



**BIOCLIPS+**

## SOMMAIRE

Le développement et l'utilisation de ce biocarburant .....	2
La situation de l'éthanol aux États-Unis .....	3
L'éthanol au Canada .....	4
Qu'en est-il au Québec? .....	5
Les effets de la production d'éthanol à base de maïs .....	6
L'éthanol cellulosique : une alternative à l'éthanol provenant des céréales .....	7
Perspectives .....	8

### Direction des études économiques et d'appui aux filières

200, chemin Sainte-Foy, 10<sup>e</sup> étage  
Québec (Québec) G1R 4X6

Téléphone : 418 380-2100  
Télécopieur : 418 380-2164

Courriel : [deef@mapaq.gouv.qc.ca](mailto:deef@mapaq.gouv.qc.ca)

Internet : [www.mapaq.gouv.qc.ca](http://www.mapaq.gouv.qc.ca)

Dépôt légal  
Bibliothèque nationale du Québec  
ISSN 1480-2120  
07-0139

# *Le point* sur le développement de l'éthanol

Par **Jean-Pierre Sirois**,

Direction des analyses stratégiques,  
Transformation Alimentaire Québec

Depuis quelques années déjà, de nombreux pays considèrent les biocarburants comme une alternative réelle aux carburants pétroliers. Sans s'y substituer, ils permettent de réduire la dépendance par rapport au pétrole et de diminuer les émissions de gaz à effet de serre. Deux types de biocarburants sont principalement produits et utilisés : le biodiesel et l'éthanol.

La production mondiale de l'éthanol est appelée à s'accroître au cours des prochaines années. Une expansion aussi rapide suscite questionnement et interrogation, comme en témoignent les nombreux articles publiés dans les médias. Qu'est-ce qui alimente cet engouement pour l'éthanol? Quels sont les effets sur l'industrie agroalimentaire? Qu'en est-il de cette production au Canada et au Québec? Ce BioClips + vise à faire le point sur la situation.



# Le développement et l'utilisation de ce biocarburant

L'éthanol, d'origine végétale, n'est rien d'autre que de l'alcool éthylique, semblable à celui que l'on trouve dans toutes les boissons alcoolisées. La production de l'éthanol mobilise deux grands types de culture : les plantes sucrières (canne et betterave à sucre) et les céréales (maïs, blé). Les plantes sucrières contiennent du saccharose alors que les céréales contiennent de l'amidon. Le processus de fabrication consiste à ajouter de la levure pour faire fermenter les sucres. Par la suite, l'éthanol est extrait du mélange par distillation.

L'avantage de l'éthanol est qu'il peut être mélangé directement à l'essence employée comme carburant pour les moteurs courants. En effet, tous les moteurs des véhicules fabriqués après 1980 sont compatibles avec les mélanges de carburant contenant jusqu'à 10 % d'éthanol. L'utilisation de concentrations supérieures à 10 % nécessite des modifications aux moteurs. Plusieurs constructeurs d'automobiles proposent maintenant des véhicules *Flex Fuel* (polycarburant) qui peuvent fonctionner indifféremment avec de l'essence ou des mélanges à haute concentration d'éthanol. D'ailleurs, les ventes de véhicules *Flex Fuel* au Brésil ont atteint 1,45 million d'unités en 2006<sup>1</sup>. Un mélange est nommé selon sa concentration. Ainsi, un carburant de type E85 signifie qu'il contient 85 % d'éthanol et 15 % d'essence.

