

## Pierre RAINELLI

Ingénieur agronome et docteur en sciences économiques. Directeur de recherche honoraire en économie à l'Institut National de la Recherche Agronomique (INRA) et consultant à l'IFRI, il participe aujourd'hui aux

réflexions de *Notre Europe* sur l'avenir de la PAC. Auteur de nombreux ouvrages il vient de publier *L'Agriculture de demain. Gagnants et perdants de la mondialisation* aux éditions du Félin (Février 2007).

coopération, compétition, solidarité

## L'avenir des biocarburants et incidences sur l'équilibre des marchés agricoles

Avant d'engager le débat sur les propositions de réforme de la PAC, *Notre Europe* publie une série de diagnostics pour anticiper et comprendre le cadre de l'activité agricole après 2013. Dans cette étude, Pierre Rainelli analyse les conditions économiques de leur développement, étroitement relié aux prix du pétrole. Il présente ensuite les incidences que pourrait avoir la généralisation des cultures à vocation énergétique sur l'équilibre des marchés agricoles, selon différentes hypothèses techniques et fiscales.

Deuxième volet du « diagnostic énergétique » du projet PAC 2013, l'Avenir des biocarburants et les incidences sur l'équilibre des marchés agricoles permet d'évaluer la promesse faite par les biocarburants à l'agriculture européenne.

[www.notre-europe.eu](http://www.notre-europe.eu)  
e-mail : [info@notre-europe.eu](mailto:info@notre-europe.eu)

## L'avenir des biocarburants et incidences sur l'équilibre des marchés agricoles

Pierre RAINELLI





**L'avenir des biocarburants  
et incidences sur l'équilibre  
des marchés agricoles**

par Pierre RAINELLI

**PIERRE RAINELLI**

INGÉNIEUR AGRONOME ET DOCTEUR EN SCIENCES ÉCONOMIQUES. DIRECTEUR DE RECHERCHE HONORAIRE EN ÉCONOMIE À L'INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE (INRA) ET CONSULTANT À L'IFRI, IL PARTICIPE AUJOURD'HUI AUX RÉFLEXIONS DE *NOTRE EUROPE* SUR L'AVENIR DE LA PAC. IL A RÉALISÉ DE NOMBREUX TRAVAUX EN ÉCONOMIE RÉGIONALE ET ÉCONOMIE DE L'ENVIRONNEMENT AVANT DE CONSACRER SES RECHERCHES À LA LIBÉRALISATION DES ÉCHANGES ET AUX BIOCARBURANTS.

AUTEUR DE NOMBREUX OUVRAGES IL VIENT DE PUBLIER *L'AGRICULTURE DE DEMAIN. GAGNANTS ET PERDANTS DE LA MONDIALISATION* AUX ÉDITIONS DU FÉLIN (FÉVRIER 2007).

## Notre Europe

*Notre Europe est un laboratoire de pensée indépendant dédié à l'unité européenne. Sous l'impulsion de Jacques Delors, l'association a l'ambition depuis 1996 de « penser l'unité européenne ».*

*Il s'agit de contribuer aux débats d'actualité avec le recul de l'analyse et la pertinence des propositions d'action en vue d'une union plus étroite des peuples d'Europe. Il s'agit également de promouvoir l'implication active des citoyens et de la société civile dans le processus de construction communautaire et l'émergence d'un espace public européen.*

*Dans cette optique, Notre Europe mène des travaux de recherche, produit et diffuse des analyses sous formes de courtes notes, d'études et d'articles, et organise des rencontres publiques et des séminaires de réflexion. Ses analyses et propositions se concentrent autour de quatre thématiques :*

- *Visions d'Europe : la méthode communautaire, l'approfondissement et l'élargissement de l'Union européenne, le projet européen sont une œuvre en perpétuel mouvement. Notre Europe s'efforce de tracer une voie dans la multitude des futurs possibles.*
- *La démocratie européenne en action : la démocratie se construit au quotidien. Notre Europe croit que l'intégration européenne concerne tous*

*les citoyens, acteurs de la société civile et niveaux d'autorité dans l'Union et cherche donc à dégager les voies pour démocratiser la démocratie européenne.*

- *Coopération, compétition et solidarité : « La compétition qui stimule, la coopération qui renforce et la solidarité qui unit » sont l'essence du contrat européen selon Jacques Delors. Fidèle à cette vision, Notre Europe explore et avance des solutions innovantes en matière économique, sociale et de développement durable.*
- *Europe et gouvernance mondiale : modèle original de gouvernance dans un monde de plus en plus ouvert, l'Union européenne a un rôle croissant à jouer sur la scène internationale et pour le développement d'une gouvernance mondiale efficace, que Notre Europe contribue à définir.*

*Successivement présidée par Jacques Delors (1996-2004), Pascal Lamy (2004-05), et Tommaso Padoa-Schioppa (depuis novembre 2005), Notre Europe vise une stricte indépendance de pensée et œuvre dans le sens du bien public. C'est pourquoi l'ensemble de ses travaux est accessible gratuitement via son site Internet, en français et en anglais : [www.notre-europe.eu](http://www.notre-europe.eu).*

Cette publication a été réalisée avec le soutien de la Fondation FARM.

## Avant-propos

---

Les biocarburants, ces énergies renouvelables découvertes avec le moteur à explosion et mis au ban de l'industrie automobile au milieu du XIX<sup>ème</sup> siècle, sont rappelés sur le devant de la scène énergétique européenne et mondiale depuis le début des années 2000. Longtemps boudés par des économies abreuvées d'un pétrole ultra-compétitif, les carburants issus de matières premières végétales voient leur pertinence ressuscitée, à l'heure de la lutte en faveur de la réduction des gaz à effet de serre, de la pression accrue sur les prix du pétrole et des risques croissants engendrés par la dépendance énergétique de l'Union. Les mesures communautaires, proposées à des fins climatiques et énergétiques pourraient à moyen terme bouleverser les perspectives des agriculteurs européens, en quête de nouveaux débouchés et soucieux de redorer une image quelque peu ternie par les problèmes de pollution engendrés par leur activité.

La Commission européenne présentait le 10 janvier 2007 son « Plan d'action énergétique ». Ce plan propose d'inclure 20 % d'énergies renouve-

lables dans le bouquet énergétique de l'UE et d'obliger les Etats membres à incorporer 10% de biocarburants dans celui des transports d'ici à 2020. Parvenir à de tels seuils exigera des Européens qu'ils parviennent à mobiliser à la fois une partie de leurs ressources publiques pour assurer le développement de ces nouvelles énergies et une partie des terres arables afin de les consacrer aux cultures à vocation énergétique. Par ailleurs l'ouverture de « l'examen de santé » de la Politique Agricole Commune et des débats sur les nouvelles orientations de l'agriculture européenne, en 2008-2009, rapproche l'échéance des choix stratégiques pour l'agriculture européenne de demain et invite à étudier sérieusement les perspectives offertes aux agriculteurs par les biocarburants.

Dans le cadre du programme d'études PAC 2013, qui vise à élaborer des propositions de réforme et de financement de la politique agricole, Notre Europe analyse dans une première phase les profonds changements qui ont modifié le cadre de l'activité agricole depuis la naissance de la PAC en 1962 et dont les biocarburants font partie. Dans la présente étude, Pierre Rainelli va au-delà de l'enthousiasme rhétorique souvent de mise à leur sujet en analysant dans un premier temps les conditions économiques de leur développement (relativement aux prix du pétrole) ; dans un second temps, les incidences de la généralisation de ces cultures sur l'équilibre des marchés agricoles, selon différentes hypothèses fiscales et techniques.

Cette étude, permet ainsi de décrypter les enjeux et les dilemmes auxquels les Européens auront à faire face lors des débats sur la place à donner aux biocarburants, au sein de l'agriculture européenne de l'après-2013.

## Table des matières

<b>Introduction</b>	<b>P. 9</b>
<b>Quelques rappels techniques</b>	<b>P.11</b>
<b>I - Le marché des hydrocarbures et la place des biocarburants</b>	
<b>1.1 Le marché du pétrole</b>	<b>P. 15</b>
- Bref historique	<b>P. 15</b>
- La demande pétrolière	<b>P. 17</b>
- L'offre pétrolière	<b>P. 17</b>
- Quel niveau de prix envisager à moyen terme ?	<b>P. 19</b>
<b>1.2 Les conditions de la rentabilité</b>	<b>P. 20</b>
- Politiques d'encouragement des biocarburants : bref panorama <sup>1</sup>	<b>P. 20</b>
- Coût de production des biocarburants	<b>P. 24</b>
- Discussion	<b>P. 28</b>
<b>II - Hausse du prix du pétrole, développement des biocarburants et équilibres agricoles</b>	
<b>2.1 Effets du prix du pétrole sur les équilibres agricoles en l'absence de contrainte d'incorporation des biocarburants</b>	<b>P. 31</b>
- Discussion	<b>P. 35</b>
<b>2.2 Effets d'une contrainte d'incorporation des biocarburants sur les équilibres agricoles</b>	<b>P. 36</b>
- Les surfaces en cultures énergétiques	<b>P. 36</b>
- Effet sur les prix	<b>P. 39</b>
<b>2.3 Effets d'un élargissement des sources énergétiques à l'ensemble de la biomasse</b>	<b>P. 42</b>
- Les perspectives de valorisation de la biomasse grâce aux bioraffineries	<b>P. 42</b>
- Biomasse et biocarburant	<b>P. 46</b>
<b>Conclusion</b>	<b>P. 51</b>
<b>Bibliographie</b>	<b>P. 55</b>

<sup>1</sup> Cette section s'appuie sur le travail de Von Lampe OCDE, 2006

## Introduction

---

**C**rise énergétique et changement climatique projettent au premier plan les biocarburants, relançant ainsi de manière spectaculaire les débouchés agricoles à un moment où l'agriculture de nos pays développés doute d'elle-même. Toutefois, le développement des biocarburants est susceptible de bouleverser les perspectives agricoles et alimentaires mondiales : la concurrence dans l'utilisation des terres entre la production agricole traditionnelle et la production à des fins énergétiques, risque d'avoir un impact considérable sur les marchés mondiaux. Cette révolution inverserait la baisse tendancielle des prix agricoles et par un effet mécanique, éclaircirait l'horizon des agriculteurs des pays riches mais menacerait l'alimentation d'une fraction de l'humanité.

La question de l'avenir des biocarburants et de leur place parmi les autres ressources énergétiques ne peut pas s'envisager indépendamment du prix du pétrole. Car c'est la perspective de cours élevés des hydrocarbures qui justifie le développement de cette nouvelle source d'énergie, avant que

n'entrent en jeu les préoccupations relatives à l'indépendance énergétique ou à l'environnement. Nous consacrerons donc la première partie à la présentation des fondamentaux du marché des hydrocarbures avant d'envisager la place potentielle des biocarburants dans le futur.

Dans la seconde partie nous tenterons d'évaluer les conséquences du développement des biocarburants sur les équilibres agricoles, au regard des politiques économiques et des réglementations mises en place. En matière d'utilisation des terres, la concurrence dépend très étroitement du choix des filières de production des biocarburants et des progrès techniques tant dans les cultures que les processus de transformation. Ces points seront par conséquent intégrés à l'analyse.

