

LA BIOMASSE, UNE SOURCE D'ÉNERGIE D'AVENIR ?

Arnaud Charles, Andrée Harari, Jean-Claude Bernier

D'après l'article *La biomasse, matière première renouvelable d'avenir* de Jean-François Rous publié dans l'ouvrage « Chimie et enjeux énergétiques » EDP Sciences, 2013, ISBN : 978-2-7598-0973-8

INTRODUCTION

Les besoins énergétiques mondiaux sont en croissance permanente, notamment du fait de l'augmentation de la population. Pour répondre à ces besoins, la quantité d'énergie issue de la biomasse, comme celle issue des autres sources, est donc probablement amenée à augmenter. Cette source d'énergie est constituée de la partie biodégradable des produits, déchets et résidus provenant de l'agriculture, de la sylviculture et des industries associées, ainsi que de la fraction biodégradable des déchets industriels et ménagers. De l'énergie peut être tirée de

cette matière organique par combustion directe (bois, déchets), fermentation (donnant du biogaz) ou production de biocarburant. À l'heure actuelle, la part de cette énergie dans le mix énergétique mondial est de l'ordre de 10 %. Mais avec la raréfaction des matières premières fossiles, cette part devrait probablement augmenter. L'énergie issue de la biomasse a en effet l'avantage d'être renouvelable. Sa production entre cependant en concurrence avec la production alimentaire. Quel est le potentiel de développement de la biomasse comme source d'énergie ? Comment optimiser sa production tout en maintenant une production agricole suffisante ?

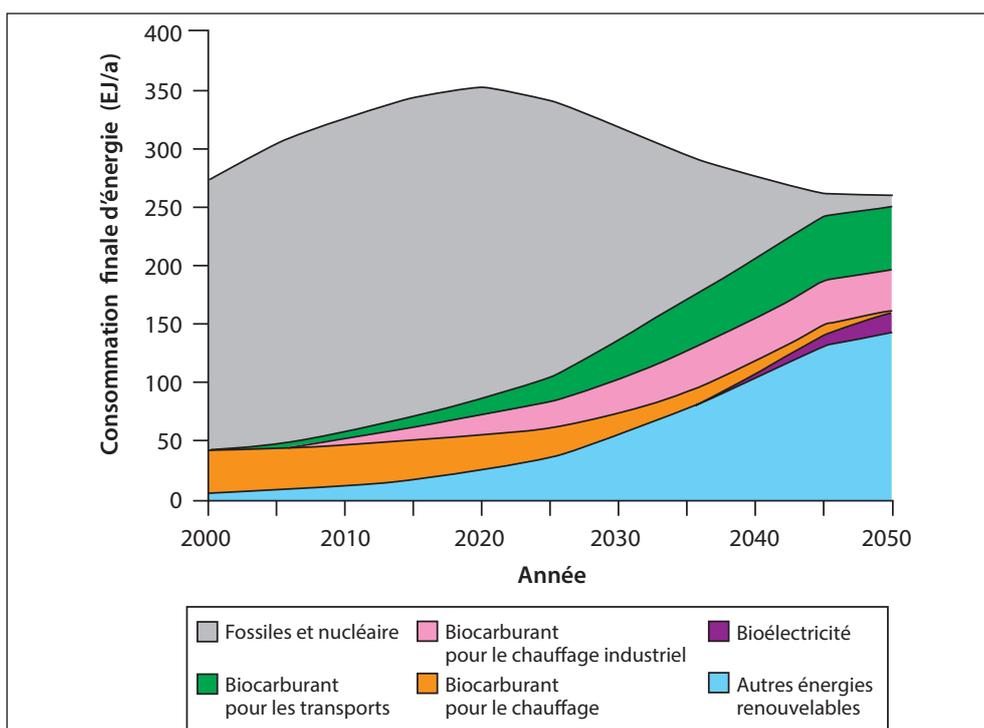


Figure 1. Prévision de la répartition des ressources en énergie pour 2050.

LES PERSPECTIVES D'ÉVOLUTION DE LA BIOMASSE

Le développement de l'utilisation de la biomasse comme matière première énergétique dans des usages diversifiés est récent, et les thématiques qui y sont liées n'ont pas encore atteint leur maturité industrielle. L'évolution des productions des énergies fossiles (1) est rappelée sur la figure 1. Le débat sur la répartition des différentes ressources énergétiques s'appuie sur de nombreuses hypothèses. Néanmoins, l'évolution globalement admise consiste en une diminution de la disponibilité en énergies fossiles, une réduction ou stagnation de la production d'énergie nucléaire, et un développement des ressources en énergies renouvelables (2) dont, entre autres, l'utilisation de la biomasse pour couvrir les demandes en électricité, en chaleur et en carburants. À l'horizon 2050, la part de l'énergie issue de la biomasse (bioélectricité, biocarburants de transport et de chaleur) pourrait ainsi atteindre 40 %.

