

F11 Éthanol d'amidon ou de sucre

DESCRIPTION SOMMAIRE

• Intrants

Plantes présentant une forte concentration en amidon ou en sucres simples. Les sources d'amidon communes sont les grains comme le maïs et le blé. Les sources de sucres communes sont la canne à sucre (climat chaud) et la betterave à sucre (climat tempéré). Le sorgho sucré et le millet perlé sucré (voir également la fiche sur les cultures énergétiques) sont également envisagés en climat québécois. La sève d'érable ne présente pas une source de sucre suffisamment concentrée pour la production rentable d'éthanol.

• Processus

Les intrants doivent être convertis en sucres simples puis fermentés. Cela implique un prétraitement (séparation physico-chimique ou criblage) et, pour les sources d'amidon, une étape hydrolyse enzymatique. La fermentation de la solution aqueuse de sucres simples se fait à l'échelle industrielle avec des levures (comme *Saccharomyces cerevisiae*) ou des bactéries (comme *Zymomonas mobilis*). La bière résultante est distillée (à 96 % d'éthanol pur), séchée sur un tamis moléculaire (à 99 % d'éthanol pur) et dénaturée – souvent avec de l'essence ou des additifs anticorrosion - pour empêcher sa vente comme alcool sur le marché de l'alimentation. Le produit final est composé de 94 à 98 % d'éthanol pur.

• Produits et utilisations

L'éthanol dénaturé est un carburant qui peut être mélangé avec de l'essence ou utilisé seul dans des moteurs à essence. Au-delà d'un mélange de 10 % d'éthanol avec 90 % d'essence (E10), des modifications aux moteurs sont toutefois nécessaires.

La fabrication d'éthanol génère également des sous-produits, soit des drèches (résidus des végétaux utilisés) et du dioxyde de carbone (CO₂) produit lors de la fermentation. Les drèches de céréales trouvent un débouché dans le secteur de l'alimentation animale puisqu'elles sont riches en protéines, en huile et en fibres. Les résidus de betteraves sont plus souvent utilisés pour produire de la chaleur de procédé car ils sont moins riches et moins abondants que les drèches de céréales. Ils contiennent principalement des fibres et des résidus de sucres. Le dioxyde de carbone peut être commercialisé pour la fabrication de boissons gazeuses et de glace sèche ou dans les processus de refroidissement rapide des aliments.

Une tonne de grains permet de produire entre 350 et 450 l d'éthanol, entre 300 et 325 kg de drèches et environ 350 kg de dioxyde de carbone. Dans les conditions du sud québécois, un hectare de maïs (9 t/ha), permettra de produire environ 3 600 litres d'éthanol.

MATURITÉ



La production d'éthanol à partir d'amidon et de sucre par fermentation est une technologie mature, bien maîtrisée à l'échelle industrielle. L'échelle de production va de la production artisanale jusqu'à la production industrielle à très grand volume.

• Historique

La fermentation est un des premiers processus biologiques maîtrisés par les êtres humains. Les processus de production d'éthanol carburant et d'éthanol pour les boissons alcoolisées sont identiques.

• Stade de développement

Commercialisation répandue.

ENJEUX TECHNOLOGIQUES

Étant une industrie mature, l'enjeu principal de la production d'éthanol est l'efficacité énergétique des procédés. L'optimisation de la productivité enzymatique (leur vitesse et efficacité dans les procédés) est également une priorité afin de réduire les coûts de production.

MARCHÉS POTENTIELS

- Le marché de l'éthanol comme substitut à l'essence a été créé essentiellement sous l'impulsion des incitatifs réglementaires et financiers gouvernementaux visant la lutte aux changements climatiques, et demeure dépendant de ceux-ci. Au Brésil, où l'éthanol de canne à sucre est utilisé comme carburant dans les véhicules depuis plus de 30 ans, le développement de cette production est également né d'une volonté gouvernementale.
- Au Canada les carburants de transport devront avoir une teneur moyenne de 5 % de carburants renouvelables d'ici 2012, ce qui représente un volume d'environ 420 millions de litres d'éthanol pour le Québec. Actuellement une partie de l'éthanol commercialisé au Québec est importé de l'étranger.
- Les unités commerciales au Canada ont des capacités de production se situant entre 25 et 200 millions de litres d'éthanol par année (à partir de maïs dans l'Est et à partir de blé dans l'Ouest). Leur production est expédiée via les grands réseaux de distribution des grandes pétrolières.
- Il est possible d'obtenir des équipements pour des infrastructures plus modestes, allant d'une production à domicile (13 800 l/année) jusqu'à des productions à petite échelle (de 50 000 à quelques centaines de milliers de litres par année). Cependant, ces équipements produisent de l'éthanol de 94 à 96 % de pureté, ce qui n'est pas suffisant pour le mélanger à l'essence. L'unique marché pour l'éthanol produit est donc l'autoconsommation dans des moteurs capables d'opérer avec de l'E100.