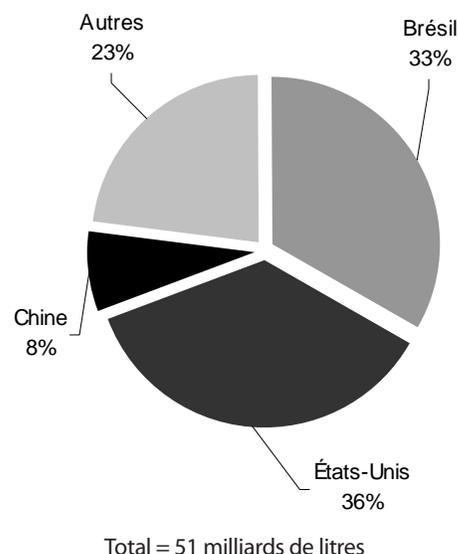
## L'émergence de l'éthanol

L'éthanol était déjà utilisé comme carburant au début du XX<sup>e</sup> siècle. Mais parce qu'il était beaucoup plus dispendieux à produire que l'essence, le potentiel de l'éthanol comme carburant fut largement ignoré jusqu'à la crise pétrolière des années 1970. Une réponse à l'embargo sur le pétrole fut une utilisation plus intensive du carburant E10<sup>2</sup>. Après l'embargo, l'utilisation de l'éthanol s'est poursuivie bien que le prix du pétrole ait diminué et soit resté bas pendant plusieurs années. L'éthanol est devenu moins dispendieux à fabriquer au fur et à mesure des avancées technologiques. Durant la même période, les méthodes de production agricole ont également progressé, ce qui a entraîné notamment une augmentation de l'offre mondiale de céréales. Ainsi, la production mondiale d'éthanol qui était peu élevée au début des années 1970 a connu une croissance importante qui s'est accélérée à partir des années 2000.

## La production mondiale

La production mondiale d'éthanol s'établissait à 51 milliards de litres (13,5 milliards de gallons) en 2006<sup>3</sup>. Les États-Unis et le Brésil sont les principaux pays producteurs avec plus des deux tiers de la production mondiale. Les autres pays producteurs importants sont la Chine (3,9 milliards de litres), l'Inde (1,9 milliard de litres), la France (0,95 milliard de litres) et l'Allemagne (0,76 milliard de litres). Le Canada a produit 0,579 milliard de litres en 2006.

Figure 1  
Production mondiale d'éthanol en 2006



<sup>1</sup> USDA Agriculture Outlook Forum 2007. *Brazil : A pioneer in Biofuels*. Ministry of Agriculture, Livestock and Food Supply. Brazil. March 2, 2007.

<sup>2</sup> USDA *New Technologies in Ethanol Production*. Agricultural Economic Report Number 842. February 2007.

<sup>3</sup> F.O. Licht.



# La situation de l'éthanol aux États-Unis

## La production

La production de l'éthanol aux États-Unis est en progression rapide depuis le début des années 2000. Elle a atteint 18,4 milliards de litres (4,86 milliards de gallons) en 2006, ce qui représente une moyenne de 317 000 barils par jour. La production a donc triplé depuis l'année 2000. La demande américaine d'éthanol est estimée à 20,5 milliards de litres et serait en croissance<sup>4</sup>. La différence avec la production est comblée par des importations en provenance essentiellement du Brésil.

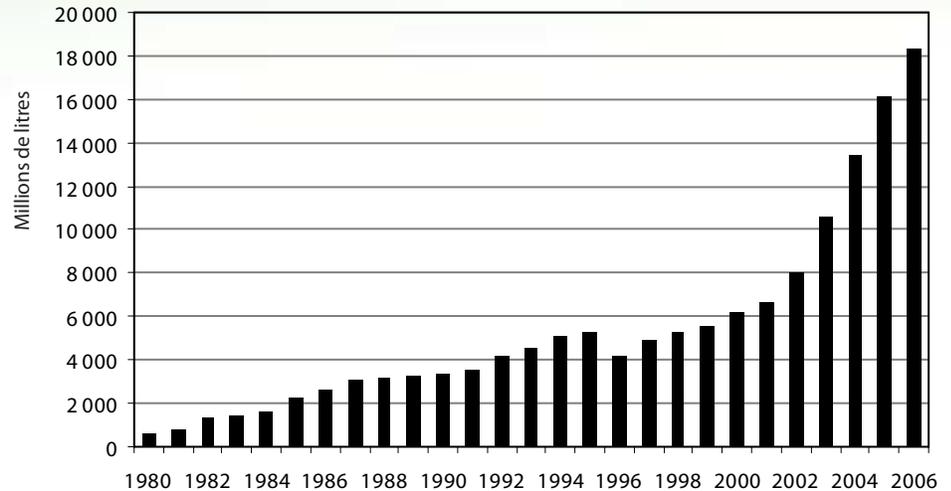
En mars 2007, il y avait 114 raffineries aux États-Unis dont la capacité de production était de 21,2 milliards de litres<sup>5</sup>. Il y avait également 78 raffineries en construction et 8 projets d'expansion, ce qui pourrait augmenter la capacité de production américaine de 22,7 milliards de litres par année<sup>6</sup>. La demande totale d'essence aux États-Unis est évaluée à environ 530 milliards de litres par année. Par conséquent, si l'ensemble du pays utilisait le mélange E10, les besoins en éthanol pour ce marché seraient de 53 milliards de litres par année.

