"Le Sélectionneur Français" 2007 - 2008 (n° double 58 - 59), **47 - 54**

QUEL AVENIR POUR LES BIOCARBURANTS ? QUELLES CONSEQUENCES POUR L'AGRICULTURE ? UN POINT DE VUE D'ECONOMISTE

Jean-Marc BOUSSARD
Membre de l'Académie d'Agriculture

Naguère – il n'y a guère plus de deux siècles – l'agriculture (au sens large, y inclus les forêts et les pêcheries) était la seule source d'énergie : énergie de traction par la nourriture des bœufs et des chevaux, énergie de chauffage et de cuisine avec le bois, énergie d'éclairage avec l'huile des lampes ou les matières grasses des bougies, etc. Il n'y avait guère que l'énergie hydraulique qui ne fut agricole, et elle ne représentait qu'un appoint. Cette situation a commencé à changer au 19ème siècle avec l'usage massif de la houille, puis au 20ème avec celui du pétrole et du gaz naturel – les « énergies fossiles ».

Le tableau, aujourd'hui est bien différent : l'agriculture s'est libérée de la charge de fournir l'énergie (ou elle a perdu ce magnifique débouché !), et c'est en partie à cela que l'on doit son accroissement de productivité depuis un siècle. D'un autre côté, l'existence du pétrole quasi gratuit (on ne paie pas son coût de production : seulement celui de l'extraction et du transport) a entrainé une formidable croissance de la consommation par tête d'habitant. Dans les pays développés, celle-ci a été multipliée par un facteur de l'ordre de 100 depuis le 18ème siècle. De plus, avec les progrès de l'hygiène, qui diminuent la mortalité infantile, le nombre d'habitants de la Terre a aussi beaucoup augmenté, d'un facteur sûrement inférieur à 100, mais largement supérieur à 10, entrainant un accroissement parallèle des besoins tant alimentaires qu'énergétiques. Le problème est que cette situation ne peut pas durer.

D'abord, les ressources en combustibles fossiles ne sont sûrement pas inépuisables. On commence à craindre une pénurie de pétrole. Il ne faut rien exagérer : du pétrole, il y en a encore pour quelques dizaines d'années avec les techniques actuelles, et sans doute beaucoup plus en exploitant des gisements plus difficiles à atteindre. Mais il faudra bien un jour s'arrêter : autant s'y préparer.

Surtout, il y a « l'effet de serre » : parce que les combustibles fossiles rejettent du gaz carbonique dans l'atmosphère, la température moyenne du globe augmente à la suite d'un phénomène physique compliqué, et ceci est de nature à produire de grandes catastrophes. En vérité, on ne sait pas où le processus va s'arrêter, ni même s'il va le faire : que la température moyenne de la surface terrestre passe de 15 à 50°C est un très petit évènement à l'échelle du système solaire, et d'ailleurs, on ne sait pas vraiment pourquoi il ne se produit pas. Mais si la surface de la terre passe à 50°C, l'humanité toute entière disparaît : il ya donc lieu d'être prudent, et de tout faire pour éviter ce type de phénomène ! La meilleure chose pour cela est sûrement d'arrêter le plus vite possible l'espèce d'incendie séculaire que représente au fil des ans la combustion de milliards de milliards de tonnes de pétrole et de charbon enfouies dans les profondeurs géologiques depuis des millions d'années.

Ces deux sortes de considérations conduisent donc à bannir pétrole, charbon et gaz naturel de nos sources d'apprivoisement en énergie, et à les remplacer par autre chose. Ne peut-on songer pour cela à revenir à la situation antérieure, avec l'agriculture comme seule ou essentielle source d'énergie ? L'idée est d'autant plus séduisante que :

- Cette solution avait satisfait l'humanité pendant plus de 10000 ans,
- Elle évite à chaque nation de dépendre de quelques états détenteurs des ressources pétrolières et susceptibles de s'en servir comme moyen de chantage, alors que la production agricole peut se faire partout,
- Les secteurs agricoles sont souvent en « surproduction », au point de constituer un cauchemar pour les hommes politiques.

