



ÉCOSPHÈRE

EXPERT - CONSEIL EN ENVIRONNEMENT

*Étude d'inventaire technologique
pour la conversion en biocarburant du Miscanthus Giganteus*

PRÉSENTÉE AU

*Conseil pour le développement de l'Agriculture au Québec
555, boulevard Roland-Therrien, bureau 110
Longueuil (Québec) J4H 4E7*

Produit le 15 décembre 2008

TABLE DES MATIÈRES

1. NOTE AUX LECTEURS.....	4
2. ÉQUIPE DE RÉALISATION	5
3. INTRODUCTION	6
3.1. MISE EN CONTEXTE	6
3.2. DESCRIPTION DU PROJET.....	7
3.3. OBJECTIFS DU PROJET	8
3.4. MÉTHODOLOGIE	9
4. DESCRIPTION DES PRINCIPALES TECHNOLOGIES UTILISÉES POUR LA PRODUCTION D'ÉTHANOL À PARTIR DE LIGNOCELLULOSE	10
4.1. FERMENTATION	10
Composition des plantes.....	10
Étapes de production	11
Défis technologiques de chaque étape.....	11
4.2. GAZÉFICATION – CONVERSION DES GAZ DE SYNTHÈSE.....	13
Étapes de production	14
Défis technologiques de chaque étape.....	14
5. INVENTAIRE DES COMPAGNIES	16
5.1. COMPAGNIES DONT LA TECHNOLOGIE EST AU STADE LABORATOIRE	16
<i>American Energy Enterprises</i>	17
<i>Archer Daniels Midland</i>	18
<i>Cleantech Biofuels</i>	19
<i>DuPont</i>	21
<i>EdeniQ</i>	23
<i>Flambeau River BioFuels</i>	24
<i>Nova Fuels</i>	25
<i>SunEthanol</i>	27
5.2. COMPAGNIES DONT LA TECHNOLOGIE EST AU STADE PILOTE.....	28
<i>AE Biofuels</i>	29
<i>BRI Energy</i>	31
<i>Coskata</i>	32
<i>Green Star Products inc.</i>	35
<i>ICM Incorporated</i>	36
<i>INEOS Bio</i>	37
<i>Iogen Corporation</i>	39
<i>Lignol</i>	42
<i>Mascoma</i>	44

	<i>Pacific Ethanol inc.</i>	45
	<i>Pure Energy</i>	46
	<i>Red Shield Environmental</i>	48
	<i>SEKAB</i>	49
	<i>ZeaChem</i>	53
5.3.	COMPAGNIES DONT LA TECHNOLOGIE EST AU STADE PRÉ COMMERCIAL	55
	<i>Abengoa Bioenergy</i>	56
	<i>Arkenol</i>	59
	<i>BioEthanol Japan</i>	60
	<i>BioGasol</i>	61
	<i>BlueFire Ethanol</i>	64
	<i>Enerkem</i>	67
	<i>Éthanol GreenField</i>	71
	<i>Fulcrum BioEnergy</i>	72
	<i>Genencor</i>	74
	<i>Inbicon (IBUS project)</i>	76
	<i>KL Energy Corp.</i>	79
	<i>Novozymes</i>	80
	<i>Petrobras</i>	81
	<i>Range Fuels</i>	83
	<i>SunOpta BioProcess inc.</i>	85
	<i>Verenium</i>	86
5.4.	COMPAGNIES DONT LA TECHNOLOGIE EST AU STADE COMMERCIAL	89
	<i>Tembec</i>	90
6.	CENTRES ET CONSORTIUMS DE RECHERCHES.....	91
	<i>Institut Français du Pétrole</i>	92
	<i>NREL</i>	94
	<i>Plate-forme technologique Biofuels</i>	97
	<i>Projet Futurool</i>	98
	<i>Projet NILE</i>	100
	<i>Research Triangle Institute</i>	103
	<i>Southern Research Institute</i>	105
	<i>Université de Sherbrooke</i>	106
	<i>Université Purdue</i>	109
	<i>U.S. Department of Energy</i>	110
7.	INDEX DES COMPAGNIES	113
8.	ANNEXES.....	117
8.1.	ANNEXE 1 : LETTRE D'INVITATION ET QUESTIONNAIRE ENVOYÉS AUX COMPAGNIES	117

NOTE AUX LECTEURS

Les informations contenues dans ce guide ont été recueillies, pour la plupart, sur les sites Internet des compagnies, dans des revues de presse ou dans des dépliants promotionnels. Bien que les sources utilisées soient des plus crédibles et sérieuses, les informations n'ont pas toutes été validées au près des compagnies. L'information contenue dans ce document est donc fournie à titre indicatif seulement et n'engage aucunement la responsabilité des auteurs. Ces derniers ne peuvent donc être tenus responsables quant aux données erronées ou mal citées.

Les technologies et fournisseurs présentés dans ce document sont les principaux recensés à ce jour et ne constituent pas une liste exhaustive. Compte tenu de l'engouement actuel pour les biocarburants de seconde génération, de nouvelles technologies apparaissent chaque jour partout dans le monde. Les informations mises à la disposition du grand public sont souvent limitées et évoluent avec l'avancement commercial des entreprises. Il est donc possible que certaines fiches soient incomplètes dû au manque d'informations disponibles au moment de leur rédaction. De nombreux événements tels des salons et des conférences, de même que des recherches Internet peuvent servir à identifier de nouveaux joueurs ou à compléter les informations manquantes.

1. ÉQUIPE DE RÉALISATION

Coordination
Hugues Groleau, agr., M. Env.
Réalisation, recherche et rédaction
 <p>ÉCOSPHÈRE EXPERT-CONSEIL EN ENVIRONNEMENT Hugues Groleau, agr. M. Env. Caroline Côté Beaulieu, agr., M.Sc. 148, avenue de la Cathédrale, suite 5 Rimouski (Québec) G5L 5H8 Tél. : 418-725-7500 Télécopieur : 418-725-7588 ecospher@globetrotter.net www.ecosphere.qc.ca</p>  <p>AGRINOVA RECHERCHE ET INNOVATION EN AGRICULTURE David Crowley, ing. Jr. 640, rue Côté Ouest Alma (Québec) G8B 7S8 Tél. : 418-480-3300 Télécopieur : 418-480-3306 info@agrinova.ca www.agrinova.ca</p>
Révision linguistique
Stéphanie Caron, secrétaire
Ce projet a été réalisé grâce à la collaboration financière de :
    

2. INTRODUCTION

2.1. Mise en contexte

Le *miscanthus giganteus* est une graminée géante vivace présentant l'un des plus importants potentiels de production de biomasse. Des études menées aux États-Unis ont confirmées le potentiel de rendement (20 tonnes/hectares) de cette production, qui disons-le, surpasse celui du panic érigé (10 tonnes/hectares). La biomasse produite pourrait potentiellement servir à la production de granules à chauffage ou de bioéthanol par la conversion de la cellulose. Dans le contexte actuel de hausse des coûts des carburants fossiles, de disponibilité de moins en moins grande de cette ressource et d'augmentation des préoccupations environnementales, il s'agit donc là d'une alternative à ne pas négliger.

Toujours à la recherche de nouvelles opportunités, les producteurs agricoles membres du club agroenvironnemental Agri-Tech 2000 ont donc décidé, au printemps 2007, d'expérimenter la culture du *miscanthus*, une première à l'échelle de la ferme au Québec. Ainsi un projet majeur pour le Bas-St-Laurent, regroupant plus de 45 producteurs pouvant mettre en production plus de 2 500 hectares est en cours.

Ce projet de filière bioénergétique (production – transformation – commercialisation) comporte bien évidemment plusieurs phases : développement et optimisation de la production, développement de la filière, études préalables au plan d'affaires, plan d'affaires, montage financier, etc. Les premières plantations ont donc été effectuées et le processus de multiplication des rhizomes se poursuivra au cours des prochaines années. Une seconde étape doit maintenant être franchie, soit celle de l'étude d'inventaire technologique pour la conversion du *miscanthus* en biocarburant. Précisons que ce projet s'intéresse également à la transformation d'autres sources de fibres afin de compléter l'approvisionnement en cellulose provenant du *miscanthus* et ainsi assurer la production de biocarburant.

Afin de répondre aux exigences des gouvernements en matière de carburants renouvelables, il fut choisi pour la présente étude de concentrer nos efforts à l'inventaire des technologies de production d'éthanol cellulosique. Plusieurs technologies sont actuellement en cours de développement, il est toutefois difficile de déterminer l'état d'avancement technologique de celles-ci en fonction des données présentées. Afin de mieux connaître la situation actuelle, des démarches plus approfondies sont nécessaires et doivent être mises de l'avant pour mieux orienter le développement futur de la production de biocarburants cellulosiques. Cet inventaire de technologies et de promoteurs technologiques pourra servir de base de données pouvant être mise à jour périodiquement dans le but de maintenir les connaissances en production de biocarburant cellulosique à niveau.

2.2. Description du projet

Le présent projet s'insère dans le cadre de l'*Initiative des marchés de biocarburants pour les producteurs* (IMBP), une initiative lancée dans le cadre du *Programme pour l'avancement du secteur canadien de l'agriculture et de l'agroalimentaire* (PASCAA). Ce projet, conjointement financé par le Conseil pour le Développement de l'Agriculture du Québec (CDAQ), la Conférence régionale des ÉluEs du Bas-Saint-Laurent (CRÉ Bas-St-Laurent), le Centre local de développement des Basques (CLD des Basques) et le Club Agri-Tech 2000, visait à identifier les technologies les mieux adaptées pour la fabrication de biocarburants à partir de fibres agricoles et plus particulièrement celle du *miscanthus giganteus*.

Le projet consistait à identifier, inventorier et analyser les technologies commercialement disponibles pour la fabrication de biocarburants cellulosiques à partir de fibres agricoles. La présente étude propose donc un inventaire des principales technologies et promoteurs recensés à ce jour. Le secteur des biocarburants de seconde génération étant en pleine effervescence, de nouvelles technologies et de nouveaux promoteurs entre en jeux continuellement. L'inventaire suivant ne constitue donc pas une liste exhaustive, mais doit plutôt être perçu comme un recensement des joueurs les plus importants, à l'échelle mondiale, au moment de la rédaction de l'étude.

Le présent inventaire constituera un point de départ pour d'éventuels promoteurs où ils pourront retrouver des informations importantes sur l'avancement des technologies et les coordonnées de différents promoteurs. Chacune des technologies recensées lors de l'inventaire est décrite à l'intérieur d'une fiche présentant, selon les informations disponibles au moment de la rédaction, différentes informations utiles à l'évaluation technologique telles que :

- L'identification du procédé et les coordonnées du promoteur;
- Les coûts d'acquisition technologique et d'opération;
- L'origine de la cellulose transformable;
- Les coûts d'acquisition des matériaux;
- Les types de carburants produits;
- Etc.

Afin de faciliter la consultation du guide, les différentes fiches ont été classées selon l'état d'avancement des technologies soit : laboratoire, pilote, pré commerciale (démonstration) et commerciale. Une technologie au stade pilote, contrairement au stade laboratoire, a été testée au sein d'une usine réelle, mais présentant une capacité de production moindre que l'échelle commerciale. L'échelle pré commerciale (ou de démonstration) est quant à elle le premier essai de taille commerciale réalisé par un promoteur. Il s'agit de la dernière étape d'ajustement et d'optimisation de la technologie avant sa commercialisation.

La réalisation de ce mandat fut confiée au Centre collégial de transfert technologique Agrinova ainsi qu'à Écosphère, firme de consultation en environnement. Ces ressources techniques sont les mêmes que celles retenues dans le cadre du projet de production de *miscanthus giganteus* ce qui permettra d'assurer la continuité et l'interrelation entre les deux projets.

2.3. Objectifs du projet

L'objectif général du présent projet était d'identifier, d'inventorier et d'analyser les technologies commercialement disponibles pour la fabrication de biocarburants cellulose dans le but de sélectionner la mieux adaptée à l'utilisation des fibres agricoles et plus particulièrement celle du *miscanthus giganteus*.

Afin de répondre à cet objectif, les objectifs spécifiques suivants ont été établis :

- Identifier les technologies de fabrication de biocarburant cellulosique telles la pyrolyse, la fermentation microbiologique, la dégradation enzymatique et autres techniques pertinentes.
- Inventorier les distributeurs ou compagnies qui construisent et installent les technologies.
- Vérifier le stade évolutif des technologies et les classer en fonction des rubriques suivantes : laboratoire, pilote, pré commercial ou commercial.
- Analyser la faisabilité technico-économique des technologies les plus prometteuses en lien avec la fabrication de cellulose d'origine agricole diverse et plus spécifiquement le *miscanthus giganteus*.

2.4. Méthodologie

Afin d'évaluer l'état des connaissances québécoises en matière de biocarburants celluloseux, des centres de recherche et universités ont été rencontrés dont, l'Institut de recherche en biotechnologie du CNRC (IRB-CNRC), le collège McDonald de l'université McGill et le Centre de recherche et de développement sur les grandes cultures d'Agriculture et Agroalimentaire Canada. Ces rencontres ont servi de point de départ pour nos recherches et ont permis de créer des liens qui pourront être utiles dans de futurs projets.

Suite à ces rencontres, un vaste exercice de recherche Internet fut déclenché afin d'identifier le plus grand nombre de promoteurs et de technologies possible. Les compagnies identifiées furent par la suite contactées et invitées à deux reprises à remplir un questionnaire technologique. Malheureusement, le secret industriel entourant le développement des biocarburants celluloseux étant très important, seules quelques compagnies répondirent à notre invitation. Nous tenons, à cet effet, à remercier *Genencor*, *Sekab* et *Novozymes* pour l'intérêt démontré envers notre projet. Une version française de la lettre d'invitation et du questionnaire envoyés aux compagnies est disponible pour consultation à l'annexe 1.

Faute d'informations provenant directement des entreprises, les fiches furent donc complétées à partir des informations disponibles sur les sites Internet des compagnies ou à l'intérieur de communiqués de presse diffusés sur des sites pertinents tels que les gouvernements canadien et européen, le département de l'énergie américain (D.O.E.) et des revues spécialisées. Le niveau de détail des fiches varie grandement d'une entreprise à l'autre puisque les informations disponibles au grand public ne sont pas les mêmes pour tous.

3. DESCRIPTION DES PRINCIPALES TECHNOLOGIES UTILISÉES POUR LA PRODUCTION D'ÉTHANOL À PARTIR DE LIGNOCELLULOSE

Deux principales voies technologiques sont utilisées pour la production d'éthanol cellulosique: la voie biologique (l'hydrolyse et la fermentation) ou la voie thermochimique (la gazéification suivi de la synthèse des gaz en alcool). Les compagnies, centres de recherche et consortiums de recherche travaillent à l'amélioration et la commercialisation de l'une ou l'autre des ces voies technologiques. Cette section décrit brièvement les principales étapes de chaque voie de valorisation de la biomasse pour la production d'éthanol carburant.

3.1. Fermentation

La voie de la fermentation s'apparente aux techniques utilisées pour produire de l'éthanol à partir de l'amidon et des sucres, notamment en provenance de grains tel que le maïs. Il s'agit en fait du même processus que pour la production de la bière. Le procédé de base – convertir des sucres en alcool – date de plusieurs centaines d'années. Les défis de cette voie pour les matières lignocellulosiques concernent la séparation et la réduction optimale en éléments fermentescibles des plantes entières. En effet, les sucres (cellulose et hémicellulose) contenus dans la biomasse ligneuse sont beaucoup plus complexes que ceux retrouvés dans les grains et ne peuvent être fermentés directement. Il faut donc développer des techniques efficaces et économiques pour les fragmenter en sucres fermentescibles. Des opportunités d'optimisation se présentent également à chaque étape précédant la fermentation. Par ailleurs, des recherches sont en cours pour modifier ou trouver des organismes qui fermenteraient efficacement les pentoses (sucres avec cinq atomes de carbone) présents dans la biomasse mais absents dans les grains. En effet, la plupart de microorganismes fermenteurs ne fermentent que les sucres à six carbones (hexoses).

Composition des plantes

La biomasse lignocellulosique composant les plantes est plus complexe que celle des grains, des tubercules ou des sèves utilisés pour produire l'éthanol de première génération. Pour ces matières, il est relativement facile d'isoler l'amidon ou les sucres, qui peuvent par la suite être facilement réduits en hexoses (sucres avec six atomes de carbone), la forme de sucre consommée par les levures et bactéries traditionnellement utilisées pour la fermentation.

Les plantes entières visées pour la production d'éthanol dit « cellulosique » contiennent une plus grande diversité de composés chimiques, donc une fraction moins grande d'éléments fermentescibles. Les composés les plus importants sont la cellulose, l'hémicellulose et la lignine. Dans la plante entière, ces composés sont tous liés dans une matrice serrée qui lui donne sa forme et sa résistance face aux ennemis et à l'environnement. Plus simplement, les fibres d'une plante sont fait de cellulose, son noyau structurel est fait de lignine et les deux sont liés par l'hémicellulose.

Dans le processus de production d'éthanol, la cellulose pourra être réduite en hexoses (6 carbones), l'hémicellulose en pentoses (5 carbones) et la lignine, chimiquement complexe et énergétiquement dense, sera principalement utilisée pour produire de la chaleur par combustion ou pour l'extraction de composés organiques de haute valeur.

Étapes de production

Les principales étapes de production d'éthanol cellulosique par voie biologique sont les suivantes :

- 1 Prétraitement de la matière première : la biomasse doit être broyée le plus finement possible pour permettre aux enzymes d'accéder facilement à leurs nutriments.
- 2 Hydrolyse à l'acide : les hémicelluloses qui ne sont pas hydrolysables sont séparées du milieu. Les éléments non hydrolysables ne sont pas solubles et sont difficilement accessibles pour les étapes de déconstruction biologique suivantes.
- 3 Hydrolyse enzymatique : les substances hydrolysables sont séparées à l'aide d'enzymes. La lignine est séparée du mélange. À la fin des deux étapes d'hydrolyse, un mélange de sucres fermentables est obtenu.
- 4 Fermentation des sucres en utilisant des levures ou des bactéries : une fois la lignine séparée, les produits restants sont exposés à la fermentation.
- 5 Épuration et distillation du mélange alcool-eau : cette opération est utilisée pour séparer les vinasses (résidus) de l'alcool et ainsi obtenir de l'éthanol à un bon niveau de pureté. Cette étape n'est pas différente des procédés de distillation utilisés pour tout type d'alcool.
- 6 Déshydratation de l'alcool : des techniques diverses d'élimination d'eau contenue dans l'alcool sont utilisées pour produire un alcool de qualité carburant. La technique la plus commune s'agit d'un tamis moléculaire. Souvent, un dénaturant est ajouté à l'alcool pur pour le distinguer de l'alcool destiné au marché alimentaire.

Défis technologiques de chaque étape

Même si les étapes de réalisation peuvent sembler assez simples, la difficulté de briser les polymères de cellulose en sucres et la difficulté de fermenter un mélange d'hexoses et de pentoses donnent lieu à des opportunités technologiques de la production des semences jusqu'à la production de levures et bactéries pour la fermentation. Une courte description de ces opportunités est donnée ci-dessous.

Le choix des plantes

Le choix d'une plante naturellement riche en cellulose et faible en hémicellulose et en lignine facilite la production d'éthanol par simple réduction des besoins en procédés dispendieux pour l'extraction et la conversion de ces derniers.

Par ailleurs, le choix de plantes en fonction des conditions agro-climatiques, afin de favoriser un rendement optimal à l'hectare, réduit le coût et le risque logistique de la production d'éthanol.

La modification génétique des plantes

Suite à la récolte des plantes, des étapes physiques, chimiques ou biologiques sont nécessaires pour séparer la plante en ses diverses composantes et ainsi obtenir des sucres fermentables. L'utilisation d'agents chimiques ou biologiques s'avère dispendieuse, voire limitative, et non sans impact sur l'environnement.

Une stratégie de réduire des coût de traitement, préconisée par certains chercheurs, est de modifier génétiquement les plantes afin qu'elles se déconstruisent plus facilement une fois récoltées. Plusieurs stratégies existent telles que la production d'enzymes hydrolytiques directement par la plante, lesquelles seraient activés pendant la destruction physique des parois cellulaires, ou encore la désactivation génétique des mécanismes régissant le caractère récalcitrant de la cellulose (résistance à l'hydrolyse enzymatique), etc.

Le fractionnement et prétraitement des plantes

Un prétraitement physique ou chimique bien optimisé peut permettre d'améliorer la performance des enzymes utilisés pour l'hydrolyse en facilitant l'accès à la cellulose. On considère, pour cette étape, le déchiquetage, l'hydrolyse acide et d'autres procédés qui peuvent efficacement séparer davantage la cellulose, l'hémicellulose et la lignine.

L'hydrolyse des composés fermentescibles

On parle ici de l'action des enzymes pour briser les polymères, ou chaînes de carbone, que sont la cellulose et l'hémicellulose afin d'en arriver à un produit liquide présentant une concentration élevée en sucres. L'efficacité des enzymes, la température et la pression optimale de la réaction sont tous des éléments à optimiser. Le potentiel d'amélioration le plus important à cette étape se présente au niveau des enzymes utilisés pour l'hydrolyse. Plus les enzymes seront efficaces à extraire les sucres, plus le rendement sera élevé et les coût de production ainsi diminués.

La modification génétique des enzymes hydrolytiques

La biomasse présente des barrières naturelles à la décomposition rapide, ce que les fabricants d'éthanol tentent de renverser. Si les plantes ne sont pas modifiées génétiquement, la tâche de rendre ce processus de déconstruction efficace revient entièrement aux enzymes utilisés. Les recherches actuelles portent notamment sur la durée de l'action efficace de chaque enzyme et sur leur capacité de, non seulement briser la cellulose, mais également déjouer les barrières préliminaires de la plante (la présence d'hémicelluloses par exemple). Ces supers enzymes sont appelés enzymes bi-fonctionnels ou multifonctionnels selon leurs capacités.

Le coût d'achat ou de production des enzymes représente une partie importante du coût de production de l'éthanol par voie biologique. L'optimisation de leur efficacité et la réduction de la quantité d'enzymes nécessaire représente donc un fort potentiel de réduction du coût final de l'éthanol.

La fermentation

Avec la biomasse, contrairement à l'utilisation de grains, de tubercules ou de sève, on ne fermente pas uniquement du glucose ni même uniquement des hexoses. Le mélange de sucres est complexe : glucose, mannose, galactose, xylose et arabinose sont tous présents. La difficulté principale réside donc dans la fermentation conjointe des pentoses et des hexoses, les deux principaux sucres présents, puisque les mécanismes biologiques de fermentation de ces deux sucres ne sont pas les mêmes.

Afin d'optimiser le rendement en éthanol de la fermentation, des nouvelles variétés de levures et bactéries doivent être considérées. Plus le taux de fermentation des sucres en éthanol sera élevé, plus il sera facile de rentabiliser les opérations.

Le choix et la modification génétique des levures et bactéries

La modification génétique des levures et des bactéries, normalement utilisées pour la fermentation des hexoses, peut permettre, avec des performances acceptables, de fermenter conjointement les pentoses. Parfois ces améliorations génétiques ont également comme objectif d'améliorer la fermentation des hexoses dans un environnement biologique plus complexe et différentes levures ou bactéries sont mélangées pour assurer une fermentation la plus complète possible.

L'optimisation de la conception des procédés

Toutes les étapes de l'hydrolyse enzymatique jusqu'à la fermentation se font généralement en série. Certains chercheurs tentent de perfectionner des processus de saccharification (hydrolyse) et de fermentation simultanés afin de réduire la complexité des installations et ainsi optimiser le bilan énergétique. La difficulté réside dans l'augmentation de la complexité de l'environnement et la diminution du potentiel de contrôle. Le recours à des enzymes robustes et multifonctionnels est essentiel pour ce type d'intégration de procédés.

