

Nourriture ou biocarburants : faudra-t-il choisir ?

Paul Mathis

Association des usagers des transports
d'Ile de France (AUT/IDF)
6, avenue Jean Perrin
92330 Sceaux
France
<mathis.paul@orange.fr>

Résumé

À l'échelle mondiale, l'usage de la terre est l'objet de conflits d'intérêts qui sont aiguisés par l'augmentation de la population, par le souhait que tous les humains mangent correctement, et par une intensification de la demande énergétique, particulièrement pour les biocarburants destinés aux transports. Les biocarburants actuels (éthanol et biodiesel) sont fabriqués à partir d'une biomasse utilisée aussi pour l'alimentation humaine. La satisfaction d'une part même faible des besoins pour les transports nécessite des surfaces importantes de sols de bonne qualité, et elle pose de redoutables problèmes environnementaux. En effet, les biocarburants présentent globalement des bilans énergétiques décevants, et ils ne réduisent pas significativement les émissions de gaz à effet de serre. Les études effectuées montrent de grandes incertitudes quant à la capacité des agricultures et de la sylviculture à répondre durablement à tous les besoins pour lesquels on compte sur la biomasse. Face au développement actuel des biocarburants, le principe de précaution devrait s'appliquer aux sols et à l'agriculture, pour satisfaire prioritairement et durablement les besoins alimentaires sur toute la planète. D'autres solutions doivent être recherchées pour des transports moins consommateurs d'énergie.

Mots clés : alimentation humaine ; biocarburant ; bioénergie ; biomasse ; sol.

Thèmes : énergie ; ressources naturelles et environnement ; traitement des sous-produits et déchets.

Abstract

Food or biofuel: will it be necessary to choose?

Around the whole world, land is being submitted to conflicts of interest which are exacerbated by the rapid increase in world population, by the desire of all humans to have sufficient amounts of higher quality food, and by the increase in energy demand, specially for biofuels for transport. Currently used biofuels (ethanol and biodiesel) are made from a feedstock also used as human food. The objective of providing a part, even rather small, of the fuel needed for transport necessarily requires huge areas of good quality land. It also raises very serious environmental problems. On an average, indeed, current biofuels lead to rather deceptive energy balances, and they do not lead to any significant reduction in the emission of greenhouse gases. Studies by various authors indicate a large range of uncertainty as to the capability of agriculture and forestry to satisfy all the human needs that depend on biomass in a sustainable manner. Facing the rapid development of biofuels, the precautionary principle should be applied to soils and more generally to agriculture in order to durably answer the mandatory food requirements of the earth. Other arrangements should be implemented to reduce energy consumption in transport.

Key words: bioenergy; biofuels; biomass; human feeding; soils.

Subjects: energy ; natural resources and environment; processing of by-products and wastes.

Il est bien connu que près d'un milliard d'êtres humains souffrent de la faim, à l'échelle mondiale. Parmi ses « Objec-

tifs pour le millénaire », l'Organisation des Nations unies (ONU) a fait figurer une diminution importante de ce nombre de

sous-alimentés, l'objectif étant de passer à 500 millions en 2015. Il semble désormais que cet objectif sera loin d'être atteint : on pouvait lire récemment que « 1,2 milliard d'êtres humains pourraient avoir chroniquement faim d'ici à 2025 »¹. Par ailleurs, les démographes prédisent que la population mondiale devrait passer de 6,7 milliards en 2008 à environ 9 milliards en 2050². La question est posée de la capacité des agricultures à subvenir aux besoins de cette population accrue, sachant qu'une partie de l'humanité, bénéficiant de revenus plus importants, consomme plus d'aliments, en particulier d'origine animale. Et la situation est encore compliquée par la perspective qu'une partie des surfaces agricoles serve à la production d'énergie, et particulièrement de carburants pour les transports, en remplacement de combustibles fossiles (UN-Energy, 2007).

Les biocarburants : pourquoi, comment ?

Une directive³ de l'Union européenne (UE) donne cette définition : « Un biocarburant est un combustible liquide ou gazeux utilisé pour le transport et produit à partir de la biomasse. ». Cette même directive définit la biomasse comme « la fraction biodégradable des produits, déchets et résidus provenant de l'agriculture (substances végétales et animales), de la sylviculture (et de ses industries connexes) ainsi que de la fraction biodégradable des déchets industriels et municipaux ». Dans cette synthèse, j'utiliserai le terme biocarburant, traduction littérale de l'anglais biofuel.