Dans ces conditions, utiliser massivement les « biocarburants » (ou les « agrocarburants », comme certains veulent les appeler) est bien tentant. Mais est-ce possible, et est-ce durable (c'est-à-dire durer pendant longtemps) ? Telle est la question à examiner ici. Nous commencerons par reprendre les arguments en faveur de l'utilisation des biocarburants, puis nous examinerons les raisons pour lesquelles cette solution semble problématique.

1 - POURQUOI LES BIOCARBURANTS SEMBLENT-ILS CONSTITUER UNE BONNE SOLUTION ?

1.1 Leur efficacité énergétique ne fait pas de doute

A l'heure actuelle, avec du pétrole aux alentours de 60 $ le baril à l'heure où nous écrivons[1], il est vrai que les combustibles « verts » ne sont rentables qu'à la condition d'être détaxés (alors que les combustibles pétroliers le sont fortement). On en a déduit que « l'efficacité énergétique » de ces produits était mauvaise, et qu'il fallait pour les produire plus de pétrole qu'ils n'en économisaient. Cela n'est pas vrai. Si, les autres prix restant constants, le pétrole monte autour de 100 $ le baril (sensiblement moins pour l'éthanol brésilien), toutes les études montrent que les biocarburants sont compétitifs face aux produits dérivés du pétrole sans détaxation spéciale. Cela ne serait pas le cas s'ils consommaient plus de pétrole qu'ils n'en produisent.

Le tableau ci-dessous, extrait d'une étude de l'INRA[2] (qui reprend elle-même des chiffres fournis par l'ADEME et un ensemble d'organismes internationaux comme la Communauté européenne et le CONCAWE (une association professionnelle de producteurs automobiles) le montre d'ailleurs très bien : quelle que soit la méthode choisie pour l'évaluation, le rapport entre la quantité d'énergie disponible dans le biocarburant et celle qui est nécessaire pour le produire est largement supérieure à 1.

Tableau 1 : Rendement énergétique selon les modalités de prise en compte des co-produits

	Méthode comptable[3]	Méthode systémique[4]
Ethanol de blé	2,04	1,19
Ethanol de betterave	2,04	1,28
Esters méthyliques d'huiles végétales	2,99	2,5

1.2 Les besoins en carburant vont augmenter

[1] Du moins, était-ce le cas pour la première version de ce document. Deux mois plus tard, il était plutôt autour de 80. Peut être sera-t-il à 150 lorsque le livre paraitra. Mais peut-être aussi sera-t-il retombé à 50…
[2] Cf Sourie et al, 2005
[3] Cf ADEME-DIREN (2002)
[4] Cf CONCAWEet al. (2006), modifié par INRA

Tandis que les consommations annuelles d'énergie par tête d'habitant des pays les plus développés sont de l'ordre de 8 tonnes d'équivalent pétrole, celles des habitants des pays en voie de développement sont de l'ordre de 0,2. Il n'y a aucune raison d'interdire à un indien ou à un chinois pauvre d'atteindre un niveau de consommation semblable à celui d'un américain (d'ailleurs, les chinois riches ne s'en privent pas !). Cela signifie qu'il existe un formidable potentiel de consommation énergétique, qu'il faudra bien satisfaire un jour… Peut être les biocarburants peuvent-ils y contribuer, si modestement soit-il ?

1.3 Les biocarburants sont « propres »

De plus, ils sont « propres ». Sans doute, en brûlant, émettent-ils des gaz à effet de serre comme tout combustible. Mais le gaz carbonique qu'ils émettent, à la différence de celui des combustibles fossiles, a été retiré de l'atmosphère, par la photosynthèse, au cours des mois ou des années qui précèdent (au lieu des temps géologiques dans le cas du charbon ou du pétrole). C'est pourquoi ils sont bien plus « propres » que les combustibles fossiles.

1.4 On a besoin de combustibles liquides

Bien entendu, on pourrait songer à remplacer les moteurs à explosion par des moteurs absolument propres, comme les moteurs électriques (en admettant – ce doit être possible – que l'électricité soit elle-même obtenue par des moyens « propres ») : mais la chose semble difficile tant que l'on ne sait pas stocker l'électricité dans des batteries légères et peu encombrantes. En attendant, les carburants liquides restent un outil de choix pour stocker de l'énergie, en particulier dans les moyens de transport.