## Quelques rappels techniques

---

**O**n peut distinguer succinctement deux grandes filières de production opérationnelles :

La filière éthanol basée sur des cultures fournissant une matière capable de fermenter, transformant ainsi le sucre en éthanol qui servira aux moteurs à essence. Il s'agit soit de céréales dont l'amidon va donner par hydrolyse du sucre, ou de la betterave sucrière ou de la canne à sucre, où l'on obtient directement du sucre. Dans une seconde phase intervient la distillation qui sépare l'alcool de l'eau.<sup>1</sup>

La filière Esters Méthyliques d'Huile Végétale, ou « EMHV », destinés aux moteurs de type diesel. Ces esters sont obtenus en Europe par réaction de l'huile provenant du colza ou du tournesol, avec un alcool en présence d'un catalyseur (transestérification). Toutes les plantes oléagineuses, comme le soja ou le palmiste, sont susceptibles de fournir ces esters. L'alcool utilisé dans cette opération est aujourd'hui le méthanol et l'on

<sup>1</sup> Par simplification nous n'évoquerons ni les possibilités d'utilisation de l'alcool pur ou en mélange avec le carburant conventionnel ni du recours à l'Ethyl-Tertio-Butyl-Ether ou « ETBE » qui, incorporant pour moitié des produits d'origine fossile, apparaît comme un substitut partiel.

obtient pour coproduit, à côté de l'EMHV, de la glycérine. Tout comme pour l'éthanol on peut utiliser les EMHV purs ou en mélange.

En termes d'efficacité énergétique<sup>2</sup>, on constate des écarts sensibles selon les filières. Écarts intrinsèques, mais aussi écarts provenant du mode de calcul. Ainsi dans le cas de l'éthanol-maïs, Pimentel et Patzek (2005) arrivent à un rapport négatif, estimant qu'il faut 29 % supplémentaire d'énergie fossile que ce qui est produit. Pour le biodiesel de soja il faudrait 27 % d'énergie en plus. Mais Farrell et al., (2006) reprenant les résultats de 6 études concernant l'éthanol-maïs mettent en évidence certains manques ou l'omission de la valeur énergétique des coproduits, comme c'est le cas chez Pimentel et Patzek. Les 6 études mises à plat et reprises dans une méta-analyse aboutissent à une efficacité énergétique positive, mais assez faible (5 à 26 %).

La question des coproduits n'est pas simple car évidemment on ignore l'énergie fossile réellement consommée pour les obtenir. La méthode la plus simple consiste à faire une règle de trois en affectant un montant d'énergie proportionnellement aux quantités de produits obtenues. Toutefois ce procédé étant quelque peu sommaire, il est préférable de procéder en diminuant le total de l'énergie fossile utilisée du montant correspondant au produit auquel se substitue le coproduit. On estime ainsi le coproduit de l'ester de colza (tourteau de colza) sur la base du tourteau de soja qu'il aurait fallu importer autrement.

Selon cette méthode l'efficacité énergétique de l'éthanol de blé est de 1,19 ; celle de l'éthanol de betterave de 1,28 et celle de l'ester de colza de 2,5 (Sourie, Tréguer, Rozakis, 2005). L'éthanol de canne à sucre a une efficacité qui dépasse 8 car les résidus de la canne, la bagasse, permettent non seulement de procéder à la transformation en éthanol, mais aussi de produire de l'électricité qui est vendue.

<sup>2</sup> C'est à dire le rapport entre l'énergie nécessaire à tous les stades pour obtenir le biocarburant et l'énergie fournie par le biocarburant.

Au Brésil cette source d'énergie s'avère même plus intéressante que l'hydroélectricité avec un coût de 719 \$ par KW installé, contre 820 dans le cas de l'énergie d'origine hydraulique (Kaltner et al., 2005).

En termes de substitution du pétrole il est évident que l'efficacité énergétique est un paramètre clé. Mais dans le choix de la filière doit aussi intervenir le rendement énergétique par hectare de culture servant à produire le biocarburant, ce que l'on verra plus en détail dans l'étude des conséquences d'une concurrence entre production de biocarburants et offre alimentaire.

Reste un autre élément dans le choix des biocarburants et de l'évaluation de leur rentabilité, qui est celui de la réduction des émissions de gaz à effet de serre, notamment le CO<sub>2</sub>. Là aussi on peut faire un bilan en rapportant la quantité de gaz absorbée par la plante énergétique lors de son cycle végétatif sur la quantité de gaz émise lors de la combustion du biocarburant. Pour l'éthanol-maïs les travaux de Farrell et al., (2006) aboutissent à un gain de 23 %, sachant qu'il existe une assez grande incertitude, le bilan pouvant même être négatif !

## I - Le marché des hydrocarbures et la place des biocarburants

---

La place des biocarburants par rapport aux hydrocarbures est d'abord fonction des rapports de prix entre ces deux types d'énergie. Ceci amène à examiner dans un premier point le marché du pétrole. Nous tentons ensuite de déterminer les conditions de rentabilité des diverses filières d'éthanol et de biodiesel.

### 1-1 Le marché du pétrole

#### Bref historique

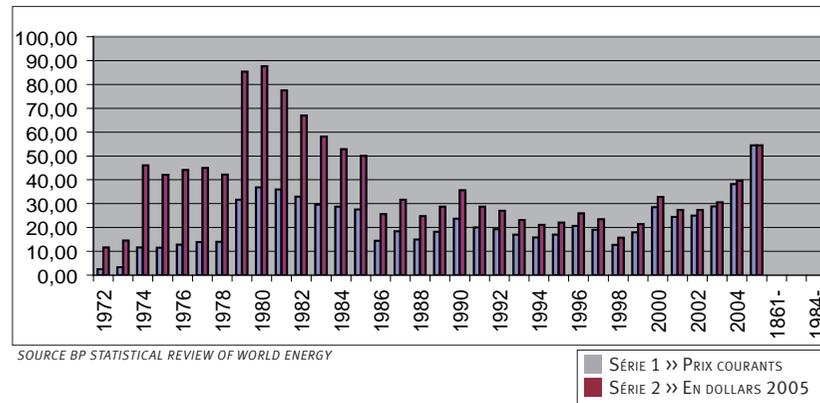
Le constat est simple, **l'ère du pétrole bon marché qui a prévalu jusqu'en 1972, avant le premier choc pétrolier, est derrière nous.** Comme le montre le graphique 1 les effets de la révolution iranienne se sont surajoutés au premier choc pétrolier, suite à la guerre du Kippour, provoquant, en dollars 2005, un doublement des prix entre la mi-70 et la fin des années 70. Le niveau atteint en 1980, environ 88 \$ le baril (en dollars actuels) est à rapprocher des 78 \$ le baril atteint début août 2006.

Le contre-choc de 1986 à 2003, qui a divisé par 3 les cours à prix constant par rapport aux années 79-80, peut être regardé comme une simple parenthèse qui a anesthésié les opinions publiques. Le décrochage auquel on assiste aujourd'hui, doit donc être interprété avec beaucoup de prudence et replacé dans un contexte de long terme. En effet, la baisse actuelle avec un prix moyen en 2006 de 65 \$/baril et des prévisions de la Banque mondiale à 56 \$ en 2007 et 53 \$ en 2008, tient à l'annonce d'un ralentissement de la croissance mondiale de 5,1 % en 2006 à 4,5 % en 2007. L'existence de stocks assez importants joue aussi un rôle de stabilisation des cours.

### Que peut-on conjecturer quant au prix à attendre à moyen terme ?

Pour avoir une vision claire examinons les aspects « demande et offre ».

ÉVOLUTION DU PRIX DU BARIL DE BRUT ENTRE 1972 ET 2005  
(PRIX COURANTS ET EN DOLLARS DE 2005).



### La demande pétrolière

L'évaluation précise de la demande future est, comme le souligne Lacoste (2006) un exercice de haute voltige. Néanmoins il existe quelques fondamentaux sur lesquels peut reposer l'analyse. Ainsi, la vigueur de

la demande peut être déduite du différentiel de consommation entre pays riches et pays en développement. Selon l'Agence Internationale de l'Energie (AIE) le citoyen des Etats-Unis utilise 11 litres de pétrole par jour, soit 2 fois plus que l'Européen.

Mais cette consommation est 15 fois supérieure à celle de la Chine, et 30 fois celle de l'Inde. **Avec une croissance de 10 % par an en Chine et de 8 % en Inde, la consommation moyenne de ces deux géants, qui représentent plus du tiers de l'humanité, ne peut qu'augmenter, se rapprochant peu ou prou du niveau des pays riches.**

Notons que la relative stagnation de la consommation dans les pays développés, en dehors des Etats-Unis, tient au développement du nucléaire, aux économies d'énergie et à une croissance peu intensive en énergie car de plus en plus basée sur les services. Les délocalisations industrielles auxquelles on assiste amènent à une externalisation de la demande pétrolière (et aussi de la pollution). Sur la dernière décennie la demande pétrolière mondiale a augmenté en moyenne de 1,7 % par an, mais on peut penser que ce rythme s'accélèrera, le chiffre de 2 % annuel étant avancé.

Au total, d'après l'AIE d'ici à 2020 la consommation pétrolière mondiale devrait croître d'une vingtaine de millions de barils/jour, à 105 millions de baril par jour (MBj), soit presque 50 % de plus qu'aujourd'hui.

### L'offre pétrolière

Côté offre deux éléments sont à prendre en considération : les réserves existantes, et les conditions locales de production.

Concernant les réserves, des débats très vifs sont menés sur leur ampleur, sachant que l'on distingue les réserves prouvées, pour lesquelles on est sûr à 90 % que les montants annoncés sont disponibles, des réserves probables dont la disponibilité est assurée à 50 % minimum.

Restent les réserves possibles, assurées à au moins 10 %<sup>3</sup>. Comme le note Méritet (2006), en 1973 le rapport entre les réserves prouvées et la consommation annuelle était de 30 ans. Plus de trois décennies après, ce rapport était de 47 ans. Cette augmentation tient aux nouvelles découvertes et à l'amélioration de l'exploitation des gisements existants. En quelques années ce taux est passé de 30 à 35 % et selon le niveau de prix il est possible d'aller bien au-delà, le chiffre de 50 % est même avancé par l'AIE. L'évolution technologique permet ainsi de mobiliser des réserves jusque là seulement probables. Néanmoins les gisements s'épuisent et les grandes découvertes se font de moins en moins fréquentes nous rapprochant du « pic de production », c'est-à-dire du moment quand la moitié de la production est extraite, ce qui est le cas pour la production domestique des Etats-Unis depuis 1971. En l'absence de nouvelles découvertes et avec une croissance de la consommation de 3 % par an ce pic se produirait au niveau mondial en 2012. Avec des découvertes de l'ordre de 50 milliards de baril/an et une croissance de la demande de 1 % par an le pic aurait lieu en 2068 (Kergueris et Saunier, 2006)

<sup>3</sup> Les réserves de gisements pétroliers se subdivisent en trois catégories :

- les réserves prouvées : ce sont les quantités d'hydrocarbures récupérables à partir des ressources prouvées aux conditions économiques et techniques du moment. Les études géologiques estiment leur présence avec une probabilité d'existence supérieure à 85-95 % (chiffre qui varie selon les organismes). Les réserves prouvées se divisent elles-mêmes en deux sous-catégories : les réserves prouvées développées qui sont récupérées à partir de gisements pour lesquels le développement a été décidé, est en cours ou est terminé et les réserves prouvées non développées lorsque le développement n'a pas encore été décidé.
- les réserves probables : ce sont les quantités d'hydrocarbures susceptibles d'être produites à partir des réservoirs prouvés ou probables aux conditions économiques et techniques d'un futur proche. La probabilité d'existence de ces réserves est estimée à 50%. Les réserves probables comprennent les quantités d'hydrocarbures récupérables par de nouvelles méthodes connues mais non opérationnelles.
- les réserves possibles : ce sont les quantités d'hydrocarbures récupérables à partir des réservoirs prouvés, probables et possibles aux conditions économiques et techniques dans un futur non déterminé. Leur présence est estimée par une probabilité entre 5 et 10%.