L'éthanol produit aux États-Unis provient à 97 % du maïs. L'United States Department of Agriculture (USDA) estime que 14 % de la production américaine de maïs en 2005 a été utilisée pour la production d'éthanol<sup>7</sup>. La production est concentrée dans le Mid West américain, notamment dans le *Corn Belt*, c'est-à-dire dans les États de l'Iowa, du Minnesota, du Nebraska, de l'Illinois, de l'Indiana, etc.

## L'intervention publique américaine

La croissance importante de la production de l'éthanol aux États-Unis a, sans contredit, été favorisée par plusieurs mesures du gouvernement américain ainsi que par diverses mesures incitatives mises en place par les États producteurs.

Figure 2  
Évolution de la production américaine d'éthanol



Source : Renewable Fuels Association

En effet, l'administration Bush a pris des mesures au cours des dernières années pour augmenter l'approvisionnement en énergie d'origine domestique incluant les sources alternatives et renouvelables, et ce, dans le but de moins dépendre des pays étrangers. Dans son discours sur l'état de la nation de 2005, George W. Bush a déclaré vouloir remplacer 75 % des importations de pétrole en provenance du Moyen-Orient d'ici 2025. Ceci représente environ 1 million de barils d'essence par jour.<sup>8</sup>

La politique énergétique a été amendée par l'administration américaine en 2005 (*Energy Policy Act of 2005*). Par la suite, le président Bush a annoncé en 2006 une stratégie gouvernementale, l'AEI (*Advanced Energy Initiative*)<sup>9</sup> qui précise deux objectifs concernant l'éthanol.

- D'ici 2012 : Subventionner des recherches additionnelles sur les méthodes de production de l'éthanol non seulement à partir du maïs, mais aussi à partir des végétaux et des résidus de bois. Le but est de rendre ce nouveau type d'éthanol utilisable et compétitif d'ici six ans.
- D'ici 2030 : Remplacer 30 % de la consommation actuelle d'essence par l'éthanol.

Les objectifs de l'AEI ont été bonifiés lors du discours sur l'état de la nation de janvier 2007. La proposition du président Bush est d'amener la production des carburants de substitution et renouvelables à 35 milliards de gallons d'ici 2017, tout en diminuant la consommation de l'essence aux États-Unis. Cet objectif fait l'unanimité tant chez les démocrates que chez les républicains. Il s'agit d'orientations qui devraient persister malgré l'approche de la fin du mandat présidentiel de George W. Bush.

<sup>4</sup> Renewable Fuels Association. 2006 Ethanol Production up nearly 25 percent over 2005. March 5, 2007.

<sup>5</sup> Renewable Fuels Association. 2006 Ethanol Production up nearly 25 percent over 2005. March 5, 2007.

<sup>6</sup> USDA Agriculture Outlook Forum 2007. *Biofuels : Overview & Potential for US Markets*. RFA. March 1, 2007.

<sup>7</sup> USDA Statement of Keith Collins, chief economist before the U.S. Senate committee on Environment and Public Works. September 6, 2006.

<sup>8</sup> USDA Agriculture Outlook Forum 2006. *Today's U.S. Ethanol Industry*. RFA. February 28, 2006.

<sup>9</sup> Advanced Energy Initiative. The White House National Economic Council. February 2006.



Les trois principales politiques nationales pour appuyer le développement de l'éthanol<sup>10</sup> sont les suivantes :

- *Volumetric Ethanol Excise Tax Credit* (VEETC). Cette mesure permet aux raffineries d'obtenir un remboursement de taxe d'accise de 0,51 \$ US pour chaque gallon (13,5 cents/litre) d'éthanol mélangé avec l'essence.
- *Renewable Fuels Standard* (RFS). Il s'agit d'une disposition relative aux carburants renouvelables de la Loi sur l'énergie (*Energy Policy Act of 2005*). Un objectif vise à faire passer la production annuelle de carburant à base d'éthanol de 4 milliards de gallons en 2006 à 7,5 milliards de gallons (28,4 milliards de litres) en 2012 par des mesures d'obligations d'incorporations.
- *Small Ethanol Producer Tax Credit*. Les petits producteurs d'éthanol reçoivent 10 cents par gallon en crédit de taxes sur le revenu de production applicable sur un volume de 15 millions de gallons par année. Le crédit maximum est donc de 1,5 million de dollars/année par entreprise.