1.5 Le Brésil a donné l'exemple[5],

Au cours des 25 dernières années, ce pays a pu lancer en vraie grandeur un programme important de substitution du pétrole par de l'alcool de canne à sucre dans le double but d'assurer son indépendance énergétique et d'utiliser au mieux ses ressources locales, en particulier de terre et de main d'œuvre. En dépit du scepticisme ambiant, le plan « proalcool » s'est développé de façon à satisfaire une fraction très significative des besoins en énergie de traction du pays. Cela s'est fait sans ruiner le pays comme le prévoyaient les cassandres (que n'a-t-on brocardé les brésiliens dans les cercles internationaux de la Banque Mondiale et du FMI pour « acheter à 60 $ ce que l'on pouvait se procurer à 30 $ sur les marchés » !), à cause de la hausse du prix du pétrole et de la baisse des cours du sucre, comme le montre la Figure 1.

Cet heureux précédent incite à creuser l'idée. Mais où sont les problèmes ?

2. LES BIOCARBURANTS SONT ILS A LA HAUTEUR DU PROBLEME ?

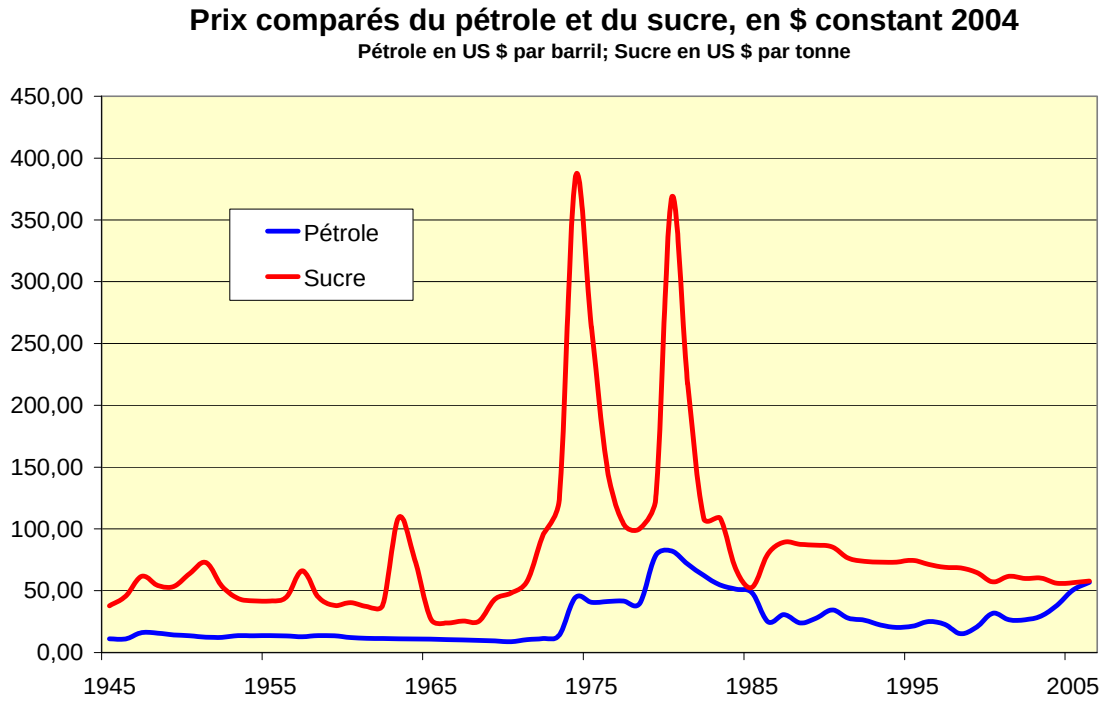
Hélas, une étude attentive de la question aboutit rapidement à relativiser les raisonnements précédents.

S'agissant d'abord de l'expérience brésilienne, il faut noter qu'elle s'est déroulée dans des conditions assez particulières : un pays pauvre et chaud, donc avec des besoins énergétiques solvables par tête plutôt faibles, et de plus peu peuplé, avec de grandes surfaces disponibles par habitant : ces conditions facilitaient considérablement la chose. En outre, le « plan Proalcool » n'a permis de satisfaire qu'une partie assez faible des besoins totaux : seulement une fraction de l'énergie de traction

[5] Voir Bertrand et Théry (2007)

automobile[6]. Une telle solution est elle généralisable à l'échelle d'un pays comme la France, ou, *a fortiori*, au niveau mondial ?

