbone emmagasinée dans le sol.

Selon le même principe hybride, de petits exploitants de régions tropicales font cohabiter des cultures vivrières et des arbres destinés à la production d'énergie. Ils plantent directement dans leurs champs des arbres de l'espèce *Gliricidia sepium*, dont le feuillage fertilise le sol et fournit du fourrage au bétail. À la fin de la saison sèche, ils en récoltent le bois, qui leur sert de combustible domestique ou qu'ils vendent à une centrale de production d'électricité.

Cette approche permet d'augmenter la quantité de nourriture et d'énergie produites à partir de la biomasse et de stocker chaque année du carbone dans le sol et les racines. Elle permet également d'améliorer les revenus des populations rurales, voire de créer des emplois. Elle est déjà répandue au Sri Lanka, en cours de développement en Afrique et à ses débuts en Asie et en Amérique latine. Ce serait un moyen idéal de produire de la biomasse en vue de piéger du CO<sub>2</sub>, au niveau des centrales électriques, et de le stocker si la technologie BECCS devenait disponible, sans pour autant sacrifier la production alimentaire.

> De façon générale, l'agroforesterie recèle un potentiel important et connaît une forte expansion. Le nombre d'arbres dans les exploitations agricoles a augmenté de 2% entre 2000 et 2010 et 43% des terres agricoles dans le monde ont une couverture arborée supérieure à 10%, la plupart dans les zones tropicales. Des millions de familles y ont adopté des techniques agroforestières, et d'autres s'engagent dans cette voie. Selon Global EverGreening Alliance, les arbres et arbustes fertilisant les sols pourraient, à eux seuls, produire 1200 millions de tonnes de biomasse d'ici à 2050. Cette ONG a lancé une campagne visant à piéger ainsi 20 gigatonnes de CO<sub>2</sub> atmosphérique par an d'ici à 2050 et les restituer à la terre. Pour atteindre cet objectif, elle concède qu'il faudra apporter un soutien soutenu aux agriculteurs.

En comparaison, l'agroforesterie aux États-Unis est en retard. À cela, nulle raison de nature biophysique: l'agroforesterie peut s'implanter avec succès dans les régions tempérées. Les quelques essais menés aux États-Unis se sont d'ailleurs avérés fructueux. La mécanisation de l'agriculture américaine ne constitue pas un obstacle non plus. Pour preuve, 9% des terres agricoles de l'Union européenne sont utilisées pour l'agroforesterie. La France et la Chine sont toutes deux parvenues à intégrer des arbres dans de grandes exploitations agricoles mécanisées.

Le retard américain provient plutôt d'un état d'esprit, d'une certaine réticence. Peut-être l'agroforesterie pourrait-elle commencer par s'implanter en bordure des champs avant de s'y frayer un chemin? Rappelons que, dans les années 1930, le centre des États-Unis (l'Oklahoma, le Kansas et le Texas) avait été ravagé par une sécheresse et de terribles tempêtes de poussière qui érodaient les sols. C'est notamment en plantant des arbres le long des champs que les fermiers étaient parvenus à briser les vents, freiner l'érosion des sols et, finalement, à restaurer l'agriculture.

Les grandes exploitations mécanisées des zones d'agriculture intensive comme la Corn Belt du Midwest américain (Iowa, Indiana, Illinois et Ohio, d'où provient 50% du maïs produit aux États-Unis) pourraient intégrer des graminées vivaces, comme l'herbe à éléphant et le millet vivace précédemment évoqués. Une fois récoltées, elles seraient transportées vers des bioraffineries qui produiraient des carburants ou de l'électricité. Il existe aujourd'hui des moyens d'aider les agriculteurs à identifier parmi leurs terres les zones peu propices aux cultures vivrières mais susceptibles d'être plus productives pour de telles graminées et qui, ainsi, pourraient être mieux exploitées.

La culture de certaines herbacées permet de fournir un produit appelé «extrait foliaire»,

un concentré de protéines (environ 50%), vitamines et minéraux. Bien qu'il soit une source alimentaire riche pour l'homme, on envisage plutôt d'en nourrir le bétail à la place du soja. Vivaces, piégeant le carbone dans le sol, les herbes adaptées à l'extraction foliaire présentent des rendements de production de protéines supérieurs au soja ou à toute autre culture vivrière.

## UNE VOIE D'AVENIR

Il n'est ni possible ni souhaitable d'étendre la culture de biomasse sur des surfaces de la taille de l'Australie pour satisfaire la demande en BECSC ou en toute autre solution contre le réchauffement climatique. Des consommations et des productions de biomasse plus modestes pourraient réduire la quantité de CO<sub>2</sub> atmosphérique sans mettre en péril l'approvisionnement alimentaire ni les forêts. Mais cela ne suffira pas à guérir notre climat en surchauffe. Le Giec souligne qu'«une coopération entre les différents acteurs» et «des politiques coordonnées» sont nécessaires pour renforcer la sécurité alimentaire et maîtriser les changements d'usage des terres. Il reste indispensable d'engager rapidement des transformations de fond pour réduire à zéro les émissions de gaz à effet de serre. Elles passent notamment par la réduction de la consommation des pays et des individus riches, la conversion à l'énergie propre et l'électrification des transports et de l'industrie.

Peut-être pouvons-nous nous inspirer de populations locales qui misent sur la biomasse pour assurer leur avenir? Ainsi, la coopérative paysanne Las Cañadas, à Veracruz, au Mexique, a été créée pour mettre en œuvre un mode de vie durable. Ces dernières décennies, environ 70 à 90% de la forêt de cette région montagneuse a été convertie en pâturages. Le solaire et l'éolien n'y sont pas adaptés.

Alors, pour répondre à leurs besoins, la vingtaine de familles de la coopérative ont pris exemple sur des pratiques de production de biomasse qui ont fait leurs preuves dans le monde. Elles ont intégré des arbres et des arbustes dans leurs champs de maïs et leurs pâturages. Elles ont planté des bambous et des arbres à croissance rapide pour leur bois de chauffage, et même 50 000 arbres indigènes afin de reboiser leur territoire. Elles ont aussi adopté des systèmes de cuisson propres et économes en bois. Elles expérimentent actuellement une installation de gazéification du bois pour produire de l'électricité. Ricardo Romero, fondateur de la coopérative, estime qu'une famille peut satisfaire ses besoins annuels en combustible de cuisson à partir d'une parcelle d'environ... 26 mètres carrés. Nous avons sans doute à apprendre de la vision économe et agroécologique des familles de cette coopérative. ■

## BIBLIOGRAPHIE

W. Amelung et al., **Towards a global-scale soil climate mitigation strategy**, *Nature Communications*, vol. 11, article 5427, 2020.

Project Drawdown, **Drawdown Review 2020**, <https://drawdown.org>

C. Consoli, **Bioenergy and carbon capture and storage**, Global CCS Institute, 2019.

E. Toensmeier, **Vivre de permaculture et d'eau fraîche**, Imagine un Colibri, 2019.