Le gouvernement américain intervient dans son agriculture par l'entremise du *Farm Security and Rural Investment Act of 2002*, communément nommé *Farm Bill 2002*. Cette loi sera échuë en 2008 et un *Farm Bill 2007* est présentement en préparation. Le chapitre 9 du prochain *Farm Bill*, traitant de l'énergie, devrait comporter les programmes d'énergie renouvelables suivants au cours des dix prochaines années<sup>11</sup> :

- Une subvention de 500 millions de dollars pour augmenter l'efficacité dans les différentes formes d'énergie et de développer des énergies de substitution pour les communautés rurales.
- Un montant de 500 millions de dollars dans la recherche de la bioénergie et des biocarburants.
- Un montant de 150 millions de dollars pour améliorer les utilisations du bois pour la production de bioénergie.

- Une subvention de 150 millions de dollars centrée sur la production d'éthanol cellulosique.
- Un programme de garantie de prêt de 2,1 milliards de dollars afin d'aider de nouveaux projets de production d'éthanol cellulosique.
- Le programme *BioPreferred* sera de nouveau autorisé. Il inclura un montant de 18 millions de dollars afin d'encourager le gouvernement fédéral à utiliser davantage de bioproduits et de promouvoir l'utilisation de ces produits dans le secteur privé.

## L'éthanol au Canada

Au Canada, le gouvernement a récemment annoncé un règlement exigeant que l'essence vendue ait, d'ici 2010, une teneur moyenne de 5 % en carburant renouvelable comme l'éthanol.

La production de l'éthanol est en croissance au pays. À moyen terme, c'est-à-dire d'ici janvier 2009, la capacité de production devrait atteindre de 1 564 millions de litres/année. Le tableau suivant donne la capacité des principales usines existantes et en construction au Canada.

Tableau 1  
Capacité des principales usines d'éthanol au Canada

Entreprises	Localisation	Capacité annuelle (millions de litres)	Matière première	Début de la production
<b>Usines en production</b>				
Permolex Ltd	Red Deer, Alb.	28	Blé	1998
PoundMaker AgVentures Ltd	Lanigan, Sask.	15	Blé	1992
Husky Oil Ltd	Minnedosa, Man.	10	Blé	1982
Greenfield Ethanol Inc.	Tiverton, Ont.	7	Maïs	1989
Greenfield Ethanol Inc.	Chatham, Ont.	150	Maïs	1998
Husky Oil Ltd	Lloydminster, Sask.	130	Blé	Août 2006
NorAmera BioEnergy Corp.	Weyburn, Sask.	25	Blé	Mars 2006
Suncor Energy Products Inc.	St Clair, Ont.	200	Maïs	Juin 2006
Greenfield Ethanol inc	Varenes, Qc	120	Maïs	Février 2006
Logen Corp.	Ottawa, Ont.	1	Paille	Avril 2006
Capacité de production en mars 2007		686		

<sup>10</sup> USDA Agriculture Outlook Forum 2007. *Current Ethanol Policy Framework*. RFA. March 1, 2007.

<sup>11</sup> Source : USDA, *2007 Farm Bills Proposals*, May 28 2007.



## Usines en construction

Permolex Inc (expansion)	Red Deer, Alb.	12	Blé	Été 2007
Husky Oil Ltd (expansion)	Minnedosa, Man.	120	Blé	Été 2007
Collingwood Ethanol Inc	Collingwood, Ont.	52	Maïs	Été 2007
Integrated Grain Processors	Aylmer, Ont.	144	Maïs	Fin 2008
Greenfield Ethanol Inc	Prescott, Ont.	200	Maïs	Fin 2008
Greenfield Ethanol Inc	Hensall, Ont.	200	Maïs	Fin 2008
Terra Grain Fuels	Belle Plaine, Sask.	150	Blé	2008
Capacité de production estimée en janvier 2009		1 564		

Source : Ressources naturelles Canada, mai 2007.

## L'intervention publique canadienne

Le budget de 2007 du Canada prévoit 2 milliards de dollars pour appuyer la mise sur pied d'une industrie canadienne des carburants renouvelables.

- Des fonds pouvant atteindre 1,5 milliard de dollars sur sept ans serviront à offrir une incitation aux producteurs de carburants renouvelables de remplacement de l'essence, comme l'éthanol, et de remplacement du diesel, comme le biodiesel.
- De plus, 500 millions de dollars seront investis sur sept ans, de concert avec le secteur privé, afin de bâtir des installations d'envergure pour la production de biocarburants renouvelables de prochaine génération à partir de résidus agricoles et de rebuts de bois.