Figure 1 : Evolution des prix mondiaux du pétrole et du sucre



Sources : calculs de l'auteur à partir de Deaton et Laroque (2003) et BP statistical review of world energy

La réponse est sûrement négative, comme le montre le tableau 2. Sur la première ligne, on voit les disponibilités en terre susceptibles de fournir de la biomasse[7]. La ligne 1bis donne la production d'énergie primaire en tonne d'équivalent pétrole, sous l'hypothèse (sans doute optimiste) d'un rendement de 2 tonnes d'équivalent pétrole par ha des superficies indiquées. Ces ressources sont à rapprocher des consommations indiquées dans les lignes suivantes.

A l'évidence, on est loin du compte. On y voit d'abord la situation particulière du Brésil : Ce pays aurait théoriquement pu assurer la totalité de son indépendance énergétique par l'utilisation de la biomasse en 1980 et en 2000, contrairement à la France et au Monde, qui en sont loin même en 1980. De fait, en consacrant la totalité de ses terres à la production d'énergie, sous ces hypothèses optimistes, la France n'aurait pu couvrir qu'un tout petit peu plus d'un tiers de sa consommation en énergie de 1980, et le quart en 2000. Pour le monde, le ratio est un peu meilleur, grâce à la faible consommation moyenne par tête, elle-même une conséquence de l'extrême pauvreté de la grande majorité des habitants du monde. Mais que la consommation moyenne mondiale se hausse au niveau français, et la biomasse devient tout à fait insuffisante. Même le Brésil est alors au bord de la pénurie, avec une production maximale de 1200 pour une demande de 904. Encore, évidemment, est il tout à fait irréaliste de supposer que la totalité des terres arables et des forêts puisse être affectée à la production d'énergie…

[6] Cf USDA-GAIN report BR6001 (http://www.fas.usda.gov/gainfiles/200602/146176813.pdf) : le plan Proalcool n'a jamais intéressé que les voitures particulières, à l'exclusion des camions et autres moyens de transport lourds.

[7] Il s'agit des terres arables et des forêts, à l'exclusion du non agricole, des landes et friches, des prairies permanentes et des cultures spéciales comme la vigne. C'est sans doute discutable, mais cela résulte des conventions de la source, nécessaires pour évaluer les trois colonnes de la même façon.

Tableau 2 : Consommation d'énergie et surfaces disponibles pour la biomasse en France, au Brésil et dans le Monde

	France	*Brésil*	*Monde*
(1)Surfaces disponibles (Millions d'ha)	**33**	**597**	**5363**
(1bis) Production possible si 2TEP par ha	**66**	**1200**	**10700**
(2)Consommation par tête 1980 (tonnes d'équivalent pétrole)	**3,48**	**0,91**	**1,62**
(3)Consommation par tête 2000 (tonnes d'équivalent pétrole)	**4,03**	**1,07**	**1,69**
(4)Population 1980 (millions)	**54**	**121**	**4277**
(5)Population 2000 (millions)	**59**	**170**	**6054**
(6)Consommation nationale d'énergie primaire 1980 (Millions de TEP)	**188**	**111**	**6930**
(7)Consommation nationale d'énergie primaire 2000 (Millions de TEP)	**257**	**183**	**9886**
(8)Population 2020 hypothétique (millions)	**62**	**210**	**7419**
(9)Consommation par tête 2020 (hypothétique, en TEP)	**4,03**	**4,03**	**4,03**
(10)Consommation nationale prévisible 2020 (millions de tonnes d'équivalent pétrole)	**268**	**904**	**31901**

Sources :
Ligne 1 : Cf. Rapport sur le développement dans le monde 2003, Banque mondiale, table 3_1 pour les cultures, table 3_4 pour les forêts
Ligne 2 et 3 : Cf. rapport sur le développement dans le monde 2003, table 3_7:
Ligne 4 et 5 : Cf. rapport sur le développement dans le monde 2003 dossier « pop ».
Lignes 6 et 7 : Cf. rapport sur le développement dans le monde 2003, table 3_7.
Lignes 8 à 10 : Hypothèses et calculs de l'auteur
Hypothèses
Rendements biomasse : 2 tonnes d'équivalent pétrole par ha (très optimistes !), d'où 1ha = 1 TEP de production potentielle
Population 2020 : prévisions démographiques Banque Mondiale (elles aussi optimistes, dans le sens d'une sous estimation).
Consommations d'énergie par tête en 2020 : les mêmes qu'en France 2000