Enfin, les réserves espérées sont définies en pondérant les différentes catégories des réserves par des probabilités. Le plus couramment, les probabilités de réserves espérées s'établissent ainsi : réserves prouvées + 2/3 ou (1/2) réserves probables + 1/3 ou (1/4) réserves possibles.

Concernant les conditions locales d'exploitation, on sait que 25 % des réserves prouvées sont en Arabie Saoudite et 60 % au Moyen Orient. Les pays de l'OPEP, rejoints de puis le 1er janvier 2007 par l'Angola, deuxième producteur africain, contrôlent plus de 70 % des réserves et représentent 43 % de la production mondiale. Or, la plupart de ces pays souffrent d'instabilité chronique rendant ainsi l'offre de pétrole aléatoire. Le Centre for Global Energy Studies de Londres évalue à 10 % la sous-production due aux crises internes, à la mauvaise administration, ou aux guerres. Par ailleurs, dans un réflexe nationaliste, beaucoup de ces pays cherchent à contrôler eux-mêmes l'exploitation des ressources pétrolières. Dans le meilleur des cas la rente est redistribuée à travers des programmes sociaux, mais souvent cette rente est dissipée dans des dépenses militaires ou captée par des oligarchies. Au bout du compte il y existe un risque non négligeable de sous-investissement à terme, donc de baisse de la production. D'autre part, il faut tenir compte des risques climatiques avec l'aggravation de la fréquence des cyclones, notamment dans les zones d'extraction du pétrole sous-marin.

### Quel niveau de prix envisager à moyen terme ?

Bien sûr un prix très élevé a un effet auto-régulateur en réduisant la demande, puis en favorisant la mise en exploitation de gisements jugés hier économiquement inintéressants (pétrole lourd ou profond, sables bitumineux) et le recours à des énergies alternatives (charbon, nucléaire, énergies renouvelables). Par conséquent il semble que l'on doive tabler dans le futur sur des niveaux moyens bien supérieurs au chiffre de 40 \$/baril retenu dans les scénarios pessimistes du début des années 2000 quand le baril était à 25 \$. Mais les prix très élevés parfois évoqués (bien au-delà des 100 \$) paraissent relever de la simple extrapolation. Une fourchette 60-80 \$/baril aux environs de 2010 paraît plausible.

Dans ce nouveau contexte le développement des biocarburants ne relève plus d'un schéma hypothétique, mais d'une réalité susceptible de modifier

sensiblement les perspectives agricoles. Notons toutefois que cet aspect positif pour l'agriculture est contrebalancé par la hausse des coûts de production au travers de l'augmentation du prix des intrants ayant un contenu énergétique important, sans compter les effets macro-économiques, une hausse des hydrocarbures amputant la croissance des pays non producteurs de pétrole (+10 \$/baril diminue la croissance de 1/2 à 1/4 de point).

Afin de voir plus clair dans les évolutions envisageables il convient de distinguer le court-moyen terme où l'on raisonne sans rupture technologique dans les modes de production et de transformation des biens agricoles, du long terme où le concept de bioraffinerie devient opérationnel. Ces évolutions doivent être envisagées au plan mondial compte tenu des interconnexions entre les divers marchés.

## 1.2 Les conditions de la rentabilité

Afin d'assurer le démarrage des filières de biocarburants des politiques incitatives ont été mises en œuvre un peu partout dans le monde. Dans un premier point nous présentons un survol de ces politiques. Nous faisons ensuite quelques rappels techniques, avant d'examiner à quel niveau se situent les prix de revient dans les grands pays producteurs.

### Politiques d'encouragement des biocarburants : bref panorama<sup>4</sup>

Les conditions actuelles de production des biocarburants dépendent très étroitement des incitations économiques, notamment fiscales, mises en œuvre. Ceci est vrai, ou a été vrai, dans tous les pays s'intéressant à la question.

Dans l'Union européenne, où le biodiesel représente 80 % des biocarburants, la Directive 2003/30/CE fixe des objectifs indicatifs concernant la part des carburants renouvelables dans le total des carburants utilisés dans les transports. De 2 % en 2005, cette proportion a été établie à

5,75 % pour 2010, chaque Etat-membre étant libre de choisir la meilleure voie pour y parvenir. La Directive 2003/96/CE donne la possibilité aux Etats-membres d'exonérer les biocarburants des taxes perçues sur les huiles minérales. De plus, la PAC autorise les cultures énergétiques sur les jachères et propose une aide de 45 €/ha, qui est également attribuée aux surfaces passant des cultures alimentaires aux cultures énergétiques dans la limite de 1,5 million d'ha au niveau européen, la SMG (surface maximale garantie). Cette SMG a été portée à 2 millions d'ha en 2007, ce qui représente un coût additionnel de 22,5 M€. En France la TIPP (taxe intérieure sur les produits pétroliers, rebaptisée Taxe Intérieure sur la Consommation) bénéficie d'une exonération de 0,33 €/l de biodiesel et de 0,37-0,38€/ l d'éthanol. Cette défiscalisation établie lorsque les cours du pétrole se situaient aux environs de 20 \$ le baril se révèle socialement très coûteuse aujourd'hui (Sourie, Tréguier et Rozakis, 2006) en privant l'Etat d'importantes recettes budgétaires. Rappelons que les producteurs agricoles sont obligés de s'engager contractuellement avec un organisme collecteur, lui-même lié à un transformateur. Chaque année des agréments nationaux déterminent les niveaux de production des types de biocarburants. La France s'est fixé un objectif d'incorporation de 5,75 % en 2008, 7 % en 2010 et 10 % en 2015. Ceci suppose une très forte augmentation puisqu'en 2006 avec 520 000 t de biocarburants l'incorporation de biocarburants à la pompe atteignait seulement 1,2 %.

En Italie existe une politique de quotas et d'agréments comparable à celle de la France avec des dégrèvements fiscaux.

L'Allemagne est le premier producteur européen de biocarburants où ceux-ci ont en 2005 représenté 3,75 % de la consommation de carburants, bien au-delà de l'objectif communautaire de 2 %. Ceci est dû à un contexte politique très favorable avec la modification de la Mineralölgesetz en 2004 permettant d'exonérer totalement jusqu'en 2009 les biocarburants et

LA PAC AUTORISE LES CULTURES ÉNERGÉTIQUES SUR LES JACHÈRES ET PROPOSE UNE AIDE DE 45 €/HA, QUI EST ÉGALEMENT ATTRIBUÉE AUX SURFACES PASSANT DES CULTURES ALIMENTAIRES AUX CULTURES ÉNERGÉTIQUES DANS LA LIMITE DE 1,5 MILLIONS D'HA AU NIVEAU EUROPÉEN, LA SMG (SURFACE MAXIMALE GARANTIE)

<sup>4</sup> Cette section s'appuie sur le travail de Von Lampe OCDE, 2006

biocombustibles mélangés à des carburants et combustibles fossiles. Par conséquent il n'existe pas de quota de production. La Suède a également totalement exonéré les biocarburants des droits d'accise<sup>5</sup> existant sur les produits pétroliers.

En Europe on doit aussi noter le dynamisme de l'Espagne premier producteur d'éthanol et de la Pologne qui dispose de possibilités importantes de production.

Aux Etats-Unis la production d'éthanol à partir de maïs domine très largement avec 105 usines, fin 2006 ayant une capacité de 5 Milliards de gallons (19 milliards de l) et 42 usines en construction plus 7 extensions d'installations existantes. Ceci portera très prochainement la capacité à 8 milliards de gallons, soit 30 milliards de l (Hart, 2006). Le biodiesel est essentiellement cantonné à l'Iowa, où la culture du soja tient une place majeure. Trois usines fonctionnent, une est en construction et 5 sont prévues, ce qui permettra la production de 0,28 milliards de gallons (1 milliard de l).

**L'augmentation rapide de la production de biocarburants résulte d'une politique ambitieuse qui a évolué au cours du temps.** A l'origine, l'Energy Tax Act de 1978, prévoit des mesures fiscales favorisant le mélange essence et éthanol à 10 %. Ensuite les aides sont étendues à d'autres mélanges plus riches en éthanol avec, depuis 2004, une réduction du droit d'accise de 0,51 \$/gallon (0,13 \$/l). Enfin, en 2005 on autorise le dégrèvement du biodiesel (1\$/gallon, soit 0,26 \$/l). Les incitations fiscales au niveau fédéral peuvent être relayées par les Etats et les aides complémentaires peuvent atteindre dans certains cas 0,2 \$/gallon. L'Energy Policy Act de 2005 introduit par ailleurs le Renewable Fuels Standard qui renforce la réglementation sur la pollution atmosphérique et fixe un montant minimal de biocarburant à incorporer chaque année. Pour 2006 le volume était fixé à 4 milliards de gallons (15 milliards de l) avec une augmentation progres-

<sup>5</sup> Les droits d'accise sont des droits à acquitter en plus de la TVA pour accéder à la consommation de certains biens comme les alcools, tabacs et produits énergétiques. La taxe intérieure sur les produits pétroliers est un droit d'accise.

sive pour arriver à 7,5 milliards de gallons (28,4 milliards de l) en 2012. A partir de 2013 il faudra incorporer chaque année au moins 0,25 milliard de gallons (0,9 milliard de l). **D'autres mesures favorisant les biocarburants de deuxième génération issus de la biomasse ont été également prises** (cf. l'analyse à long terme).

**Le Brésil, pionnier en la matière est aujourd'hui le premier producteur mondial de biocarburants satisfaisant plus de 40 % de ses besoins en carburant pour les transports.** Il transforme surtout la canne à sucre en éthanol depuis 1970, date à laquelle a été lancé le plan Proálcool. Ce plan a pris de l'ampleur après 1973 quand les prix du pétrole ont flambé et que les cours du sucre ont chuté. Pour l'essentiel les producteurs d'éthanol ont bénéficié d'aides, de prêts à faible taux d'intérêt et de garanties ainsi que de facilités pour disposer de capacités de stockage. Le second choc pétrolier de 1979 a fait apparaître des réductions de taxes pour les véhicules adaptés à l'usage de l'éthanol. Ainsi en 1986, au moment du contre-choc pétrolier, les 3/4 des voitures construites pouvaient rouler avec de l'alcool hydraté (Tokgoz et Elobeid, 2006). La chute des cours du pétrole a entraîné de facto l'abandon du plan Proálcool avec la réduction des prêts avantageux aux industries et la libéralisation du marché de l'alcool hydraté. D'où la baisse de production d'éthanol et l'effondrement des ventes de voitures susceptibles d'utiliser ce type de carburant.

**La remontée du cours du pétrole** accompagnée par des subventions à l'achat de véhicules « flex-fuel », c'est-à-dire pouvant utiliser n'importe quel mélange essence-éthanol (de 0 à 100 %), de crédits pour le stockage d'éthanol, de baisse de droits d'accise et de l'établissement d'un droit de douane de 20 % sur les importations d'éthanol a permis aux biocarburants de revenir sur le devant de la scène. On pense que fin 2006 il y avait 3,5 millions de voitures « flex-fuel ». Par ailleurs, il est prévu qu'à partir de 2007 le taux d'incorporation de biodiesel dans le gazole soit de 2 %. Ensuite ce taux sera relevé à 5 % d'ici 2013, puis 20 % d'ici à 2020.