Parallèlement à la mise en œuvre de la mesure d'incitation à la production au pays de nouveaux carburants renouvelables, les exonérations de la taxe d'accise sur l'éthanol et le biodiesel seront abolies à compter du 1<sup>er</sup> avril 2008<sup>12</sup>.

Une autre mesure, l'*Initiative pour un investissement écoagricole dans les biocarburants* (IIEB), est un programme fédéral pluriannuel de 200 millions de dollars qui prendra fin le 31 mars 2011. Ce programme accorde des contributions remboursables pour la construction ou l'agrandissement d'instal-

lations de production de biocarburants. Pour l'obtenir, les producteurs agricoles doivent s'engager à investir dans les projets de production de biocarburants et à utiliser des matières agricoles pour produire les biocarburants. Agriculture et Agroalimentaire Canada assure la mise en œuvre de la mesure.

## Qu'en est-il au Québec?

En mai 2006, le gouvernement du Québec annonçait dans sa stratégie énergétique que tout le carburant automobile vendu au Québec devra contenir 5 % d'éthanol en 2012.

La consommation d'essence au Québec est estimée à 8 milliards de litres par année. En posant l'hypothèse que la consommation d'essence ne connaîtra pas de croissance importante au cours des prochaines années, la stratégie énergétique du Québec impliquerait un besoin annuel d'environ 400 millions de litres d'éthanol d'ici 2012.

Le gouvernement du Québec a mis en place un crédit d'impôt pour la production d'éthanol. Afin de favoriser la diversification des approvisionnements énergétiques québécois, le crédit d'impôt remboursable temporaire est instauré à l'égard de la production d'éthanol au Québec.

Cette mesure constitue un filet de sécurité contre les conditions d'un marché qui varie en fonction des fluctuations du prix du pétrole brut. Ainsi, lorsque le prix du baril atteint 65 \$, aucun crédit n'est accordé, car l'essence-éthanol peut être offerte à un prix concurrentiel. Si le prix du pétrole chute sous 65 \$ le baril, l'aide gouvernementale vient compenser le manque à gagner du producteur.

GreenField Ethanol a récemment implanté à Varennes une usine de fabrication d'éthanol d'une capacité de 120 millions de litres/année. Les opérations ont commencé au début de l'année 2007. L'éthanol sera vendu à Petro-Canada.

Toutefois, le Québec aura besoin de 400 millions de litres pour satisfaire les exigences de sa stratégie énergétique. Si la production du Québec n'augmente pas d'ici 2012, les pétrolières du Québec devront importer 280 millions de litres d'éthanol par année.

À l'heure actuelle, la production d'éthanol du Québec repose sur l'utilisation du maïs. La culture de cette céréale représente une activité économique importante pour l'agriculture québécoise avec une production de 3,45 millions de tonnes de maïs-grain en 2005<sup>13</sup>. La majorité du maïs produit au Québec est destinée à l'alimentation animale.

L'usine de Varennes nécessite un approvisionnement de 315 000 tonnes de maïs-grain par année, soit environ 10 % de la production québécoise.

Les données<sup>14</sup> de mars 2007 sur les intentions d'ensemencement de maïs sont de 443 000 ha, ce qui indique une augmentation de 13 % par rapport à la saison précédente. Bien qu'il soit possible d'augmenter la production d'éthanol au Québec à partir du maïs en augmentant les superficies dédiées à cette céréale ou les importations, il est plus probable que le développement de l'éthanol se poursuive par l'entremise de la filière cellulosique.

<sup>12</sup> Gouvernement du Canada. *Plan budgétaire*, Chapitre 3 (Budget 2007).

<sup>13</sup> Site Internet de la Fédération des producteurs de cultures commerciales du Québec.

<sup>14</sup> Statistique Canada. Série de rapports sur les grandes cultures. N° 2, enquête réalisée entre le 23 et le 31 mars 2007.



# Les effets de la production d'éthanol à base de maïs

## Quelques avantages

### Diminution des gaz à effet de serre (GES)

Un avantage des carburants à base d'éthanol est qu'ils produisent moins de monoxyde de carbone (CO), de dioxyde de soufre (SO<sub>2</sub>) et de particules. La combustion de l'éthanol est plus propre et plus complète que celle de l'essence ou du diesel.