Ces chiffres impliquent donc que la biomasse ne saurait en aucun cas être « la » solution à la pénurie énergétique qui se manifesterait en l'absence de sources fossiles. Cela implique aussi qu'il faudra, le cas échéant, trouver d'autres sources, ce qui devrait être de nature à tempérer les enthousiasmes pour la biomasse : il faudra bien, d'une façon ou d'une autre, que ces énergies alternatives soient « compétitives » et par conséquent la biomasse, même si elle utilisée comme force d'appoint, sera toujours, dans le meilleur des cas, à la limite de la compétitivité.

3 - LES CONSEQUENCES POSSIBLES D'UNE PRODUCTION EXCESSIVE DE BIOENERGIE

Mais il y a plus. L'engouement actuel pour les « biocarburants » va sans aucun doute conduire à la multiplication des projets de toute sorte dans ce domaine. Or si, en France, on décidait soudain de satisfaire 20 % des besoins en énergie des transports par l'intermédiaire de la biomasse, il faudrait y consacrer 10 millions d'hectares sur un total de 33, soit une diminution de la production agricole de l'ordre de 1/3. En admettant que le France soit un état isolé, avec une élasticité du prix des produits agricoles de l'ordre de 3 (si l'offre se réduit de 1%, le prix augmente de 3 %) une baisse de l'offre de cet ordre serait de nature à conduire à une hausse des prix agricoles de l'ordre de 100 %. Même compte tenu du fait que les hausses de prix des denrées agricoles sont amorties par la filière

aval, cela représenterait encore une hausse du prix de l'alimentation de l'ordre de 50 % ou plus… Il est bien peu vraisemblable qu'un pareil choc soit toléré.

Bien sûr, la France n'est pas un état isolé, et il serait sans doute possible d'essayer d'importer des denrées alimentaires. Mais comme les pays fournisseurs seraient dans une situation analogue, on ne voit pas où serait l'avantage… Certes, le Brésil aurait temporairement un « avantage comparatif » important. Mais cela ne pourrait pas durer bien longtemps, et, en 2020, tout le monde se retrouverait dans la même situation ou à peu près : le calcul précédent au niveau mondial conduirait à devoir trouver 0,4 milliard d'hectares de cultures énergétiques sur les 5 milliards disponibles pour assurer 20 % des 20 % affectés aux transports de la consommation énergétiques globale de 10 milliards de TEP en 2000. En gros, cela représenterait une baisse de 10 % de la production agricole mondiale d'autres cultures, ce qui, toujours avec la même convention, laisse envisager une hausse de 30 % des prix correspondants… Et naturellement, l'ampleur du désastre serait bien plus grande si, au lieu des 10 milliards de TEP « référence 2000 », on prenait les 30 milliards référence 2020, avec un monde à la fois plus peuplé et plus riche (on retrouve alors les hausses de 100 % envisagées pour la France)…

Entre temps, du reste, les emballements spéculatifs de prix, suivis de chutes spectaculaires auraient ruiné un très grand nombre de gens, et provoqué des souffrances considérables, en particulier aux pauvres, qui subiraient de plein fouet les hausses de prix alimentaires.

CONCLUSION

Ainsi, en dépit des apparences, à moins de progrès tout à fait spectaculaires dans la capacité des plantes à convertir l'énergie solaire[8], il ne semble pas que la « biomasse » soit de nature à résoudre les problèmes énergétiques prévisibles au cas où l'effet de serre serait pris au sérieux, ou encore si les combustibles fossiles se révélaient réellement rares (ce qui n'est pas démontré, du moins dans un avenir prévisible). Il n'en demeure pas moins que l'instabilité des prix pétroliers, ou certaines circonstances particulières (proximité, qualité du produit, circuit court, etc…), sont de nature à créer une certaine demande pour de petites quantités de produits de la biomasse, et qu'il serait très dommage de laisser passer de telles occasions. C'est pourquoi il ne serait sûrement pas habile de cesser les recherches dans ce domaine. Il est même probable qu'il convient d'encourager les expériences « en vraie grandeur » comme cela se fait dans diverses régions françaises. Il n'en faut pas moins savoir raison garder, et ne pas faire au public de promesses inconsidérées.