**Bien que le Brésil soit très compétitif, on note que le gouvernement continue à prodiguer des aides directes ou indirectes au secteur des biocarburants.**

Mais il n'y a pas qu'en Europe, aux Etats-Unis ou au Brésil que les biocarburants se développent. L'Inde où les conditions de production de la canne à sucre sont favorables, la Thaïlande et la Chine lancent des programmes. Des pays riches comme l'Australie, le Canada ou le Japon ont également entrepris de favoriser les biocarburants. Dans l'ensemble de ces pays les encouragements passent par un allègement des droits d'accise ou des subventions aux usines productrices d'éthanol.

### Coût de production des biocarburants

On considère ici les biocarburants dits de « première génération », c'est à dire ceux provenant des céréales traditionnelles y compris le maïs, des plantes sucrières et des oléagineux, toutes cultures essentiellement destinées à la consommation humaine, directement ou par le biais de l'alimentation animale. Leur coût de production moyen varie sensiblement selon les pays, comme l'indique le tableau n°1 issu de l'étude de l'OCDE (Von Lampe, 2006).

**Tableau n°1**  
COÛTS DE PRODUCTION DES BIOCARBURANTS EN 2004 EN \$/ LITRE DE BIOCARBURANT

PAYS	ETHANOL OBTENU À PARTIR DE				BIODIÉSEL HUILES VÉGÉT.
	BLÉ	MAÏS	BETTERAVE	CANNE À SUCRE	
ETATS-UNIS	0,545	0,289	-	-	0,549
CANADA	0,563	0,335			0,455
UE À 15	0,573	0,448	0,560		0,607
FRANCE	0,360		0,340		0,470
POLOGNE	0,530	0,337	0,536		0,725
BRÉSIL	-	-	-	0,219	0,568

SOURCE VON LAMPE OCDE, 2006 ET SOURIE, TRÉGUER, ROZAKIS, 2005 POUR LA FRANCE

Si on considère l'éthanol, on constate la supériorité de la filière brésilienne à partir de la canne à sucre grâce aux excellentes conditions naturelles de culture et grâce aussi à la possibilité d'utiliser la bagasse pour la transformation. Mais il apparaît que le maïs, surtout aux Etats-Unis, n'est pas trop mal placé. Le manioc en Thaïlande serait entre canne à sucre et maïs (Schmidhuber, 2006). Betterave à sucre et blé sont peu concurrentiels. Néanmoins dans ce contexte, les coûts de production français sont les moins mauvais. La valeur des matières premières entre pour plus de la moitié dans le coût total, ce qui explique les différences entre filières.

Pour le biodiesel les coûts de production sont toujours supérieurs à ceux de l'éthanol, même quand on intègre les différences énergétiques (environ 10 % en faveur des biodiesels). Toutefois, les données du tableau n°1 sont partielles et il y a des pays comme la Malaisie où l'on peut utiliser comme base l'huile provenant du palmiste dont la très bonne productivité, 4 fois celle du colza, est encore susceptible d'amélioration. Or, la valeur des matières premières peut représenter plus des 3/4 des coûts totaux, ce qui signifie que la hiérarchie des coûts ici présentée n'est pas figée.

Remarquons que les chiffres précédents sont de simples moyennes, recouvrant des situations locales très différentes conduisant à des coûts de production susceptibles de varier du simple au double, comme dans le cas du biodiesel-colza dans l'UE à 15. Par ailleurs, il y a des marges. Ainsi en 1995 le rendement en éthanol par tonne de maïs aux Etats-Unis était de 3,7 hl. En 2005 il était de 4,3 hl, soit 15 % d'amélioration en 10 ans.

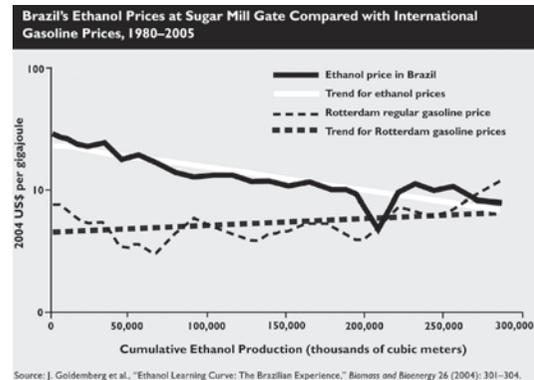
Au Brésil, le progrès a été continu comme l'indique le graphique (cf. page 26) retraçant l'évolution du prix de l'éthanol et des cours du brut entre 1980-2004. Dans la région de Sao-Paulo, où se trouve l'essentiel de la production sucrière, le rendement de la canne à sucre a augmenté entre 1975 et 2000 de 33 %.

Durant cette période la production d'éthanol par unité de sucrose s'est accrue de 14 % et la productivité des processus de fermentation de 130 %

(Moreira, 2006). Tous ces éléments, alliés à la hausse des cours du pétrole, ont permis à l'éthanol de canne à sucre d'être compétitif dès le début des années 2000.

**GRAPHIQUE**

ÉVOLUTION COMPARÉE DU PRIX DE L'ÉTHANOL AU BRÉSIL ET DES COURS DU BRUT À ROTTERDAM 1980-2004



Notons qu'en toute rigueur l'appréciation de la compétitivité par rapport aux hydrocarbures nécessite de comparer ces coûts de production estimés au sortir des bioraffineries aux coûts d'approvisionnement régionaux des hydrocarbures (prix du pétrole brut + marge du raffinage + coût de la distribution régionale). Pour les agriculteurs qui pressent eux-mêmes les graines des végétaux huileux on peut comparer le biodiesel au prix du gazole à la pompe hors taxe. Il faut, évidemment, raisonner à contenu énergétique identique.

Pour 2004 avec des cours mondiaux du pétrole à 39 \$ le baril en moyenne, seul l'éthanol de canne à sucre du Brésil était compétitif :

- Coût de production de l'éthanol au Brésil = 0,33 \$ le litre en équivalent énergétique
- Prix du pétrole brut + coûts de raffinage + coûts de distribution = 0,31 \$/l
- Prix à la pompe hors taxe = prix du brut + raffinage + coûts distribution + marge = 0,39 \$/l

Pour l'éthanol de maïs des Etats-Unis le coût de production en équivalent énergétique s'élevait à 0,43 \$, montant à rapprocher des 0,31 \$/l des coûts d'approvisionnement régionaux et des 0,38 \$/l du prix à la pompe hors taxe des Etats-Unis.

On voit qu'avec une définition moins restrictive du prix de référence la compétitivité des biocarburants est assurée. Ainsi, on estime le seuil de rentabilité à :

- 30 \$ le baril pour l'éthanol de canne à sucre au Brésil
- 44 \$/baril pour l'éthanol de maïs aux Etats-Unis
- 66 \$/baril pour le biodiesel du Canada
- 81 \$/baril pour le biodiesel dans l'UE à 15 (75-80 \$/baril pour la France)

Rappelons qu'en 2006 le cours moyen du pétrole s'est établi à 65 \$/baril. A l'inverse on a cherché aux Etats-Unis à paramétrer le prix de la matière première, le maïs, en fonction du prix du baril de brut. Au prix de 60 \$/baril les producteurs d'éthanol peuvent acheter le maïs jusqu'à 4,05 \$ le boisseau dans les conditions d'exemption fiscale actuelles ou 2,52 \$/boisseau si l'aide fiscale de 0,51 \$/gallon d'éthanol est supprimée. A 50 \$ le baril de brut les prix de seuil du maïs sont respectivement de 3,36 \$ et 1,83 \$ (Elobeid et al., 2006). Pour information, notons que le prix du boisseau s'est établi à 3,33 \$ en décembre 2006 et s'élève début 2007 à 3,60 \$ au marché à terme de Chicago pour mars 2007, à 3,70 \$ en mai et à 3,60 \$ en décembre 2007.

## Discussion

Les estimations présentées ci-dessus proviennent de la différence entre le total des coûts (matière première et frais de transformation) déduction faite de la valeur des co-produits : glycérine dans le cas des biodiesels, tourteaux pour l'alimentation animale dans la fabrication d'éthanol de blé, de maïs et de betterave. Pour l'éthanol de canne à sucre, aucun co-produit n'est valorisé, seule la bagasse est récupérée en combustible comme on l'a vu. Par rapport au coût brut la valeur des co-produits représente 20 % à 25 % dans le cas de l'éthanol de blé et de maïs, 11 % pour l'éthanol de betterave et 8 % pour le diester. Un fort développement des biocarburants pourrait remettre en cause la valorisation de ces co-produits et donc la compétitivité des filières lorsque l'on est à la marge.

En second lieu, le poids du poste « matières premières » dans le coût de production (la moitié dans le cas de l'éthanol aux Etats-Unis et en Europe, et 80 % en Europe pour le biodiesel) renvoie aussi à des considérations de politique agricole. Ainsi le maïs américain, grâce à un système de production et des formes de soutien favorables est 50 % moins cher qu'en France. Lorsque la matière première donne lieu, directement ou par transformation, à d'importants échanges internationaux (sucre, soja), les fluctuations de cours de ces produits peuvent déstabiliser les filières de biocarburants,

tout comme les variations du prix des hydrocarbures.

Enfin, se pose la question des avantages sociaux non comptabilisés, comme les effets induits sur le reste de l'économie. Leur évaluation pose problème et l'éventuel impact positif au plan macroéconomique dépend beaucoup des hypothèses de calcul, notamment quant à l'adoption d'un coût d'opportunité des fonds publics égal ou non à zéro. Outre ces effets, il y a la production d'externalités environnementales par le biais de la possible réduction des gaz à effet de serre. L'aide dont bénéficient les biocarburants dans beaucoup de pays peut s'analyser comme une

L'AIDE DONT BÉNÉFICIENT LES BIOCARBURANTS DANS BEAUCOUP DE PAYS PEUT S'ANALYSER COMME UNE VALORISATION IMPLICITE DES EXTERNALITÉS SOCIALES ET ENVIRONNEMENTALES POSITIVES.

valorisation implicite de ces externalités. En France, l'exonération fiscale actuelle correspond à une valorisation implicite de la tonne de carbone à plus de 100 € pour le diester, soit 5 fois plus que la recommandation de la Commission européenne, ou 6 fois plus que le marché à terme à 1 an des quotas (Bureau et Tréguer, 2006). Pour l'éthanol, les chiffres sont encore plus mauvais ! Ceci signifie que cette aide à la production des biocarburants doit davantage être analysée en tant que forme de soutien à l'agriculture, que contribution à la lutte contre l'émission des gaz à effet de serre.

## II - Hausse du prix du pétrole, développement des biocarburants et équilibres agricoles

---

Les relations entre hausse du coût des hydrocarbures, développement des biocarburants et conséquences sur les équilibres agricoles, notamment les marchés alimentaires, sont complexes. Dans un premier temps, on précise les effets du prix du pétrole en l'absence de mesures volontaristes sur la part des biocarburants dans le total des carburants servant au transport. Puis nous voyons les impacts sur l'offre alimentaire lorsque l'on introduit une contrainte forte quant au niveau d'incorporation. Enfin, on élargit l'analyse en examinant les possibilités d'utiliser les autres formes de biomasse, sachant qu'elles permettraient de lever, au moins partiellement, la contrainte sur la disponibilité des terres à des fins alimentaires.