Les biocarburants sont une forme d'énergie renouvelable. Ils sont l'une des solutions possibles à la question de l'énergie pour les transports, question qui se posera à l'avenir de façon aiguë car les transports dépendent très étroitement du pétrole (ce terme qualifiant tous les produits pétroliers) qui fournit 96 % de leur

énergie. Or il est bien connu que ces produits posent deux types de problèmes, assez angoissants. En premier lieu, la combustion du pétrole engendre un dégagement de CO₂, gaz à effet de serre (GES) dont il est bien admis que sa formation par les activités humaines doit être diminuée de façon importante et urgente. Les transports participent à hauteur de 25 % au dégagement mondial de CO₂ : c'est donc un poste essentiel pour la réduction des émissions de GES. En second lieu, le pétrole, comme les autres combustibles fossiles, est stocké dans le sous-sol, en résultat de l'activité photosynthétique de plantes et d'algues il y a quelque 100 millions d'années. Il s'y trouve en quantité importante, mais inéluctablement limitée, et les perspectives de son épuisement progressif se comptent en décennies.

Que faire pour que les transports puissent disposer d'énergie, d'une manière durable et compatible avec les exigences d'un climat soutenable ? Le problème est rendu difficile par son importance quantitative, puisque les transports consomment 57,7% du pétrole mondial, et qu'ils constituent un poste en croissance forte et régulière : leurs besoins énergétiques pourraient doubler d'ici 2050.

Les biocarburants constituent un élément de solution (Académie des technologies, 2008 ; Ballerini, 2006 ; FAO, 2008 ; IFP, 2007 ; Mathis, 2007). Ils sont en effet obtenus à partir de la biomasse, source d'énergie renouvelable, *a priori* très abondante, et dont l'usage ne devrait pas conduire à une émission de GES. Son utilisation comme carburant se fait pourtant par combustion, avec un dégagement inéluçtable de CO₂ ; mais une même quantité de CO₂ a été puisée dans l'atmosphère lors du processus photosynthétique qui a conduit à la synthèse de cette biomasse ; et dans un système idéal en équilibre, prise de CO₂ par photosynthèse et dégagement de CO₂ par combustion de biomasse se compensent exactement, à l'échelle de quelques années.

Les biocarburants fonctionnent : on sait les produire, et les utiliser correctement pour les moteurs. Il en existe deux variétés : l'éthanol et les huiles. L'éthanol, qui permet de remplacer l'essence, est obtenu par fermentation de sucres, produits directement par des plantes saccharifères (canne à sucre, betterave) ou par hydrolyse de l'amidon contenu dans des grains ou des racines (blé, maïs, manioc). Pour remplacer le gazole des moteurs diesels, on utilise l'huile de plantes oléagineuses :

colza, soja, huile de palme, jatropha. Cette huile est modifiée en ester méthylique d'huile végétale (EMHV) pour des raisons techniques.

Trois remarques à ce niveau :

– au plan économique, la rentabilité des biocarburants dépend du prix du pétrole. En 2008, avec le pétrole à plus de 100 dollars/baril, la rentabilité était assurée. À moins, des subventions sont généralement nécessaires, selon les contextes géographiques. L'éthanol obtenu à partir de canne à sucre est rentable à partir de 50 dollars/baril. D'une manière générale, la rentabilité des biocarburants dépend aussi du prix de la biomasse utilisée ;

– les biocarburants actuels, à l'exception du jatropha, sont fabriqués à partir d'une biomasse servant également à la nourriture des humains, d'où le problème immédiat de la concurrence entre deux types d'usage de mêmes produits agricoles ;

– la production de biocarburants nécessite des apports d'énergie, ce qui fait que la production nette d'énergie est inférieure à la production brute, non corrigée de ces apports ; l'énergie apportée est très souvent d'origine fossile, ce qui fait que le bilan CO₂ est nettement moins favorable que le bilan idéal, parfaitement nul.