La production de l'éthanol à partir du maïs est toutefois contestée, car la culture de la plante ainsi que le procédé de transformation requièrent de l'énergie. Cependant, les résultats de nombreuses études s'accordent à dire que l'usage des biocarburants permet une réduction significative des émissions de gaz à effet de serre et une diminution de la consommation des énergies non renouvelables par rapport à l'utilisation du pétrole<sup>15</sup>. Toutefois, ces gains s'avèrent difficiles à quantifier avec précision. Selon Ressources naturelles Canada, les émissions de gaz à effet de serre produites par le carburant E10 fabriqué à partir du maïs sont réduites d'environ 3 % à 4 %, comparativement à celles de l'essence<sup>16</sup>.

### Accroissement des prix des céréales

La forte demande pour le maïs qui est engendrée par les usines de production d'éthanol aux États-Unis entraîne une augmentation du prix du maïs-grain. La situation est intéressante pour les producteurs de maïs qui ont accès à un nouveau marché pour leur production.

Les modifications du marché du maïs ont également un effet sur le prix des autres céréales (blé, orge, etc.). En effet, la demande pour ces céréales pourrait augmenter en réaction au prix élevé du maïs. Il en est de même pour le soya, car son prix est lié à celui du maïs. Lorsque le prix du maïs est élevé, les producteurs en cultivent davantage au détriment du soya. Il devient alors plus rare, ce qui fait augmenter son prix.

### Diminution de la dépendance aux produits pétroliers importés

Il s'agit de la base même des divers programmes aux États-Unis. L'accroissement de la sécurité énergétique est en effet l'objectif principal du développement de l'éthanol dans ce pays. Au Canada, cet objectif est moins important, car le pays est, dans son ensemble, un exportateur net d'énergie<sup>17</sup>.

## Quelques désavantages

### Accroissement des coûts pour l'alimentation animale

La production d'éthanol à partir du maïs-grain a l'inconvénient de soustraire à l'alimentation animale une source importante d'aliment énergétique. La fabrication de l'éthanol génère toutefois de la drêche de distillerie, riche en protéine. Ce produit est utilisable dans les rations alimentaires animales à la condition de respecter certaines proportions.

Puisque le maïs est un ingrédient de base des moulées destinées à l'alimentation animale, le coût de production du porc, du poulet et du bœuf est également à la hausse. Le Québec, qui a une agriculture fortement basée sur la production animale, est sensible à ce phénomène. Ces bouleversements risquent d'avoir des conséquences sur les mécanismes d'intervention des gouvernements québécois et canadien, notamment sur le programme d'assurance stabilisation (ASRA).

### Effet possible sur le prix des aliments

En faisant augmenter les coûts d'élevage, la croissance de la demande pour le maïs crée une pression à la hausse sur le prix des viandes. D'autres conséquences sont également envisageables dans le secteur agroalimentaire. Le maïs et ses dérivés entrent dans la composition de nombreux produits alimentaires comme le sirop glucose-fructose utilisé comme agent sucrant, la farine de maïs pour la fabrication de tortillas, les amidons, etc. Les aliments qui nécessitent l'emploi de ces produits risquent ainsi de coûter plus cher.

Selon un rapport conjoint de la Food and Agriculture Organization (FAO) et de l'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE), la progression de la demande de biocarburants entraîne une mutation radicale des marchés agricoles susceptibles d'induire une hausse des prix mondiaux de nombreux produits agricoles<sup>18</sup>. Des changements structurels s'opèrent déjà et ils pourraient bien se traduire par le maintien, au cours des prochaines années, de prix nominaux relativement élevés pour plusieurs produits.

<sup>15</sup> IFP (Innovation Énergie et Environnement). *Biocarburants : quels bilans sur l'environnement?* Panorama 2007.

<sup>16</sup> Site Internet de Ressources naturelles Canada. *Les avantages de l'éthanol*. Mise à jour 2007-04-13.

<sup>17</sup> Klein, K.K. et Le Roy D.G. *The Biofuels Frenzy : What's in it for Canadian Agriculture?* University of Lethbridge. Alberta. March 28, 2007.

<sup>18</sup> OCDE et FAO. *Perspectives agricoles de l'OCDE et de la FAO 2007-2016*. Juillet 2007.