3.2. Gazéification – Conversion des gaz de synthèse

La gazéification existe depuis les années 1800 alors que les villes l'utilisaient pour produire le gaz de ville nécessaire à l'éclairage et au chauffage. Depuis 1920, ce procédé est également à la base de la production de plusieurs produits carbonés synthétiques. C'est donc une technologie qui présente également un certain historique. L'intérêt principal de cette voie thermochimique, pour la production d'éthanol cellulosique, est l'élimination des contraintes biologiques rencontrées dans les procédés de fermentation. Le procédé réduit la fraction organique de la biomasse en molécules très simples (principalement de l'hydrogène (H₂) et du monoxyde de carbone (CO)) par l'action de la température et de la pression en l'absence d'oxygène. L'éthanol est créé synthétiquement à partir de ces molécules de base dans une réaction subséquente, soit chimique, soit biologique.

Étapes de production

Les étapes de production d'éthanol cellulosique par voie thermochimique sont les suivantes :

- 1 Séchage : la matière doit être la plus sèche possible afin de favoriser la production d'hydrogène lors de la gazéification.
- 2 Prétraitement de la matière première : la biomasse doit être broyée le plus finement possible pour augmenter la superficie de contact.
- 3 Gazéification : dans un réacteur fermé et exempt d'oxygène, la biomasse est chauffée sous pression pour produire un gaz de synthèse normalement composé d'hydrogène et de monoxyde de carbone en plus d'autres éléments comme le goudron, des composés organiques volatiles, le dioxyde de carbone, l'ammoniaque, le méthane, etc.
- 4 Purification des gaz pour éliminer les poisons (goudrons et acides) pour le catalyseur et protéger le compresseur.
- 5 Compression des gaz à 20-30 bars. Opération la plus délicate.
- 6 Nettoyage des gaz : Lits fixes pour nettoyer les gaz (HDS, ZnO, CuO, NaAlO₂).
- 7a Conversion du gaz de synthèse purifié (H₂ et CO) en éthanol par voie catalytique : l'utilisation de catalyseurs, souvent à base de cobalt ou de fer, pour des réactions de synthèse Fischer-Tropsch (FT) qui produisent une proportion d'alcools et une proportion d'hydrocarbures selon les conditions de réaction.
- 7b Conversion du gaz de synthèse purifié (H₂ et CO) en éthanol par voie biologique : utilisation de bactéries anaérobiques spécialisées pour la fermentation des gaz de synthèse en éthanol.
- 8 Distillation et purification de l'éthanol produit comme pour la voie hydrolyse/fermentation.

En bref, les molécules organiques contenues dans la biomasse sont fractionnées en leurs plus simples éléments, sous l'action de la chaleur et de la pression, pour former un gaz contenant principalement du H₂ et du CO. À partir de ce gaz, à l'aide de catalyseurs adaptés au produit désiré, il est possible de « reconstruire » une molécule souhaitée, dans ce cas un alcool (éthanol) ou un hydrocarbure. Un parallèle peut être fait entre cette technologie et la production de pétrole à partir de biomasse au centre de la terre, sous l'action de la chaleur et de la pression.

Défis technologiques de chaque étape

La technologie de biomasse à liquide décrite ici, existe et est fonctionnelle depuis longtemps. Toutefois, elle est généralement utilisée pour la production de molécules chimiques de haute valeur. La production rentable d'éthanol, à partir de cette technologie dans un contexte économique « normal », nécessite l'optimisation du bilan énergétique et surtout du rendement synthétique afin que cette technologie soit commercialisable.

La gazéification

Plusieurs types de réacteurs existent : à lit fixe, fluidisé ou transporté avec différentes directions de flux des gaz produits. Chacun présentent des avantages et inconvénients selon le type de biomasse à gazéifier et le type de gaz de synthèse désiré. Il s'agit surtout de bien planifier cette étape pour en optimiser le rendement.

Le conditionnement des gaz

Le rendement en éthanol est directement lié à la qualité du gaz de synthèse (le ratio $H_2:CO$) et de sa pureté. Si le gaz est impur, la maintenance et le remplacement d'équipements et de catalyseurs se feront à un rythme qui mettra en péril la rentabilité du projet. La qualité du gaz de synthèse affecte les types de carburants liquides qui seront favorisés pendant les réactions FT, ou bien la quantité d'éthanol qu'il sera possible de produire par fermentation des gaz.

Cette étape est celle présentant la plus grande possibilité d'innovations pouvant encore être réalisées et où les gains en efficacité auront le plus d'impact sur la rentabilité.

Les conditions de réaction (voie catalytique/FT)

Les conditions de pression et de température, ainsi que le type de catalyseur choisi, influencent le type de carburant qui sera produit. Les mécanismes de réactions sont complexes et pas entièrement connus. Toutefois, des tendances nous indiquent quand la production d'alcools sera favorisée au détriment de la production d'hydrocarbures et *vice versa*.

Un mauvais ajustement des conditions peut également mener à une surproduction de méthane, un produit indésirable à la fin de ce procédé.

Les organismes et conditions de fermentation (voie biologique)

Plutôt que d'utiliser des catalyseurs et une synthèse de type FT, des bactéries peuvent être utilisées pour produire de l'éthanol à partir du gaz de synthèse. En simple, ces bactéries se nourrissent des éléments présents dans le gaz et produisent en retour de l'éthanol.

La productivité des variétés de bactéries anaérobiques, thermophiles est à optimiser pour augmenter le rendement en éthanol à partir de la fermentation des gaz de synthèse.

Dans cette voie de valorisation, les bactéries sont l'interface entre la phase gazeuse (le gaz de synthèse) et la phase liquide (l'alcool et les coproduits). L'optimisation des conditions d'interaction entre les bactéries et les gaz améliorerait le taux de production d'alcool.

4. INVENTAIRE DES COMPAGNIES

4.1. *Compagnies dont la technologie est au stade laboratoire*

American Energy Enterprises

Compagnie	American Energy Enterprises	Téléphone	203-775-6624
Coordonnées	Post Office	Télécopieur	N.D
	Box 5275	Courriel	info@americanenergyenterprises.com
	Brookfield, Connecticut	Site Internet	www.americanenergyenterprises.com
Profil	Inconnu		
Stade	Laboratoire		



Fondée en 2005, American Energy Enterprises a complété le développement de son modèle d'affaires et a établi ses alliances technologiques et scientifiques. L'entreprise est donc prête aujourd'hui à travailler à l'élaboration de son premier projet de distillerie. AE annonçait en mars 2008 qu'elle comptait acquérir une brasserie au Connecticut pour en faire sa première distillerie d'une production annuelle de 90-190 millions de litres d'éthanol cellulosique. AE prévoit mettre sur pied son projet avec l'aide d'une firme d'ingénierie et de deux entreprises de biotechnologie (non identifiées). L'usine utilisera de la biomasse agricole et des résidus forestiers comme matière première et produira, en plus de l'éthanol, du gypse, du furfural, du CO₂ et 5 à 7 MW d'électricité. La distillerie utilisera sa propre énergie pour opérer et compte utiliser d'autres sources d'énergie verte dont le vent et l'énergie solaire. Aucune information n'est disponible sur la technologie envisagée.

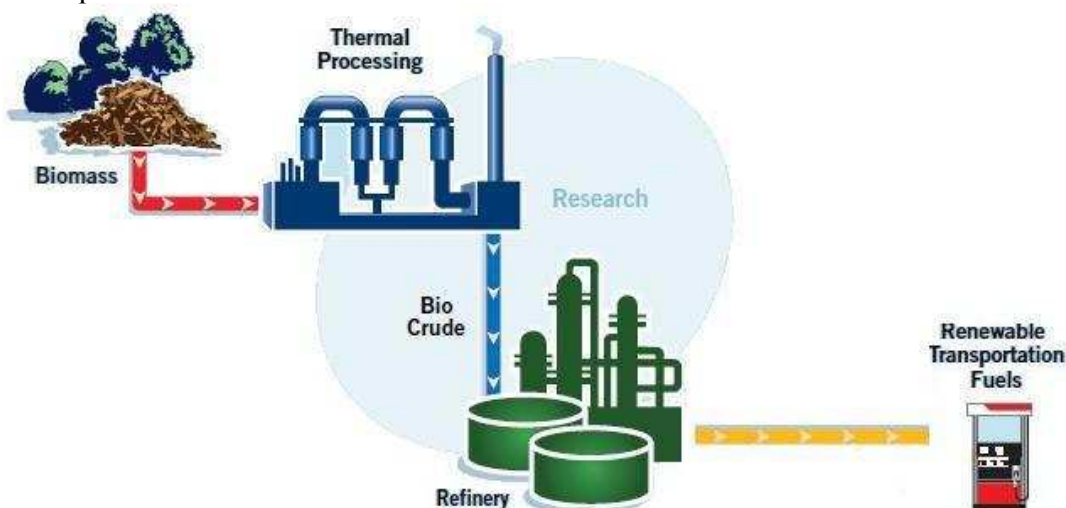
Archer Daniels Midland

Compagnie	Archer Daniels Midland	Téléphone	1 800-637-5843
Coordonnées	Archer Daniels Midland Company	Télécopieur	N.D.
	4666 Faries Parkway	Courriel	N.D.
	Decatur, IL 62526	Site Internet	www.admworld.com
Profil	Procédés thermochimiques et raffinage		



Fondée en 1902 par George A. Archer et John W. Daniels, la société Archer-Daniels Linseed était à la base une entreprise de trituration du lin. En 1923, la compagnie est devenue la société Archer-Daniels-Midland suite à l'acquisition de la société Midland Linseed Products. Depuis, la société ne cesse de prendre de l'expansion et de diversifier ses champs d'activités. Toujours axée sur la transformation des denrées agricoles, la compagnie produit aujourd'hui des ingrédients alimentaires, des ingrédients d'alimentation animale, des carburants renouvelables et des substituts pour les produits chimiques industriels dérivés de manière naturelle.

Implantée partout dans le monde avec plus de 240 usines et 26 000 employés, ADM est un leader mondial de la transformation des matières agricoles. Toujours à la recherche de nouvelles innovations et de nouveaux créneaux répondant aux besoins du marché, ADM travaille aujourd'hui au développement de technologies de production de biocarburants de seconde génération. À cette fin, la compagnie créait récemment des partenariats avec ConocoPhillips et l'Université de Purdue afin de poursuivre ses travaux sur la production et la commercialisation d'éthanol cellulosique. L'expertise scientifique d'ADM et de l'Université de Purdue en matière de conversion de la biomasse combinée au leadership de ConocoPhillips en matière de raffinage, distribution et transformation de produits pétrochimiques devraient permettre d'identifier et de perfectionner les procédés de conversion et de raffinage de la biomasse en carburant de seconde génération. Les projets de développement de biocarburants de seconde génération par ADM sont des projets à long terme et aucune commercialisation n'est prévue prochainement.



www.admworld.com

Cleantech Biofuels

Compagnie	CleanTech Biofuels, Inc.	Téléphone	314-802-8670
Coordonnées	7386 Pershing Ave. St. Louis, MO 63130	Télécopieur	314-802-8675
		Courriel	N.D.
		Site Internet	www.cleantechbiofuels.net
		Profil	Laboratoire



1 - Informations générales

Cleantech Biofuels inc. est une compagnie en plein développement ayant mis au point une série de technologies qui, lorsque combinées, permettent de convertir les matériaux cellulotiques des déchets municipaux en éthanol. En utilisant les infrastructures existantes de collecte et de disposition des déchets municipaux solides et en obtenant ces mêmes déchets à très faibles coûts, la compagnie croit être en mesure d'atteindre la rentabilité plus rapidement que les autres producteurs d'éthanol cellulotique qui doivent développer leur propres infrastructures pour la collecte et le transport de leur matières premières, elles-mêmes plus dispendieuses.

La technologie unique de Cleantech Biofuels permettra aux municipalités:

- Réduire leur coût de transport des déchets sur de longues distances ;
- Réduire la pollution relâchée dans l'environnement ;
- Réduire les quantités de déchets devant être enfouies de plus de 85 % ;
- Augmenter le taux de matières recyclées ;
- Générer des biocarburants et autres produits énergétiques à prix compétitifs.

La technologie de Cleantech Biofuels devrait être implantée sous peu pour la première fois sur le site d'une station de tri des déchets de la ville de Chicago, Illinois.

Stade de développement
Origine de la cellulose transformable
Carburants produits
Horizon de commercialisation
Acquisition possible

Laboratoire
Déchets municipaux
Éthanol
Inconnue
Inconnue

2 - Description de la technologie

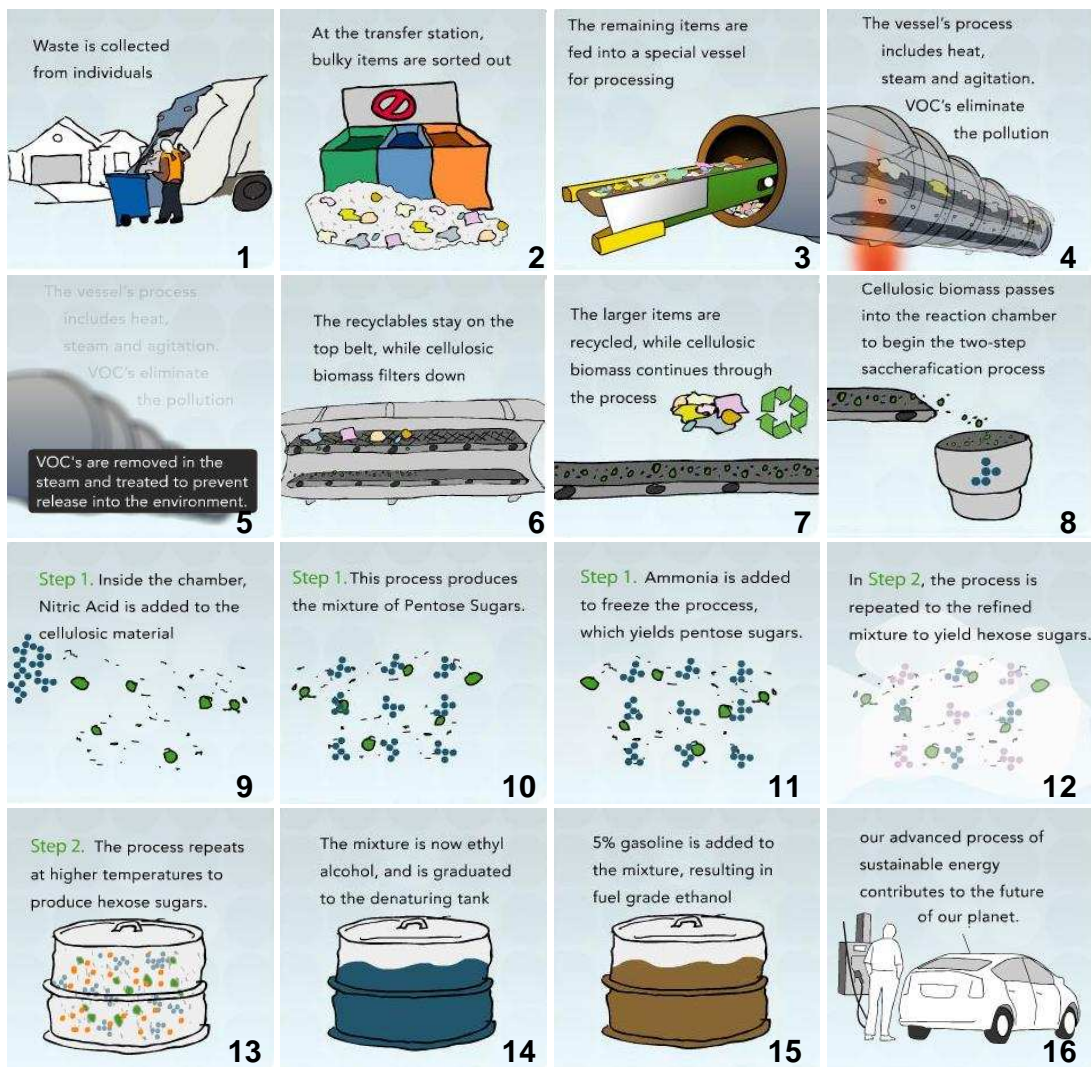
La technologie de Cleantech Biofuels est une combinaison de plusieurs modules.

La technologie *Pressurised Stem Classification* utilise chaleur, vapeur et agitation pour convertir les déchets solides municipaux en une matière uniforme, semblable à un compost riche en cellulose. Du même coup, les matières recyclables et la majorité des composés organiques volatils (COV) sont extraites des déchets. La matière cellulotique ainsi obtenue est un excellent intrant pour la production d'éthanol cellulotique.

La matière cellulotique peut ensuite subir une hydrolyse pour en libérer les sucres fermentables.

Le procédé d'hydrolyse utilisé par Cleantech Biofuels est un procédé d'hydrolyse à l'acide en deux étapes où de l'acide nitrique est utilisée. On obtient grâce à ce procédé une vapeur de sucres C5 et C6 pouvant être fermentée.

L'étape ultime du procédé est la fermentation de la vapeur de sucres pour en tirer de l'éthanol. Cleantech Biofuels travaille actuellement à tester et à breveter une technologie développée par l'Université Purdue, capable de produire de hauts rendements en éthanol à partir de vapeur de sucres. Une fois cette étape complétée et chacune de ces technologies assemblées, Cleantech Biofuels sera en mesure de convertir efficacement les déchets municipaux en carburants !



www.cleantechbiofuels.net

1- Collecte des déchets

2-Tri des déchets volumineux

3-Les déchets retenus sont introduits dans le réacteur

4-Le procédé inclus chaleur, vapeur et agitation

5-Les COV sont évacués avec la vapeur et traités pour limiter leur relâchement dans l'environnement

6-Les composés recyclables demeure sur le dessus alors que la biomasse cellulosique tombe sur le tamis inférieur

7-Les plus gros items sont recyclés alors que la biomasse continue à progresser dans le procédé

8-La biomasse passe dans le réacteur pour subir le procédé de saccharification en 2 étapes

9-10 Addition d'acide nitrique entraîne hydrolyse de l'hémicellulose et la production de sucres C6

11-Addition d'ammoniac pour stopper la réaction

12-13 Répétition du procédé à haute température pour provoquer la formation de sucres C5 via l'hydrolyse de la cellulose

14-Fermentation du mélange de sucres et formation d'éthanol auquel est ajouté un dénaturant

15-Ajout de 5 % de gazoline pour former l'éthanol 85.

DuPont

Compagnie	DuPont	Téléphone	1 800 387 2122
Coordonnées	N.D.	Télécopieur	905 821-5057
		Courriel	N.D (formulaire disponible en ligne)
		Ste Internet	www.dupont.com
Profil	Hydrolyse enzymatique et fermentation		



1 - Informations générales

Créé en 1802, Dupont travaille depuis ce temps au développement de produits innovateurs et de solutions durables dans divers secteurs d'activité dont l'agriculture, la nutrition, l'électronique, les communications, la sécurité, la maison et la construction, le transport et l'habillement. Les activités de DuPont s'étendent à travers le monde et touchent plus de 70 pays.

Un des nombreux domaines d'expertise de DuPont se situe au niveau du développement de technologie de production d'éthanol cellulosique à partir de plants entiers de maïs. Contrairement à l'éthanol de maïs conventionnel, la technologie « Integrated Corn-Based BioRefinery (ICBD) » de DuPont utilisera la totalité du plant, plutôt qu'uniquement la partie amidonnée de l'épi. À plus longue échéance, DuPont compte étendre sa capacité de traitement à d'autres sources de biomasse dont les cultures énergétiques, la paille, les copeaux de bois et les résidus de cultures.

DuPont travaille en partenariat avec plusieurs grands joueurs du monde de l'éthanol cellulosique. Récemment, le Département de l'Énergie américain (DOE) annonçait l'établissement d'un partenariat

entre DuPont et POET LLC pour le développement d'une bioraffinerie. L'usine devrait utiliser la technologie de DuPont pour la production d'éthanol cellulosique.

Encore plus récemment, DuPont annonçait la formation d'un nouveau partenariat commercial avec Genencor pour le développement et la commercialisation de leurs technologies. Le partenariat devrait mener d'ici 2009 à l'ouverture de leur première usine commerciale à Vonore, Tennessee. La construction de l'usine devrait débuter dès l'automne 2008. L'usine traitera deux types de matières premières dans un premier temps soient, des plants de maïs et du panic érigé. Les deux partenaires prévoient mettre sur pied leur première usine commerciale d'ici 2012. À ce moment, ils comptent vendre des licences d'utilisation de leur technologie aux producteurs d'éthanol intéressés.

En plus de ces principaux partenaires, DuPont entretient des relations d'affaires avec plusieurs autres compagnies et institutions impliquées dans le secteur dont BP, Deer & Company, Pioneer Hi-Bred et le National Renewable Energy Laboratory (NREL).

Stade de développement	Laboratoire, pilote prévu 2009
Origine de la cellulose transformable	Plant de maïs
Carburants produits	Éthanol
Horizon de commercialisation	2012
Acquisition possible	Licences seront disponibles à l'étape commercialisation

2 - Description de la technologie

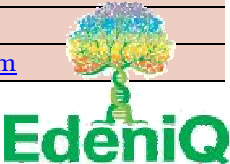
En 2003, le DOE accordait à DuPont une subvention de 19 millions \$ sur une période de quatre ans pour développer une technologie de production d'éthanol cellulosique. La technologie ICBR ainsi créée, utilise les tiges, les feuilles et les épis de maïs laissés au champ après la récolte.

La technologie ICBR se résume en trois étapes

- 1- Le prétraitement où la lignine est séparée de la cellulose pour permettre l'accès à la cellulose pour les étapes subséquentes.
- 2- Une hydrolyse enzymatique appelée saccharification pour convertir la cellulose en sucre fermentable.
- 3- La fermentation des sucres en éthanol par des micro-organismes.

La compagnie est assez avare de commentaires sur sa technologie et les spécifications de ces futures usines. Très peu d'informations sont disponibles.

EdeniQ

Compagnie	EdeniQ	Téléphone	559-302-1777
Coordonnées	1520 N. Kelsey St. Visalia, CA 93291	Télécopieur	N.D.
		Courriel	N.D.
		Site Internet	www.edeniq.com
Profil	Inconnu		
Stade	Laboratoire		


EdeniQ est la division de recherche et développement en matière d'éthanol cellulosique d'AltraBiofuels, une compagnie de production d'éthanol maïs. EdeniQ tente de développer des technologies efficaces et économiques pour convertir les résidus agricoles et forestiers en biocarburants. Le but premier de la compagnie n'est pas de mettre sur pied ses propres usines de production d'éthanol, mais plutôt de commercialiser des procédés permettant aux usines existantes d'éthanol maïs de s'adapter aux matières premières cellulosiques. Les procédés développés par EdeniQ ne prennent pas seulement en considération l'étape d'hydrolyse des polymères, mais bien l'ensemble du procédé dont l'utilisation de l'eau, la production de résidus, et le besoin en énergie afin d'assurer l'efficacité économique et environnemental du système. Fondée officiellement en 2008, la compagnie en est encore à ses débuts et peu d'informations sont disponibles sur le détail de ses procédés.

Flambeau River BioFuels

Compagnie	Flambeau River Biofuels	Téléphone	203-251-9090
Coordonnées	N.D.	Télécopieur	N.D.
		Courriel	N.D.
		Site Internet	www.flambeauriverpapers.com
		Profil	Procédé thermochimique et synthèse catalytique (Fischer-Tropsch)

En juillet 2008, Flambeau River BioFuels, recevait 30 millions \$ pour la construction et la mise en opération d'une bioraffinerie située sur le site de la papetière de Flambeau River Papers à Park Falls au Wisconsin. La bioraffinerie, qui devrait entrer en fonction en 2010, utilisera un procédé de gazéification de la biomasse forestière pour produire un syngas de haute qualité qui pourra par la suite être converti en carburant par catalyse Fischer-Tropsch. Dans un premier temps, la bioraffinerie devrait produire environ 23 millions de litres de biodiésel et 1 trillion de BTU par année sous forme de chaleur résiduelle. Cette chaleur sera vendue à Flambeau River Papers pour ses opérations. L'adaptation des catalyseurs utilisés dans le procédé Fischer-Tropsch devrait permettre, au besoin, à la compagnie de produire de l'éthanol plutôt que du biodiésel. Le projet de Flambeau River BioFuels est réalisé en collaboration avec plusieurs partenaires dont cinq universités, le *NREL* et le *Oak Ridge National Laboratory*.