Un biocarburant, produit dans des conditions données, donne lieu à une production brute P_B, exprimée en tonnes équivalent pétrole (tep) par hectare de terre. On obtient la production nette P_N en soustrayant l'énergie nécessaire aux procédés (engrais, traction, autres intrants agricoles, processus industriels, transports, etc.). De cette énergie des procédés, il ne faut toutefois retenir que ce qui sert à la production de carburant, et défalquer ce qui peut être attribué à la production de sous-produits valorisés, tels les tourteaux et le glycérol. Le bilan GES s'obtient en prenant en compte le CO₂ dégagé lors des cultures et procédés, mais aussi les autres GES qui se dégagent, comme le méthane (CH₄) et le protoxyde d'azote (N₂O) qui sont libérés lors de la synthèse et de l'utilisation des engrais azotés. Rendements et bilans GES sont variables ; ils dépendent de la biomasse de départ, des méthodes de production et des procédés industriels. Un seul exemple : l'utilisation, dans les procédés industriels, de charbon ou d'électricité d'origine nucléaire entraîne une énorme différence d'émission de CO₂. Rendements et bilans dépendent aussi beaucoup de la façon de prendre en compte les sous-produits. Prenons l'exemple des tourteaux obtenus par extraction des

¹ ONU, note citée par *Le Monde*, le 13 avril 2008.

² Les données globales utilisées dans cet article proviennent de la FAO (2008) et les données spécifiques aux biocarburants de l'IFP (2007).

³ Directive 2003/30/CE du 8 mai 2003.

oléagineux, qui sont utilisés pour l'alimentation du bétail. On peut les négliger, ou les prendre en compte suivant leur poids, suivant leur valeur économique (qui variera suivant la loi de l'offre et de la demande), ou suivant leur valeur énergétique. Ces méthodes donnent des résultats très différents, parmi lesquels il est difficile de choisir (Concawe *et al.*, 2007 ; Jacquet *et al.*, 2007).

Les bilans peuvent être résumés comme suit (tableau 1) :

- pour l'éthanol ex-canne à sucre : forte production brute ; utilisation des bagasses dans le processus industriel ; donc bon bilan général. P_N : environ 1,8 tep/ha ;
- pour l'éthanol ex-betterave : forte production brute ; besoin de beaucoup d'énergie dans les processus ; bilan général assez bon. P_N : environ 0,6 tep/ha ;
- pour l'éthanol ex-blé ou ex-maïs : production brute moyenne ; besoin de beaucoup d'énergie dans les processus ; bilan médiocre, surtout pour le maïs. P_N : environ 0,1 à 0,2 tep/ha ;
- pour l'EMHV ex-colza ou soja : faible productivité brute ; faibles besoins énergétiques ; donc, faible productivité nette, mais bon bilan GES. P_N : au maximum 0,6 tep/ha ;
- pour l'EMHV ex-palmier : forte production brute ; faibles besoins énergétiques ; donc bon bilan général. P_N : 3,1 tep/ha.

Ces évaluations correspondent à des rendements moyens mondiaux (des productions plus importantes sont obtenues, par exemple, pour la canne à sucre au Brésil et pour le maïs aux États-Unis) et aux schémas de production standard. Ils correspondent aussi à une production stationnaire de biomasse, sans changements d'usage des sols. Les bilans GES sont nettement plus mauvais en cas de nouvelles mises en culture (voir ci-après).

Les données ci-dessus concernent les biocarburants produits par les filières actuelles. Une nouvelle filière, dite « lignocellulosique », en cours de développement (IFP, 2007), conduit aux mêmes carburants maïs, au lieu de partir de produits alimentaires, elle part d'une biomasse constituée de lignine et de celluloses (d'où son nom) : le bois et ses déchets, les pailles résidus de culture, les graminées pérennes du genre Panicum ou Miscanthus, et les déchets organiques ménagers ou industriels. Cette filière, dite aussi de seconde génération, fait l'objet de beaucoup d'espoirs car elle permettrait de partir d'une biomasse plus abondante, produite *a priori* sur des terres de moins bonne qualité, sans concurrence directe avec les productions alimentaires. Elle est encore incertaine, tant pour son bilan environnemental réel que pour sa compétitivité économique.

Biocarburants : les dimensions du problème

Dans le monde entier, le secteur des transports trouve 97 % de son énergie dans 1,8 Gtep, soit 57,7 %, de la production mondiale de pétrole (IEA, 2006). En remplacer une proportion significative n'est donc pas une mince affaire. Au niveau français, les biocarburants actuels produisent en moyenne 1,25 tep/ha, en valeurs brutes. Pour produire 10 % de notre consommation de carburant, soit 4,9 Mtep, il faudrait 3,9 Mha, soit 21 % de la surface agricole utile (SAU) métropolitaine, qui est de 18,4 Mha (en 2006, la surface en jachère était de 1,4 Mha). Le niveau de 10 %, pris en compte par les pouvoirs publics, est celui à partir duquel la contribution des biocarburants aux besoins de transport devient vraiment significative. Les chiffres ci-dessus correspondent à des productions brutes : les données sont nettement plus mauvaises si l'on s'intéresse à l'énergie récupérée effectivement, déduction faite de l'énergie employée pour les procédés agricoles et industriels.