## Augmentation du prix des terres

La conversion maïs/éthanol est de 2,7 gallons par boisseau. L'industrie de l'éthanol aux États-Unis aura besoin de 2,6 milliards de boisseaux de maïs en 2010, soit 1,2 milliard de plus que ce qui a été utilisé en 2005<sup>19</sup>. L'accroissement des besoins en maïs de l'industrie américaine sera comblé en diminuant les exportations de maïs et en augmentant les superficies cultivées. La superficie prévue par l'USDA en 2007 est de 37,25 millions d'hectares, soit 4,9 millions d'hectares de plus qu'en 2005. Ainsi, le prix des terres agricoles augmente rapidement aux États-Unis étant donné qu'on prévoit retirer des revenus élevés de la culture du maïs.

## Risque environnemental

Il faut s'interroger sur les impacts du développement des cultures énergétiques sur les sols et les écosystèmes de la planète. Si la production conventionnelle d'éthanol augmente de façon radicale, les besoins en terres seront considérables<sup>20</sup>. La production intensive peut mener à plus de monoculture et d'érosion du sol. De plus, la culture du maïs nécessite fertilisants et pesticides, substances susceptibles d'avoir un impact sur l'environnement.

À plus long terme, l'industrie mise sur le développement de l'éthanol cellulosique pour assurer sa croissance. Les nouvelles technologies de transformation visent une meilleure utilisation de la plante entière, basée non plus uniquement sur les sucres et l'amidon.

# L'éthanol cellulosique : une alternative à l'éthanol provenant des céréales

Les biocarburants de seconde génération peuvent être définis comme étant ceux qui utilisent la biomasse lignocellulosique comme matière première. L'avantage est de pouvoir valoriser la source de carbone renouvelable la plus abondante sur notre planète. Les plantes et les arbres sont principalement constitués de trois polymères de la paroi cellulaire végétale : la cellulose, les hémicelluloses et la lignine<sup>21</sup>. La cellulose est la seule de ces matières pouvant être transformée en éthanol.

Le schéma simplifié de la production d'éthanol cellulosique comprend les étapes suivantes :

- Préparation de la matière première;
- Conversion de la cellulose en glucose (sucre);
- Fermentation des sucres en éthanol;
- Distillation et purification finale de l'éthanol.

Seules les deux premières étapes sont spécifiques à la production d'éthanol cellulosique. La première étape consiste à déstructurer la matière lignocellulosique pour permettre l'accès à la cellulose par explosion à la vapeur ou cuisson en présence d'acide. L'explosion à la vapeur consiste à porter les matériaux à haute pression et haute température. Cette technologie a notamment été

développée jusqu'au stade industriel par logen, une entreprise canadienne. La deuxième étape nécessite de casser les molécules de cellulose à l'aide d'enzymes (hydrolyse enzymatique). La quantité d'enzymes nécessaire est importante, ce qui influe sur le coût de fabrication.

La technologie et les coûts sont les facteurs limitant la production d'éthanol cellulosique. Le tableau suivant permet de faire une comparaison entre l'éthanol à base de maïs et l'éthanol cellulosique. Cette dernière technologie est encore, aujourd'hui, moins rentable financièrement.

Tableau 2  
Comparaison entre l'éthanol à base de maïs et l'éthanol cellulosique

	Maïs	Cellulosique
Coût en capitaux pour construire l'usine (par gallon)	1,25 à 1,50 \$	4,30 à 5,44 \$
Processus de conversion	Simple	Complexe
Coût des enzymes (par gallon)	0,03 \$	0,30 à 0,50 \$
Coproduits	Protéine et huile	Lignine
Énergie utilisée dans le processus	Gaz naturel et électricité	Autosuffisant <sup>1</sup>
Pourcentage d'alcool de la « bière »	14-20	4
Temps de fermentation (jours)	2	7
Taux d'utilisation de la main-d'œuvre	Bas	Élevé
Coût de production de l'éthanol (par gallon)	1,10 \$	Deux fois l'éthanol maïs
Rendement en éthanol par tonne de matière sèche (gallons)	98	70-80
Coût de transport de la matière première	Bas	Élevé

1) Le procédé cellulosique génère de la lignine comme coproduit. La lignine peut être brûlée pour générer de l'électricité

Source : USDA. *U.S. Agriculture and the Emerging Bioeconomy*. Presentation by Keith Collins. October 12, 2006.

<sup>19</sup> USDA. *Ethanol Reshapes the Corn Market*. Amber Waves. Volume 4. Issue 2. April 2006.

<sup>20</sup> Agence internationale de l'énergie. *Les biocarburants, un substitut viable?* Observateur OCDE. Juin 2005.