Les biocarburants (bioéthanol, biodiesel) (3) proviennent de plantes cultivées. Ils sont utilisés pour les transports, le chauffage industriel et le chauffage des particuliers. La biomasse utilisée pour les biocarburants dits de première génération est issue essentiellement de la betterave, du maïs, du blé ou des huiles végétales. Ces ressources ont non seulement un potentiel trop limité mais sont aussi utilisées pour nourrir la population (4). L'agence internationale de l'énergie (IEA) prévoit donc une diminution, voire une disparition, de ces biocarburants de première génération et un accroissement des productions de biocarburants de nouvelle génération (5). Ces derniers sont sans incidence sur l'alimentation car ils sont issus de paille de céréales, de bois et de résidus forestiers. Le rôle de la chimie et de la biochimie dans le développement des biocarburants de nouvelle génération sera essentiel dans la mesure où il faudra créer ou

améliorer les procédés existants pour développer le potentiel de ces ressources (6). En particulier, l'enjeu est de remplacer les dérivés du pétrole, constitués principalement de carbone et d'hydrogène, par des carburants végétaux contenant également de l'oxygène et de l'azote. La chimie du pétrole implique un apport d'oxygène, celle des glucides, par exemple, serait plutôt une chimie de la réduction.

Reste que, afin d'assurer la transition énergétique dans le mix énergétique mondial (7), il faudrait consacrer 500 millions d'hectares à la production de biomasse d'ici 2050 (10 fois la superficie de la France métropolitaine, la moitié de celle des États-Unis). L'utilisation prévisionnelle par les secteurs de l'énergie et des matériaux est présentée sur la figure 2. L'accroissement des terres cultivées concernerait principalement des zones géographiques telles que l'Afrique sub-saharienne, l'Amérique latine, mais aussi les pays de l'Europe de l'Est, Russie comprise.

COMMENT OPTIMISER LE DÉVELOPPEMENT DE LA BIOMASSE ?

Le premier facteur sur lequel on peut agir est l'optimisation des sols. Actuellement, les cultures représentées en bleu sur la figure 3, n'occupent que 1 513 millions d'hectares, la majorité des terres arables étant occupée par la forêt et les pâturages. En préservant les surfaces forestières, on dispose néanmoins d'un potentiel considérable en pâturages (3 340 millions d'hectares) sur lequel on pourrait prélever, d'ici 2050, 500 millions d'hectares (la surface nécessaire pour couvrir les besoins mondiaux) transformables en cultures, en intégrant un mode de gestion minimisant les émissions de gaz à effet de serre.

Un autre facteur important sur lequel il est possible d'influer est l'accroissement des rendements. Des travaux de recherche sont menés activement pour

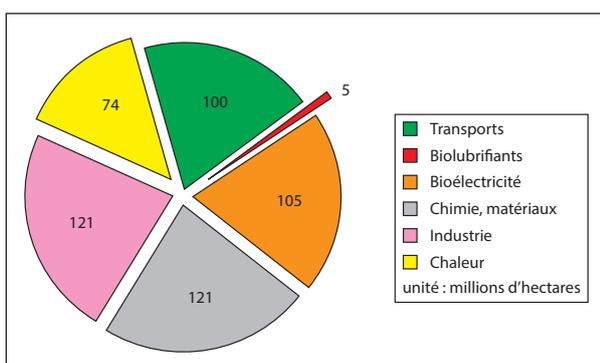


Figure 2. Les besoins en biomasse hors alimentaires pour 2050. Scénario IEA 2008 : 525 millions d'hectares.

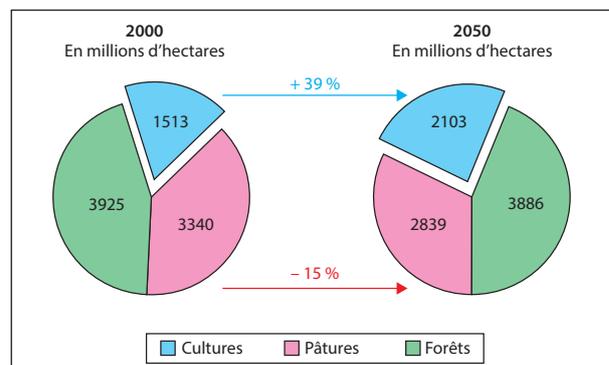


Figure 3. Potentiel d'optimisation des sols. Source : Agrimonde (2010), scénario 1 [système alimentaire et agricole durable].

optimiser la production conjuguant hauts rendements, durabilité et écologie. Il s'agit d'améliorer la production de la biomasse, d'accroître la qualité et de perfectionner les bilans environnementaux. Il convient notamment de réfléchir à la manière de gérer les engrais qui sont à la source d'émission de protoxyde d'azote (N_2O), gaz à effet de serre puissant, comparable à celui du méthane CH_4 .