On voit l'ampleur du problème, dont les données quantitatives sont peu différentes

Tableau 1. Biocarburants.

Table 1. Biofuels.

Carburant de base, biomasse	Régions dominantes	Sous-produits	Production brute P_B (tep/ha)	Rendement énergétique $R_E = P_N/P_B$	Production nette (tep/ha)	Gain GES (%)
Éthanol						
Canne à sucre	Brésil	Bagasse	2,28 a,c	0,81 e	1,8	87 h
Betterave	Europe	Pulpes	2,53 a,c	0,23 f	0,6	32 h
Blé	Europe	Drèches	0,48 a,c	0,23 f	0,1	30 h
Maïs	États-Unis	Drèches	0,98 a,c	0,20 g	0,2	12 g
Huiles pour EMHV						
Colza	Europe	Tourteau	0,98 b,d	0,60 f	0,6	39 h
Soja	États-Unis, Brésil, Argentine	Tourteau	0,43 a,d	0,48 g	0,2	41 g
Palmier à huile	Tropicales humides	Tourteau	3,50 a,d	0,89 e	3,1	70 i

P_B : production brute d'éthanol ou d'huile par hectare, en valeur énergétique ; P_N : production énergétique nette par hectare (production brute diminuée de la quantité d'énergie nécessitée, corrigée de la contribution des sous-produits) ; tep : tonnes équivalent pétrole. Le gain en gaz à effet de serre (GES) est la diminution, exprimée en %, de dégagement de GES quand on utilise le biocarburant au lieu d'essence (cas de l'éthanol) ou de gazole (huiles), sans tenir compte du changement d'usage des sols.

Sources d'information : a/FAO (2008), valeurs mondiales ; b/ Ballerini (2006), Europe ; c/ 0,5 tep pour 1 000 litres ; d/ 0,787 tep pour 1 000 litres ; e/ FAO (2008), moyenne de la fourchette ; f/ Concawe *et al.* (2007) (p.35 : "For sugar beet and wheat, with conventional energy production scheme and the currently most economic way of using by-products the schemes save about 23% of the fossil energy required for gasoline."); g/ Hill *et al.* (2006) ; h/ Gosse (2008) ; i/ Fargione *et al.* (2008).

pour l'ensemble de l'UE et pour les États-Unis. Le Brésil, souvent cité comme modèle, présente trois avantages : sa capacité à produire la canne à sucre, avec une forte productivité nette, sa faible motorisation actuelle, et l'ampleur de ses surfaces cultivables. Les pays tropicaux humides, susceptibles de produire de l'huile de palme, sont dans des situations analogues. L'UE a instauré des quotas d'incorporation pour les biocarburants dans les carburants automobiles : 5,75 % en 2010, 10 % en 2020. Le Gouvernement français a exprimé le souhait de progresser plus rapidement et d'imposer un quota de 10 % en 2010. L'instauration de ces quotas va entraîner en UE des besoins de terres agricoles qui dépassent ce qui est raisonnable, compte tenu des besoins alimentaires et des autres besoins industriels. Il sera donc nécessaire de faire largement appel à des importations d'éthanol (Brésil) ou d'huiles (Sud-Est asiatique, Amérique du Sud). Les États-Unis ont également une politique volontariste de développement de l'usage de biocarburants, avec des aides importantes à la production. Ces aides et l'instauration de quotas d'incorporation ont été sévèrement critiquées par l'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE) dans un rapport récent (Steenblik, 2007).

L'ampleur du problème des biocarburants est à l'origine de trois conséquences quant au développement de ces produits et à l'application de quotas d'incorporation :

– la pesée immédiate sur la production de nourriture, et donc l'élévation du prix des denrées mises dans le commerce mondial. Il ne faut certes pas attribuer l'augmentation du prix des denrées aux seuls biocarburants, mais leur impact est néanmoins incontestable (Guyomard, 2008 ; Runge et Senauer, 2007). Par ailleurs, on risque de retrouver sur les produits alimentaires le contrecoup des fluctuations du prix du pétrole, avec un aspect spéculatif superposé à une augmentation tendancielle très probable ;

– la prise en main du secteur par un petit nombre de grandes entreprises dont les activités s'étendent de la production agricole de masse à la fabrication de biocarburants et au commerce de ces derniers. Son impact le plus négatif se trouve dans la capacité de ces entreprises à produire des biocarburants en achetant de grandes surfaces de terre dans les pays du Sud, et en chassant, plus ou moins légalement, les paysans occupants ;