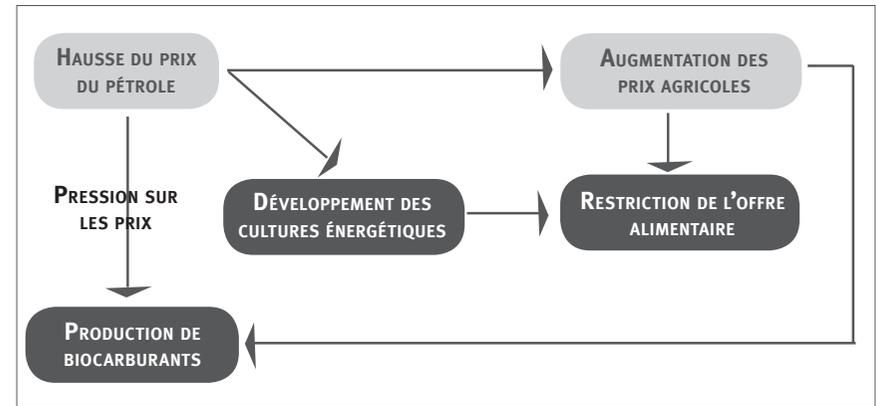
### 2.1 Effets du prix du pétrole sur les équilibres agricoles en l'absence de contrainte d'incorporation des biocarburants

La notion de prix de seuil du pétrole comme déterminant de la rentabilité des biocarburants a un caractère statique car les prix du pétrole et le coût des biocarburants interagissent. D'une part les deux produits sont

substituables, d'autre part le coût de production de l'éthanol de céréales ou de betterave, et le coût du biodiésel, dépendent assez fortement du prix de l'énergie, directement dans le processus de transformation, et indirectement dans la culture et la récolte des plantes. Pour la canne à sucre, le jeu des interactions est un peu différent étant donné que le produit de base peut donner aussi bien du sucre que de l'éthanol et que seule la culture et la récolte nécessitent de l'énergie, contrairement à la transformation.

Les interrelations entre le prix du pétrole et les principales variables agricoles représentées dans le schéma ci-dessous, mettent en évidence le fait que l'augmentation du prix du pétrole se répercute plus ou moins<sup>6</sup> sur le coût, donc la compétitivité, des biocarburants. Simultanément le développement de ceux-ci risque d'être freiné par la pression que leur offre exerce sur le prix des carburants.

SCHÉMA DES RELATIONS ENTRE LE PRIX DU PÉTROLE ET L'AGRICULTURE



En raisonnant sur la base d'un schéma comparable à celui présenté ci-dessus, CARD (Center for Agricultural and Rural Development, Iowa State university) a élaboré un modèle mondial où la production d'éthanol est reliée aux marchés des intrants et des produits en tenant compte du commerce international (Tokgoz et Elobeid, 2006). Plus particulièrement, les relations entre l'éthanol, le marché du maïs aux Etats-Unis et le marché du sucre au Brésil sont détaillées. La modélisation permet d'endogénéiser les prix des cultures. La relation avec le marché de l'énergie est assurée au moyen d'une modélisation de la demande d'énergie pour le transport. Aux Etats-Unis l'éthanol anhydre est utilisé en mélange avec l'essence au taux de 10 % (mélange dit « E 10 ») et cela seulement dans quelques Etats. Une autre partie, plus faible, l'éthanol hydraté, est utilisée en mélange au taux de 85 % avec 15 % d'essence sans plomb. Toutefois cela nécessite des véhicules de type « flex-fuel » capables d'utiliser de manière flexible différents carburants. Or leur nombre est relativement limité par rapport au total des voitures en circulation (environ 6 millions aux Etats-Unis). Dans ces conditions, l'éthanol a principalement un caractère complémen-

LA DEMANDE ALIMENTAIRE VA ÉGALEMENT ÊTRE INFLUENCÉE PAR LES EFFETS SUR L'ENSEMBLE DE L'ÉCONOMIE DE LA HAUSSE DU PRIX DU PÉTROLE.

Mais l'augmentation du prix des denrées agricoles varie aussi selon la demande et son élasticité. Or, la demande alimentaire va également être influencée par les effets sur l'ensemble de l'économie de la hausse du prix du pétrole. Pour les pays en développement importateurs de pétrole il y a un risque important de voir la demande alimentaire freinée, alors qu'à l'inverse, pour les PED exportateurs de pétrole la demande peut s'accroître. Mais il n'est pas sûr que ces deux mouvements contraires se compensent au niveau mondial.

<sup>6</sup> Selon le contenu en énergie fossile des cultures

taire par rapport à l'essence. Sa consommation dépend étroitement de la consommation d'essence.

En revanche au Brésil, du fait de l'importance du parc « flex-fuel » (en 2006 plus de 80 % des achats de voitures ont concerné ce type de véhicule), la demande d'éthanol, essentiellement d'éthanol hydraté, est très sensible au prix de l'essence et l'on constate un effet de substitution important. Depuis 2003, moment où les véhicules de type « flex-fuel » se sont imposés sur le marché, les prix de l'éthanol sont corrélés à ceux de l'essence même si la volatilité des prix de l'éthanol est plus grande.

Prenant pour base l'année 2005, CARD a effectué diverses simulations à l'horizon 2015. Avec un choc sur le prix de l'essence de 20 %, le niveau mondial du prix de l'éthanol baisse de 1,9 % en raison d'une plus faible demande américaine se traduisant par une baisse des importations de 16,7 %. Si la demande américaine d'éthanol se réduit c'est en raison de la complémentarité entre éthanol et essence qui domine sur la substitution entre ces deux carburants. En effet, face à un prix de l'essence plus élevé l'automobiliste va moins rouler, et bien que la part de biocarburant dans le mélange E10 s'accroisse de 2,5 %, la baisse de consommation du mélange est suffisante pour entraîner un recul en valeur absolue de l'éthanol utilisé (-1,5 %). Cette baisse de la consommation d'éthanol entraîne une dimi-

DEPUIS 2003, MOMENT OÙ LES VÉHICULES DE TYPE « FLEX-FUEL » SE SONT IMPOSÉS SUR LE MARCHÉ, LES PRIX DE L'ÉTHANOL SONT CORRÉLÉS À CEUX DE L'ESSENCE MÊME SI LA VOLATILITÉ DES PRIX DE L'ÉTHANOL EST PLUS GRANDE.

nution de la production, ce qui signifie une moindre demande de maïs donc, théoriquement, une baisse du prix. Mais la hausse du prix de l'énergie se répercute sur les coûts de production agricoles et particulièrement sur le maïs très gourmand en énergie, d'où une augmentation de son prix (+ 0,6 %).

L'impact sur le Brésil de cette hausse de 20 % du prix des hydrocarbures se transmet par l'intermédiaire du commerce extérieur. La diminution américaine des importations d'éthanol en provenance du Brésil provoque une réduction de sa production de 0,7 %.

Toutefois, la consommation intérieure brésilienne d'éthanol s'accroît en raison de l'effet de substitution qui s'opère entre éthanol hydraté et essence. La légère baisse de production d'éthanol se traduit par une contraction des cours mondiaux du sucre, puisque la proportion de canne à sucre transformée en éthanol diminue au profit du sucre, ce qui pèse sur les cours.

## Discussion

Le modèle mondial du marché de l'éthanol développé par CARD illustre les interrelations entre biocarburants, prix de l'énergie et ensemble des productions agricoles. D'autres résultats plus détaillés montrent que la hausse des prix du maïs entraînée par un important développement de la production d'éthanol aux Etats-Unis aurait des répercussions négatives sur l'industrie des tourteaux de soja, concurrencée par les coproduits du maïs, et sur les productions porcine et de volaille dont l'alimentation dépend fortement du maïs (Elobeid et al., 2006).

Par ailleurs, l'analyse met en évidence l'importance des infrastructures visant à favoriser l'emploi des biocarburants et le rôle clé du parc de voitures « flex-fuel ». Une simulation de CARD montre qu'aux Etats-Unis un parc « flex-fuel » plus important modifierait sensiblement les résultats obtenus. Si ce parc de 4 millions de véhicules en 2004 passait progressivement à 32 millions d'unités en 2015, ce qui est possible compte tenu de l'importance des ventes annuelles (16,6 millions en 2006), l'impact de la hausse du prix des hydrocarbures sur la demande de biocarburant serait plus fort. Malgré une baisse de volume du mélange de 4 % il y aurait une forte augmentation des quantités d'éthanol utilisées (+17,4 %). Cela conduirait à un accroissement des importations d'éthanol et donc de son prix mondial (+34,9 %). Dans ce contexte le prix du maïs augmente un peu plus que dans le scénario précédent : + 1,5 %. Ici l'effet de substitution joue !

L'ANALYSE DE CARD MET EN ÉVIDENCE L'IMPORTANCE DES INFRASTRUCTURES VISANT À FAVORISER L'EMPLOI DES BIOCARBURANTS ET LE RÔLE CLÉ DU PARC DE VOITURES « FLEX-FUEL ».

En plus de ces mesures à caractère « industriel » on peut jouer sur l'obligation d'incorporation d'une certaine proportion de biocarburants dans le total des carburants, qui a été mise en place par la plupart des Etats.

## 2.2 Effets d'une contrainte d'incorporation des biocarburants sur les équilibres agricoles

### Les surfaces en cultures énergétiques

Les surfaces qu'il faut mobiliser pour produire une unité de biocarburants dépendent évidemment des rendements à l'hectare des cultures énergétiques utilisées. Le tableau n°2 donne quelques éléments sur les rendements moyens aux Etats-Unis, dans l'UE à 15, dont la France, et au Brésil.

**TABLEAU N° 2**  
RENDEMENTS MOYENS EN L/HA DE BIOCARBURANTS SELON LE TYPE DE CULTURE ET DE PAYS

	ETATS-UNIS	UE À 15	FRANCE	BRÉSIL
ETHANOL MAÏS	3100 (2075)			
ETHANOL BLÉ		2500 (1675)	2800 (1875)	
ETHANOL BETTERAVE		5500 (3685)	7900 (5295)	
ETHANOL CANNE À SUCRE				6500 (4355)
BIODIESEL SOJA	500 (450)	700 (630)		
BIODIESEL COLZA		1200 (1080)	1500 (1350)	

SOURCE: INTERNATIONAL ENERGY AGENCY, 2004; SOURIE ET AL., 2005 POUR LA FRANCE

LES CHIFFRES ENTRE PARENTHÈSES DONNENT L'ÉQUIVALENT EN ESSENCE POUR L'ÉTHANOL (1 LITRE D'ÉTHANOL= 0,67 LITRE D'ESSENCE) ET L'ÉQUIVALENT EN GAZOLE (1 LITRE DE BIODIESEL= 0,90 LITRE DE GAZOLE).

Malgré le plus grand pouvoir calorifique du biodiesel, le tableau n°2 met bien en évidence la supériorité des filières éthanol, en terme de productivité à l'hectare, notamment lorsque la production s'effectue à partir de la betterave et de la canne à sucre. Rappelons que cette « productivité » ne tient compte ni du coût de production, essentiellement le prix de la matière première, ni du rendement énergétique. Ces chiffres bruts montrent que la substitution de gazole par du biodiesel va mobiliser d'importantes surfaces en Europe. D'autre part le rapprochement des chiffres de la France avec les données moyennes européennes montre l'existence de marges de manœuvre dans l'amélioration des rendements.

Plusieurs estimations globales concernant les surfaces qu'il faudrait mobiliser pour remplacer 10 % de la consommation d'hydrocarbures dans les transports ont été effectuées. Cela suppose que l'on raisonne à un horizon d'une dizaine d'années, compte tenu de l'impossibilité de basculer rapidement de la situation actuelle où l'UE à 15 utilise moins de 1 % de biocarburants et les Etats-Unis 1,6 % à une situation où cette proportion atteindrait 10 %. Cela implique une vision dynamique des choses avec une amélioration des rendements et des processus de transformation et une estimation des besoins en hydrocarbures. C'est ce qu'a fait l'Agence Internationale de l'Energie en se projetant en 2020 (International Energy Agency, 2004).