COÛTS à

L'Agence internationale de l'énergie (IEA) rapportait en 2007 des coûts de production suivants pour l'Europe et les États-Unis [\$US par équivalent de litre d'essence (ele)]

- Betterave à sucre (Europe) : entre 0,62 et 0,81 \$US/ele
- Blé (Europe) : entre 0,70 et 0,95 \$US/ele
- Maïs (États-Unis) : entre 0,60 et 0,80 \$US/ele

D'ici 2030, il est prévu que ces coûts se trouveront dans la fourchette de 0,38 à 0,65 \$US/ele, les coûts pour l'éthanol maïs étant plus faibles que pour les autres sources. Ces données sont converties ici en \$US par litre d'éthanol :

Matière première	Coût 2007 \$US/l éthanol	Coût 2030 \$US/l éthanol
Betterave à sucre (Europe)	0,40 à 0,53	0,27 à 0,39
Blé (Europe)	0,46 à 0,62	0,32 à 0,41
Maïs (États-Unis)	0,39 à 0,52	0,25 à 0,36

* Pouvoir calorifique de 26,7 MJ/kg pour l'éthanol et de 43,5 MJ/kg pour l'essence (Patzek, 2006). Densité de 0,789 kg/l pour l'éthanol et de 0,745 kg/l pour l'essence (Statistique Canada 2008).

Source : Traduit de IEA (2007). IEA Energy Technology Essentials – Biofuel Production.

Quant aux équipements de plus petite dimension, les coûts de production à partir de la bière (jus déjà fermenté à 8-15 % d'alcool) se situent entre 0,26 et 0,48 \$US/litre. Un équipement de 300 gallons US par jour (1 135 l/jour ou 142 000 l/an assumant 3 000 h de fonctionnement) de la compagnie *FuelMan* comportant les équipements de fermentation et la colonne de distillation se vend 107 000 \$US avant les frais de transport, les taxes et les coûts d'infrastructure.

ADAPTABILITÉ AUX PETITES COMMUNAUTÉS

La production d'éthanol est peu adaptée aux petites communautés.

- Il est difficilement imaginable de créer des circuits courts de valorisation (production de la matière première, transformation et utilisation) qui seraient plus efficaces économiquement et socialement que la production à grande échelle
- Pour être commercialisé à l'intérieur des réseaux de distribution traditionnels, l'éthanol doit répondre aux standards de qualité prévus par la réglementation
- La rentabilité précaire favorise les installations de grande taille qui sont en mesure de bénéficier d'économies d'échelle tant à l'achat des matières premières qu'au niveau de l'efficacité de la production.
- Nécessite beaucoup de capitaux souvent difficiles à obtenir pour les communautés rurales
- Le Québec compte peu de personnel qualifié pour l'exploitation d'usines d'éthanol

COMPÉTITIVITÉ



La compétitivité de la filière éthanol à partir de sucres et d'amidon est fortement tributaire du prix du pétrole et du prix de la matière première, qui ont montré une grande volatilité dans les dernières années. La rentabilité des usines de fabrication d'éthanol a ainsi été mise à mal par la chute du cours du pétrole depuis l'été 2008, alors que le prix des grains s'est maintenu à des niveaux relativement élevés. La matière première compte pour environ 75 % du coût de production de ce type d'éthanol.

Le développement de la production d'éthanol aux États-Unis a été rendu possible grâce à une subvention fédérale de 0,51 \$US par gallon, mise en place alors que le baril de pétrole se transigeait à 30 \$US le baril. Cette subvention n'est plus suffisante actuellement pour assurer la rentabilité des usines, dont on prévoit que plusieurs d'entre elles feront faillite au cours de l'année 2009.

La compétitivité de la production d'éthanol à base d'autres cultures riches en amidon ou en sucre (millet perlé sucré, sorgho sucré) n'est pas encore établie puisque ces cultures sont encore au stade de développement autant au plan de l'agronomie que de la détermination et de l'optimisation du potentiel de transformation en éthanol.

SOUTIEN DISPONIBLE



L'industrie de l'éthanol telle qu'on la connaît aujourd'hui existe grâce aux programmes incitatifs mis en place pour accroître la capacité de production nationale en vue d'atteindre l'objectif d'une moyenne de 5 % de carburant renouvelable dans les carburants de transport d'ici 2012.