– la mise en culture de nouvelles terres, dans les mêmes pays du Sud, pour répondre à la demande des importateurs solvables, européens ou américains. Cette mise en culture, inéluctable pour répondre aux quotas élevés d'incorporation, entraîne des dégagements très importants de CO₂ qui auront beaucoup de mal à être compensés par le gain de CO₂ engendré par le remplacement de produits pétroliers. Le temps de retour va de 17 ans pour l'éthanol produit ex-canne à sucre sur la savane brésilienne à 100-400 ans pour l'huile de palme produite sur les forêts tropicales humides du Sud-Est asiatique (Fargione *et al.*, 2008 ; Righelato et Spracklen, 2007 ; Searchinger *et al.*, 2008). Ces chiffres sont tout à fait incompatibles avec l'urgence reconnue qu'il y a à diminuer les émissions mondiales de GES.

Utilisation des biocarburants : autres aspects environnementaux

Nous venons de voir que le remplacement des carburants pétroliers par des biocarburants n'améliorera probablement pas le bilan global d'émission de GES. Sur d'autres aspects de l'environnement, les biocarburants se distinguent peu de n'importe quelle agriculture intensive, à surface égale. Il en est ainsi pour les prélèvements sur la ressource en eau, pour les pollutions résultant de l'usage des engrais et des produits phytosanitaires, et pour les risques de stérilisation des sols.

En matière d'atteinte à la biodiversité les effets pourraient être particulièrement négatifs. La première raison tient au caractère de monoculture, sur de vastes surfaces, que nécessiterait l'approvisionnement des usines de traitement de la biomasse pour fabriquer les carburants. La seconde raison tient à la destruction de forêts tropicales humides. Celle-ci a déjà lieu, pour la production d'huile de palme, qui s'accroît sans cesse pour répondre à la demande d'huile pour la consommation humaine. Elle est amplifiée par la demande d'EMHV. La production de bioéthanol a des effets plus complexes, avec le même résultat : des pans entiers de la forêt sud-américaine sont détruits, non pas directe-

ment pour la culture de canne à sucre, mais pour la culture du soja et pour des pâturages. Tous deux sont chassés de leurs terres en contrecoup de la culture du maïs (aux États-Unis) et de la canne à sucre (au Brésil).

Biocarburants et potentiel mondial de production de biomasse

À l'échelle mondiale, la photosynthèse conduit à une forte production de biomasse. Celle-ci est sollicitée pour des besoins croissants de l'homme – nourriture, énergie (carburants, chauffage), chimie « verte » en remplacement de la pétrochimie, et besoins classiques en perpétuelle augmentation (textiles, matériaux de construction, stimulants et drogues (le seul tabac requiert 0,3 % des terres cultivées !). Des points de vue très divers sont exprimés quant à la capacité de la planète à répondre à tous ces besoins.

À court terme, avec les filières actuelles utilisant une biomasse alimentaire, il est clair que, sauf situations locales exceptionnelles comme le Brésil, la production de biocarburants ne peut être que marginale : l'Agence internationale de l'énergie (AIE) prévoit qu'ils contribuent pour 5 % aux besoins d'énergie pour les transports en 2030 (IEA, 2008). Et la FAO écrit que « *les biocarburants liquides ne sont appelés à remplacer qu'une part infime des approvisionnements mondiaux en énergie* » (FAO, 2008). Cette production marginale peut quand même influencer les approvisionnements en nourriture, et plus fortement le prix des produits alimentaires par le simple jeu de l'offre et de la demande sur une demande à faible élasticité (Gohin, 2007 ; Guyomard, 2008). Il faut aussi voir les rapports de force : le commerce mondial de biocarburants met face à face des acheteurs aux moyens élevés, répondant à la demande des pays développés, et des pays aux ressources très limitées. On n'est donc pas dans une situation angélique de commerce idéal : même s'il semble aberrant que, globalement, on produise beaucoup de biocarburants avec la biomasse agricole, les rapports de force peuvent aboutir à une réalité inverse, en l'absence de gouvernance mondiale. On

peut quand même penser que la production de biocarburants dans les pays riches (États-Unis, UE) aura un aspect positif en diminuant la quantité de surplus agricoles que ces pays expédient dans le tiers-monde, à bas prix, et qui concurrencent durement les paysans locaux. En l'absence de cette concurrence, ces paysans pourraient développer leurs productions pour répondre à la demande locale. L'augmentation du prix des denrées agricoles pourrait être un signal positif conduisant ces paysans à améliorer leurs revenus, et donc à investir pour le développement de la productivité de leur exploitation. Ces aspects ne seront positifs que si les pays du Sud soutiennent des investissements importants dans leur agriculture, et mettent des filets de protection pour assurer la durabilité des exploitations et la nourriture des populations urbaines (FAO, 2008).