Dans ses estimations, l'OCDE suppose que les rendements et les gains d'efficacité à attendre correspondaient à l'évolution de la demande (Von Lampe OCDE, 2006), ce qui permet une simple extrapolation de la situation présente. De ce fait la contrainte d'un taux d'incorporation de 10 % pour les moteurs diesel n'est pas individualisée, ce qui donne par rapport aux estimations de l'AIE des surfaces plus importantes aux Etats-Unis et moins fortes en Europe où le biodiesel prédomine (tableau n°3).

**TABLEAU N° 3**

SURFACES MOBILISÉES AUX ETATS-UNIS ET DANS L'UE-15 PAR UNE PRODUCTION DE BIOCARBURANTS CORRESPONDANT À 10 % DE LA CONSOMMATION D'HYDROCARBURES DANS LES TRANSPORTS.

SURFACES EN MILLIERS D'HECTARES	ETATS-UNIS	UE À 15
SURFACES NÉCESSAIRES (ÉTUDE OCDE)	25 790 (15 % T.ARABLES)	31 518 (42 % T.ARABLES)
SURFACES NÉCESSAIRES (ÉTUDE AIE)	58 000 (33 % T.ARABLES)	19 000 (26 % T.ARABLES)
SURFACE DES TERRES ARABLES (T.ARABLES)	175 865	74129

Si l'on retient les chiffres de l'AIE on voit qu'aux Etats-Unis les surfaces mobilisées par une production de biocarburants correspondant à 10 % de la consommation d'hydrocarbures dans les transports représente 1/3 des terres arables et en Europe 1/4 (respectivement 15 % et 42 % selon l'OCDE).

En France des calculs assez précis ont été faits sur l'importance des cultures énergétiques nécessaires en vue d'atteindre le taux de 5,75 % prévu par la Directive européenne (Sourie et al., 2005 et Rabaud, 2006). Cela suppose la production de 9,3 millions hl d'éthanol, soit 225 000 ha de blé et de betterave et de 29,5 millions hl de diester, soit 1,8 millions ha de colza, soit 1,1 million de plus qu'en 2006. Ceci correspond déjà à 11 % des terres arables. Une simple extrapolation montre qu'il faudrait mobiliser plus de 19 % des terres arables pour arriver au taux de substitution de 10 % des carburants fossiles. Toutefois il existe des contraintes agronomiques et physiques qui rendent cette extrapolation discutable.

Même si une partie des terres servant aux cultures énergétiques relève de la jachère (1,5 million d'ha en Europe, et plus aux Etats-Unis dans le cadre du Conservation Reserve Programme) la mobilisation de telles surfaces concurrence obligatoirement la production de biens à des fins alimentaires.

## Effet sur les prix

L'accroissement des débouchés énergétiques en pesant sur l'offre alimentaire a pour conséquence une hausse des prix à plus ou moins long terme en fonction des divers paramètres précédemment évoqués. Diverses études ont tenté de chiffrer ces hausses, mais avec des hypothèses et des horizons différents, ce qui rend les comparaisons difficiles. Nous présentons brièvement les résultats disponibles.

A l'aide des modèles Aglink de l'OCDE et Cosimo de la FAO, utilisés pour établir les perspectives agricoles à l'horizon 2014, des simulations ont été effectuées par l'OCDE pour apprécier l'évolution des prix mondiaux agricoles dans un contexte de maintien du cours du pétrole au niveau de 60 \$/baril. Malgré l'augmentation des coûts de production agricoles, il y aurait une incitation au développement des biocarburants, leur part s'élevant à 6 % dans l'UE à 15 en 2014, mais seulement 2,6 % aux Etats-Unis. Par rapport au scénario de base où la part des biocarburants est inchangée, il en résulterait une forte hausse du cours du sucre (jusqu'à 60 % en 2014), une augmentation de 20 % du prix des huiles végétales et de 4 % pour les céréales.

Dans une perspective un peu différente Schmidhuber (2006) a évalué à l'horizon 2030 l'impact sur les prix des principales productions lorsqu'on fabrique 10 millions de tonnes de biocarburant supplémentaires à partir des principales cultures énergétiques (sucre ; maïs ; sucre et maïs ; soja et maïs ; sucre maïs et soja). L'effet sur le prix du sucre de la production d'éthanol à partir du sucre seul ou en association avec une autre culture atteint environs 10 %. Pour les oléagineux, l'effet est inférieur (moins de 8 %) et pour le maïs on se situe aux environs de 4 %. Ces augmentations de prix s'accompagnent d'une baisse de prix des produits à base de protéines et des volailles.

MÊME SI UNE PARTIE DES TERRES SERVANT AUX CULTURES ÉNERGÉTIQUES RELÈVE DE LA JACHÈRE LA MOBILISATION DE TELLES SURFACES CONCURRENCE OBLIGATOIREMENT LA PRODUCTION DE BIENS À DES FINS ALIMENTAIRES.

Enfin dans une synthèse récente l'IFPRI a évalué les effets d'un accroissement rapide et généralisé de la production d'éthanol dans le monde et de biodiesel en Europe à l'aide du modèle IMPACT7 (Rosegrant et al., 2006). Le tableau n°4 précise quelle pourrait être la part des biocarburants dans le total des carburants utilisés pour le transport selon les pays sur la période 2005-2020. Notons que ces taux d'incorporation dans les années à venir sont assez proches des proportions auxquelles l'OCDE aboutit dans ses projections, mais ne correspondent pas aux objectifs des programmes mis en place par les gouvernements.

**TABLEAU N°4**  
ÉVOLUTION DE LA PART DES BIOCARBURANTS ENTRE 2005 ET 2020 PAR GRANDS PAYS EN ÉQUIVALENT ÉNERGÉTIQUE

	CHINE	INDE	BRÉSIL	USA	UE	Rd M
2005	2 %	1 %	37 %	2 %	1 %	0 %
2010	4 %	5 %	47 %	3 %	4 %	2 %
2015	6 %	8 %	49 %	3 %	7 %	2 %
2020	8 %	11 %	58 %	4 %	10 %	2 %

Sur la base des hypothèses du tableau 4 et des rendements moyens en éthanol et en huile par hectare, les auteurs ont estimé les conséquences sur l'offre alimentaire et sur les prix mondiaux des principales productions concernées (cf. tableau n°5). Dans le scénario sous-tendant les évaluations du tableau 5 il n'y a pas de progrès technique incorporé.

**TABLEAU N°5**  
IMPACT D'UNE FORTE HAUSSE DE LA PRODUCTION DE BIOCARBURANTS EN 2010 ET 2020 SUR LES COURS MONDIAUX DES CULTURES ÉNERGÉTIQUES EN L'ABSENCE DE PROGRÈS.

	MANIOC	MAÏS	OLÉAGINEUX	BETTERAVES	CANNE À SUCRE	BLÉ
2010	+33 %	+20 %	+26 %	+7 %	+26 %	+11 %
2020	+135 %	+41 %	+76 %	+25 %	+66 %	+30 %

Les résultats du tableau n° 5 ont surtout un caractère indicatif. Leur intérêt est de montrer le fort impact sur les prix des cultures énergétiques dès que la demande de biocarburants passe un palier, comme c'est le cas entre 2010 et 2020. Les cultures à faible rendement énergétique à l'hectare, comme le manioc et les oléagineux, subissent évidemment les hausses les plus fortes, mettant ainsi en évidence la nécessité d'améliorer l'efficacité de toute la chaîne de production-transformation. D'où l'importance d'une analyse de long terme où les biocarburants de deuxième génération faisant appel à des plantes n'entrant pas en concurrence avec les débouchés alimentaires sont obtenus à des coûts raisonnables.

Bien que la comparaison entre les diverses estimations de l'effet sur les prix du développement des biocarburants soit délicate, il apparaît que la baisse tendancielle des prix agricoles en termes réels est remise en cause, notamment pour le sucre et les oléagineux. Un recours significatif à la biomasse remettrait-il en cause cette conclusion ?

LA PRODUCTION DE BIOCARBURANTS À PARTIR DE PLANTES À VOCATION NON ALIMENTAIRE -APPELÉS « BIOCARBURANTS DE 2<sup>ÈME</sup> GÉNÉRATION » PERMET D'ÉVITER LA PRESSION À LA HAUSSE SUR LES PRIX DE L'ALIMENTATION ET D'OBTENIR DES BIOCARBURANTS À UN COÛT DE PRODUCTION RAISONNABLE.

7 International Model for Policy Analysis of Agricultural Commodities and Trade.

## 2.3 Effets d'un élargissement des sources énergétiques à l'ensemble de la biomasse

L'obtention de biocarburants à partir d'autres plantes, à partir de sources ligno-cellulosiques ou d'autres formes de biomasse s'inscrit dans un contexte plus large, celui des bioraffineries et de la chimie verte, que l'on envisage dans un premier point. Ensuite nous examinons les possibilités d'obtention de biocarburants à partir de cultures ou sous-produits ne remettant pas en cause l'approvisionnement alimentaire.

### Les perspectives de valorisation de la biomasse grâce aux bioraffineries

On peut envisager dans un avenir assez proche la maîtrise de nouvelles technologies permettant de traiter à un coût raisonnable les restes des cultures alimentaires, d'autres types de végétaux ainsi que de nombreux déchets, en somme, tout ce qui est biodégradable, quelle que soit son origine. Cet effort de transformation de la biomasse doit

ON PEUT ENVISAGER DANS UN AVENIR ASSEZ PROCHE LA MAÎTRISE DE NOUVELLES TECHNOLOGIES PERMETTANT DE TRAITER À UN COÛT RAISONNABLE LES RESTES DES CULTURES ALIMENTAIRES, D'AUTRES TYPES DE VÉGÉTAUX AINSI QUE DE NOMBREUX DÉCHETS, EN SOMME, TOUT CE QUI EST BIODÉGRADABLE, QUELLE QUE SOIT SON ORIGINE.

aujourd'hui s'envisager dans un contexte plus large que la simple obtention de substituts à l'essence et au pétrole. Il s'agit, à l'image de la pétrochimie, de produire à partir de cette matière première une large gamme de molécules correspondant à celles obtenues à partir des hydrocarbures, les biocarburants n'étant qu'un aspect de la question. Dans un contexte mondial où les produits carbonés issus de sources fossiles sont à la fois limités physiquement et restreints dans leur emploi en raison de leurs effets sur le changement climatique, la possibilité d'un recours significatif à des ressources biologiques renouvelables s'avère d'un intérêt stratégique fondamental. Simultanément cela ouvre de nouvelles perspectives à l'agriculture tout en écartant le spectre d'une trop forte pression sur l'offre alimentaire.

## Les processus permettant la transformation de la biomasse

Processus thermiques

- **la combustion**, procédé le plus simple, fournit de la chaleur et donc de l'énergie. La combustion des résidus de la canne à sucre, une fois le sucre extrait, fournit un appoint énergétique intéressant augmentant ainsi le rendement énergétique de cette plante.

- **la pyrolyse** où l'on chauffe la biomasse en l'absence d'oxygène. Les produits obtenus dépendent de la nature des ingrédients de base, de la température, de la présence ou non de catalyseurs. On obtient ainsi des huiles permettant d'alimenter des chaudières, ou, lorsque l'on opère à haute température et après hydrogénation<sup>8</sup>, des biocarburants, susceptibles de donner un certain nombre de molécules intéressantes.

- **la liquéfaction** est un procédé thermo-chimique à basse température et haute pression permettant d'avoir des produits de haute qualité.

- **la gazéification** repose sur une combustion partielle, avec restriction d'oxygène et des températures entre 1 200 et 1 400 degrés. Les gaz obtenus peuvent être directement utilisés dans des turbines à gaz ou être traités pour fournir du méthanol, de l'ammoniac ou diverses molécules.