Nova Fuels

Compagnie	Nova Fuels	Téléphone	559.834.5127
Coordonnées	2203 East Dinuba Avenue Fresno, CA 93725	Télécopieur	559.834.5672
		Courriel	N.D.
		Site Internet	www.novafuels.com
Profil	Gazéification et conversion catalytique		

1 - Informations générales

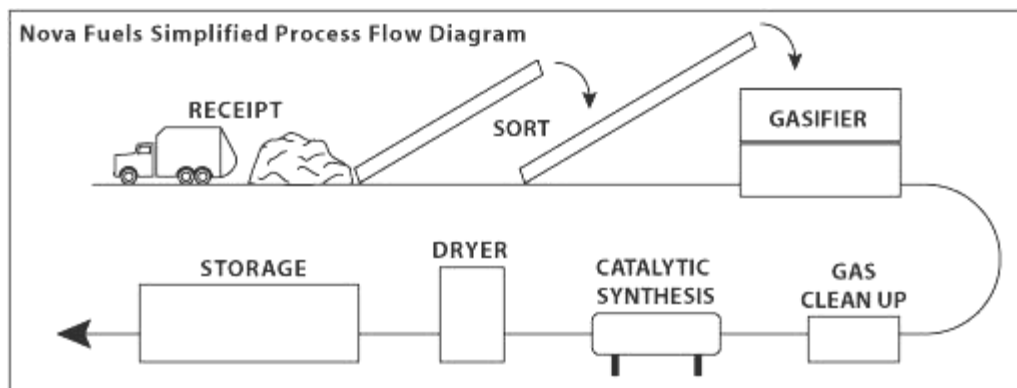
Nova Fuels est une compagnie d'innovation technologique dédiée au développement de nouvelles sources de carburants à partir de biomasse et autres matières premières de façon économique, environnementale et socialement responsable. La technologie de Nova Fuels est en mesure de traiter les résidus de bois, les résidus agricoles, les déchets municipaux solides et d'autres sources de matières carbonées. Nova Fuels souhaite développer des partenariats commerciaux pour l'établissement de ses premières installations de conversion de la biomasse en carburant.

La compagnie travaille actuellement à établir ses premiers partenariats commerciaux et se dit ouverte à toutes propositions. Les partenaires peuvent être des municipalités, des corporations privées ou toutes autres entités habilitées. Nova Fuels voit dans ces partenariats la possibilité de distribuer largement ses technologies sans avoir l'obligation d'opérer au jour le jour toutes ces unités de production. La pièce maîtresse de la technologie de Nova Fuels, appelée Novahol™, est composée d'une unité de gazéification et de synthèse des alcools.

Stade de développement
Origine de la cellulose transformable
Carburants produits
Horizon de commercialisation
Acquisition possible

Pilote
Matières carbonées diverses
Éthanol, méthanol et autres alcools
Inconnu
Partenariats commerciaux possibles

2 - Description de la technologie



1- Prétraitement

Le matériel est trié pour en retirer les morceaux de taille inappropriée ainsi que les métaux. Le matériel peut ensuite être moulu afin d'en réduire la taille à moins de 2 cm de diamètre.

2- Gazéification

Le matériel est introduit dans le gazéificateur via un sas rotatif permettant d'exclure l'air et de maintenir la pression interne du gazéificateur. Le matériel est ensuite chauffé en utilisant la chaleur résiduelle produite par le réacteur du gazéificateur et carbonisé par un procédé de pyrolyse. Le résultat de la pyrolyse est de la vapeur et du charbon, qui lorsque soumis à de hautes températures (1500°F) et pression (100psi) dans le réacteur, se combine pour former du syngas riche en monoxyde de carbone et en hydrogène.

3- Cyclone

Le syngas est évacué du gazéificateur à une température de 1500°F et est nettoyé de ses particules de cendre par un passage à l'intérieur de deux cyclones. Les cyclones sont isolés afin d'éviter une baisse de température et la condensation du goudron pouvant être présent dans le gaz.

4- Refroidissement

Une fois passé dans les cyclones, le syngas nettoyé de ses cendres est soumis à un refroidissement rapide à l'eau afin de provoquer la condensation du goudron résiduel pouvant être présent.

5- Purification du gaz

Après le retrait des cendres et du goudron, le syngas est acheminé vers une unité de séparation utilisant du méthanol refroidi pour dissoudre le méthane, le CO₂ et le soufre. Ces composés sont ensuite séparés et réutilisés. Le CO₂ est retourné au gazéificateur, et le méthane est brûlé pour alimenter le réacteur en chaleur.

6- Compression du syngas

Après le nettoyage et le refroidissement final, le syngas est comprimé à 1000 psig. La compression se fait en trois étapes intercalées d'étapes de refroidissement.

7- Synthèse des alcools

Le syngas peut maintenant être envoyé vers le réacteur de synthèse catalytique où il réagira sous pression avec le catalyseur approprié selon l'alcool souhaité. Du méthanol, de l'éthanol et d'autres alcools plus marginaux pourront être produits en proportion variable. La réaction de synthèse est fortement exothermique (productrice de chaleur) et doit être refroidie. Le refroidissement produit de la vapeur sous pression qui peut être utilisée au sein de l'usine pour la génération d'électricité.

8- Séparation et distillation


Le procédé de synthèse catalytique produit différents alcools dépendamment du temps de résidence du syngas dans le réacteur. L'éthanol est le principal constituant du mélange obtenu, suivi par le méthanol et d'autres alcools. Des colonnes de distillations permettent de purifier les alcools.

9- Déshydratation de l'éthanol

La synthèse de l'éthanol produit de 1 à 2 % d'eau dans l'alcool. L'éthanol est donc passé à travers un évaporateur conventionnel afin de retirer l'eau. Le produit ainsi obtenu, appelé Novahol™, est de l'éthanol de qualité carburant de transport.

SunEthanol

Compagnie	SunEthanol	Téléphone	413-303-1874
Coordonnées	100 Venture Way	Télécopieur	N.D.
	Hadley	Courriel	info@sunethanol.com
	MA 01035	Site Internet	www.sunethanol.com
	USA		
Profil	Hydrolyse et fermentation combinées		
Stade	Laboratoire		



La technologie de SunEthanol est basée sur un genre unique de la bactérie *clostridium*, capable à la fois d'hydrolyser la matière cellulosique et de la fermenter en éthanol. La bactérie appelée Q Microbe™ fut découverte pour la première fois par le Dr. Susan Leschine, une microbiologiste de l'Université du Massachusetts. Q Microbe™ peut convertir directement en éthanol une large gamme de matière cellulosique provenant de plantes ou de matières organiques quelconques telles que les déchets municipaux. SunEthanol espère qu'en combinant deux étapes de production, ils parviendront à réduire les coûts en procédés et capitaux, permettant ainsi la rentabilité de la production d'éthanol cellulosique à large échelle. SunEthanol fut financée à plusieurs reprises par le département de l'énergie américain (DOE) pour le perfectionnement de sa technologie. La compagnie annonçait d'ailleurs dernièrement une amélioration substantielle dans les performances du Q Microbe™. SunEthanol croit être en mesure d'implanter sa technologie au sein d'une usine de production d'éthanol cellulosique d'ici 2010.

4.2. Compagnies dont la technologie est au stade pilote

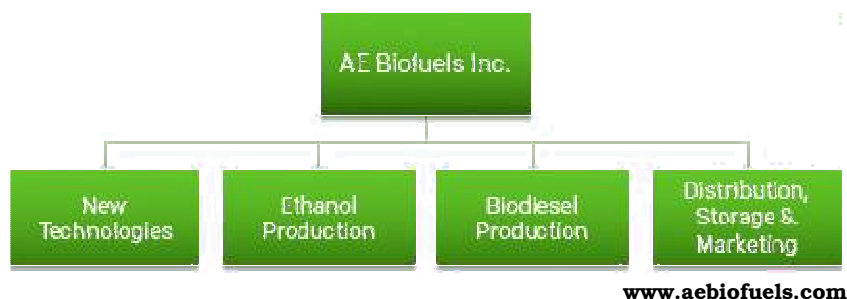
AE Biofuels

Compagnie	AE Biofuels, Inc	Téléphone	(408) 213-0940
Coordonnées	20400 Stevens Creek Blvd.	Télécopieur	(408) 252-8044
	Suite 700	Courriel	info@aebiofuels.com
	Cupertino, CA 95014	Site Internet	www.aebiofuels.com
Profil	Hydrolyse enzymatique (amidon et cellulose)		



1 - Informations générales

AE Biofuels est une compagnie oeuvrant dans le domaine des biocarburants. L'entreprise a mis sur pied une des premières compagnies verticalement intégrée du secteur des biocarburants au monde. AE Biofuels touche à chacune des étapes menant à la mise en marché de biocarburants passant par le développement des technologies, le design et la construction, le marketing et la distribution. AE Biofuels détient cinq permis de production d'éthanol aux États-Unis. Sa filiale *Universal Biofuels* possède une usine de production de biodiésel d'une capacité de 190 millions de litres sur la côte est de l'Inde et prévoit construire une usine de biodiésel d'une capacité de 285 millions de litres en Argentine.



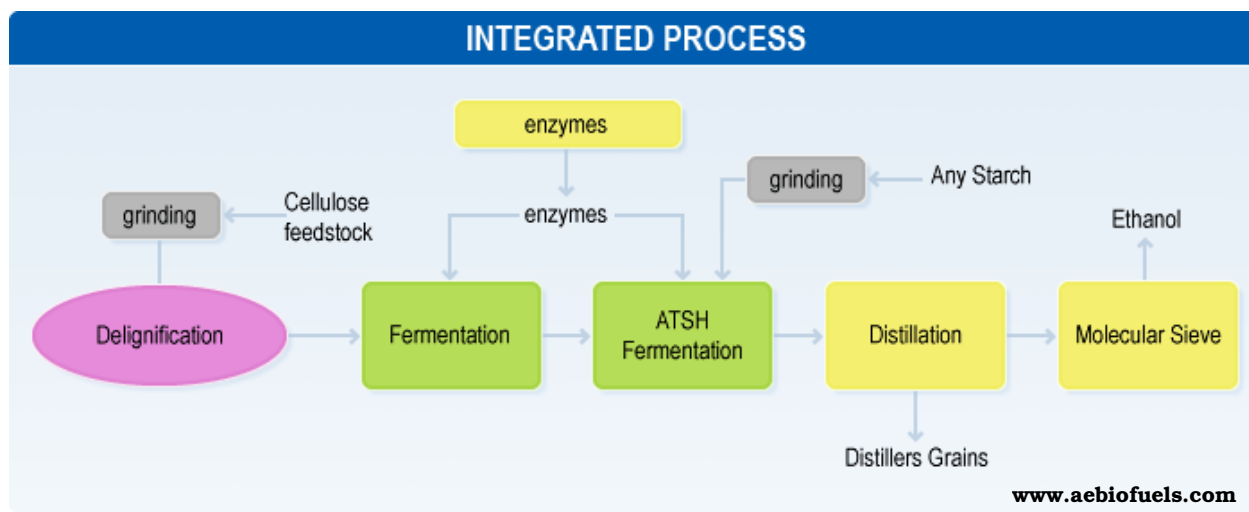
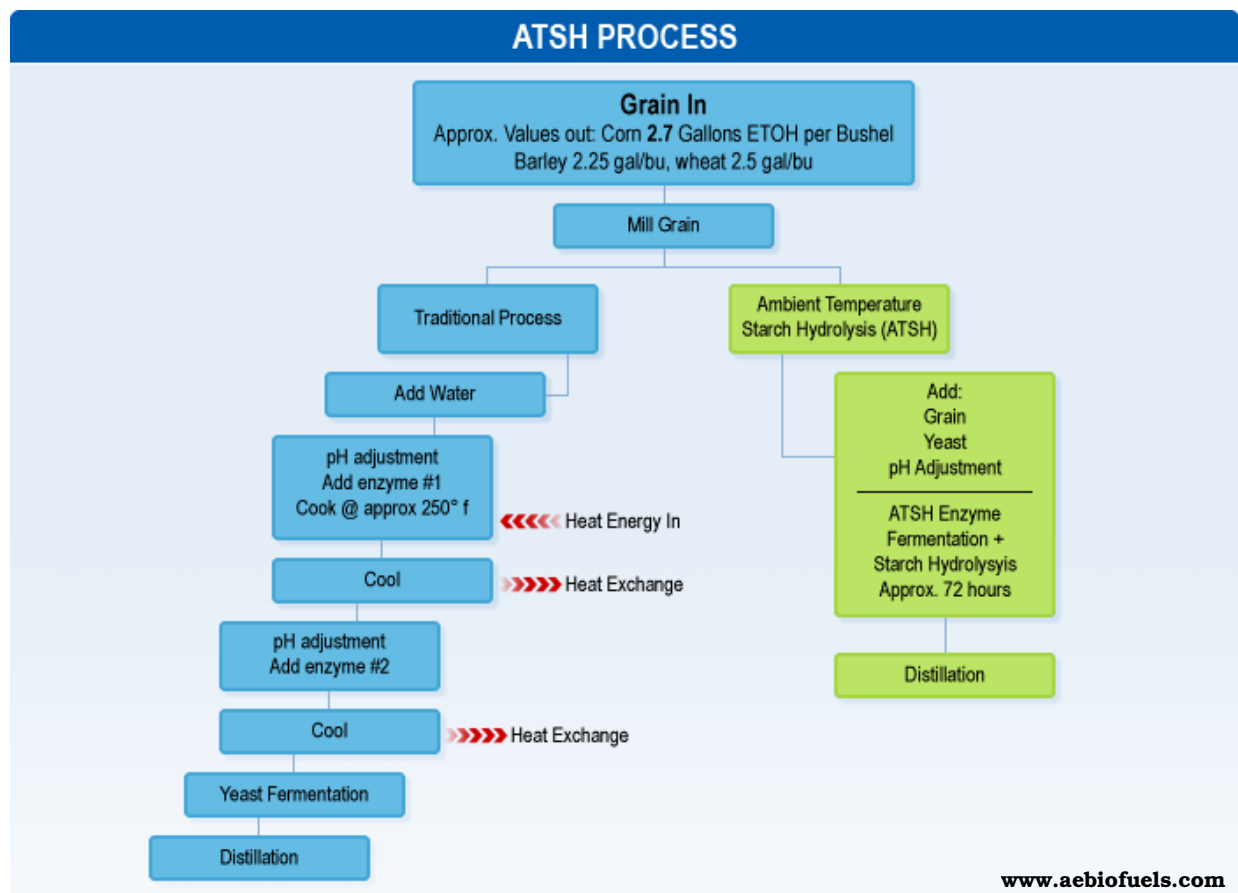
www.aebiofuels.com

La compagnie AE Biofuels n'a pas développé pas à proprement parlé une technologie de production d'éthanol cellulosique, mais a plutôt mis sur pied un procédé permettant de combiner la production d'éthanol cellulosique à la production d'éthanol de première génération. Les enzymes du procédé *Ambient Temperature Starch Hydrolysis (ATSH)*, développées par AE Biofuels, permettent l'hydrolyse à température ambiante de l'amidon et l'intégration des produits de la fermentation de la cellulose dans le procédé de production d'éthanol à partir de l'amidon. La compagnie annonçait en août 2008 l'ouverture de sa première usine de démonstration à Cupertino, Californie.

Stade de développement	Pilote
Origine des sucres transformables	Amidon (maïs), cellulose (résidus agricoles, cultures énergétiques)
Carburants produits	Éthanol
Horizon de commercialisation	Inconnu
Acquisition possible	Possibilités de licences

2 - Description de la technologie

Le procédé ATSH converti à température ambiante l'amidon brute en sucres fermentables éliminant ainsi l'étape habituelle de cuisson des usines traditionnelles d'éthanol maïs. L'élimination de l'étape de cuisson permet d'utiliser la bière obtenue du procédé de fermentation de la cellulose comme source d'eau pour le procédé de fermentation de l'amidon. Cela augmente la teneur finale en alcool du mélange et limite l'utilisation d'eau et d'énergie.



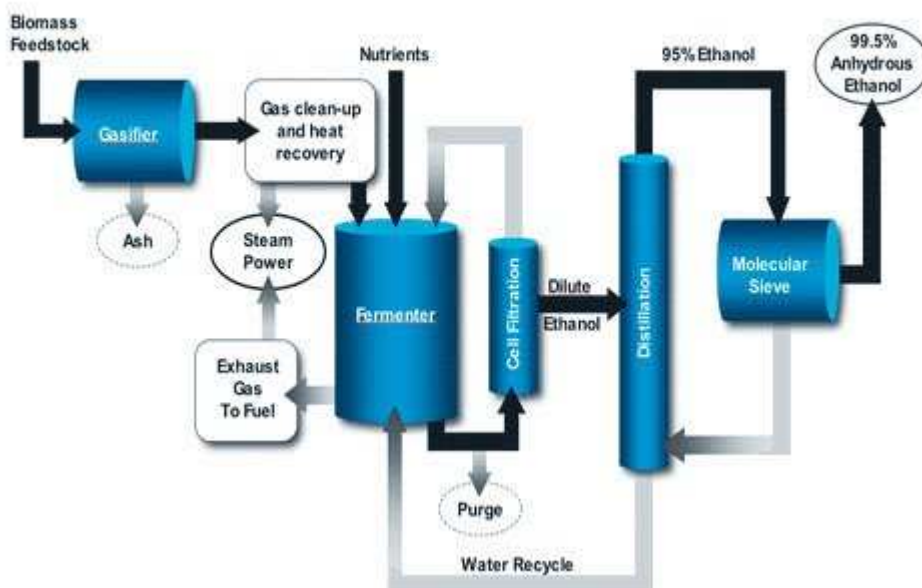
BRI Energy

Compagnie	BRI Energy	Coordonnées	La compagnie ne semble plus exister
Profil	Gazéification et Fermentation		
Stade	Pilote (peut-être en arrêt)		



BRI Energy (**B**ioengineering **R**esources **I**nc.) est une compagnie originairement localisée à Fayetteville, Arkansas, où elle opérait une usine pilote de production d'éthanol cellulosique. Les dernières nouvelles concernant la compagnie remontent à 2006. Après cette date, la compagnie semble avoir interrompu ses activités puisque aucune information n'est disponible. Le site Internet de la compagnie est également désactivé. Nous n'avons pu identifier ce qui est arrivé de la compagnie et ne sommes pas en mesure de dire si elle a été acquise par un autre joueur du secteur. Aux dernières nouvelles, BRI Energy opérait une usine pilote d'une capacité de traitement de 1.5 tonnes par jour. La matière carbonée de sources diverses (cultures énergétiques, maïs, bois, pneus, résidus de carburants, etc.) était traitée par gazéification puis le gaz produit subissait une fermentation bactérienne anaérobie afin d'être converti en éthanol. Quelques informations sont disponibles sur Internet quant à la technologie de BRI toutefois il est impossible de déterminer ce qu'elle est devenue.

BRI Process Schematic



Coskata

Compagnie	Coskata, Inc.	Téléphone	630-657-5800
Coordonnées	4575 Weaver Parkway, Suite 100 Warrenville, Illinois 60555	Télécopieur	630-657-5801
		Courriel	info@coskata.com
		Site Internet	www.coskata.com
Profil	Gazéification et fermentation		



1 - Informations générales

Coskata a vu le jour en 2006 après plusieurs années d'effort et de recherche de la part de deux partenaires, Aaron Mandell et Andrew Perlman, dans le développement de nouveaux concepts pour la production à faible coût de l'éthanol cellulosique.

M. Mandell commença à travailler sur l'éthanol à l'Université de l'État d'Oklahoma et à l'Université de l'Oklahoma où, avec l'aide de son équipe, il identifia et breveta une série de micro-organismes anaérobique présentant un potentiel pour la conversion du gaz synthétique en éthanol. Ce fut le début de l'histoire. Peu de temps après, avec la participation de divers collaborateurs, Coskata était née. L'équipe a débuté son travail expérimental au Laboratoire National d'Argonne. Depuis 2007, Coskata occupe ses cartiers actuels à Warrenville, Illinois.

Coskata développe un procédé de fermentation du syngas en éthanol à l'aide de micro-organismes. La première usine de démonstration de la compagnie devrait débiter sa production dès 2009, près de Pittsburgh.

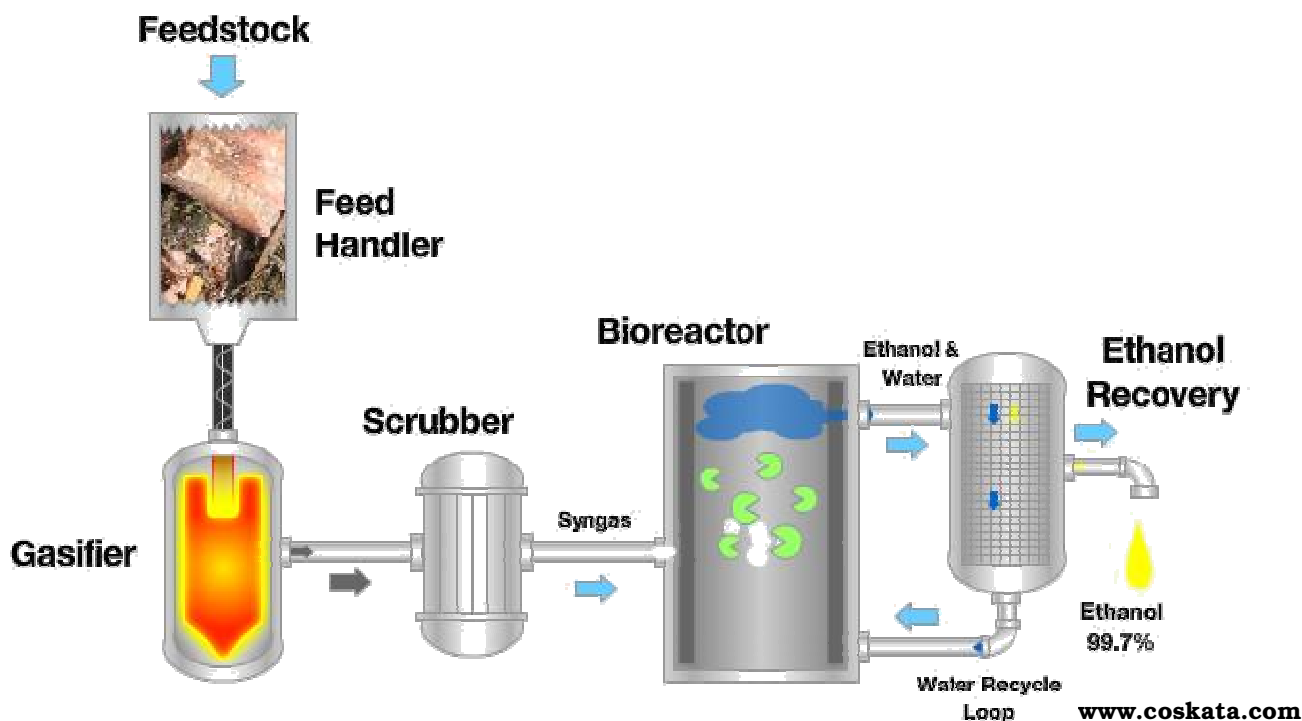
La totalité des 150 000 litres d'éthanol produit annuellement par l'usine seront utilisés par General Motors, partenaire et investisseur de Coskata, pour l'évaluation de leurs nouveaux véhicules « flex-fuel ». Coskata prévoit mettre en opération, d'ici 2011, sa première usine commerciale d'une capacité de production annuelle de 200-400 millions de litres d'éthanol. L'usine devrait être mise en chantier cette année.