Le court terme étant, selon nous, bien cadré dans le sens d'un fort conflit entre production de nourriture ou de biocarburants de première génération, voyons plutôt les perspectives à long terme, faisant l'hypothèse que les carburants pourront être produits, par la filière ligno-cellulosique, à partir de bois, de nombreux produits ligneux et de déchets. La filière n'est pas encore au point, mais elle laisse espérer une production nette de 1 à 2 tep/ha, même sur des terres peu propices à l'agriculture.

La transition entre l'économie mondiale actuelle, reposant largement sur les combustibles fossiles, et une économie du futur lointain, où l'humanité devra faire sans ces combustibles, est examinée par Devin (2007). Cet auteur part de l'importance de l'accumulation de matière carbonée par la photosynthèse végétale terrestre, qui permet le stockage annuel d'environ 60 Gtep, soit cinq fois la consommation annuelle mondiale d'énergie. Cela correspond à un flux, dont il suffirait de divertir de l'ordre de 20 % pour remplacer la totalité de nos combustibles fossiles, sachant qu'une autre partie de ce flux sert à la filière agroalimentaire. Devin distingue la filière agroalimentaire, qui serait susceptible de fournir 4,5 Gtep de produits énergétiques (en sus de l'alimentation), et la filière forestière qui, par une exploitation rationnelle, pourrait sans doute en fournir autant. Les biocarburants seraient produits essentiellement par la filière ligno-cellulosique. Les raisonnements de l'auteur aboutissent à environ 9 Gtep d'énergie carbonée utilisable ; ce chiffre est identique à la consommation

mondiale actuelle d'énergies fossiles. La démarche est optimiste parce qu'elle ne prend pas en compte le coût de la collecte de la biomasse, qu'elle ne se pose pas la question de la durabilité de l'exploitation des sols, et qu'elle considère la planète comme un ensemble unique, sans fractures territoriales. Elle montre quand même que la question d'une exploitation systématique de la biomasse à des fins énergétiques mérite d'être étudiée dans une optique à très long terme.

Des études plus concrètes de la FAO tentent de déterminer les potentiels de production des territoires, classés en zones agroécologiques (Fischer *et al.*, 2001), tenant compte de la qualité des sols, du climat, etc. Cette analyse conclut à l'existence de 3 325 Mha de terres cultivables, dont 774 Mha actuellement occupés par la forêt, alors que 1 505 Mha sont déjà cultivés. Une analyse plus récente (Cirad & Inra, 2008) conclut à la présence de 3 977 Mha cultivables (pour 1 538 Mha de terres cultivées). D'après ces études, il semble possible de doubler les surfaces cultivables, à l'échelle mondiale, ce qui permettrait de répondre au besoin exprimé d'un doublement de la production alimentaire d'ici 2050, tenant compte de l'augmentation de la population mondiale, de la satisfaction de ses besoins énergétiques de base, et de son souhait d'évoluer vers un mode de consommation semblable à celui des pays riches (Hubert et Clément, 2006). Mais il n'y a pratiquement pas de place pour produire des biocarburants sur les terres agricoles, à moins d'augmenter la productivité par hectare, ce qui est tout à fait incertain car les facteurs positifs éventuels, comme l'utilisation de nouvelles variétés et de nouvelles méthodes culturales, seront probablement contrebalancés par les facteurs négatifs tels que le manque d'eau et le réchauffement climatique. La biomasse énergétique pourrait alors être produite par une utilisation des 3 900 Mha de forêt mondiale plus rationnelle qu'actuellement. À 2 tep/ha (les chiffres sont nécessairement très approximatifs), on peut espérer une production de 7,8 Gtep de biomasse forestière, pour les différents usages de celle-ci (bois-énergie, bois d'œuvre, pâte à papier, chimie, biocarburants, etc.). Quelle fraction pourra être consacrée à la production de biocarburant ? Si c'est la moitié, avec un rendement énergétique de 40 %, cela conduirait à 1,6 Gtep de carburant, à comparer à la consommation actuelle de 2 Gtep. Notons toutefois que les projec-

tions actuelles indiquent que la consommation de carburants pour les transports serait de 3,1 Gtep en 2030, et qu'elle pourrait encore croître par la suite.