Une autre conclusion de la réflexion précédente est que l'ère des grandes tempêtes sur l'agro-alimentaire est bien loin d'être close. Il est clair en effet que très peu d'opérateurs se satisferont de l'analyse précédente quand ils verront les marchés des produits pétroliers exploser de façon à rendre très profitables les cultures énergétiques aux prix courants. Ils se lanceront alors dans l'aventure, « ne croyant que les messages du Marché ». Ils se retrouveront bientôt en situation difficile, lorsque le marché aura intégré les données précédentes. Et non seulement eux-mêmes, mais encore tous les consommateurs, et sans doute aussi d'autres producteurs qui ne les auront pas suivis, paieront quand même les pots cassés…

Enfin, la dernière et la plus importante des conclusions à tirer de ce qui précède est qu'il serait bien imprudent de relâcher l'effort sur la recherche dite agronomique, spécialement publique, dans tous ses aspects. La tentation est grande, en effet, du fait de l'abondance retrouvée depuis

---

[8] Michel Griffon (2007) dit à peu près la même chose d'une autre façon en calculant les accroissements de rendements qui seraient nécessaires pour, à la fois, produire de la biomasse, et satisfaire les besoins alimentaires prévisibles à l'horizon 2020. Dans tous les cas, ces accroissements sont impressionnants. Peut-être la mise au point de cultures capables de se contenter de très peu d'eau tout en ayant une activité photosynthétique importante serait elle de nature, en autorisant la mise en production des déserts, à résoudre une partie du problème. Mais il s'agit là de science fiction.

beaucoup moins d'un siècle, de considérer qu'il est temps de passer à autre chose. Il importe de rappeler que ces acquis sont en réalité extrêmement fragiles, et à la merci d'un rétrécissement du cadre naturel comme celui auquel nous devons nous préparer (alors que les situations de « surproduction » contemporaines ont aussi été la conséquence d'un formidable élargissement du cadre naturel lié à la possibilité de mettre en culture les « terres vierges » d'Amérique, d'Australie et d'ailleurs, aussi bien que de la mise à notre disposition des surfaces libérées, comme on l'a vu, par le pétrole). Il est donc essentiel, pour éviter que le Monde ne se retrouve prochainement dans la situation de la fin du Moyen Age, de disposer de capteurs solaires d'une efficacité sans égale. Pour cela, il faudra mobiliser d'énormes connaissances en biologie fondamentale. Du fait de la très grande volatilité des prix, qui interdit tout calcul à long terme, il est tout à fait illusoire de croire que la recherche privée, pilotée par le marché, pourra y contribuer de façon significative.

"Journée de l'ASF du 1er février 2007"
"Nouveaux objectifs de sélection face aux enjeux climatiques, énergétiques et environnementaux de demain"

REFERENCES

ADEME DIREN (2002) *Bilan énergétique et gaz à effet de serre : les filières biocarburant en France* Document « .pdf » disponible sur internet : http://www.ademe.fr/partenaires/agrice/publications/documents_francais/synthese_bilans_energetiques_fr.pdf

Bertrand, J.P. et H. Thery (2007) *La politique brésilienne des carburants d'origine végétale : un pari sur l'éthanol* Document de travail , INRA(MONA) et CIRED.

CONCAWE, EC, WTW, EUCAR (2006) : *Well to wheel analysis of future automotive fuels and powertrains in the european context* . Document ".Pdf " disponible sur Internet : http://ies.jrc.ec.europa.eu/wtw.html.

Deaton,A. et G. Larocque (2002) : *A model of commodity prices after sir Arthur Lewis*

discussion paper, Princeton University program on development studies, Princeton(USA) et INSEE, Paris France.

Griffon M. (2007) *Alimentation et énergie issue de la biomasse : disposera-t-on de l'espace et des ressources nécessaires en 2050 ?* Note rédigée à partir de travaux réalisés dans le cadre du projet européen ULCOS sur les énergies alternatives pour les usages des industries

Sourie, J.C., D. Treguer, et S. Rozakis (2005): *L'ambivalence des filières biocarburant* INRA-Sciences Sociales **20(**2) dec. pp1-4