Dans la combustion et la gazéification, un certain nombre d'opérations, comme l'élimination de gaz non souhaités posent un problème économique. Ces traitements sont effectués dans de grandes installations de la pétrochimie. On ne sait pas encore les fabriquer à un prix abordable dans de petites unités.

Processus biochimiques

- **l'hydrolyse** est le procédé le plus simple pour obtenir les sucres à partir du contenu en amidon, ou en cellulose ou hémicellulose des plantes, ce qui ouvre la voie par fermentation à l'éthanol.

<sup>8</sup> La combinaison avec de l'hydrogène des corps gras issus des huiles végétales, mais aussi des graisses animales, permet d'obtenir du biogazole de synthèse.

- **la digestion.** En l'absence d'oxygène elle permet grâce à l'action de bactéries de briser les polymères de la biomasse pour donner des biogaz (méthane, dioxyde de carbone, mais aussi d'autres gaz corrosifs ou malodorants qu'il faut éliminer). La digestion aérobie donne le compost destiné à la fertilisation des terres.

- **la fermentation** est l'un des plus vieux procédés biologiques utilisés par l'homme. Classiquement, les enzymes des levures provoquent des réactions chimiques qui conduisent à l'éthanol, qu'il s'agisse d'alcool à destination humaine ou de biocarburant. Mais le recours aux enzymes permet d'accélérer les réactions et de traiter aussi les matières ligno-cellulosiques. L'obtention de nouveaux types d'enzymes plus performants ou de bactéries issues du génie génétique est la voie dans laquelle de nombreuses recherches sont engagées.

Le concept de bioraffinerie repose sur la mise au point dans des installations d'une certaine taille de processus de transformation de la biomasse en énergie, carburants, et produits correspondant à ceux obtenus dans la chimie de base et la chimie fine. **Outre l'intérêt de ménager les sources de carbone fossile et de limiter l'émission de gaz à effet de serre, cette chimie verte permet une modulation de la durée de vie des produits ainsi obtenus et donc une amélioration des écobilans.** Dans une perspective de biodégradabilité des déchets, ce dernier point devrait à l'avenir tenir une place importante.

En fonction de la rentabilité à terme, des surfaces nécessaires à l'approvisionnement des bioraffineries et des analyses de cycle de vie, on a retenu, hors des biocarburants, quatre axes prioritaires :

- **les biolubrifiants** qui, outre leur biodégradabilité et leur caractère non toxique, s'avèrent plus performants dans les circuits hydrauliques, pompes et vérins, et comme lubrifiants pour les chaînes de scies ou de tronçonneuses ;

- **les tensioactifs** qui permettent de mélanger des corps incompatibles, comme l'eau et l'huile. Il s'agit d'une véritable alternative par rapport aux molécules issues de la pétrochimie ;

- **les agrosolvants** dont l'avantage essentiel repose sur leur innocuité. D'importantes possibilités de substitution existent par rapport aux solvants utilisés dans la peinture et l'industrie chimique (solvants chlorés et fluorés notamment) ;

- **les matériaux composites** obtenus à partir des fibres de plantes et les biopolymères, comme les thermoplastiques à base d'amidon dont la biodégradabilité est très appréciée.

L'importance des débouchés évoqués montre que l'on peut raisonner sur un ensemble de coproduits issus de la biomasse et dont la valorisation peut justifier, selon les processus mis en œuvre, la production de biocarburants. Evidemment, la nature des plantes récoltées, les modalités de leur collecte, l'implantation et la taille des unités de traitement vont intervenir. Mais pour un véritable développement des bioraffineries il faut arriver à améliorer les performances tout au long des filières. Cela passe par :

- en amont, la mise à disposition de matières premières plus abondantes et surtout plus riches en éléments intéressants, d'où le recours aux OGM pour avoir par exemple des céréales à haute teneur en huile ou en amidon, ou plus riches en acides aminés ;

- au niveau de la transformation, le recours à des enzymes plus efficaces dans le fractionnement des molécules ou la conversion de l'amidon (appel au génie génétique), ou à des procédés d'ultrafiltration ;

- en aval, des recherches sur de nouvelles utilisations industrielles ou alimentaires, notamment en vue de réduire les risques cardiaques, ou l'obtention de coproduits riches en protéines.

## Biomasse et biocarburants

On sait que la manière la plus simple de produire de l'éthanol consiste à extraire le sucre des plantes qui en contiennent et à le faire fermenter, puis on distille pour obtenir la concentration voulue. De la même façon, l'amidon des céréales est transformé en éthanol après sa conversion en sucre. Mais la partie amylacée des céréales ne représente qu'une faible fraction de la masse totale, le reste étant plus ou moins valorisé à travers des tourteaux destinés à l'alimentation animale. On a donc une assez faible valorisation globale de ces plantes.

Pour de nombreuses espèces végétales, l'essentiel des parties aériennes est composé de cellulose, d'hémicellulose et de lignine. Il est possible de convertir la cellulose et l'hémicellulose en sucre, ce qui suppose d'abord leur séparation de la lignine qui, quant à elle, ne peut être transformée en sucre. L'opération de saccharification de la cellulose et de l'hémicellulose nécessite toutefois la mise en œuvre de processus thermiques chimiques et biologiques assez lourds. Et c'est là que portent les plus importants efforts d'amélioration pour disposer de communautés microbiennes efficaces.

Le tableau n°6 indique la productivité dans le monde des diverses cultures ligneuses et non-ligneuses.

TABLEAU N° 6

RENDEMENT À L'HECTARE ET PAR AN DES CULTURES LIGNEUSES ET NON-LIGNEUSES SUSCEPTIBLES DE SERVIR À PRODUIRE DES BIOCARBURANTS

TYPE DE CULTURE	MATIÈRE SÈCHE (T/HA/AN)	ENERGIE (GJ/HA/AN)
CULTURES LIGNEUSES		
BOIS ET FORÊTS	1-4	30-80
PLANTATIONS TROPICALES (EXTENSIF)	2-10	30-180
PLANTATIONS TROPICALES (INTENSIF)	20-30	340-550
TAILLIS À ROTATION COURTE	10-15	180-260
CULTURES NON-LIGNEUSES		
MISCANTHUS, PANIC ÉRIGÉ	10-15	180-260
CANNE À SUCRE	15-20	400-500
BETTERAVE SUCRIÈRE	10-21	30-200
COLZA	4-10	50-170

SOURCE: BIOMASS GREEN ENERGY FOR EUROPE EUROPEAN COMMISSION  
[http://europa.eu.int/comm/research/energy/index\\_en.htm](http://europa.eu.int/comm/research/energy/index_en.htm)

La possibilité de transformer la cellulose en sucre à un prix acceptable modifiera considérablement la situation globale, en termes de compétitivité des biocarburants et d'offre alimentaire. En effet, les formes de biomasse disponibles pour cet usage sont considérables et les rendements à l'hectare du point de vue énergétique sont comparables à ceux des cultures déjà utilisées, comme l'indique le tableau n°6.

Selon le degré de facilité d'utilisation on a :

- **les sous-produits des récoltes.** On estime aux Etats-Unis que cette source présente à elle seule un potentiel 10 fois supérieur à ce qui peut être obtenu à partir des grains. En France, le quart de la production annuelle de paille de céréales, soit 5 millions de tonnes, fournirait suffisamment d'éthanol (1,5 Mtep) pour atteindre l'objectif d'incorporation de 5,75 % de biocarburants dans les carburants fossiles en 2010 comme le stipule la Directive 2003/30/CE. Les sous-produits de l'exploitation des forêts et du bois ainsi que les effluents animaux constituent également une source facilement mobilisable.

- **les graminées vivaces** comme le Panic érigé (*Panicum virgatum*) que l'on trouve surtout en Amérique du Nord et l'Eulalie ou roseau de Chine (*Miscanthus*). **On fonde beaucoup d'espoirs sur ces graminées** pouvant donner 10 tonnes et plus de matière sèche à l'hectare par an, peu exigeantes en fertilisation et qui restent productives plus d'une dizaine d'années. La moitié du coût de production est dû à la récolte et au transport des balles. Ces graminées peuvent aussi servir comme fibres dans la fabrication du papier. Toutefois, ici l'extension de ces graminées ne peut se faire qu'au détriment des cultures traditionnelles.

- **les taillis à rotation courte** constitués d'eucalyptus, saules ou peupliers dont le cycle de vie est entre 3 et 15 ans. Cela suppose d'utiliser des terres marginales sur lesquelles on limite l'usage des engrais et des produits phytosanitaires. **L'exploitation de ce type de biomasse repose sur la mise en œuvre d'une importante logistique pour la récolte**, le traitement de la matière première et l'approvisionnement des unités de transformation. Le transport représente une fraction élevée du coût de production, ce qui vaut aussi pour l'utilisation des sous-produits. Il convient évidemment de limiter les entrées énergétiques de ces systèmes.

Des estimations assez précises ont été faites par *US National Renewable Energy Laboratory* quant à la compétitivité d'une filière cellulose-éthanol après 2010 basée sur l'exploitation des peupliers, lorsque les principales innovations attendues seront effectives. On attend à ce moment-là un coût au litre (équivalent à 1 litre d'essence) de 0,27 \$, soit 2 fois moins qu'aujourd'hui. Après 2010 cette filière serait plus concurrentielle que la filière maïs-éthanol (0,37 \$/équivalent litre d'essence)<sup>9</sup>. Dans le domaine des biodiésels il semblerait que seule l'huile de palme puisse aussi se révéler compétitive.

Dans son étude des effets sur les prix agricoles d'un fort développement de la production de biocarburants, l'IFPRI propose un scénario basé sur

<sup>9</sup> cf. IEA, 2004 p. 79

l'adoption à grande échelle d'ici 2015 de la transformation de la cellulose (Rosegrant et al., 2006). Deux hypothèses sont envisagées : la première suppose simplement le recours à ces processus de fabrication des biocarburants, les choses étant inchangées du côté de la production agricole ; la seconde cumule la transformation à grande échelle de la cellulose et l'amélioration des conditions de production agricoles. Le tableau n°7 présente l'impact de ces deux possibilités à l'horizon 2020.

Les résultats du tableau n°7 sont à rapprocher de ceux du tableau n°5 où figure l'effet sur les prix en 2020 en l'absence d'une production de biocarburants issus du ligno-cellulosique. **En l'absence de progrès techniques au niveau des cultures, les processus de traitement de la lignine permettent déjà de réduire la pression sur les prix de manière sensible : de 40 % et plus pour les oléagineux et la betterave sucrière, à 25 % dans le cas de la canne à sucre.** L'introduction d'innovations au niveau des cultures allège sensiblement la pression sur les prix du manioc, moyennement sur le blé, les betteraves et le maïs, de manière plus marginale sur la canne à sucre et surtout les oléagineux.

APRÈS 2010, LA FILIÈRE CELLULOSE-ÉTHANOL BASÉE SUR L'EXPLOITATION DES PEUPLIERS, SERAIT PLUS CONCURRENTIELLE QUE LA FILIÈRE MAÏS-ÉTHANOL.