Bien que Coskata planifie établir sa première usine de démonstration sur le site d'une unité de gazéification d'Alter NRG corporation, le système de bioréacteurs de Coskata est compatible avec divers systèmes commerciaux de gazéification.



Stade de développement	Pilote
Origine de la matière première	Boues municipales et industrielles, résidus agricoles, résidus de bois, cultures énergétiques, bagasse, résidus organiques
Carburants produits	Éthanol
Horizon de commercialisation	2011
Acquisition possible	Aucune actuellement

2 - Description de la technologie



1- Conversion du matériel de base en syngas (gazéification)

Lors de la gazéification, les liens chimiques des matériaux carbonés sont brisés, sous l'action de la chaleur et de la pression, pour former les syngas. Le procédé de Coskata est adaptable à divers systèmes de gazéification commerciaux.

2- Fermentation du syngas en éthanol (biofermentation)

Une fois le syngas formé, il est dirigé vers les bioréacteurs où les micro-organismes développés par Coskata vont le transformer en éthanol par la consommation du monoxyde de carbone (CO) et d'hydrogène (H₂) qu'il contient. Les micro-organismes de Coskata sont extrêmement efficaces, utilisant la totalité de l'énergie disponible dans le matériel d'origine pour produire de l'éthanol.

3- Séparation et récupération de l'éthanol (séparation)

La fermentation bactérienne du syngas en éthanol mène à des concentrations, en éthanol, moins élevées que dans le cas de la fermentation conventionnelle du maïs en éthanol. Le coût et l'énergie nécessaire pour séparer l'éthanol de l'eau et ainsi obtenir une concentration adéquate à l'usage comme carburant de transport, s'en voient donc augmentés. Afin de réduire ce coût, Coskata a développé et breveté une technologie de membrane de séparation permettant de réduire les besoins en énergie de plus de 50 % par rapport à la distillation conventionnelle.

3 - Rendement de la technologie

Spécifications de l'usine de démonstration

Localisation	Westinghouse Plasma Center, Madison, Pennsylvanie, États-Unis
Capacité de traitement	N.D.
Production spécifique	378 litres d'éthanol / tonne M.S.
Production annuelle	150 000 litres d'éthanol
Durée de fonctionnement	Mise en fonction prévue 2009
Utilisation des résidus de production	N.D.

Spécifications prévues de l'usine commerciale

Localisation	Westinghouse Plasma Center, Madison, Pennsylvanie, États-Unis
Capacité de traitement	+/- 1500 tonnes M.S./jour
Production spécifique	378 litres d'éthanol / tonne M.S.
Production annuelle	200-400 millions de litres d'éthanol
Horizon de commercialisation	2011

Green Star Products inc.

Compagnie	Green Star Products	Téléphone	(800) 741-7648
Coordonnées	858 Third Avenue 455 Chula Vista, CA 91911-1305	Télécopieur	(619) 789-4743
		Courriel	info@GreenStarUSA.com
Profil	Éthanol cellulosique et biodiesel à partir de biomasse agricole et d'algues		
Stade	Pilote (stade incertain car très peu d'info)		
		Site Internet	www.greenstarusa.com



Green Star Products inc. (GSPI) est une compagnie impliquée dans la production de carburants renouvelables, tels que le biodiésel et l'éthanol cellulosique, ainsi que d'autres produits dont des super-lubrifiants conçus pour réduire les émissions et améliorer l'économie de carburants des véhicules, machineries et usines. GSPI est une compagnie totalement intégrée verticalement, assurant chacune des étapes de la conception à la commercialisation de ses équipements et procédés de production de biocarburants. GSPI travaille à la production de biodiésel à partir de grains oléagineux, à la production d'éthanol cellulosique et à la production de biodiésel à partir d'algues. La compagnie possède également de l'expertise et certains procédés pour la culture des algues à des fins de production de biocarburants. Malheureusement très peu d'informations sont disponibles quant à leur technologies et installations. La compagnie débutait, en 2006, l'élaboration des plans et partenariats pour l'élaboration d'un concept de bioraffinerie combinant la production d'éthanol cellulosique à partir de résidus agricoles et la production de biodiésel à partir de leurs différents procédés brevetés (oléagineux et algues). Le projet inclus la production de biocarburants à large échelle, un partenariat commercial avec Pure Energy Corporation et l'établissement de plusieurs usines. GSPI ne vend pas directement ses usines, technologies et réacteurs. Toutefois, des partenariats commerciaux où le client devient opérateur de l'usine de GSPI sont possibles.


ICM Incorporated

Compagnie	ICM, inc.	Téléphone	1-877-426-3113
Coordonnées	P.O. Box 397	Télécopieur	1-316-796-0570
	310 N. First Street	Courriel	Formulaire disponible en ligne
	Colwich, KS	Site Internet	www.icminc.com
	USA 67030-0397		
Profil	Procédés thermochimiques et biochimiques non spécifiés		
Stade	Pilote		



En janvier 2008, ICM inc. était sélectionnée par le département de l'énergie américain pour la construction d'une des quatre petites bioraffineries financées par le programme fédéral. ICM inc. a reçu 30 millions \$ pour la construction de sa future bioraffinerie à St-Joseph, Missouri. L'usine devrait utiliser des matières premières variées dont les fibres de maïs, le panic érigé, l'ensilage de maïs et le sorgho. Le procédé intègrera des procédés biochimique et thermochimique et visera l'autosuffisance énergétique. ICM inc. souhaite faire en sorte que la production d'éthanol soit la plus complète possible et que le maximum de produits puisse être tiré de la matière première afin de maximiser la rentabilité du processus. L'usine sera située sur le site d'une unité de production d'éthanol existante limitant ainsi les dépenses en capital nécessaires pour plusieurs infrastructures telles que les voies d'accès, les rails, la connexion à l'eau et à l'électricité, etc. Très peu d'informations sont disponibles à l'heure actuelle sur le procédé d'ICM, inc. et l'état d'avancement de sa bioraffinerie.

INEOS Bio

Compagnie	INEOS Bio	Téléphone	+1 630 857 7146 (USA)
Coordonnées	3030 Warrenville Road	Télécopieur	N.D.
	Suite 650	Courriel	info@ineosbio.com
	Lisle, IL 60562	Site Internet	www.ineosbio.com
	USA		
Profil	Gazéification et fermentation bactérienne		

1 - Informations générales

INEOS est une des trois plus grandes compagnies de produits chimiques au monde et possède également une des croissances les plus rapides de l'industrie. Les activités d'INEOS s'étendent sur plus de 70 sites répartis dans 14 pays et génèrent des ventes annuelles de près de 45 milliards \$. INEOS Technologies, une des compagnies du groupe INEOS, présente trois activités principales soit :

- le développement et la mise sous licence de nouvelles technologies de pointe pour l'industrie pétrochimique
- la fabrication et la commercialisation de catalyseurs, additifs et produits de finition supportant leurs licences
- la recherche et développement visant à maintenir la position de tête de leurs technologies et à en développer de nouvelles répondant aux besoins en émergences de leurs clients.

INEOS Bio est le fruit d'un de ces projets de R&D. Division de INEOS Technologies, la compagnie fut mise sur pied en juillet 2008 pour voir à la commercialisation d'une nouvelle plateforme technologique de production de biocarburants et d'intermédiaires chimiques à faible coût à partir d'une large gamme de matériaux carbonés dont les déchets domestiques.

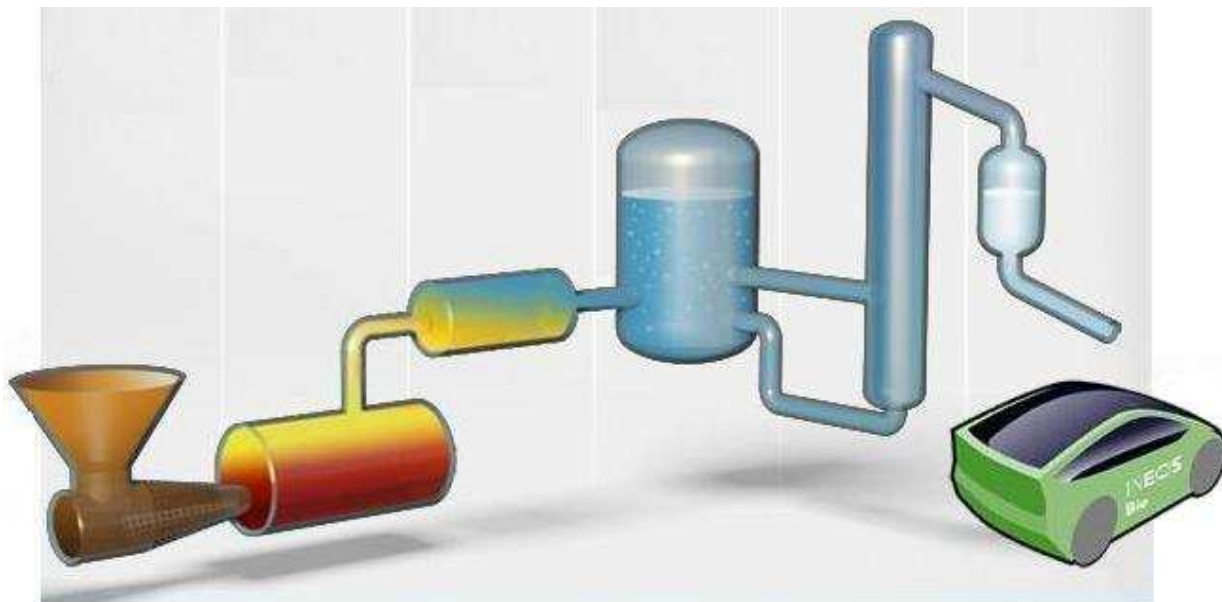
La technologie supportée par INEOS Bio a commencée son développement en Arkansas en 1989 et est aujourd'hui au stade pilote. À ces débuts, la production d'éthanol par une bactérie à partir de gaz de synthèse fut l'objet d'une observation fortuite. Depuis, le phénomène fut élucidé et exploité pour en arriver à son exploitation commerciale.

Des étapes successives de recherches en laboratoire ont menées à la construction en 1994 d'un fermenteur pilote, d'un laboratoire et de bureaux près de Fayetteville en Arkansas. En 2003, un gazéificateur fut ajouté à l'ensemble afin de mener la démonstration de la viabilité commerciale de la production d'éthanol cellulosique à partir de ce système. L'usine pilote est en opération continue depuis ce temps et a testée une large gamme de matières résiduelles.

Le passage au stade commercial est actuellement en évaluation par l'équipe d'INEOS Bio. La localisation de la première usine devrait être annoncée sous peu et la mise en opération est prévue d'ici 2010-2011.

Stade de développement	Pilote
Origine de la cellulose transformable	Matières résiduelles diverses
Carburants produits	Éthanol
Horizon de commercialisation	2010-2011
Acquisition possible	Inconnue

2 - Description de la technologie



www.ineosbio.com

La technologie de bioéthanol d'INEOS Bio peut convertir efficacement en éthanol une large gamme de matériaux organiques incluant des déchets résidentiels et commerciaux. La technologie développée par INEOS est une combinaison de procédés thermochimiques et biochimiques et peut être résumée en trois principales étapes soit la gazéification, la fermentation et la purification.

1- Gazéification

Le matériel organique est gazéifié utilisant un apport contrôlé en oxygène pour produire du gaz de synthèse, un mélange essentiellement composé de monoxyde de carbone et d'hydrogène. La conception du gazéificateur et les conditions d'opération ont été méticuleusement élaborées afin d'éviter la production de polluants lors de la gazéification et pour supprimer les risques de volatilisation des métaux. Le gaz est refroidi avant d'être injecté dans le fermenteur. La chaleur récupérée peut être réutilisée dans le processus.

2- Fermentation

Le gaz refroidie et nettoyé est envoyé dans le fermenteur où il est converti en éthanol par l'action d'une bactérie anaérobie. La bactérie sélectionnée permet l'obtention de hauts rendements en éthanol de grande qualité. Les gaz de sortie du fermenteur sont utilisés pour produire de la chaleur et de l'énergie additionnelle. La bactérie isolée par INEOS est au cœur du procédé. Son activité est maintenue à son plus haut niveau par un fin mélange de nutriments assurant ainsi un haut rendement en éthanol.

3- Purification

La solution d'éthanol est purifiée et raffinée pour obtenir de l'éthanol anhydre à plus de 99.7 %. L'éthanol peut ensuite être mélangé à l'essence et utilisé comme carburant de transport. L'eau extraite de l'éthanol peut être retournée au fermenteur.

Iogen Corporation

Compagnie	Iogen Corporation	Téléphone	613-733-9830
Coordonnées	310 Hunt Club Rd. East Ottawa, Ontario Canada K1V 1C1	Télécopieur	613-733-0781
		Courriel	info@iogen.ca careers@iogen.ca
		Site Internet	www.iogen.ca
Profil	Hydrolyse enzymatique et fermentation		



1 - Informations générales

Iogen Corporation est un leader canadien dans le domaine des biotechnologies. Fondé dans les années 1970 à Ottawa, Ontario, Iogen Corporation est devenue avec les années un chef de file de la production d'éthanol cellulosique. Iogen est également bien positionnée dans le secteur du développement, de la fabrication et de la mise en marché d'enzymes destinées à l'extraction et l'amélioration des fibres naturelles utilisées dans les secteurs du textile, de l'alimentation animale et des pâtes et papiers.

Iogen possède et exploite une usine pilote d'une capacité de 30 tonnes/jour de matière première pour une production de 2 millions de litres d'éthanol par an. Actuellement, l'usine pilote utilise les pailles de blé, d'orge et d'avoine comme matières premières, toutefois les cannes de maïs, les cultures énergétiques et les copeaux de bois durs pourraient être utilisés. Le bois tendre n'est toutefois pas compatible avec la technologie d'Iogen.

La compagnie évalue actuellement divers sites pour la localisation future de leur première usine commerciale. Aucune annonce n'a toutefois été faite à ce jour.

L'échelle commerciale d'Iogen pourrait traiter approximativement 700 tonnes/jour de matières premières et produire jusqu'à 75 millions de litres d'éthanol annuellement.

À long terme, la compagnie envisage commercialiser son procédé de fabrication sous forme de licence d'exploitation générant ainsi des revenus via les droits d'exploitation et la vente d'enzymes aux licenciés.

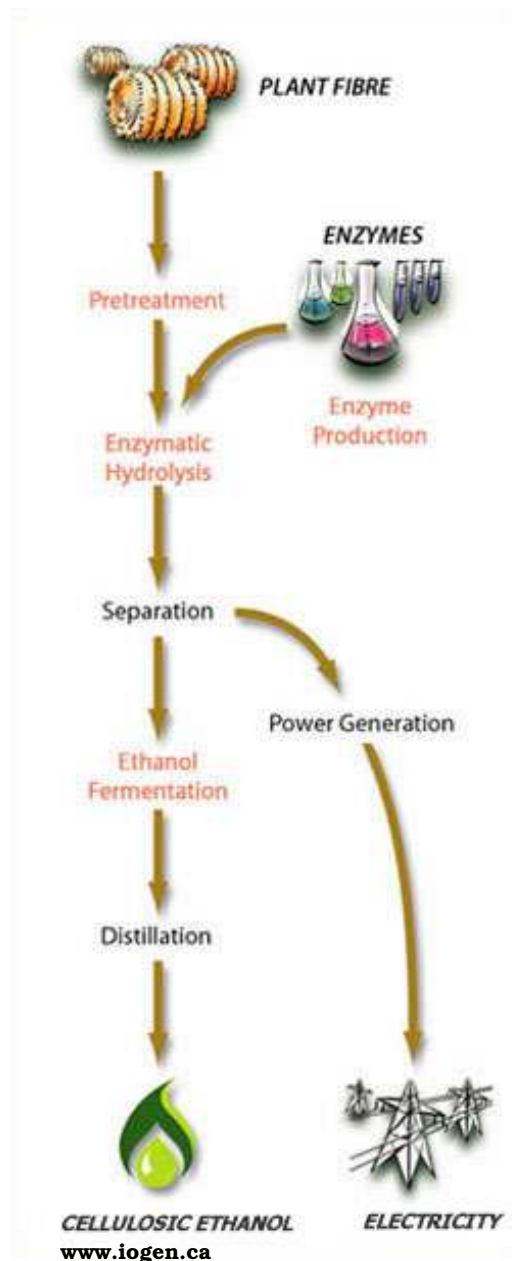


Stade de développement
Origine de la cellulose transformable
Carburants produits
Horizon de commercialisation
Acquisition possible

Pilote (en fonction depuis 2004)
Pailles, cultures énergétiques, bois dure
Éthanol cellulosique
Stade commercial non annoncé
Aucune

2 - Description de la technologie

La technologie d'Iogen combine un ensemble de traitement thermique, chimique et biochimique permettant de convertir la fibre végétale en éthanol. Grâce à sa technologie avancée, Iogen arrive à produire plus de 340 litres d'éthanol par tonne de fibre. Afin d'optimiser le rendement énergétique du procédé, la lignine issue de la fibre est utilisée pour produire de la vapeur et de l'électricité, éliminant ainsi les besoins en combustibles fossiles.



Prétraitement

La fibre végétale subit l'action d'un procédé d'explosion de vapeur permettant d'augmenter la surface et l'accessibilité des sucres à l'action des enzymes. Ce prétraitement est nécessaire pour augmenter les rendements en éthanol et réduire les coûts globaux du procédé.

Production des enzymes

Iogen produit elle-même les cellulases et autres enzymes nécessaires à son procédé de production d'éthanol.

Hydrolyse enzymatique

Afin d'assurer une haute productivité et un haut taux de conversion de la cellulose en glucose, Iogen a développé un système séparé d'hydrolyse et de fermentation utilisant un procédé de fermentation en plusieurs étapes.

Fermentation

Le procédé de fermentation d'Iogen est en mesure de convertir à la fois les sucres à 5 carbones et à 6 carbones. La « bière » obtenue par fermentation est par la suite distillée selon les méthodes classiques pour produire de l'éthanol d'une qualité convenant aux applications comme carburant.

3 - Rendement de la technologie

Localisation	Ottawa, ON, Canada
Capacité de traitement	30 tonnes M.S./jour
Production spécifique usine pilote	340 litres d'éthanol/tonne de fibres
Production annuelle usine pilote	2 millions litre d'éthanol/an
Durée de fonctionnement usine pilote	En fonction depuis 2004
Utilisation des résidus de production	Production de chaleur et d'électricité à partir de la lignine. Recyclage de l'eau. Production de co-produits (inconnus).

Spécifications prévues de l'usine commerciale

Localisation	N.D.
Capacité de traitement	700 tonnes de M.S./jour
Production spécifique	N.D.
Production annuelle	75 millions litres/an
Horizon de commercialisation	Évaluation de sites potentiels pour la construction d'une usine commerciale en cours, mais aucune annonce officielle.

4 - Informations économiques

Modèle d'affaires

Type d'acquisition possible	Aucun pour le moment Éventuellement des licences seront disponibles
Coût d'acquisition technologique	N.D.
Éléments inclus dans le coût d'acquisition	N.D.
Commentaires	À long terme, Iogen Corporation envisage vendre des licences pour l'utilisation de leur technologie et établir des partenariats pour la construction d'usines commerciales de production d'éthanol cellulosique. Actuellement, aucune acquisition n'est possible pour les technologies d'Iogen.

Coût d'exploitation

Iogen Corporation est une compagnie entièrement privée travaillant en étroite collaboration avec certains partenaires privés, dont la compagnie Shell, au développement de sa technologie et à la mise en place de sa future première usine commerciale. Elle diffuse donc très peu d'information quant à ses coûts de production, d'opération et d'entretien. Davantage d'informations seront possiblement disponibles lorsque des licences de production seront mises en marché.

Lignol

Compagnie	Lignol Energy Corporation	Téléphone	1.604.222.9800
Coordonnées	Unit 101 - 4705 Wayburne Drive	Télécopieur	1.604.222.9801
	Burnaby, BC	Courriel	info@lignol.ca
	Canada V5G 3L1	Site Internet	www.lignol.ca
Profil	Prétraitement à base de solvant		



1 - Informations générales

Lignol est une compagnie canadienne, localisée en Colombie-Britannique, travaillant au développement et à la construction de bioraffineries pour la production d'éthanol et autres produits biochimiques à partir de biomasse. Lignol a acquis et modifié une technologie de prétraitement à base de solvants développée initialement par General Electric. La technologie de prétraitement avait préalablement été commercialisée dans un usine de pâtes et papiers, par Repap, avec un investissement de départ de plus de 100 millions \$. Lignol a acquis la technologie et du même coup l'usine en opération. Les installations de départ sont aujourd'hui en développement pour devenir la première usine pilote de Lignol à Vancouver, Colombie-Britannique. Une fois complétée, l'usine devrait produire 100 000 litres d'éthanol par année. La mise en opération est prévue pour la fin 2008.

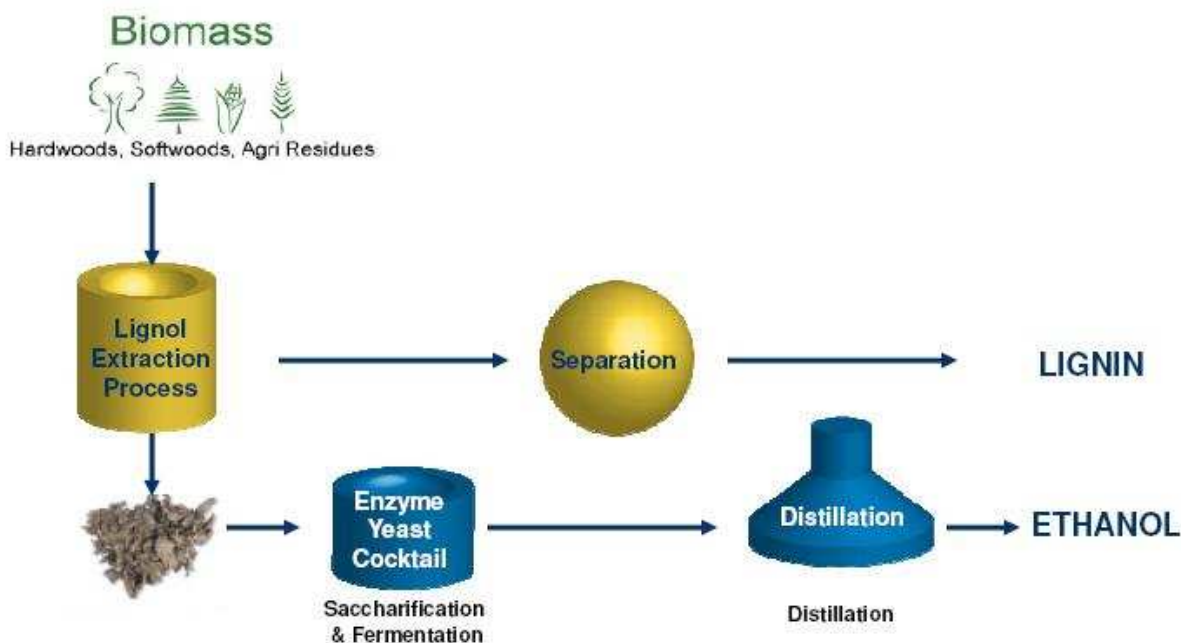
Lignol a mis sur pied à Vancouver son Centre de Développement de l'Éthanol Cellulosique comprenant l'usine pilote, un laboratoire de recherche et développement et une équipe d'ingénierie. La technologie de Lignol est actuellement conçue pour traiter des copeaux de bois de toutes espèces. La compagnie compte toutefois étendre la capacité de traitement à une plus large gamme de matière première cellulosique.