La situation réelle pourrait être nettement moins favorable. Ainsi, la productivité de 2 tep/ha est une productivité brute : la productivité nette s'obtient en la multipliant par le rendement énergétique, qui est encore inconnu pour la filière ligno-cellulosique. Il pourrait être très faible si l'on exploite des surfaces à faible productivité. Griffon (2007) met en avant d'autres sources de difficulté :

- il fait état d'un accroissement de la demande alimentaire plus important que ne l'indiquent les documents de la FAO ;
- il analyse les problèmes par secteur géographique, en mentionnant les difficultés à établir une répartition mondiale des productions : non-solvabilité des demandeurs, coût du transport des marchandises, impossibilité de transferts massifs de population ;

- et surtout, il met en avant les risques de non-durabilité d'une exploitation intensive des sols. De gros progrès ont été accomplis grâce à la « révolution verte », mais celle-ci semble atteindre ses limites, et une production durable (surtout s'il faut augmenter la productivité par hectare) nécessiterait une révolution « doublement verte », utilisant peu d'intrants, beaucoup de main-d'œuvre, et surtout beaucoup de technicité. Où et à quel rythme trouvera-t-on cette dernière ?

À défaut de pouvoir augmenter la production alimentaire par hectare, il faudrait défricher d'importantes surfaces de forêt, en particulier dans le bassin du Congo et en Amazonie, ce qui limiterait d'autant la biomasse disponible pour l'énergie et poserait de gros problèmes de maintien de la biodiversité mondiale.

Conclusion. Transports ou alimentation : appliquer le principe de précaution

Sur toutes les questions évoquées ci-dessus on trouve dans la littérature des chiffres très variables, signe de grandes incertitudes. Il est quand même manifeste

que, tels qu'ils sont produits actuellement, les biocarburants apportent une réponse très limitée (voire négative) au besoin d'énergie dans les transports et aux problèmes de GES. Mais l'agriculture mondiale est bien faible et bien inorganisée face au secteur de l'énergie : la production de biocarburants se met donc en route, et elle a déjà des effets considérables sur les prix de certains produits alimentaires, sur la fluctuation de ceux-ci en fonction des cours du pétrole, sur la spéculation, sur les déforestations dans certains pays tropicaux, sur la sécurité d'installation de paysans producteurs de cultures vivrières.

Il y a peut-être des marges de manœuvre : exploitation de réservoirs de terres dans plusieurs grandes régions peu peuplées (Canada, Kazakhstan, etc.) ; implantation de cultures au lieu de pâturages extensifs, là où c'est possible ; exploitation rationnelle des forêts et surtout des espaces boisés dispersés. Mais l'incertitude domine, accentuée par les effets possibles des changements climatiques (Mazas, 2007). Face à cela les besoins alimentaires ont un caractère vital, et donc prioritaire. Ces besoins seront durables : il est donc essentiel que l'exploitation des terres soit faite en respectant la capacité productive des sols à long terme. Il nous semble donc essentiel d'appliquer à l'agriculture, concernant les biocarburants, le principe de précaution, qui est souvent invoqué pour des motifs moins essentiels. Cela veut dire :

- cesser le soutien public et les quotas d'incorporation pour les carburants de première génération (Steenblik, 2007). La production des biocarburants actuels correspond à des techniques matures. L'argent public est rare et cher : il faut l'utiliser au mieux et non financer les effets d'aubaine ;

- promouvoir la filière ligno-cellulosique qui, souvent considérée comme une solution d'avenir, devrait faire l'objet de recherches approfondies, avec un soutien public, afin de bien évaluer ses potentiels et ses limites, tant au plan économique qu'au plan de sa concurrence avec les autres usages énergétiques de la biomasse ;

- orienter l'action publique (soutiens financiers et réglementations) vers les 95 % de consommation énergétique des transports que les biocarburants ne pourront pas satisfaire. Et donc, développer tous les transports à faible consommation (transports collectifs, modes doux, véhicules améliorés, motorisation électrique) et réduire au maximum les besoins de transport en faisant payer celui-ci à son vrai coût et en pratiquant un aménagement du territoire moins demandeur en déplacements. Plus généralement, une politique d'optimisation des services énergétiques s'impose à l'échelle mondiale (Laponche, 2006) ;

- limiter les biocarburants à des usages locaux, décentralisés, surtout dans les pays du Sud, dépourvus de réseaux et de pétrole, où les agriculteurs peuvent associer une agriculture vivrière à des productions destinées aux carburants (jatropha, manioc, sorgho, palmier) ;

- soutenir partout une agriculture durable, qui a encore besoin de beaucoup de recherches et d'investissements. ■

Références

Académie des technologies. *Les biocarburants*. Paris : Académie des technologies, 2008. www.academie-technologies.fr/

Ballerini D. *Les biocarburants*. Paris : Editions Technip, 2006.