<sup>21</sup> IFP (Innovation Energie et Environnement). *Les nouvelles filières biocarburants*. Panorama 2007.



La *Stratégie énergétique du Québec 2006-2015* mentionne qu'il serait à la fois plus rentable économiquement et plus acceptable sur le plan environnemental de choisir la filière cellulosique, même si des progrès technologiques doivent être effectués<sup>24</sup>. En effet, les technologies sont encore au stade du développement et on ne pourra pas compter sur cette source d'approvisionnement, au Québec et partout dans le monde, avant plusieurs années. D'ici là, les besoins mondiaux continueront d'être comblés par l'éthanol fabriqué à partir des céréales et de la canne à sucre, ce qui maintiendra une pression à la hausse sur le prix des aliments.

On compte beaucoup sur la recherche pour faire diminuer les coûts et augmenter le rendement de l'éthanol cellulosique. Ceci explique notamment que le *Farm Bill 2007* aux États-Unis consacrera des budgets importants au développement de cette technologie. L'administration américaine est confiante d'obtenir un éthanol cellulosique en mesure de concurrencer l'éthanol maïs avant 2012<sup>22</sup>. Ainsi, davantage d'éthanol pourra être produit à moindre coût, ce qui réduira les effets sur le marché des produits alimentaires.

## Perspectives

Les mesures incitatives mises en place dans de nombreux pays pour l'utilisation des biocarburants vont créer une forte demande pour l'éthanol. La croissance de cette production apparaît donc comme une tendance incontournable.

L'avenue la plus probable pour le développement de l'éthanol au Québec réside dans la production d'éthanol cellulosique. La *Stratégie énergétique du Québec 2006-2015* va dans ce sens. Une des priorités d'action est de développer les carburants renouvelables comme l'éthanol-carburant et le biodiesel. La valorisation de la biomasse forestière et agricole ainsi que les déchets urbains sera privilégiée. Le Québec dispose d'ailleurs d'importantes quantités de résidus forestiers<sup>23</sup>. De plus, certaines plantes telles que le panic érigé (*Panicum virgatum* L.) présentent un potentiel intéressant pour la production d'éthanol cellulosique.

<sup>22</sup> Advanced Energy Initiative. The White House National Economic Council. February 2006.

<sup>23</sup> *L'éthanol de bois au Canada : les technologies de production, les sources de produits forestiers et les incitatifs politiques*. Réseau de gestion durable des Forêts. Réseau GDF. Série de note de recherche n° 22. 2006.

<sup>24</sup> *L'énergie pour construire le Québec de demain*. La Stratégie Énergétique du Québec 2006-2015. Ministère des Ressources naturelles et de la Faune. 2006.

## Déjà parus

Vol. 10, No 2	Août 2007	La dynamique de la distribution alimentaire, d'hier à aujourd'hui : une meilleure compréhension de l'évolution de la distribution alimentaire au Québec et de la place des acteurs actuels.
Vol. 10, No 1	Novembre 2007	L'ABC du commerce équitable
Vol. 9, No 2	Octobre 2006	Agriculture et alimentation Réflexions croisées
Vol. 9, No 1	Mars 2006	Les marques de distributeur : opportunités et défis pour le secteur de la transformation québécoise
Vol. 8, N° 5	Novembre 2005	Les dépenses alimentaires des Québécois Constats et limites des comparaisons
Vol. 8, N° 4	Septembre 2005	Quand l'alimentation fait le grand écart : Entre ses fonctions biologiques-économiques et ses multidimensions sociétales
Vol. 8, N° 3	Avril 2005	L'alimentation santé : quand trois acteurs se rencontrent
Vol. 8, N° 2	Mars 2005	Le débat sur les marges : comment se répartit le dollar dépensé par le consommateur?
Vol. 8, N° 1	Janvier 2005	Les produits biologiques : quel est leur avenir sur le marché canadien?
Vol. 7, N° 1	Mars 2004	Portrait récent des investissements en immobilisations dans l'industrie québécoise de la fabrication des aliments et boissons (1991-2002)
Vol. 6, N° 3	Décembre 2003	L'avenir de la restauration face à la baisse de main-d'oeuvre
Vol. 6, N° 2	Septembre 2003	Le consommateur québécois et ses dépenses alimentaires
Vol. 6, N° 1	Juin 2003	L'industrie des aliments et boissons : un stabilisateur économique