Lignol possède également une filière américaine, Lignol Innovations inc. Cette filière de Lignol a remportée la course auprès du Département de l'Énergie américain (DOE) pour la construction d'une petite bioraffinerie à Grand Junction au Colorado. La compagnie bénéficie d'une subvention de 30 millions \$ pour la construction de sa première usine de démonstration qui devrait traiter 100 tonnes de matières premières par jour pour une production d'environ 10 millions de litres d'éthanol par an. La construction de l'usine n'est pas encore annoncée, toutefois elle est prévue pour 2010 et devra se faire obligatoirement d'ici 2012 pour répondre aux exigences du DOE.

Stade de développement
Origine de la cellulose transformable
Carburants produits
Horizon de commercialisation
Acquisition possible

Pilote
Copeaux de bois, résidus agricoles
Éthanol
N.D.
N.D.

2 - Description de la technologie



www.lignol.ca

La particularité de la technologie de Lignol se situe dans son prétraitement unique à base de solvants, permettant une meilleure extraction et purification de la lignine. La lignine ultra pure issue du processus présente une haute valeur commerciale et contribue à augmenter le rendement économique du procédé. Elle peut, entre autres, être utilisée en remplacement du phénol formaldéhyde comme résine, par l'industrie des lubrifiants, pour l'alimentation animale et l'amendement des sols.

3 - Rendement de la technologie

Spécifications de l'usine pilote

Localisation	Vancouver, Colombie-Britannique, Canada
Capacité de traitement	N.D.
Production spécifique usine pilote	N.D.
Production annuelle usine pilote	100 000 litres d'éthanol
Durée de fonctionnement usine pilote	Mise en fonction prévue fin 2008
Utilisation des résidus de production	Production de lignine ultra pure

Spécifications prévues de l'usine de démonstration

Localisation	Grand Junction, Colorado, États-Unis
Capacité de traitement	100 tonnes/jour
Production spécifique	275 litres/tonne *
Production annuelle	10 millions litres d'éthanol
Horizon de commercialisation	Construction d'ici 2012

* Estimation faite à partir de la production annuelle et de la capacité de traitement

Mascoma

Compagnie	Mascoma	Téléphone	1-617-234-0099
Coordonnées	Corporate Office	Télécopieur	1-617-868-0408
	1380 Soldiers Field Road	Courriel	info@mascoma.com
	Boston, Massachusetts 02135	Site Internet	www.mascoma.com
Profil	Hydrolyse et fermentation combinée		
Stade	Pilote		



L'équipe de recherche et développement de Mascoma concentre ses efforts sur la production d'éthanol cellulosique à partir de biomasse non alimentaire telles que le bois, la paille, les cultures énergétiques, la pâte à papier et autres résidus agricoles. En nature, aucun micro-organisme n'est capable de réduire la cellulose en sucres et de fermenter ces sucres en éthanol par la même occasion. Mascoma travaille actuellement, avec ses partenaires dont Genencor, au développement d'un micro-organisme capable à la fois d'hydrolyser la cellulose en sucres et de fermenter les sucres en éthanol. La technologie de Mascoma est appelée « Consolidated Bio-Processing ». Mascoma a été choisie par le département de l'énergie américain (DOE) pour construire une des premières bioraffinerie de démonstration aux États-Unis. La compagnie prévoit ouvrir une usine d'ici 2009 au Tennessee et deux autres usines sont prévues au Maine et au Kentucky d'ici 2010. Chacune des usines recevra environ 30 millions \$ du DOE pour sa construction. La compagnie devrait produire entre 75-115 millions de litres d'éthanol par année. L'administration et les bureaux d'ingénierie de la compagnie sont situés à Boston Massachusetts, les laboratoires et le quartier général à Lebanon, New-Hampshire et l'usine de démonstration à Rome, New-York.

Pacific Ethanol inc.

Compagnie	Pacific Ethanol	Téléphone	(916) 403-2123
Coordonnées	400 Capitol Mall Suite 2060 Sacramento, CA 95814	Télécopieur	(916) 446-3937
		Courriel	N.D.
		Site Internet	www.pacificethanol.net
Profil	Hydrolyse et fermentation combinée		
Stade	Pilote		



Pacific Ethanol est le principal vendeur et fabricant d'éthanol de la côté ouest américaine. La compagnie possède plusieurs usines situées à Madera, California; Boardman, Oregon; et Burley, Idaho ainsi que d'autres usines actuellement en construction. Pacific Ethanol possède également 42 % des parts de Front Range Energy, LLC qui exploite une usine de production d'éthanol à Windsor, Colorado. L'objectif de la compagnie est d'atteindre une production totale de 830 millions de litres d'éthanol par année en 2008 et de 1 580 millions de litres d'ici 2010. En plus de ses activités traditionnelles, Pacific Ethanol s'intéresse au développement de nouvelles sources d'énergies renouvelables dont l'éthanol cellulosique et le biodiesel. En janvier 2008, la compagnie fut sélectionnée par le département de l'énergie américain (DOE) pour la construction de la première usine de démonstration de production d'éthanol cellulosique du nord-ouest des États-Unis. Pacific Ethanol reçue donc 24,32 millions \$ pour construire son usine qui traitera de la paille de blé, des copeaux de bois et du fourrage de maïs. L'usine pilote, située à Boardman; Oregon, utilisera la technologie développée par BioGasol et devrait produire d'ici la fin de 2009 environ 10 millions de litres d'éthanol par an.

Pure Energy

Compagnie	Pure Energy Corp.	Téléphone	(201) 843-8100
Coordonnées	61 South Paramus Road	Télécopieur	(201) 843-8010
	Paramus, NJ 07652	Courriel	info@pure-energy.com
		Site Internet	www.pure-energy.com
Profil	Hydrolyse acide et fermentation		



1 - Informations générales

Pure Energy Corporation est une compagnie privée fondée en 1992 et incorporée en 1994, basée sur la production de biocarburants et de produits chimiques. L'objectif de la compagnie est de créer des liens entre l'industrie des énergies fossiles et celle des énergies renouvelables en établissant des systèmes économiquement viables et respectueux de l'environnement. La compagnie développe et commercialise des combustibles propres, des additifs pour carburants et des technologies de production de produits biochimiques, lesquels font parfois partie prenante de leurs carburants.

Pure Energy a, entre autres, développé un système de production de biodiésel capable de produire un carburant de haute qualité à partir d'une large gamme de matières premières. Le carburant produit peut être utilisé à l'état pur dans les moteurs conventionnels, sans modifications, ou peut être mélangé à n'importe quel pourcentage avec du diesel conventionnel. La compagnie travaille actuellement avec différents partenaires à l'implantation de sa technologie dans plusieurs projets (inconnus).

Pure Energy développe également des additifs, tel que le Puranol permettant de mélanger efficacement une variété d'alcool à du diesel. Il devient donc possible de mélanger du bioéthanol et du diesel. Le Puranol est un produit disponible commercialement, du moins aux États-Unis.

PURANOL

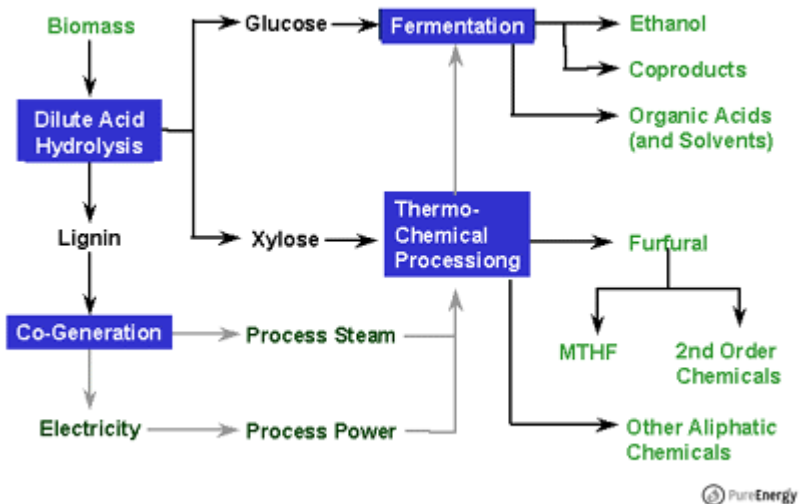
Les technologies de conversion de la biomasse en produits chimiques et en carburant font également partie des activités de Pure Energy. Le concept de bioraffinerie de Pure Energy peut transformer des déchets municipaux ligneux et des résidus agricoles en une gamme de produits chimiques dont des solvants, des acides organiques, des furanes, des aldéhydes, des esters et des alcools tels que de l'éthanol de haute qualité. La technologie de Pure Energy, basée sur l'hydrolyse à l'acide dilué, est flexible et s'adapte à différentes matières premières. Le système est actuellement au stade pilote et la compagnie est à la recherche de partenaires pour passer à l'étape commerciale.

Stade de développement
Origine de la cellulose transformable
Carburants produits
Horizon de commercialisation
Acquisition possible

Pilote
Papier, bois, résidus agricoles, déchets ligneux
Éthanol et divers produits chimiques
Inconnu
Inconnue

2 - Description de la technologie

Le procédé de bioraffinerie proposé par Pure Energy peut transformer la biomasse en sucres qui pourront à leur tour être transformés en carburants et produits chimiques. La biomasse subit d'abord une réduction de taille puis est soumise à un procédé d'hydrolyse à l'acide en deux étapes. La « boue » résiduelle obtenue suite à l'hydrolyse, et composée de lignine, de cendres et de résidus de cellulose, peut subir une combustion pour procurer de la vapeur et/ou de l'électricité au système. Les sucres obtenus de l'hydrolyse sont quant à eux traités selon différentes voies pour obtenir le produit désiré.



www.pure-energy.com

Red Shield Environmental

Compagnie	Red Shield Environmental	Téléphone	(207) 827.7711
Coordonnées	24 Portland Street	Télécopieur	(207) 827.8888
	Old Town, ME 04468	Courriel	N.D.
	États-Unis	Site Internet	www.redshieldenv.com
Profil	Biochimique (peu de détails)		
Stade	Pilote		



Red Shield Environmental est un groupe d'investisseurs concentrés sur le financement et la relance de l'économie du Maine, États-Unis. Les activités de la compagnie portent principalement sur le développement des énergies renouvelables et sont localisées à Old Town, Maine. Les perspectives de projet de Red Shield incluent la production et le design d'un procédé de production d'éthanol cellulosique. La division RSE Pulp & Chemical de Red Shield a vu le jour en 2007 avec l'intérêt grandissant de la compagnie pour la production d'éthanol cellulosique. L'étape 1 du projet consiste à relancer les opérations du moulin à papier de la ville de Old Town alors que l'étape 2 concerne la production d'éthanol et de produits biochimiques à partir des résidus du moulin à papier. Le procédé utilisé, développé par l'université du Maine, consiste à extraire l'hémicellulose du bois au cours de la fabrication de la pâte à papier pour ensuite la fermenter en éthanol. En avril 2008, Red Shield a été sélectionné par le département de l'énergie américain (DOE) pour une subvention de 30 millions \$. L'argent servira au développement de la bioraffinerie qui devrait entrer en opération en 2010. L'usine devrait traiter environ 80 tonnes d'hémicellulose/jour pour une production annuelle d'un peu moins de 10 millions de litres.

SEKAB

Compagnie	SEKAB	Téléphone	+46 (0)660-758 00
Coordonnées	Box 286, s-891 26 Örnsköldsvik Sweden	Télécopieur	+46 (0)660-549 03
		Courriel	info@sekab.com
		Site Internet	www.sekab.com
Profil	Hydrolyse acide (ou enzymatique) et fermentation		



1 - Informations générales

SEKAB est un leader européen du secteur des carburants renouvelable. La compagnie concentre ces opérations sur la distribution de bioéthanol dans le nord de l'Europe et sur l'expansion et l'opération d'unité de production d'éthanol de grande dimension. SEKAB est également un leader mondial dans le développement de technologies de production d'éthanol cellulosique. La compagnie opère depuis 2004 une usine pilote de production d'éthanol cellulosique à Örnsköldsvik en Suède.



SEKAB souhaite devenir un centre international de référence en matière de développement, de production et de commercialisation des technologies d'éthanol cellulosique. Les objectifs de la compagnie sont de développer et de vérifier les procédés technologiques pour la production à grande échelle d'éthanol à partir de matériel cellulosique et d'amener graduellement la technologie à un niveau commercial de production.

Le groupe SEKAB se divise en quatre filiales aux fonctions distinctes et complémentaires. Les activités du groupe touchent autant la production d'éthanol de première génération, à partir de sucres ou d'amidon, que la production de deuxième génération à base de matériel cellulosique. Les divisions BioFuels & Chemicals et International touchent au secteur de la première génération alors que E-Technology et Industrial Development se concentrent sur le développement, la mise en place et la commercialisation des technologies de seconde génération.

L'usine pilote de SEKAB est maintenant en fonction depuis 2004 et est utilisée pour évaluer et optimiser à grande échelle les procédés développés en laboratoire par l'équipe de recherche et développement. L'usine est utile aux experts de SEKAB pour développer l'expertise nécessaire à l'expansion de la production vers une échelle commerciale. La capacité de production de l'usine est de 300-400 litres d'éthanol par jour. La matière première actuelle est constituée de copeaux de pin, mais toute autre source de matière végétale lignocellulosique peut être utilisée. L'usine compte aujourd'hui plus de 14 500 heures d'opération réparties sur plusieurs périodes de production. La plus longue période d'opération sans arrêt de l'usine s'élève à 300 heures.



SEKAB participe à divers projet dont le projet BEST (Bioethanol for Sustainable Transport) mené par l'Union Européenne dans le but de promouvoir l'établissement de l'éthanol sur le marché européen des carburants de transport et de promouvoir l'utilisation de véhicules fonctionnant aux biocarburants.

Le projet englobe 10 régions, choisies stratégiquement à travers l'Europe et le monde, présentant des niveaux variés de développement de la mise en marché de l'éthanol. Il est possible de consulter le site Web du projet à l'adresse suivante :

www.best-europe.org



SEKAB est également un membre actif du projet NILE (New Improvements for Ligno-cellulosic Ethanol). Le projet NILE est un projet d'envergure européenne visant le développement de technologies propres et économiques pour la production à grande échelle d'éthanol cellulosique de transport. L'initiative du projet NILE s'inscrit dans les efforts de l'Union Européenne pour atteindre ses objectifs de réduction de consommation de carburants fossiles dans le domaine du transport de 5.75 % d'ici 2010. L'usine pilote de SEKAB est utilisée par le projet NILE comme plate forme d'essai et de développement. Il est possible de consulter le site Web du projet à l'adresse suivante:

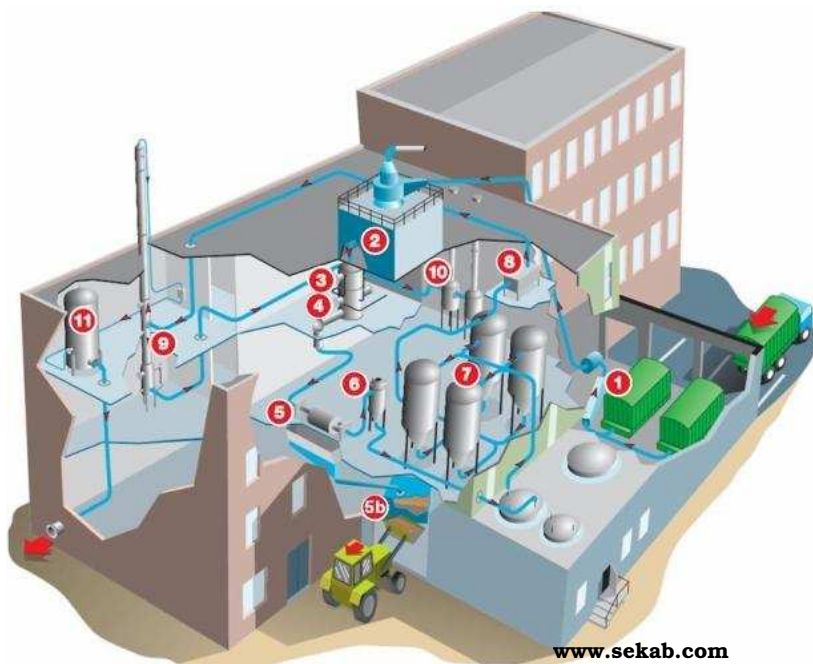
www.nile-bioethanol.org



Stade de développement
Origine de la cellulose transformable
Carburants produits
Horizon de commercialisation
Acquisition possible

Laboratoire et pilote
Résidus forestiers et agricoles, résidus ligneux de construction, cultures énergétiques
Éthanol
2014
Licence d'utilisation et clé en main

2 - Description de la technologie



1- Approvisionnement

2- Prétraitements

En fonction de la nature de la matière première, cette dernière subira une mouture puis un prétraitement à l'acide dilué (H_2SO_4 ou SO_2). De la vapeur est également utilisée pour préchauffer la matière.

3- Pré-saccharification

L'hémicellulose est extraite à l'aide d'acide à haute température (170-200 °C)

4- Dégradation de la cellulose

L'usine est conçue pour fonctionner selon deux schémas de production. À cette étape, la cellulose peut être scindée en sucres solubles selon :

- Le procédé de dilution à l'acide où la cellulose est décomposée à l'aide d'acide à 200-230°C
- Le procédé enzymatique où la cellulose est décomposée à l'aide d'enzymes à 35-50 °C

Les deux procédés génèrent un résidu solide principalement composé de lignine.

5- Filtration par membrane

La lignine est filtrée et extraite du processus. Elle peut être réutilisée pour la production d'énergie ou servir à la production de sous produits à valeur ajoutée.

6- Détoxification

La solution de sucres est détoxifiée pour en retirer les substances qui pourraient interférer avec la fermentation.

7- Fermentation

La solution de sucres est transférée dans les réservoirs de fermentation à température contrôlée (35°C) où des levures précéderont à sa fermentation en éthanol. L'hydrolyse enzymatique peut également se dérouler dans ces réservoirs.

8- Séparation de la levure

Une fois leur travail accompli et les sucres fermentés en éthanol, les levures sont extraites du mélange et peuvent être réutilisées.

9- Distillation

Le mélange fermenté est chauffé dans une colonne afin de provoquer son évaporation. La vapeur ainsi produite est par la suite refroidie ce qui cause la condensation de l'eau et sa précipitation dans le bas de la colonne. La vapeur, maintenant riche en éthanol, peut être à son tour condensée permettant l'extraction de l'éthanol purifié.

10- Traitement des résidus

L'eau et les impuretés recueillies au bas de la colonne de distillation peuvent être évacuées et évaporées afin de séparer l'eau des solides. La totalité de l'eau du procédé est traitée biologiquement avant d'être réutilisée. Les solides quant à eux peuvent être incinérés pour produire de l'énergie.

11- Stockage

3 - Rendement de la technologie

Spécifications de l'usine pilote

Localisation	Örnsköldsvik, Suède
Capacité de traitement	N.D.
Production spécifique usine pilote	Variable selon la matière première utilisée
Production annuelle usine pilote	150 000 litres/an
Durée de fonctionnement usine pilote	14 500 heures depuis 2004
Utilisation des résidus de production	Production d'énergie et de sous-produits

Spécifications prévues de l'usine commerciale

Localisation	Inconnu
Capacité de traitement	N.D.
Production spécifique	N.D.
Production annuelle	120 millions de litres/an
Horizon de commercialisation	2014

4 - Informations économiques

Modèle d'affaires

Type d'acquisition possible	Licence d'exploitation Usine clé en main
Coût d'acquisition technologique	> 100 000 000 \$
Éléments inclus dans le coût d'acquisition	Installation, mise en marche, stabilisation initiale du rendement, et +
Commentaires	Coût de production prévu 0,75 à 1 \$ /litre, le coût de la matière première étant le principal élément d'influence.

ZeaChem

Compagnie	ZeaChem	Téléphone	(303) 279-7045
Coordonnées	Union Tower	Télécopieur	N.D.
	165 South Union Boulevard	Courriel	businessdevelopment@zeachem.com
	Suite 380	Site Internet	www.zeachem.com
	Lakewood, CO 80228		
Profil	Procédés biochimique et thermochimique non spécifiés		

1 - Informations générales

Fondée en 2002 en Californie, ZeaChem possède un quartier général à Lakewood, dans la Baie de San Francisco, composé d'un laboratoire et d'une usine pilote. ZeaChem travail au développement de technologies de production d'éthanol cellulosique et de produits chimiques a base de cellulose à partir de biomasse et développe le concept de bioraffinerie. La technologie de ZeaChem est un hybride de procédés biochimiques et thermochimiques permettant d'augmenter le rendement et d'éliminer certains problèmes associés à la gestion des résidus.

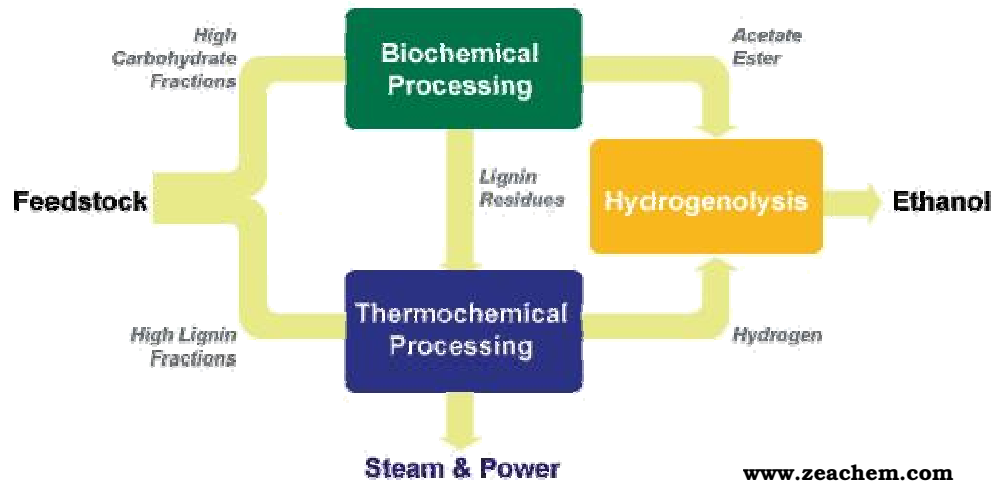
En février 2008, ZeaChem et GreenWood Resources (GWR) annonçait la signature d'une entente pour l'approvisionnement à long terme d'une future bioraffinerie, propriété de ZeaChem. GWR s'est engagé à fournir en bois de peuplier la future bioraffinerie d'une capacité de production de 5,5 millions de litres d'éthanol par année. La future bioraffinerie devrait être localisée à Port of Morrow, Oregon, près d'une plantation de peuplier appartenant à GWR. ZeaChem sera responsable du financement, de la construction et des opérations de la bioraffinerie. L'ingénierie initiale du projet est actuellement en cours.

Stade de développement	Pilote
Origine de la cellulose transformable	Bois de peuplier
Carburants produits	Éthanol
Horizon de commercialisation	N.D.
Acquisition possible	Inconnu

2 - Description de la technologie

L'étape biochimique du procédé convertie les sucres de la biomasse cellulosique en acétate puis finalement en ester. Le procédé thermochimique quant à lui converti la lignine et les autres composés non fermentables de la biomasse en hydrogène. Le procédé combine ensuite la vapeur issue des deux procédés et parvient, via une réaction d'hydrogénolyse, à former de l'éthanol. Contrairement à d'autres procédés, ZeaChem utilise toutes les fractions de la plante, cellulose, hémicellulose et lignine, permettant ainsi un meilleur rendement.

Le procédé biochimique développé par ZeaChem est en mesure de fermenter tous les sucres fermentables incluant les sucres simples comme le jus de canne à sucre, les sucres complexes comme l'amidon de maïs et les sucres mixtes tels que ceux rencontrés dans la biomasse cellulosique. Tous les autres composés non fermentables peuvent être envoyés vers le procédé thermochimique pour être convertis en hydrogène.