Un autre levier réside dans la réduction des pertes de matières qui interviennent au niveau de la collecte, du transport et du stockage des ressources en biomasse. Il s'agit tout d'abord de mieux prendre en compte les sous-produits de l'agriculture qui constituent potentiellement une ressource considérable. Par exemple la culture de la canne à sucre produit des résidus végétaux non utilisés comme les feuilles, les panicules et le résidu fibreux de la canne à sucre appelé bagasse, qu'il est possible de brûler. Ce résidu végétal constitue environ un tiers de la masse de la canne à sucre. L'énergie tirée de sa combustion peut directement servir à la production de sucre et le surplus d'énergie à la production d'électricité. Cet exemple montre qu'il est possible de concilier production alimentaire et ressources pour la biomasse. Pour y parvenir, il s'agit également d'améliorer les machines agricoles et forestières, les équipements de stockage et de manutention. Des équipes aux États-Unis travaillent par exemple dans ce sens sur des méthodes permettant de récupérer

en même temps les grains de maïs, les tiges, les feuilles, en un seul passage au champ.

Enfin, de nombreuses études ont été engagées pour identifier les forces et les faiblesses d'une mobilisation des biomasses. Par exemple, la **figure 4** montre l'efficacité (ou capacité de rendement) de la photosynthèse (8) pour la production végétale agricole et forestière en France. Les zones vertes représentent des conditions climatiques optimales de croissance sur le territoire national. Une stratégie consisterait à reconsidérer les productions et l'occupation des sols pour s'orienter vers des cultures plus productives en biomasse. Cette optimisation dans la gestion de l'occupation des sols permettrait de mieux concilier les productions de biomasses à usages alimentaires et industriels.

CONCLUSION

Le développement de la filière énergétique « biomasse » implique donc de nombreux acteurs et nécessite des stratégies transversales et multi-échelles (9). C'est dans cette perspective qu'a été lancée en France, en mars 2018, la Stratégie nationale de mobilisation de la biomasse dans le cadre de la loi relative à la transition énergétique pour la croissance verte du 17 août 2015. Elle vise à promouvoir cette source d'énergie tout en préservant les équilibres économique, écologique et alimentaire.

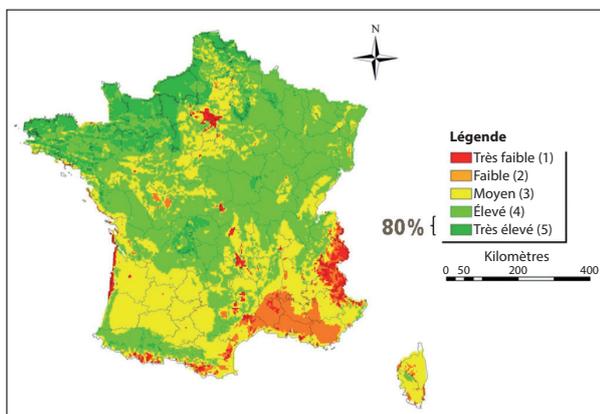


Figure 4. Efficacité de la photosynthèse pour la production végétale en France. Sources : Météo France, 2009. IGN, BD Alti®, MNT 250 m, 2009. IGN, GEOFLA® Départements, 2009. Union européenne – Soes, CORINE Land Cover, 2009. © INFOSOL, INRA Orléans, 1998. Adapté par la Chambre Régionale d'Agriculture du Centre, 2009.

POUR EN SAVOIR PLUS

(1) Se loger, se déplacer : peut-on se libérer de l'addiction aux énergies fossiles ?

<http://www.mediachimie.org/node/272>

(2) Vers un nouveau paysage énergétique mondial ?

<http://www.mediachimie.org/node/930>

(3) Un exemple d'énergie renouvelable : l'essence verte

<http://www.mediachimie.org/node/544>

(4) Des biocarburants pas si verts que ça

<http://www.mediachimie.org/node/510>

(5) Le biocarburant 2G bientôt à la pompe

<http://www.mediachimie.org/node/1283>

(6) Les espoirs de la chimie végétale

<http://www.mediachimie.org/node/1860>

(7) La biomasse : un réservoir d'énergie pour demain

<http://www.mediachimie.org/node/1751>

(8) Ça roule avec les algues

<http://www.mediachimie.org/node/1993>

(9) Que faire du CO_2 ? De la chimie !

<http://www.mediachimie.org/node/1334>

Jean-Claude Bernier, professeur émérite de l'Université de Strasbourg, ancien directeur scientifique des sciences chimiques du CNRS

Arnaud Charles, professeur de physique chimie

Andrée Harari, ingénieur ENSCP, directeur de recherches honoraire au CNRS, spécialité de recherches : science des matériaux

Grégory Syoën, professeur agrégé, chef de projet Mediachimie-Fondation de la maison de la chimie