TABLEAU N°7

IMPACT EN 2020 SUR LES COURS MONDIAUX DES CULTURES ÉNERGÉTIQUES D'UNE PRODUCTION DE BIOCARBURANTS BASÉE SUR LE LIGNO-CELLULOSIQUE AVEC ET SANS PROGRÈS TECHNIQUE

	MANIOC	MAÏS	OLÉAGINEUX	BETTERAVES	CANNE SUCR.	BLÉ
SANS PROGRÈS	+89 %	+29 %	+45 %	+14 %	+49 %	+21 %
AVEC PROGRÈS	+54 %	+23 %	+43 %	+10 %	+43 %	+16 %

## Conclusion

---

Le développement des biocarburants s'inscrit dans une perspective de long terme car l'ère du pétrole bon marché est révolue, même si conjonctuellement les niveaux de prix peuvent baisser. Mais il est clair que ceux-ci ne peuvent se substituer qu'en partie aux hydrocarbures traditionnels. En effet, d'autres sources fossiles classiques, charbon ou schistes bitumineux peuvent être exploitées, ainsi que des gisements pétroliers aujourd'hui peu rentables. De plus l'efficacité énergétique des biocarburants n'est pas toujours au rendez-vous, ni les gains attendus en termes de réduction des gaz à effet de serre, et les surfaces disponibles sont bien insuffisantes pour couvrir tous les besoins.

La question des biocarburants se situe à la rencontre de trois domaines :

- 1. Le domaine énergétique**, où l'on assiste à une hausse du prix des hydrocarbures qui traduit à long terme un épuisement des ressources. Même si conjonctuellement les niveaux de prix peuvent baisser, on doit raisonner dans un schéma de cours du pétrole élevés. Mais il est

clair que l'éthanol et le biodiesel ne peuvent se substituer qu'en partie aux hydrocarbures traditionnels. **En effet, d'autres sources fossiles classiques, charbon ou schistes bitumineux peuvent être exploitées, ainsi que des gisements pétroliers aujourd'hui difficilement accessibles. Sans compter le solaire, l'éolien et le nucléaire !** Les politiques de l'énergie définissant la place relative de chacune de ces sources, avec les mesures susceptibles de favoriser leur développement, sont capitales. L'exemple brésilien montre bien que disposer d'éthanol à faible coût est insuffisant. La politique très volontariste des Etats-Unis va dans ce sens et, dans une moindre mesure, celle de l'UE s'engage dans cette voie.

**2. Le domaine de l'environnement avec la reconnaissance des effets de l'utilisation des sources d'énergie à base de carbone sur le changement climatique.** La valorisation du CO<sub>2</sub> n'est pas à l'heure actuelle un élément suffisant pour justifier dans les pays européens le développement des biocarburants. Toutefois les choses pourraient changer avec la prise de conscience des modifications du climat et donc de la nécessité de lutter contre les gaz à effet de serre. Un renforcement du protocole de Kyoto pourrait déboucher sur des valeurs de la tonne de carbone beaucoup plus fortes. Mais, cela doit aller de pair avec des évaluations serrées du bilan quantité de gaz absorbée par la plante lors de son cycle végétatif sur quantité de gaz émise lors de la combustion du biocarburant, sachant qu'une partie des données sont incertaines (Farrell et al., 2006). Le développement des cultures énergétiques peut aussi se révéler peu favorable à l'environnement.

**3. Le domaine agricole** dans la mesure où le coût de la matière première représente entre la moitié et les 3/4 du coût de production des biocarburants. De ce fait le découplage qui permet à l'Europe et aux Etats-Unis, de disposer des cultures de base au prix mondial, tout en soutenant le revenu des agriculteurs, est un encouragement à la production des biocarburants. Toutefois, dans ce contexte les prix des produits agricoles

deviennent corrélés au prix de l'énergie. Ceci est particulièrement net pour le sucre qui suit les cours du brut (Schmidhuber, 2006). On peut donc craindre que la volatilité des cours du pétrole se transmette au prix des produits agricoles, ce qui suppose de disposer de nouveaux instruments de couverture. Par ailleurs, se pose à terme un problème de concurrence dans l'usage des terres, même si la source ligno-cellulosique devient rentable. Cette situation est très préoccupante par rapport à la sécurité alimentaire de nombreuses nations.

La prise en compte de ces trois aspects suppose la conception et la mise en œuvre de **politiques économiques volontaristes adaptées à ce nouveau défi**, sans compter la question des barrières douanières qui, à l'heure actuelle, freinent les échanges internationaux des biocarburants.

## Bibliographie

---

- Bureau J-C, Tréguer D., *Biocarburants : faut-il défiscaliser davantage?*, Telos, Agence intellectuelle : [http://www.telos-eu.com/2006/12/biocarburants\\_fautil\\_defiscalie-print.php](http://www.telos-eu.com/2006/12/biocarburants_fautil_defiscalie-print.php), 2006.
- Elobeid A., Tokgoz S., Hayes D., Babcock D., Hart C., *The long-run impact of corn-based ethanol on the grain, oilseed, and livestock sectors: A preliminary assessment CARD*, Briefing paper 06-BP 49, November 2006.
- European Commission, *Biomass Green energy for Europe*, [http://europa.eu.int/comm/research/energy/index\\_en.htm](http://europa.eu.int/comm/research/energy/index_en.htm), 2006.
- Farrell A., Plevin R., Turner B., Jones A., O'Hare M., Kammer D., *Ethanol can contribute to energy and environmental goals*, 27 Jan 2006 vol 311 Science, 2006.
- Guillou M., *Introduction. La chimie verte*, sous la direction de Paul Colonna, Edition Tec Lavoisier 560pp., 2005.
- Hart C. E., *Feeding the ethanol boom: where will corn come from Iowa*, Ag Review Vol 12 n°4 : [http://www.card.iastate.edu/iowa\\_ag\\_review/fall\\_06/article2.aspx](http://www.card.iastate.edu/iowa_ag_review/fall_06/article2.aspx), 2006.

- International Energy Agency, *Biofuels for transport. An international perspective coordinated*, by Lew Fulton and Tom Howes, 203 pp., 2004.
- Kaltner F., Azevedo G., Campos I., Munlim A., *Potentials and implications for sustainable agriculture and energy in the 21st century*, FBDS : <http://www.fbds.org.br/IMG/pdf/doc-116.pdf>, 2005.
- Kerguéris J., Saunier Cl., *La hausse du prix du pétrole: une fatalité ou le retour du politique*, Rapport d'information du Sénat n° 105, 2005-2006.
- Lacoste J-C, *Pétrole: quels prix pour 2006 et au-delà?*, CA Eclairages, Recherche n°2 Janvier 2006.
- Meritet S., *Déterminant des prix des hydrocarbures*, 12 p., Notre Europe Novembre 2006.
- Moreira J. R., *Brazil's experience with bioenergy*,. Brief in Bioenergy and agriculture: promises and challenges 2020, Focus 14 Washington DC, IFPRI, 2006.
- Pimentel D., Patzek T., *Ethanol production using corn, switchgrass, and wood; biodiesel production using soybean and sunflower*. Natural Resources, Research Vol 14 '1°, March 2005.
- Rabaud V., *Quelles surfaces pour les carburants verts*, Agreste Primeur n° 185 novembre 2006.
- Rosegrant M., Msangi S., Sulser T., Valmonte-Santos R., *Bioenergy and the global food balance*, Brief in Bioenergy and agriculture: Promises and challenges, 2020 Focus 14 Washington, IFPRI, 2006.
- Schmidhuber J., *What future framework for agricultural policies in Europe an developing countries*, Conférence Internationale, Notre Europe, Paris, 27-28 novembre 2006.
- Sourie J-C, Tréguer D., Rozakis S., *L'ambivalence des filières biocarburants*, INRA Sciences Sociales N°2 Décembre 2005.
- Tokgoz S., Elobeid A., *An analysis of the link between ethanol, energy and crop markets Center for Agricultural and Rural Development*, 06-WP 435 Nov 2006.
- Van Lampe M., *Incidences de la croissance de la production de biocarburants sur les marchés agricoles*, AGR/CA/APM(2005)24/FINAL OCDE, 2006.

## Liste des Policy papers déjà parus

---

**La Convention des Nations-Unies sur le droit des migrants : un luxe pour l'Union européenne ? – Marie Barral, avec la collaboration de Stephen Boucher et sous la direction de Manlio Cinalli (décembre 2006).**

**Une relance par la politique étrangère est-elle possible ? – Deux contributions de Jean de Ruyt et Gilles Andréani (décembre 2006).**

**Les mouvements sociaux et l'Union européenne : eurosceptiques ou pro-européens critiques ? – Donatella Della Porta (juin 2006).**

**Le pardon et la promesse : pour une approche plus régionale de la question des Balkans par l'UE – Tamara Buschek, Bertrand de Largentaye et Fabien Dupuis (mai 2006).**

**Les Relations UE-Russie : Moscou pose ses conditions – Laurent Vinatier (mars 2006).**

**La politisation de l'UE : remède ou poison ? – Simon Hix et Stéfano Bartolini (mars 2006).**

**La stratégie européenne pour l'emploi : un instrument de convergence pour les nouveaux Etats-membres ?** – *Catherine Palpant (janvier 2006)*.

**Démocratiser la démocratie européenne : Quelles voies pour une démocratie inclusive de qualité et transnationale ?** – *Stephen Boucher (décembre 2005)*.

**La coopération interparlementaire dans l'Union européenne : L'heure d'un nouveau départ ?** – *Morgan Larhant (août 2005)*.

**L'Europe sociale à l'épreuve de l'élargissement** – *Marjorie Jouen et Catherine Palpant (juin 2005)*.

**Le premier référendum néerlandais : une évaluation à la veille du scrutin** – *Arjen Nijeboer (mai 2005)*.

**Garantir la victoire du « oui » : du premier au deuxième référendum irlandais** – *Brigid Laffan et Adrian Langan (mai 2005)*.

**La stratégie de Lisbonne et la méthode ouverte de coordination : 12 recommandations pour une stratégie à plusieurs niveaux plus efficace** – *Stefan Collignon, Renaud Dehousse, Jean Gabolde, Marjorie Jouen, Philippe Pochet, Robert Salais, Rolf-Ulrich Sprenger et Hugo Zsolt de Sousa (mars 2005)*.

**La Commission européenne « élargie »** – *John Peterson (février 2005)*.

**La Turquie aux portes de l'Europe** – *ean Marcou (octobre 2004)*.

**L'avenir du Pacte de Stabilité et de Croissance comme outil de coordination des politiques économiques** – *Hugo Zsolt de Sousa (avril 2004)*.

**Une stratégie de sécurité globale pour l'Union** – *Sven Biscop et Rik Coolhaet (décembre 2003)*.

**Saint Malo cinq ans après : une évaluation de la PESD** – *olyon Howorth (décembre 2003)*.

**9/11 et l'europanisation de la politique anti-terrorisme : une analyse critique** – *Monica den Boer (septembre 2003)*.

**L'élargissement de l'UE : une fuite en avant ?** – *Daniel Vaughan-Whitehead (septembre 2003)*.

**Responsabilités de l'Europe des 25 dans les rapports de voisinage** – *William Wallace (juillet 2003)*.

**La Banque Centrale européenne et la politique monétaire** – *Hugo Zsolt de Sousa (juin 2003)*.

**Peut-on imaginer des référendums à l'échelle européenne et à quelles conditions ?** – *Yannis Papadopoulos (novembre 2002)*.

**Sécurité européenne : les perspectives de la PESD après le 11 septembre 2001** – *Jolyon Howorth (mars 2002)*.

Ces études sont disponibles sur le site <http://www.notre-europe.eu>

## Mentions légales



Avec le soutien de la Commission européenne : soutien aux entités actives au niveau européen dans le domaine de la citoyenneté européenne active.

La Commission européenne et *Notre Europe* ne sont pas responsables de l'usage qui pourrait être fait des informations contenues dans le texte. La reproduction est autorisée moyennant mention de la source.

© *Notre Europe*, février 2007