3 - Rendement de la technologie

Spécifications prévues de la bioraffinerie

Localisation	Port of Morrow, Oregon, États-Unis
Capacité de traitement	N.D.
Production spécifique	600 litres d'éthanol/tonne M.S. (théorique)
Production annuelle	5,5 millions de litres
Horizon de commercialisation	N.D.

4.3. Compagnies dont la technologie est au stade pré commercial

Abengoa Bioenergy

Compagnie	Abengoa Bioenergy	Téléphone	+1 636 728 0508
Coordonnées	St-Louis (Corporate US) 16150 Main Circle Drive, Suite 300 Chesterfield MO 63017-4689	Télécopieur	+1 636 728 1148
		Courriel	abengoabioenergy@abengoa.com
		Site Internet	www.abengoabioenergy.com
Profil	Hydrolyse enzymatique et procédé thermochimique (procédé Fischer-Tropsch)		

ABENGOA BIOENERGY

1 - Informations générales

Abengoa est une compagnie technologique espagnole travaillant à la création et à l'application de solutions de développement durables dans les secteurs des infrastructures, de l'environnement et de l'énergie. La compagnie est présente dans plus de 70 pays où elle opère dans cinq principales zones d'activités : le solaire, les bioénergies, les services environnementaux, les technologies de l'information ainsi que le génie industriel et la construction.

Abengoa Bioenergy est une division d'Abengoa oeuvrant au développement des technologies de production de biocarburants. Abengoa Bioenergy est présentement le leader européen de la production d'éthanol de première génération et le cinquième en liste aux États-Unis avec une production totale annuelle de plus d'un milliard de litres. Présente sur les trois principaux marchés de bioéthanol que sont les États-Unis, le Brésil et l'Europe, la compagnie prévoit investir d'ici cinq ans, plus de 500 millions \$ pour le développement de la production d'éthanol à partir de biomasse.

La compagnie possède une usine pilote, située à York, Nebraska, où s'effectue la majeure partie de ses activités de R&D concernant les technologies de 2^e génération. L'usine est en fonction depuis l'automne 2007 et produit annuellement environ 75 000 litres d'éthanol à partir de pailles de maïs.

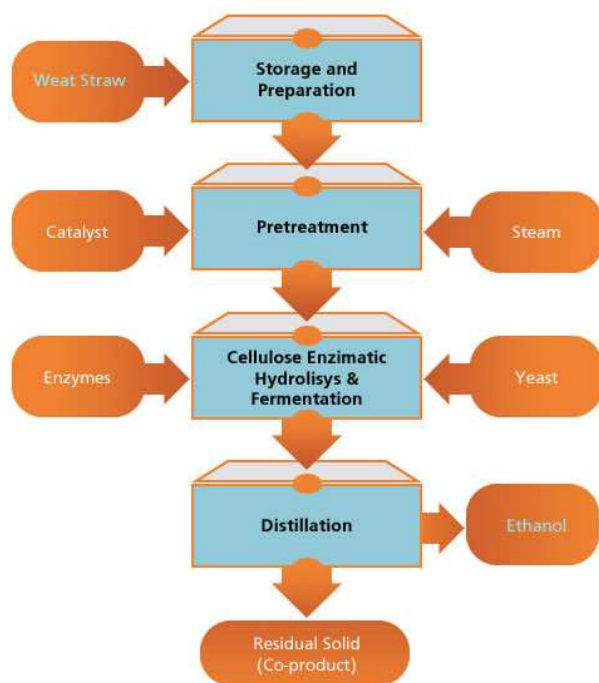
La première usine de démonstration de capacité commerciale de la compagnie est actuellement en phase de complétion à Salamanca, Espagne, sur l'un des sites de production d'éthanol 1^{ère} génération d'Abengoa. L'usine devait entrer en opération au printemps 2008. Toutefois, des problèmes financiers, occasionnés par des difficultés d'écoulement de l'éthanol (1^{ère} génération) sur le marché espagnol, ont retardés la finalisation du projet. La compagnie prévoit que la nouvelle loi du gouvernement espagnol obligeant l'utilisation de biocarburants dans les carburants de transport d'ici 2009 devrait résoudre ces problèmes et permettre la relance du projet. À pleine production, l'usine devrait produire environ 5 millions de litres d'éthanol à partir de pailles de blé et d'orge.

Finalement, Abengoa Bioenergy compte établir à Hugoton, Kansas, sa première usine commerciale de production d'éthanol cellulosique. Le projet devrait prendre la forme d'une bioraffinerie combinant la production d'éthanol conventionnelle, la production d'éthanol cellulosique par hydrolyse enzymatique et la production d'éthanol cellulosique et de produits chimiques par production et conversion thermochimique du syngas (gazéification et synthèse Fischer-Tropsch). Ce projet devrait voir le jour d'ici 2011 et sera réalisé en collaboration avec le département de l'énergie américain (DOE). À pleine production le projet devrait produire environ 380 millions de litres d'éthanol à partir d'amidon (330 millions litres) et de pailles de maïs (50 millions litres).

Stade de développement
Origine de la cellulose transformable
Carburants produits
Horizon de commercialisation
Acquisition possible

Pré commercial
Pailles de céréales
Éthanol
2009-2010
Inconnue

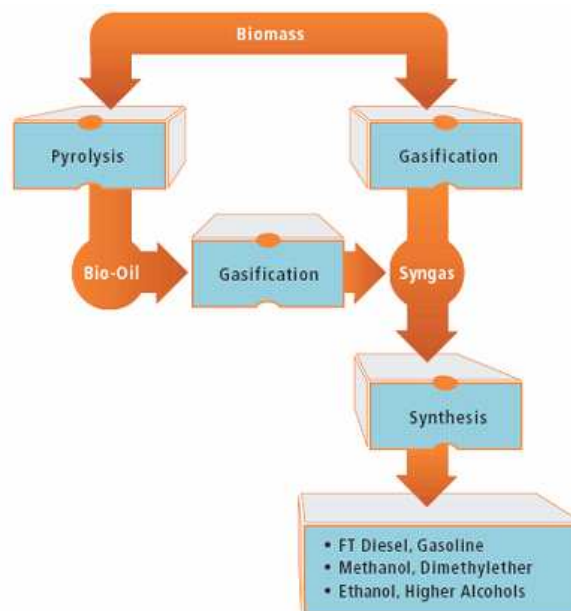
2 - Description de la technologie



www.abengoabioenergy.com

L'usine commerciale de Hugoton, Kansas, combinera un procédé d'hydrolyse enzymatique à un procédé de gazéification et de synthèse Fischer-Tropsch. Dans ce dernier cas, la biomasse sera soumise à des températures élevées et à une concentration contrôlée d'oxygène afin d'être transformée en gaz de synthèse (syngas). Le syngas, principalement constitué d'hydrogène et de monoxyde de carbone, peut ensuite être converti en une variété de produits selon le catalyseur utilisé. Le syngas peut également être utilisé, de la même façon que le gaz naturel, pour la production de vapeur ou de chaleur.

L'usine pilote d'Abengoa Bioenergy, située à York, Nebraska, et l'usine de démonstration de Salamanca, Espagne utilise une technologie basée sur l'hydrolyse enzymatique de la biomasse. Les principales étapes consistent en une préparation du matériel (séchage, broyage), un prétraitement à la vapeur, une digestion enzymatique permettant de libérer les sucres fermentables, une fermentation des sucres en éthanol par des levures et une purification de l'éthanol par distillation.



www.abengoabioenergy.com

3 - Rendement de la technologie

Spécifications de l'usine pilote

Localisation	York, Nebraska, États-Unis
Capacité de traitement	N.D.
Production spécifique	N.D.
Production annuelle	75 000 litres d'éthanol
Durée de fonctionnement	Depuis 2007
Procédé	Hydrolyse enzymatique

Spécifications prévues de l'usine de démonstration

Localisations	Salamanca, Espagne
Capacité de traitement	N.D.
Production spécifique	N.D.
Production annuelle	5 millions litres d'éthanol
Horizon de commercialisation	2009-2010
Procédé	Hydrolyse enzymatique

Spécifications prévues de l'usine commerciale

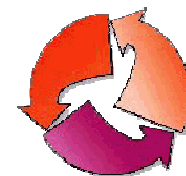
Localisations	Hugoton, Kansas, États-Unis
Capacité de traitement	N.D.
Production spécifique	N.D.
Production annuelle	380 millions litres d'éthanol
Horizon de commercialisation	2011
Procédé	1 ^{ère} génération, hydrolyse enzymatique, thermochimique



Complexe Biocarburantes de Castilla y León (BCyL), Salamanca, Espagne.
Production d'éthanol 1^{ère} et 2^e génération.

Arkenol

Compagnie	Arkenol	Téléphone	(949) 588-3767
Coordonnées	31 Musick, Irvine, CA, 92618	Télécopieur	(949) 588-3972
		Courriel	arklann@arkenol.com
		Site Internet	www.arkenol.com
		Profil	Hydrolyse Acide Concentrée et fermentation



Arkenol fut formée en 1992 en tant que société affiliée de ARK Energy, un développeur indépendant d'unités de production énergétique. La mission originale de la compagnie était de commercialiser les technologies et de développer la clientèle pour assister ARK Energy dans ses efforts de développement de ses centrales énergétiques. Elle engage aujourd'hui une large équipe de professionnels et compte plusieurs années d'expérience en développement et gestion de projet en plus de sa grande expertise technique en matière de production énergétique. Arkenol a développé nombre de relations stratégiques auprès de vendeurs d'équipements, de firmes d'ingénierie et de construction, de commerçants de produits chimiques et de carburants ainsi que d'institutions financières et gouvernementales lesquelles ont contribué au cours des ans aux nombreux succès de la compagnie.

Arkenol est aujourd'hui une compagnie de développement technologique oeuvrant principalement à la construction et à l'opération de bioraffineries produisant une variété de produits chimiques et de carburants de transport à partir de biomasse. La compagnie est propriétaire d'une technologie exclusive appelée Hydrolyse Acide Concentrée (Concentrated acid hydrolysis) permettant de convertir différentes sources de biomasse en sucres simples fermentescibles. À partir de ces sucres, divers produits chimiques peuvent être synthétisés.

BlueFire Ethanol est actuellement l'exclusif détenteur de la licence Nord Américaine de la technologie d'Hydrolyse Acide Concentrée développée par Arkenol pour la production d'éthanol cellulosique. Au cours des dix dernières années, la technologie fut testée pour une large gamme de matières premières, à divers sites partout dans le monde. Depuis maintenant cinq ans, BlueFire et Arkenol exploitent une usine pilote près de leur bureau au sud de la Californie. La technologie est également exploitée de façon totalement indépendante depuis 2003, par une compagnie japonaise localisée à Izumi, pour la production d'éthanol destiné au marché du transport japonais. En 2007, BlueFire Ethanol fut sélectionnée par le Département de l'Énergie américain (DOE) et reçue une subvention de 40 millions \$ pour la fabrication de leur première usine commerciale. La compagnie est maintenant prête à construire l'usine et a terminé l'arrangement de la plupart des ententes et autorisations nécessaires à la construction en Californie. BlueFire prévoit l'entrée en fonction de son usine commerciale pour la fin 2009. Selon la subvention accordée par le DOE, l'usine devrait traiter 700 tonnes par jour de résidus agricoles et de résidus de bois pour une production annuelle de 72 millions de litres d'éthanol.

Pour en connaître davantage concernant la technologie d'Arkenol, veuillez vous référer à la fiche sur BlueFire Ethanol.

BioEthanol Japan

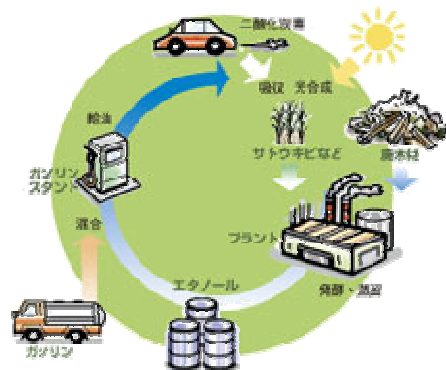
Compagnie

BioEthanol Japan

Coordonnées

Les informations de la compagnie sont uniquement en japonais

BioEthanol Japan est une des premières compagnies à commercialiser de l'éthanol de seconde génération. Leur première usine de taille pré commerciale, située à Osaka au Japon, utilise la technologie développée par Verenium pour convertir des résidus de bois de construction en carburants. L'usine produit actuellement 1,4 millions de litres d'éthanol, mais les actuels promoteurs du projet, Marubeni Corporation et Tsukishima Kikai Co., envisagent augmenter la production à 4 millions de litres. L'éthanol produit est entièrement écoulé sur le marché japonais. L'élément clé de la technologie utilisée par BioEthanol Japan est qu'elle utilise une bactérie génétiquement modifiée, *Escherichia coli*, pouvant fermenter à la fois les sucres en C6 (hexose) et les sucres en C5 (pentose) présent dans la biomasse cellulosique. Très peu d'informations sont disponibles sur le devenir de BioEthanol Japan. Le site officiel du projet (www.bio-ethanol.co.jp) étant présenté uniquement en japonais, seul quelques articles de presse permette d'en apprendre un peu sur le projet.



BioGasol

Compagnie	BioGasol	Téléphone	+45 2325 1312
Coordonnées	Technical University of Denmark Building 204 2800 Lyngby Denmark	Télécopieur	(+45) 45 88 32 79
		Courriel	info@biogasol.com
Profil	Hydrolyse enzymatique et fermentation	Site Internet	www.biogasol.com



1 - Informations générales

Fondée en 2006, BioGasol est une compagnie danoise oeuvrant dans les secteurs de l'ingénierie et des biotechnologies appliquées à la production d'énergie renouvelable. Leurs compétences se situent principalement au niveau du développement et de la conception de procédés technologiques pour la production de bioéthanol et d'autres produits énergétiques dérivés de biomasse lignocellulosique.

BioGasol a su développer ses propres technologies de prétraitements, de production de biogaz et de fermentation des sucres (C5). La technologie BioGasol vise en premier lieu la production d'éthanol. Toutefois d'autres produits énergétiques tels que le méthane, l'hydrogène et des combustibles solides, sont générés par le procédé à partir des fractions de la biomasse impropres à la production d'éthanol. Ces co-produits permettent d'ajouter une plus valeur au procédé.

À l'aide de son procédé technologique pleinement intégré, BioGasol compte produire et commercialiser de l'éthanol à un coût minimal de 1 \$ US/gallon (~0,25 \$/litre). Le cheminement de BioGasol vers la commercialisation en est actuellement à sa troisième étape, soit l'étape de démonstration pendant laquelle ils mènent nombre de projets.



Depuis 2006, le concept BioGasol est implanté dans une usine pilote à l'Université Technique du Danemark de Copenhague. L'unité fonctionne avec succès depuis ce temps.

Deux usines de démonstration du procédé BioGasol sont en développement, au Danemark et aux États-Unis, et devraient entrer en fonction en 2009. La première usine danoise de démonstration de BioGasol devrait voir le jour en 2009 à Aakirkeby, sur l'île de Bornholm. Le projet BornBioFuel devrait d'ailleurs être l'un des points d'intérêt du Sommet International sur le Climat de Copenhague en 2009. L'usine produira de l'éthanol, du biogaz, de l'hydrogène et des combustibles solides à partir d'une large gamme de biomasse lignocellulosique. L'unité sera complètement autonome énergétiquement et réutilisera la totalité de l'eau nécessaire au procédé.

En collaboration avec Pacific Ethanol Inc, BioGasol recevait en janvier 2008 une subvention de 24,3 millions \$ US du département de l'énergie américain pour la conception, la construction et la mise en opération d'une usine de démonstration de production d'éthanol cellulosique. L'usine, située à Boardman, Oregon, traitera, dès 2009, différentes biomasses d'origine agricole et devrait produire 2,7 millions de gallons d'éthanol annuellement. En plus de l'éthanol, l'usine produira du méthane et un combustible solide.

Stade de développement
Origine de la cellulose transformable
Carburants produits
Horizon de commercialisation
Acquisition possible

Pré commercial
Résidus agricoles, copeaux de bois, pailles, cultures énergétiques, résidus de défrichage.
Éthanol, méthane, hydrogène, combustibles solides
2011
Inconnue

2 - Description de la technologie

1- Prétraitement

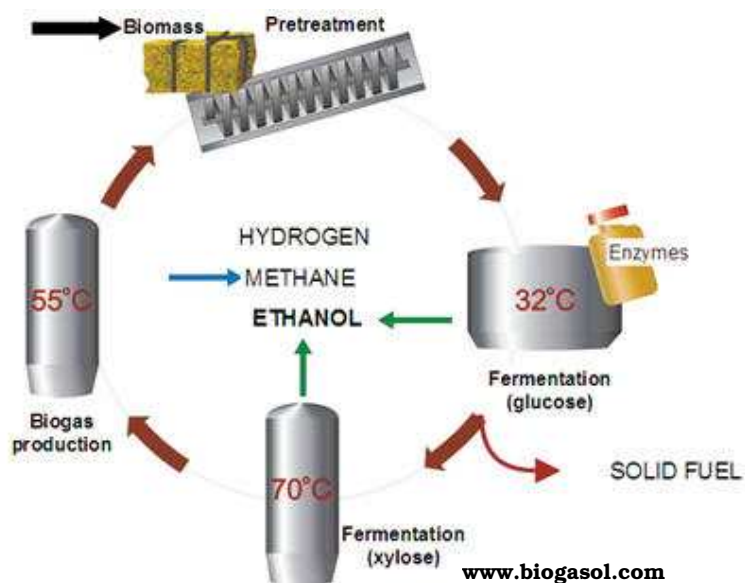
Le procédé de prétraitement de BioGasol est appelé « wet explosion » et est constitué d'une combinaison d'explosion de vapeur et d'oxydation en condition humide. L'application d'oxygène et de pression à haute température (170-200°C) assure le conditionnement de la biomasse pour les étapes subséquentes. Avant le prétraitement, la biomasse est hachée et mélangée à de l'eau.

2- Hydrolyse et fermentation du glucose

L'hydrolyse et la fermentation sont combinées en une seule étape. Les principaux produits de l'hydrolyse sont le glucose et le xylose. Le glucose est simultanément fermenté en éthanol par des levures. Suite au processus de fermentation, la vapeur générée par le procédé est séparée en une fraction solide et une fraction liquide.

3- Fermentation du xylose

Le xylose est le deuxième sucre le plus abondant après le glucose de la biomasse lignocellulosique. La fermentation du xylose en éthanol constitue donc une étape cruciale pour réduire les coûts de production de l'éthanol cellulosique. Toutefois, cette étape est l'une des plus difficile du procédé de production d'éthanol cellulosique et s'avère même impossible pour plusieurs technologies.



La technologie BioGasol a solutionné ce problème et procède à la fermentation du xylose à l'intérieur d'un réacteur à 70°C à l'aide d'une bactérie anaérobie thermophile. Cette étape est unique et est l'objet de l'un des brevets de BioGasol lui conférant un avantage technologique sur les autres compagnies.

4- Production de biogaz et recirculation de l'eau de procédé

Suite au procédé, une part importante de composés organiques demeure dans l'eau de procédé. Un traitement de l'eau par digestion anaérobie est appliqué, générant ainsi du méthane, pouvant être utilisé comme source d'énergie et, de l'eau propre pouvant être réutilisée dans le procédé.

3 - Rendement de la technologie

Spécifications de l'usine pilote

Localisation	Copenhague, Danemark
Capacité de traitement	N.D.
Production spécifique usine pilote	N.D.
Production annuelle usine pilote	N.D.
Durée de fonctionnement usine pilote	Depuis 2006
Utilisation des résidus de production	Production de biogaz, énergie utile au procédé, recyclage de l'eau

Spécifications prévues des usines pré commerciales

Localisation	Aakirkeby, île de Bornholm, Danemark Boardman, Oregon, États-Unis
Capacité de traitement	N.D.
Production spécifique	N.D.
Production annuelle	Aakirkeby, inconnue Boardman, 2,7 millions de gallons
Horizon de commercialisation	Mise en marche prévue : 2009

BlueFire Ethanol

Compagnie	BlueFire Ethanol	Téléphone	949.588.3767
Coordonnées	31 Musick Irvine, CA 92618	Télécopieur	949.588.3972
		Courriel	inquiries@bluefireethanol.com
		Site Internet	www.bluefireethanol.com
		Profil	Hydrolyse acide concentrée et Fermentation



1 - Informations générales

BlueFire Ethanol est l'exclusif détenteur de la licence Nord Américaine de la technologie d'Hydrolyse Acide Concentrée développée par Arkenol pour la production d'éthanol cellulosique.

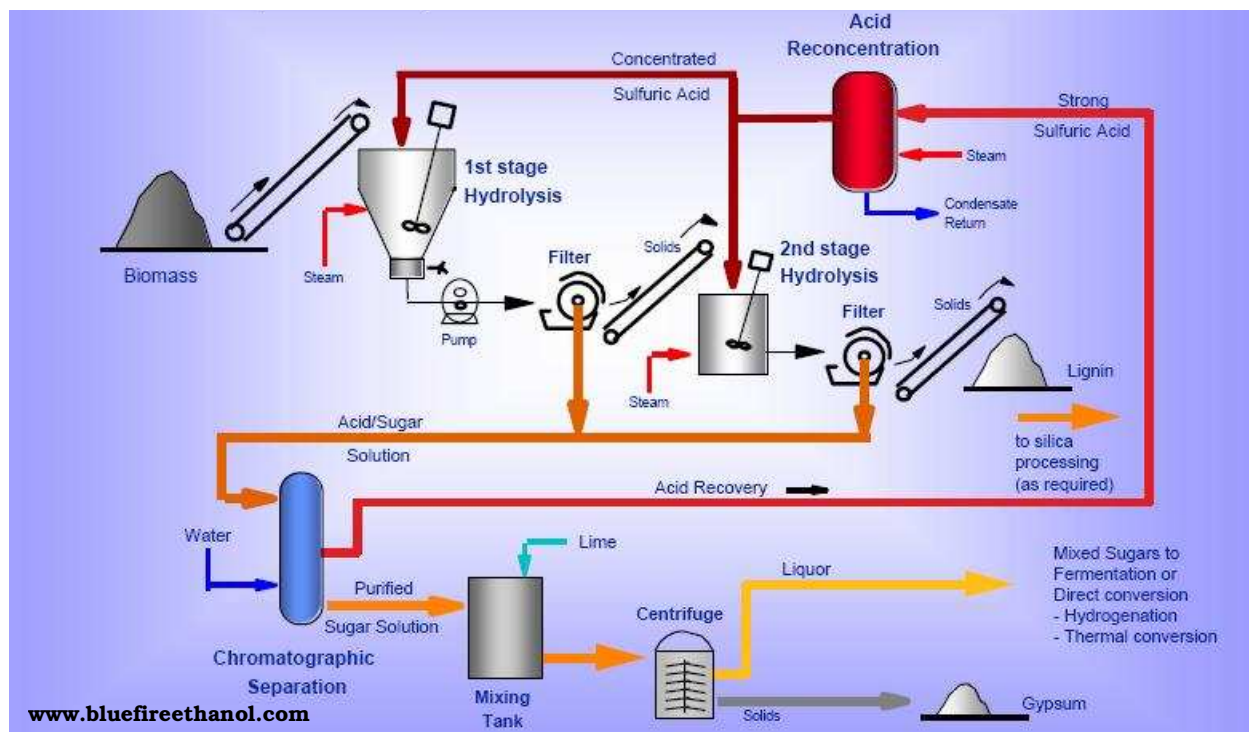
La bioraffinerie de BlueFire Ethanol sera en mesure de convertir en éthanol une large gamme de matériel organique largement disponible et peu coûteux tel que des résidus agricoles, des cultures énergétiques, des résidus de bois, et des déchets verts municipaux. La technologie utilisée par BlueFire est extrêmement versatile, tant pour la matière première qu'elle peut traiter que pour les produits finaux qu'elle peut produire.