Cirad; Inra. *Pourquoi une prospective Cirad-Inra sur les systèmes agricoles et alimentaires mondiaux à l'horizon 2050 ?* 2008. www.cirad.fr/upload/fr/communiqu%C3%A9/Cirad-Inra-Agrimonde-FR.pdf

Concawe, Eucar, Joint Research Centre (JRC) *Ispra. Well-to-Wheels Analysis of Future Automotive Fuels and Powertrains in the European Context*. Well-to-Wheels Report. Version 2c, March 2007. <http://ies.jrc.cec.eu.int/WTW>.

Devin B. Peut-on compter sur le « vecteur carbone » pour les carburants liquides du futur ? *Les Cahiers de Global Chance* 2007 ; 23 : 76-83.

FAO. *La situation mondiale de l'alimentation et de l'agriculture*. Rome : FAO, 2008.

Fargione J, Hill J, Tilman D, Polasky S, Hawthorne P. Land clearing and the biofuel carbon debt. *Science* 2008 ; 319 : 1235-8.

Fischer G, Shah M, van Velthuisen H, Nachtergaele F. *Global agro-ecological assessment for agriculture in the 21st century*. Laxenburg (Autriche) : IIASA ; FAO, 2001.

Gohin A. Impact des biocarburants sur l'agriculture européenne. *INRA. Sciences sociales* 2007 ; 2-3 : 7-10.

Gosse G. *Impacts environnementaux des biocarburants*. Ecole d'été de Sauvons le climat, Cabourg, 2008. www.sauvonsleclimat.org/new/spip/IMG/pdf/gosse.pdf

Griffon M. *Nourrir la planète*. Paris : Odile Jacob, 2007.

Guyomard H. http://agrocaburantsdd.insight-outside.fr/presentations/Guyomard_Grenoble%20280108.ppt, 2008.

Hill J, Nelson E, Tilman D, Polasky S, Tiffany D. Environmental, economic, and energetic costs and benefits of biodiesel and ethanol biofuels. *Proc Natl Acad Sci USA* 2006 ; 103 : 11206-10.

Hubert B, Clément O. *Le monde peut-il nourrir tout le monde ?* Versailles : Editions Quae, 2006.

IEA. *Key World Energy Statistics*. Paris : IEA ; OCDE, 2006.

IEA. *Energy technology perspectives*. 2008. Paris : IEA ; OCDE, 2008.

IFP Notes de synthèse du colloque Panorama 2007 : « Quel avenir et quelle place pour les biocarburants ? ». Paris : IFP, 2007. www.ifp.fr/information-publications/notes-de-synthese-panorama/panorama-2007

Jacquet F, Bamière L, Bureau JC, *et al.* Les enjeux du développement des biocarburants dans l'UE. *INRA Sciences sociales* 2007 ; 2-3 : 1-6.

Laponche B. L'énergie dans le monde : enjeux et perspective. In : Jacquet P, Tubiana L, eds. *Regards sur la Terre 2007*. Paris : Presses de Science Po, 2006.

Mathis P. *Quel avenir pour les biocarburants ?* Paris : éditions Le Pommier, 2007.

Mazas C. *Changement climatique et usage des terres*. Paris : ministère de l'Écologie, du Développement et de l'Aménagement durables, 2007. www.ecologie.gouv.fr/IMG/pdf/D4E_200704_ChangementClimatiqueUsageTerres.pdf

Righelato R, Spracklen DV. Carbon mitigation by biofuels or by saving and restoring forests ? *Science* 2007 ; 317 : 902.

Runge CF, Senauer B. How biofuels could starve the poor. *Foreign Affairs* 2007 ; 86 : 41-53.

Searchinger T, Heimlich R, Houghton RA, *et al.* Use of U.S. croplands for biofuels increases greenhouse gases through emissions from land-use change. *Science* 2008 ; 319 : 1238-40.

Steenblik R. *Biofuels, at what cost*. Paris : OCDE, 2007.

UN-Energy. Sustainable bioenergy : a framework for decision makers. New-York : UN, 2007.