- L'Initiative pour un investissement écoAGRICOLE dans les biocarburants (IIEB) d'Agriculture et Agroalimentaire Canada : contribution remboursable pouvant atteindre 25 millions \$ pour des projets de construction d'usines de fabrication de biocarburants de transport d'une capacité de 3 millions litres/année ou plus, qui sont financés partiellement par des agriculteurs et qui utilisent des intrants agricoles. Bénéficie d'un budget total de 200 millions \$ sur quatre ans (se terminant le 31 mars 2011).
- Programme ÉcoÉNERGIE pour les biocarburants administré par Ressources naturelles Canada : incitatifs pouvant atteindre un maximum de 10 ¢/litre pour la production de carburants renouvelables en remplacement de l'essence respectant certaines conditions. Les bénéficiaires peuvent recevoir des paiements durant une période allant jusqu'à sept ans consécutifs. Le niveau de l'incitatif dépend, notamment, des conditions de marché dans lesquels évolue l'industrie.

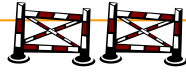
Taux incitatif maximum payable (\$/litre)

Exercice 1 ^{er} avril au 31 mars	08-09	10-11	11-12	12-13	13-14	13-14	14-15	15-16	16-17
Carburants renouvelables pour remplacer l'essence	0,10	0,10	0,10	0,08	0,07	0,06	0,05	0,04	0,04

Les taux pour les trois premiers trimestres du programme (2008) ont été de 1,5 ¢/l, 7,8 ¢/l et 10 ¢/l respectivement. Le budget annuel ne permet pas à tous les projets déjà enregistrés de bénéficier du programme. Cette contrainte limite donc également l'enregistrement de nouveaux projets.

• Expertise québécoise

Comme pour les autres biocarburants, il y a un manque de personnel qualifié pour l'opération des usines d'éthanol. Les équipements de production proviennent de l'étranger, notamment des États-Unis et de l'Europe.



LACUNES OU BARRIÈRES

- Coûts d'implantation importants
- Compétition avec le marché alimentaire pour l'achat de la matière première
- Acceptabilité sociale de la production de carburants à partir de cultures destinées à l'alimentation
- Échelle minimale de rentabilité de plus en plus grande à mesure que les conditions de marché (faible prix de pétrole, fort prix des grains) se détériorent
- Orientations gouvernementales québécoises en défaveur d'une augmentation de la capacité de production d'éthanol à partir de grains

AVANTAGES

- Constitue un débouché additionnel pour la production agricole
- Le ratio d'énergie nette (fossile) se trouve entre 1,5 et 2 pour les grains ou les betteraves
- L'éthanol s'intègre bien aux infrastructures de transport (pipelines, postes d'essence, moteurs à essence)
- Technologie éprouvée

INCONVÉNIENTS

- Production constante nécessitant un approvisionnement constant à l'année, ce qui cadre mal avec la saisonnalité de la production agricole
- Équipements habituellement fabriqués à l'extérieur du Québec
- Rendement faible en éthanol à l'hectare (grains) nécessitant de grandes superficies dédiées pour couvrir les besoins d'une usine
- Plusieurs voyages de camion par jour sont nécessaires pour approvisionner une usine, ce qui peut avoir un impact négatif sur le voisinage et sur les infrastructures routières
- Faible création d'emplois pour la localité accueillant l'usine
- Débouchés généralement limités aux grandes sociétés pétrolières
- Nécessite des opérateurs qualifiés pour le fonctionnement de l'usine; à l'heure actuelle, il y a peu d'individus au Québec possédant une telle qualification
- L'entreposage à long terme de l'éthanol peut en réduire la qualité par l'oxydation et l'introduction d'eau dans le produit. L'oxydation peut cependant être limitée par l'ajout d'antioxydants.

REMARQUES/COMMENTAIRES SUR LE POTENTIEL DE LA FILIÈRE

EN RELATION AVEC LES OBJECTIFS RECHERCHÉS PAR LE GROUPE DE TRAVAIL

Les conditions de marché et les impacts environnementaux et sociaux liés à la culture de grains pour l'éthanol défavorise la mise en place de telles unités, surtout à l'échelle locale.

Toutefois, le développement de cultivars adaptés aux conditions québécoises pour des cultures riches en sucre (millet perlé sucré, sorgho sucré) pourrait à court terme changer les perspectives de cette filière.

• Initiatives québécoises

Éthanol Greenfield, à Varennes, est la seule usine d'éthanol à partir de grains en opération au Québec. Les orientations gouvernementales sont en faveur de projets visant la production d'éthanol à partir de lignocellulose.