En 1989 BlueFire, via sa compagnie apparentée ARK Energy (une sous division de Arkenol), commençait l'étude de divers procédés. Leur choix s'arrêta sur l'hydrolyse acide concentré pour en faire aujourd'hui une technologie éprouvée et « économiquement viable ».

Au cours des dix dernières années, la technologie fut testée pour une large gamme de matières premières, aux États-Unis et à divers sites partout dans le monde. Depuis maintenant cinq ans, la compagnie, sous le nom d'Arkenol, exploite une usine pilote près de leur bureau au sud de la Californie. La technologie est également exploitée de façon totalement indépendante depuis 2003, par une compagnie japonaise localisée à Izumi, dans le sud du Japon, pour la production d'éthanol destiné au marché du transport japonais. En 2007, BlueFire Ethanol fut sélectionnée par le Département de l'Énergie américain (DOE) et reçue une subvention de 40 millions \$ pour la fabrication de leur première usine commerciale. La compagnie est maintenant prête à construire l'usine et a terminé l'arrangement de la plupart des ententes et autorisations nécessaires à la construction en Californie. BlueFire prévoit l'entrée en fonction de son usine commerciale pour la fin 2009. Selon la subvention accordée par le DOE, l'usine devrait traiter 700 tonnes par jour de résidus agricoles et de résidus de bois pour une production annuelle de 72 millions de litres d'éthanol.

Stade de développement	Pré commercial
Origine de la cellulose transformable	Résidus agricoles, plantes énergétiques, papier, résidus de bois, déchets verts
Carburants produits	Éthanol
Horizon de commercialisation	Fin 2009
Acquisition possible	Inconnu

2 - Description de la technologie



L'unité commerciale de production d'éthanol cellulosique de BlueFire Ethanol est composée de cinq principales étapes :

1- Préparation de la matière première

La biomasse est nettoyée, broyée puis séchée pour réduire la taille des particules et faciliter l'action de l'hydrolyse acide.

2- Décristallisation et réaction hydrolytique

La matière première prétraitée est décristallisée, c'est-à-dire que la cellulose et l'hémicellulose sont séparés de la lignine, et hydrolysée à l'acide afin de dégrader chimiquement les liens chimiques de la cellulose et de l'hémicellulose pour libérer des sucres à 5 et 6 carbones.

3- Filtration solide/liquide

L'hydrolysate obtenu est un mélange de sucres, d'acide et de résidus insolubles. La fraction insoluble, principalement de la lignine issue de la matière première, est séparée de l'hydrolysate par filtration et pressage pour obtenir une solution claire d'acide et de sucres.

4- Séparation de l'acide et des sucres

La séparation par chromatographie permet de séparer les sucres de l'acide. L'acide sulfurique séparé est remis en circulation vers les étapes de décristallisation et d'hydrolyse. La faible quantité d'acide demeurant dans les sucres est neutralisée avec de la chaux, produisant ainsi du gypse ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) pouvant être utilisé comme amendement calcique en agriculture.

5- Fermentation des sucres

Des levures sont ajoutées au mélange de sucre où elles travailleront à convertir ces derniers en éthanol. Le mélange d'éthanol, de levures et d'eau est ensuite centrifugé pour séparer les levures et les retourner dans le fermenteur, où elles pourront être réutilisées.

6- Distillation

Le mélange d'éthanol et d'eau est ensuite distillé selon les méthodes conventionnelles pour produire de l'éthanol concentré de haute qualité pouvant être mélangé à l'essence.

3 - Rendement de la technologie


BlueFire Ethanol a retenu le site de Lancaster suite aux estimations selon lesquelles près de 170 tonnes de biomasse (copeaux, herbes coupées, résidus organiques) passeraient par le site chaque jour. L'usine est également désignée de façon à pouvoir recycler l'eau et la lignine dans le procédé pour la production de vapeur et d'électricité.

Spécifications prévues de l'usine commerciale

Localisation	Lancaster, Californie, États-Unis
Capacité de traitement	700 tonnes M.S. /jour
Production spécifique	275 litres/tonne*
Production annuelle	~ 72 millions de litres d'éthanol
Horizon de commercialisation	Fin 2009

* estimation faite à partir de la production annuelle et de la capacité de traitement

Enerkem

Compagnie	Enerkem	Téléphone	514 875-0284
Coordonnées	615, boul. René-Lévesque Ouest, bureau 820 Montréal (Québec) H3B 1P5 Canada	Télécopieur	514 875-0835
		Courriel	enerkem@enerkem.com
		Site Internet	www.enerkem.com
Profil	Gazéification et conversion catalytique (Fischer-Tropsch)		

1 - Informations générales

Établie au Québec depuis plusieurs années, Enerkem se spécialise dans les systèmes de gazéification et de conversion catalytique des gaz de synthèse. Bien que la technologie d'Enerkem soit en mesure de convertir la biomasse d'origine agricole et forestière en carburant, c'est plutôt la valorisation des déchets municipaux en éthanol cellulosique et autres carburants de seconde génération qui oriente les efforts de recherche et développement de la compagnie.

Enerkem exploite une usine pilote, située dans la municipalité de Sherbrooke, au Québec, depuis 2003. L'usine peut traiter diverses matières premières, est dotée de nombreux instruments et la plupart des étapes du procédé sont automatisées afin de faciliter la prise de données. Depuis son entrée en opération, l'unité pilote a cumulée plus de 3 000 heures d'opération et a servi à tester la conversion en gaz de synthèse, méthanol et éthanol de plus de 20 matières premières différentes dont des déchets municipaux, des résidus forestiers, des résidus de construction et de démolition et du bois traité.

Enerkem travaille actuellement à la construction de sa première usine de démonstration de taille commerciale, à Westbury (Québec). Avec cette usine, la compagnie deviendra une des premières au monde à atteindre le stade de pré commercialisation d'une technologie de production d'éthanol cellulosique.

L'usine devrait entrer en production dès l'automne 2008 et produire jusqu'à 5 millions de litres d'éthanol cellulosique par an. Entre autre, l'usine devrait traiter différents résidus urbains dont du bois de poteaux électriques. Actuellement, les îlots de gazéification et de conditionnement du gaz de synthèse sont fonctionnels. La mise en place, cet automne, du système de conversion catalytique devrait être la dernière étape de la construction de l'usine et permettre la mise en fonction de la production de méthanol et d'éthanol cellulosique.

Enerkem travaille également en partenariat avec Éthanol GreenField, le plus gros producteur d'éthanol au Canada. À l'été 2008, les deux compagnies signaient une entente au près de la ville d'Edmonton pour la valorisation des déchets municipaux solides en méthanol et éthanol de deuxième génération. La ville s'engage à fournir, pour une durée de 25 ans, une quantité minimale de 100 000 tonnes de déchets triés par année. Le consortium Enerkem-Ethanol GreenField sera responsable du financement, de la construction et l'exploitation de l'usine dont ils seront propriétaires. L'usine est prévue pour produire initialement 36 millions de litres de biocarburants par an. Il s'agit de la première entente du genre au monde.

L'entreprise possède une excellente expertise en ingénierie et en développement de projet lui permettant ainsi de gérer l'ensemble des étapes menant à l'établissement d'une usine, de l'identification du site à l'exploitation de l'usine. La recherche et le développement sont des aspects très importants chez Enerkem et l'entreprise travaille en étroite collaboration avec l'Université de Sherbrooke. Actuellement, le développement de nouveaux catalyseurs permettant la synthèse d'une large gamme de biocarburants à partir d'une diversité de source de matières premières de faible valeur est à l'étude.

À long terme Enerkem envisage vendre ses produits à des raffineurs et à divers groupes industriels. En plus du méthanol et de l'éthanol, la compagnie compte produire du diesel synthétique, de l'éther diméthylque et de la gazoline synthétique. Aucune date de mise en marché n'a encore été annoncée. Enerkem envisage également de signer des accords de licence pour sa technologie sous certaines conditions.

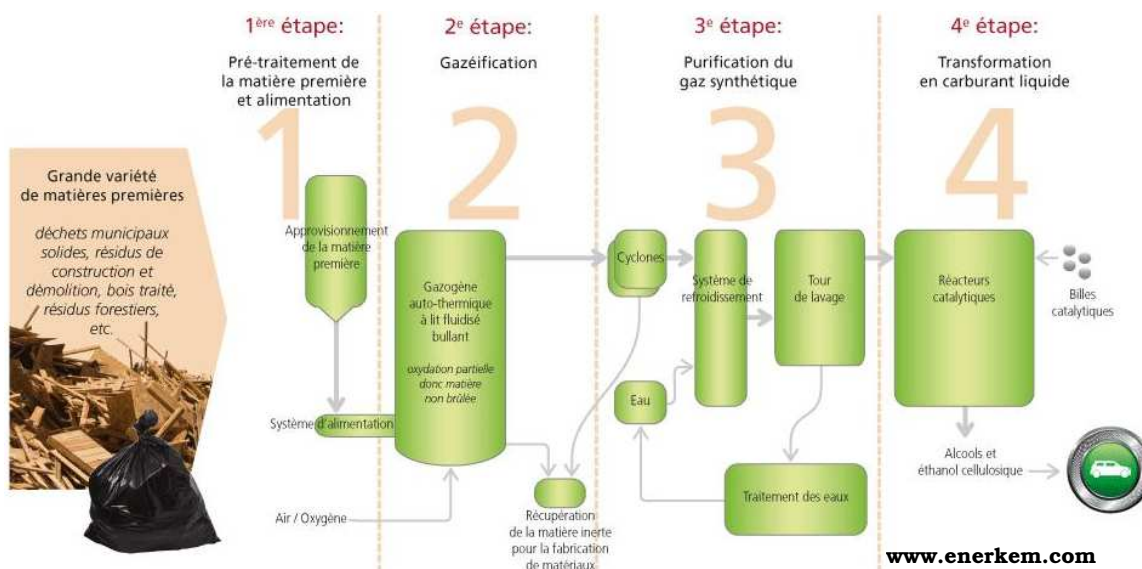


www.enerkem.com

Stade de développement
Origine de la cellulose transformable
Carburants produits
Horizon de commercialisation
Acquisition possible

Pré commercial
Biomasse agricole, bois, déchets municipaux, matière riche en carbone
Méthanol, éthanol, gaz
Aucune date annoncée
Licence d'exploitation

2 - Description de la technologie



Le prétraitement des résidus

La matière première subie un tri, un séchage et un déchetage avant d'être acheminée au système d'approvisionnement du gazogène.

La gazéification

La matière première prétraitée est acheminée au système de gazéification où elle est convertie en un gaz synthétique. La technologie d'Enerkem est fondée sur un gazogène en lit fluidisé bullant doté d'un système frontal d'alimentation qui accepte les matières floconneuses sans granulation préalable. Des injecteurs adéquatement conçus permettent aussi d'alimenter le réacteur de gazéification avec des pâtes ou des liquides.

La gazéification utilise de l'air comme agent d'oxydation partielle ou de l'air enrichi en oxygène à un degré adapté à la composition du gaz synthétique souhaité. Le procédé exige la présence de vapeur à une pression partielle donnée.

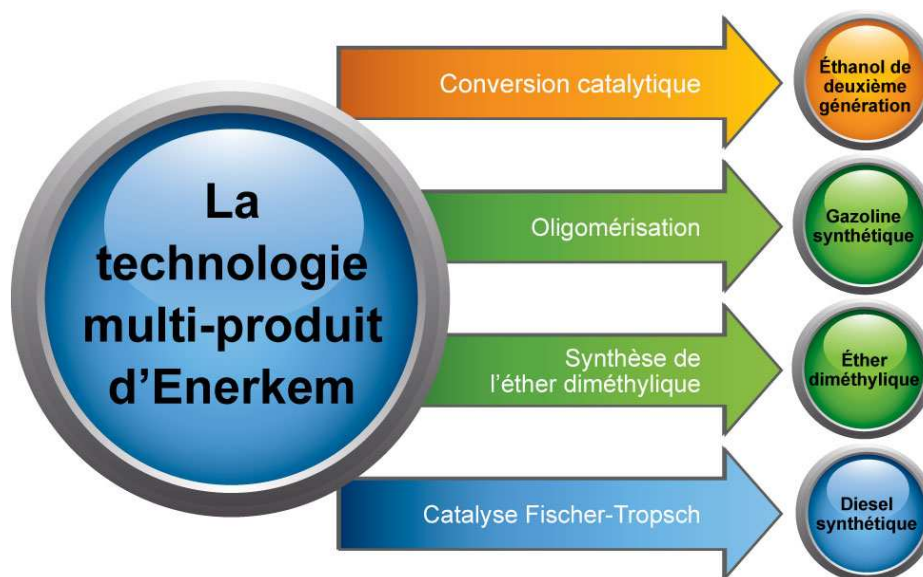
Le réacteur de gazéification fonctionne à basse sévérité c'est-à-dire à des températures autour de 700 °C et des pressions inférieures à 10 atm, ce qui permet d'utiliser des matériaux réfractaires et des matériaux de construction peu coûteux et faciles à obtenir.

Le lavage et le conditionnement du gaz

À cette étape, le gaz produit lors de la gazéification est nettoyé et purifié afin d'être compatible avec les différents catalyseurs utilisés. Le nettoyage est assuré par un système de conditionnement séquentiel incluant l'élimination des matières inertes par cyclone, la conversion secondaire du carbone/goudron résiduel, la récupération de la chaleur et la réinjection des fines particules de goudron dans le procédé. Le gaz purifié peut par la suite être transformé en carburant solide.

La transformation du gaz en liquide

En utilisant un procédé de conversion catalytique séquentiel, le gaz de synthèse est finalement transformé en biocarburants de deuxième génération et en produits chimiques à valeur élevée, immédiatement commercialisables. Les produits comme le méthanol peuvent être vendus directement ou être utilisés comme produits intermédiaires pour la production d'autres produits tels que l'éthanol de deuxième génération, le diesel synthétique, l'éther diméthylque et la gazoline de synthèse.



www.enerkem.com

3 - Rendement de la technologie

Spécifications de l'usine pilote

Localisation	Sherbrooke, Québec, Canada
Capacité de traitement	N.D.
Production spécifique usine pilote	340-360 litres d'éthanol/tonnes de matière sèche
Production annuelle usine pilote	N.D.
Durée de fonctionnement usine pilote	3 000 heures
Utilisation des résidus de production	Réutilisation de l'eau de procédé, fabrication de matériaux

Spécifications prévues de l'usine de démonstration

Localisation	Westbury, Québec, Canada
Capacité de traitement	~14 000 tonnes de matières premières/an*
Production spécifique	340-360 litres d'éthanol/tonnes de matière sèche
Production annuelle	5 millions de litres d'éthanol
Horizon de commercialisation	Mise en activité prévue automne 2008

* Estimation faite à partir de la production spécifique et annuelle

Spécifications prévues de l'usine commerciale d'Edmonton

Localisation	Edmonton, Alberta, Canada
Capacité de traitement	100 000 tonnes de matières premières/an*
Production spécifique	340-360 litres d'éthanol/tonnes de matière sèche
Production annuelle	36 millions de litres d'éthanol
Horizon de commercialisation	Non annoncé

4 - Informations économiques

Modèle d'affaires

Type d'acquisition possible	Licences d'exploitation disponibles sous certaines conditions
-----------------------------	---

Éthanol GreenField

Compagnie	Éthanol GreenField	Téléphone	(416) 304-1700
Coordonnées	20, rue Toronto	Télécopieur	(416) 304-1701
	Bureau 1400	Courriel	info@greenfieldethanol.com
	Toronto (Ontario)	Site Internet	www.greenfieldethanol.com
	CANADA		
	M5C 2B8		
Profil	Éthanol de première génération. Voir aussi Enerkem.		
Stade	Pré commercial		



Éthanol GreenField a été fondé en 1989 sous l'appellation Les Alcools de commerce, et est devenu le principal producteur de carburant et d'alcool emballé au Canada. En 2006, l'entreprise a été rebaptisée Éthanol GreenField, ce qui reflète mieux l'importance grandissante de ses activités dans le domaine de l'éthanol.

GreenField exploite trois installations de production d'éthanol de classe mondiale et deux autres sont en cours de développement. Les distilleries sont situées à Chatham et à Tiverton, en Ontario, et à Varennes, au Québec. Deux autres usines sont présentement en construction à Hensall et Johnstown, en Ontario.

Tout récemment, Éthanol GreenField annonçait le début d'un partenariat commercial avec Enerkem. À l'été 2008, les deux compagnies signait une entente au près de la ville d'Edmonton pour la valorisation des déchets municipaux solides en méthanol et éthanol de deuxième génération. Il s'agit de la première entente du genre au monde. Pour plus d'informations, consultez la fiche sur Enerkem.

Fulcrum BioEnergy

Compagnie	Fulcrum BioEnergy, Inc.	Téléphone	925-730-0150
Coordonnées	4900 Hopyard Road Suite 220 Pleasanton, CA 94588	Télécopieur	925-730-0157
		Courriel	info@fulcrum-bioenergy.com
		Site Internet	www.fulcrum-bioenergy.com
Profil	Conversion thermochimique de déchets municipaux		



1 - Informations générales

Située à Pleasanton, Californie, Fulcrum BioEnergy est une compagnie oeuvrant développement de la production des biocarburants de seconde génération aux États-Unis. Fulcrum ne développe pas, a proprement parlé, de technologies de production d'éthanol mais compte plutôt mener à la commercialisation des technologies existantes de production d'éthanol à partir de déchets municipaux.

Pour ce faire, la compagnie a acquis les droits d'utilisation de la technologie de gazéification développée par *Integrated Environmental Technologies* de même que les droits pour une technologie catalytique de conversion du biogaz en éthanol conjointement développée par *Nipawin Biomass Ethanol New Generation Co-operative Ltd.* et le conseil de recherche de la Saskatchewan.

La première usine de Fulcrum BioEnergy devrait entrer en construction à l'automne 2008 et débiter sa production au début de 2010. L'usine Sierra BioFuels, située au centre industriel Tahoe-Reno de Storey County au Nevada, devrait produire environ 40 millions de litres d'éthanol par an et traiter près de 90 000 tonnes de déchets municipaux.

Stade de développement	Pré commercial
Origine de la cellulose transformable	Déchets municipaux
Carburants produits	Éthanol
Horizon de commercialisation	2010
Acquisition possible	Inconnue

2. Description de la technologie



1- Réception de la matière première

2- Gazéification

La matière première est introduite dans le gazéificateur où elle est convertie en syngas principalement composé d'hydrogène et de monoxyde et dioxyde carbone.

3- Générateur de vapeur

La chaleur relâchée par le procédé de gazéification est récupérée et convertie en vapeur utilisée dans l'usine.

4- Réactions de synthèse d'alcool

Le syngas est injecté dans un catalyseur spécialisé capable de convertir les constituants du gaz en éthanol.

5- Séparation de l'alcool

L'alcool est séparé et purifié.

6- Ethanol

L'éthanol est maintenant prêt à être mélangé à l'essence et à être commercialisé.

3 - Rendement de la technologie

Spécifications prévues de l'usine commerciale

Localisation	Storey County, Nevada, Etats-Unis
Capacité de traitement	90 000 tonnes/an
Production spécifique	444 litres/tonnes *
Production annuelle	40 millions de litres/an
Horizon de commercialisation	2010

* Valeur théorique obtenue à partir de la production annuelle et de la capacité de production.

Genencor

Compagnie	Genencor	Téléphone	+1 585 256 5200
Coordonnées	Danisco US Inc., Genencor Division 200 Meridian Centre Blvd. Rochester, NY 14618-3916 USA	Télécopieur	+1 585 256 6952
		Courriel	N.D.
		Site Internet	www.genencor.com
		Profil	Production d'enzymes



1 - Informations générales

Genencor, une division de Danisco, est un des plus grand développeur et manufacturier d'enzymes à usages industriels et une des plus importantes compagnies de biotechnologies au monde. Genencor découvre, développe, fabrique et distribue des enzymes adaptées à diverses applications dans les domaines de l'agriculture, de l'entretien, du textile, de l'alimentation, de la consommation et autres marchés industriels, tel que les biocarburants.

Genencor produit 250 produits protéiques différents, possède 10 manufactures dispersées dans différentes régions de la planète, est présent dans plus de 80 pays et emploie plus de 1 475 personnes à travers le monde.

Un des domaines d'intérêt des équipes de recherche et développement de Genencor est la production d'éthanol cellulosique à partir de sous-produits agricoles et forestiers tels que les pailles de maïs, les copeaux de bois, la paille de céréales, les cultures énergétiques et la pâte à papier. Le Département américain de l'Énergie (DOE), devant la nécessité de mettre au point de nouvelles enzymes plus efficaces pour la production d'éthanol cellulosique, prenait une entente de 17 millions \$, avec Genencor en 2000 afin de stimuler le développement de cellulases pouvant permettre de réduire le coût de fermentation des sucres en éthanol. C'est ainsi que fut commercialisé, à l'automne 2007, le premier produit enzymatique destiné au marché de l'éthanol cellulosique, le Accellerase™ 1000.

Afin de consolider ses efforts de développement dans le domaine des biocarburants de deuxième génération, Genencor établi des partenariats commerciaux avec plusieurs grands joueurs mondiaux. Un des partenariats les plus importants de Genencor est sans doute sa participation au programme français de développement de l'éthanol cellulosique. Le gouvernement français finance Genencor pour participer, en consortium avec l'industrie forestière française, au développement de la production d'éthanol cellulosique à partir de pâte à papier. Le consortium de recherche inclus d'autres partenaires de Genencor dont Tembec R&D Kraft, le Laboratoire INSA de Toulouse pour la biotechnologie et les bioprocédés et l'Institut Pine de l'Université de Bordeaux. Au sein du consortium, Genencor procure des cellulases de pointe et son expertise pour optimiser l'hydrolyse enzymatique de la pâte à papier fournie par Tembec et l'Institut Pine. Genencor travail également avec Mascoma à la construction d'une usine de 20 millions \$ au Massachusetts. Encore une fois la compagnie procurera les enzymes et offrira son expertise afin d'optimiser les performances de l'usine.

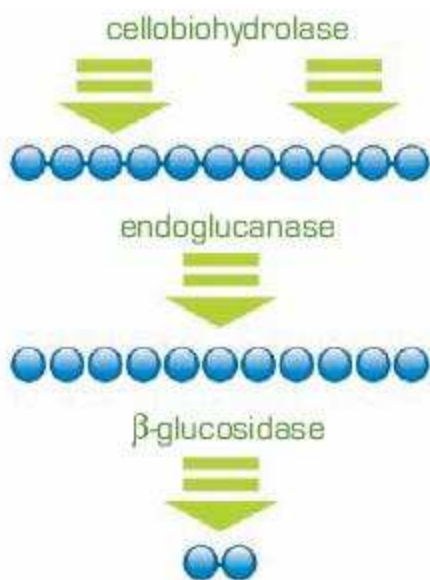
Finalement, Genencor et DuPont annonçait récemment la mise en place d'un partenariat commercial. Le partenariat devrait mener d'ici 2009 à l'ouverture de leur première usine commerciale à Vonore, Tennessee.

La construction de l'usine devrait débuter dès l'automne 2008. L'usine traitera deux types de matières premières dans un premier temps soient, des plants de maïs et du panic érigé.

Les deux partenaires prévoient mettre sur pied leur première usine commerciale d'ici 2012. À ce moment, ils comptent vendre des licences d'utilisation de leur technologie aux producteurs d'éthanol intéressés.

2 - Description de la technologie

ACCELLERASE™ 1000 est le premier produit enzymatique commercialement disponible pour le développement spécifique des procédés de production d'éthanol de seconde génération. ACCELLERASE™ 1000 réduit la biomasse cellulosique complexe en sucres fermentables. Le produit présente plusieurs activités enzymatiques dont des exoglucanases, des endoglucanases, des hémicellulases et des beta-glucosidases.



www.genencor.com

Hydrolyse enzymatique des liens β -1,4 par les cellulases

La digestion de la cellulose exige généralement un minimum de trois enzymes travaillant en synergie.

- Les Exo-1,4- β -glucanases attaquent les extrémités des chaînes de cellulose libérant de petits fragments.
- Les Endo-1,4- β -glucanases attaquent le long de la chaîne de cellulose créant ainsi davantage d'extrémités pouvant être attaquées par les Exo-1,4- β -glucanases.
- Les β -glucosidases convertissent les fragments libérés par les deux autres enzymes en glucose, pouvant être fermentés par les levures.

Caractéristiques	Avantages
Flexibilité	Efficace autant dans les systèmes de saccharification et fermentation simultanées que dans les systèmes en deux étapes subséquentes d'hydrolyse et de fermentation.
Versatilité	Améliore les performances de saccharification sur une large gamme de matière première – bagasse, paille de maïs, pâte de bois, etc.
Action rapide	L'activité intense des β -glucosidases augmente les taux de saccharification, la vitesse de fermentation en éthanol et le rendement.
Haute compatibilité	Adapté à la plupart des systèmes et très peu d'exigences pour assurer le bon fonctionnement des enzymes.
Effets supplémentaires	Le produit est non purifié et présente donc les éléments nutritifs nécessaires aux levures pour assurer la production d'éthanol.

Inbicon (IBUS project)

Compagnie	Inbicon	Téléphone	+45 76 22 20 00
Coordonnées	Kraftværksvej 53	Télécopieur	N.D.
	Skærbæk	Courriel	Info@Inbicon.com
	7000 Fredericia	Site Internet	www.inbicon.com
	Denmark		
Profil	hydrolyse enzymatique et fermentation		



1 - Informations générales

DONG Energy, un des principaux producteurs d'énergie du Danemark, travail à améliorer l'efficacité et les performances environnementales des centrales au charbon danoises. Le souci de l'entreprise a toujours été d'améliorer et de diversifier la production énergétique au Danemark. De 2002 à 2006, DONG Energy fut le coordinateur du projet européen IBUS dont l'objectif général était de développer un système de coproduction d'électricité et de bioéthanol, économique d'un point de vue monétaire et énergétique. Le projet a permis de développer un système prometteur de conversion de la biomasse en bioéthanol, combustibles solides et ration pour le bétail (mélasse) appelé procédé IBUS (Integrated Biomass Utilization System).

DONG Energy, et sa filiale Inbicon on construit en 2003, à Skærbæk au Danemark, une usine pilote d'une capacité de traitement de 12 tonnes de paille de blé sèches par jour. L'usine, construite en en collaboration avec divers partenaires, a permis de perfectionner et de démontrer le procédé à petite échelle. L'unité pilote est toujours en opération et est utilisée par l'entreprise pour ses activités de recherche et développement.

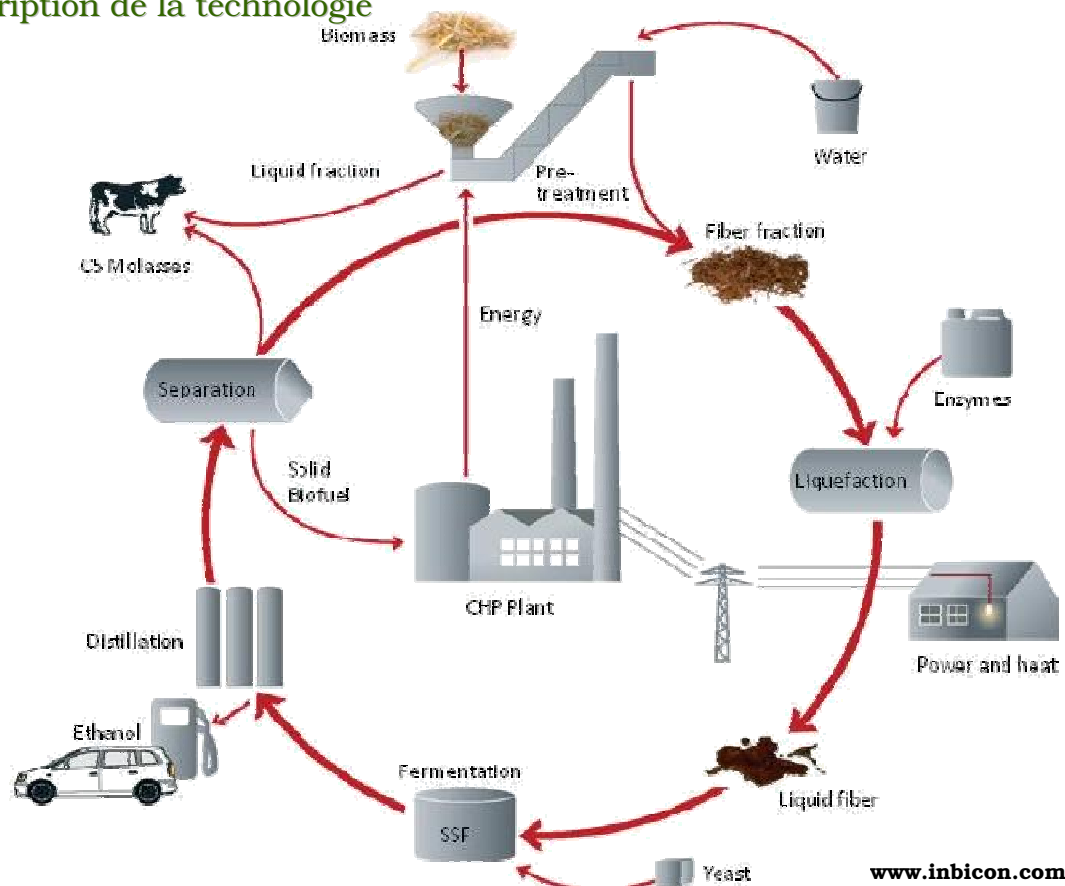
Le développement commercial du procédé a été confié à Inbicon qui inaugurerait, en 2005, une usine d'une capacité de traitement de 25 tonnes/jour de pailles de blé sèches. L'usine fut en opération pendant environ 1 000 heures au cours d'un projet de R&D avant d'être déménagée, en 2006, dans une nouvelle unité d'essai. La nouvelle installation d'essai d'Inbicon est maintenant située sur le site d'une ancienne centrale énergétique abandonnée où diverses installations sont disponibles dont des hangars, de la machinerie, un accès à de la vapeur, à de l'eau chaude et froide ainsi qu'à de l'air comprimée, etc.

DONG Energy et Inbicon continuent à travailler au développement et au perfectionnement du procédé IBUS. Ils envisagent mener la technologie à un stade de production commerciale d'ici 2012. Les deux compagnies affiliées contribuent également à divers projets, d'envergure nationale et internationale, visant le développement des biocarburants de seconde génération et la mise en valeur des énergies vertes.

Stade de développement
Origine de la cellulose transformable
Carburants produits
Horizon de commercialisation
Acquisition possible

Pré commercial
Pailles de blé (autres possibilités)
Éthanol, combustibles solides
D'ici 2012
Inconnue

2 - Description de la technologie



1- Prétraitement

La matière première est initialement coupée en segments de 5 à 10 cm puis humidifiée avant de subir un prétraitement à la vapeur et une étape de rinçage. Le prétraitement à la vapeur consiste en un chauffage de la matière à des températures variant entre de 180-200°C pendant 5 à 15 min. La matière est ensuite lavée pour obtenir une fraction solide et une fraction liquide. Après plusieurs années d'optimisation, le procédé permet maintenant d'obtenir 100 % de la cellulose et de la lignine dans la fraction solide. La fraction liquide, quant à elle, contient la majeure partie de l'hémicellulose ainsi que plus de 90 % du KCl contenue dans la matière d'origine. La vapeur du procédé est réutilisée et sert à sécher la fraction liquide qui devient ainsi une « mélasse » pouvant servir à alimenter le bétail. L'extraction du KCl limite les problèmes de corrosion pouvant survenir aux étapes subséquentes.

2- Liquéfaction enzymatique

La fraction fibreuse prétraitée est continuellement introduite dans le réacteur de liquéfaction où un mélange continu de la matière fibreuse et des enzymes a lieu. La matière fibreuse passe ainsi d'un état solide (environ 30 % humidité) à un état de liquide visqueux où environ 30-40 % de la cellulose a été hydrolysée en glucose.

3- Saccharification et fermentation simultanées (SFS)

Suite à la préhydrolyse de la fraction fibreuse, les sucres subissent une hydrolyse (saccharification) et une fermentation simultanées. Dans le procédé de SFS, les levures sont ajoutées au mélange avant que l'hydrolyse ne soit complétée. La digestion de la cellulose en glucose se poursuit donc en même tant que la fermentation du glucose en éthanol.

Pendant les premières heures, la température est maintenue à la température optimale pour l'hydrolyse (55°) de la cellulose.

Par la suite, les levures sont ajoutées et la température est abaissée à 33°C pour favoriser leur action et stimuler la fermentation. À cette température, les cellulases sont ralenties, mais leur action d'hydrolyse peut quand même se poursuivre.

4- Distillation

Le prétraitement à la vapeur utilisé dans le procédé fait en sorte que la lignine demeure dans la fraction fibreuse avec la cellulose. Suite à la fermentation, on obtient donc un mélange d'éthanol riche en lignine. Le procédé développé par IBUS permet d'obtenir, suite à la distillation, de l'éthanol concentré et une fraction solide riche en lignine et autres substances solubles non fermentables. Cette fraction solide peut être séparée et servir en partie à la génération de chaleur et en partie à l'alimentation du bétail, additionnée à la mélasse d'hémicellulose.




3 - Rendement de la technologie

Spécifications de l'unité d'essai

Localisation
Capacité de traitement
Production spécifique usine pilote
Production annuelle usine pilote
Durée de fonctionnement usine pilote
Utilisation des résidus de production
Horizon de commercialisation

Skærbæk, Danemark
25 tonnes M.S. /jour
N.D.
N.D.
>1 000 heures
Combustibles solides, alimentation pour bétail
2012

KL Energy Corp.

Compagnie	KL Energy Corp.	Téléphone	(605) 718-0372
Coordonnées	1141 Rand Road, Suite A Rapid City South Dakota 57702	Télécopieur	(605) 718-1372
		Courriel	hr@klenergycorp.com
		Site Internet	www.klenergycorp.com
		Profil	Inconnu
Stade	Pré commercial		

En octobre 2008, KL Process Design Group changeait de nom pour devenir KL Energy Corp., un leader parmi les firmes de conception et d'ingénierie de procédés de fabrication de biocarburants et une pionnière de la commercialisation d'éthanol cellulosique. En avril 2000, KL Process Design Group mettait sur pied le projet « Western Biomass Energy » afin de se doter d'une plate forme de recherche et développement en collaboration avec la « South Dakota School of Mines and Technology », le « Wyoming Business Council » et le département de foresterie du Wyoming. La plate forme d'essai a franchie avec succès les étapes de laboratoire pour en arriver aujourd'hui au stade pré-commercial. Depuis janvier 2008, l'usine Western Biomass Energy produit ses premiers litres commercialisables d'éthanol cellulosique fabriqués à partir de résidus forestiers. Située à Upton, Wyoming, l'usine fut entièrement conçue, construite et opérée par KL Energy. La technologie de KL Energy est également en mesure de traiter d'autres sources de biomasses telles que les pailles de maïs ou les cultures énergétiques. La compagnie offre également divers services d'accompagnement pour la conception et l'optimisation d'usines de production d'éthanol de première ou seconde génération.

Novozymes

Compagnie	Novozymes	Téléphone	+1 919 494 3000
Coordonnées	Novozymes North America Inc 77 Perry Chapel Church Road Franklinton, N.C. 27525	Télécopieur	+1 919 494 3450
		Courriel	N.D.
		Site Internet	www.novozymes.com
Profil	Production d'enzymes		



Novozymes, dont le siège social est situé au Danemark, est un leader mondial dans le développement et la commercialisation d'enzymes et de microorganismes destinés à l'industrie. Novozymes commercialise plus de 700 produits utilisés dans la fabrication de milliers de produits à usages courants aussi diversifiés que les textiles que vous portez, les aliments que vous mangez ou les carburants qui vous permettent de vous déplacer. Utilisés dans plus de 40 secteurs industriels différents et cela dans plus de 130 pays, les produits de Novozymes permettent d'optimiser une large gamme de procédés industriels permettant du même coup de limiter l'utilisation de l'eau, de l'énergie, des matières premières et la production de déchets.

Un des secteurs d'activité importants de Novozymes est la production d'enzymes destinées à la conversion des grains, tels que le maïs et les céréales, en éthanol carburant. Novozymes offre également son expertise pour le développement et l'optimisation, à l'interne, de vos propres technologies de production d'éthanol. La compagnie étant continuellement à la recherche de nouvelles innovations et de nouveaux créneaux répondant aux besoins du marché, Novozymes travaille également au développement de la seconde génération de biocarburants basée sur la biomasse cellulosique.

L'équipe de recherche et développement de Novozymes est donc attelée à la tâche pour mettre au point de nouvelles enzymes pouvant convertir efficacement la cellulose en sucres simples fermentescibles.

Novozymes est supportée financièrement depuis 2001 par le département de l'énergie américain (D.O.E.) pour l'optimisation des enzymes impliquées dans la fabrication d'éthanol cellulosique. Tout récemment, à l'automne 2008, D.O.E. renouvelait son soutien à Novozymes par un financement de 12,3 millions \$ au projet *DECREASE (Development of a Commercial-Ready Enzyme Application System for Ethanol)*. Ce projet a pour but l'amélioration des performances des meilleures enzymes de Novozymes afin de réduire les coûts de production de l'éthanol cellulosique. Grâce à ce projet, réalisé en collaboration avec le *Pacific Northwest National Laboratory*, le *National Renewable Energy Laboratory*, Cornell University, et le Centre National de la Recherche Scientifique de France, Novozymes compte commercialiser d'ici 2012 des enzymes permettant une production rentable d'éthanol cellulosique tant à l'échelle pilote que commerciale.

Novozymes est également impliquée auprès de la compagnie énergétique danoise DONG Energy dans son projet d'usine de démonstration de Kalundborg. L'usine devrait être opérationnelle pour la Conférence sur les Changements Climatiques prévue à Copenhague en novembre 2009 et utilisera les enzymes développés par Novozymes.

Petrobras

Compagnie	Petrobras	Téléphone	+55 21 3224 7169
Coordonnées	N.D.	Télécopieur	N.D.
		Courriel	Formulaire en ligne
		Site Internet	www.petrobras.com
Profil	Hydrolyse enzymatique et fermentation		



1 - Informations générales

L'histoire de Petrobras est étroitement liée à celle de l'industrie pétrolière Brésilienne. Fondée en 1953, Petrobras occupe aujourd'hui une place importante dans l'industrie pétrolière du pays. Les activités de la compagnie sont impliquées dans la prospection, la production, le raffinage, la mise en marché et le transport des produits pétroliers au Brésil et ailleurs en Amérique du Sud et dans le monde.

La compagnie compte plus de 100 plates-formes de forage, 16 raffineries, 30 000 kilomètres de canalisation et plus de 6 000 stations services. Les cartiers généraux de Petrobras sont localisés à Rio de Janeiro et la compagnie possède des bureaux dans la plupart des grandes villes Brésiliennes. En plus de ses nombreuses activités en terre Brésilienne, Petrobras est également impliqué à l'étranger dont en Angola, en Argentine, en Bolivie, en Colombie, au Nigeria et aux États-Unis.

CENPES, le centre de recherche de Petrobras, est un des plus avancé technologiquement au monde et est reconnu internationalement pour son expertise. L'objectif de CENPES est de répondre aux demandes et besoins technologiques auxquelles Petrobras fait face. CENPES possède 30 usines pilotes et 137 laboratoires desservant les différents départements de la compagnie.

Les technologies de Petrobras en matière de carburant en sont maintenant à leur plus haut niveau d'innovation scientifique avec l'avènement de leur première usine pilote de production d'éthanol cellulosique.

Une fois le stade de laboratoire franchi, la compagnie en est maintenant rendu aux tests à l'échelle pilote via leur installation au CENPES. L'installation de Petrobras est la seule du Brésil à utiliser une technologie enzymatique pour produire de l'éthanol de seconde génération.



La bagasse, ou résidu de canne à sucre, est le résidu agricole le plus abondant au Brésil. Petrobras a donc choisi d'optimiser son usine pilote pour cette matière première. Toutefois, la technologie utilisée serait adaptable à tout type de résidus végétaux. La compagnie procède également à des opérations de production de biodiésel à partir d'huile de ricin, des tests seront donc également effectués sur les résidus issus de l'extraction de cette huile.

L'usine pilote de Petrobras permet à la compagnie d'envisager la production d'éthanol cellulosique à grande échelle d'ici peu. La compagnie voit dans la production d'éthanol à partir de résidus comme la bagasse, une possibilité d'augmenter substantiellement la production brésilienne d'éthanol sans recourir à l'augmentation des superficies en culture ou à l'utilisation de cultures vivrières comme le maïs.

Petrobras envisage construire sa première usine de taille pré commerciale en 2010.

Stade de développement
Origine de la cellulose transformable
Carburants produits
Production spécifique usine pilote
Horizon de commercialisation
Acquisition possible

Pilote
Bagasse, ricin (autres possibilités)
Éthanol
220 litre d'éthanol/tonne de bagasse
2010
Inconnue

2 - Description de la technologie

Le procédé de fabrication d'éthanol de seconde génération développé par Petrobras se divise en quatre principales étapes.

1ère étape :

La bagasse de canne à sucre est prétraitée par un procédé d'hydrolyse à l'acide faible permettant d'attaquer la structure cristalline des fibres de la bagasse et de libérer des sucres moins complexes et plus facilement hydrolysables.

Le matériel solide riche en cellulose issu de l'étape de délignification est également traité. Il subira un procédé de saccharification (transformation en sucres simples) par des enzymes et sera fermenté par la levure *Sacharomyces cerevisiae* (levure à pain).

2e étape :

Viens ensuite l'étape de délignification permettant de retirer la lignine de la fibre. Chez la plante, ce composé confère la résistance à la fibre et protège la cellulose de l'action des microorganismes. Par contre, dans le procédé de production d'éthanol, ce composé devient un important inhibiteur de la fermentation s'il n'est pas retiré préalablement.

Petrobras travaille toujours à optimiser les enzymes utilisées dans ces procédés. La compagnie teste continuellement les nouveaux produits enzymatiques disponibles sur le marché et travaille à en développer de nouveaux.

3e étape :

Dans la troisième étape, le liquide riche en sucre, issu du prétraitement à l'acide, est fermenté par la levure *Pichia stipitis* adaptée pour son utilisation dans ce type de fermentation.

4e étape :

Finalement, les deux liquides dérivés des différentes fermentations sont distillés pour obtenir de l'éthanol pur, présentant les mêmes caractéristiques que l'éthanol produit à partir du sucre de canne à sucre.

Range Fuels

Compagnie	Range Fuels
Coordonnées	11101 W. 120th Avenue, Suite 200 Bromfield, CO 80021
Profil	Procédé thermochimique

Téléphone	1-303-410-2100
Télécopieur	1-303-410-2101
Courriel	info@rangefuels.com
Site Internet	www.rangefuels.com



1 - Informations générales

Range Fuels travaille à la conversion de la biomasse en éthanol. Le procédé thermochimique de Range Fuels peut traiter tout type de plantes et résidus de plantes tels que le bois, le panic érigé, le miscanthus, le fourrage de maïs, etc. Le procédé thermochimique en deux étapes (K2) de Range Fuels utilise la chaleur, la pression et la vapeur pour convertir la biomasse en gaz synthétique. Le gaz est par la suite converti en éthanol par un catalyseur spécialisé.

La technologie de Range Fuels a été testée au stade laboratoire comme au stade pilote depuis plus de 7 ans. Plus de 8 000 heures de test ont été réalisées sur plus de 20 différents types de biomasse non alimentaire présentant des taux variables d'humidité et de mouture

Range Fuels a été retenue en février 2007 par le département de l'énergie américain (DOE) pour recevoir une subvention de 76 millions \$ pour la construction de sa première usine commerciale. L'usine située à Soperton; Georgie, a été mise en construction en novembre 2007 et devrait entrer en production en 2009.

L'usine de Range Fuels est la première de toutes les usines subventionnées par le DOE à être entrée en construction et si les objectifs sont atteints, elle devrait être la première à produire des quantités commerciales d'éthanol cellulosique.

Range Fuels privilégie l'utilisation de résidus de coupe de bois inutilisés comme source de matière première. Dans un premier temps, l'usine devrait produire environ 75 millions de litres d'éthanol par an. À pleine production, l'usine devrait générer jusqu'à 380 millions de litres annuellement.



Stade de développement
Origine de la cellulose transformable
Carburants produits
Horizon de commercialisation
Acquisition possible

Pré commercial
Toute forme de biomasse végétale
Éthanol et méthanol
2009
Inconnue

2 - Description de la technologie



www.rangefuels.com

Étape 1: De solide à gazeux

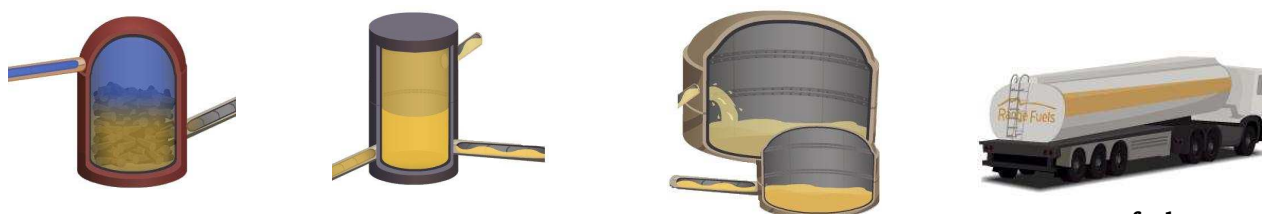
La biomasse est convertie en gaz de synthèse ($\text{CO} + \text{H}_2$) sous l'action de la chaleur, de la pression et de la vapeur. Le syngas est ensuite nettoyé avant d'entrer dans la seconde étape



www.rangefuels.com

Étape 2: De gazeux à liquide

Le syngas nettoyé est mis en contact avec un catalyseur, spécialement développé par Range Fuels, avec lequel il réagit pour former un mélange d'alcools contenant de l'éthanol et du méthanol. Les alcools sont ensuite séparés et traités pour obtenir le rendement maximal en éthanol de qualité pouvant être utilisé pour le transport. Tous les produits générés rencontrent les standards de qualité du marché. L'éthanol respecte les standards internationaux ASTM pour les carburants de transport. Les alcools peuvent ensuite être entreposés et commercialisés.




www.rangefuels.com

3 - Rendement de la technologie

Spécifications prévues de l'usine commerciale

Localisation	Soperton, Georgie, États-Unis
Capacité de traitement	1200 tonnes /jours
Production spécifique	N.D.
Production annuelle	75-380 millions litres d'éthanol
Horizon de commercialisation	2009

SunOpta BioProcess inc

Compagnie	SunOpta BioProcess inc	Téléphone	905-455-2528 ext 128
Coordonnées	SunOpta BioProcess Inc. 2838 Bovaird Drive West Brampton, ON Canada L7A 0H2	Télécopieur	905-455-5744
		Courriel	bioprocess@sunopta.com
		Site Internet	www.sunopta.com/bioprocess
Profil	Prétraitement de la biomasse par explosion de vapeur		

SunOpta se divise en trois principaux groupes soit SunOpta Food Group, Opta Minerals Inc. et SunOpta BioProcess Inc.

SunOpta Food Group occupe la majeure partie des activités de la compagnie et se spécialise dans l'approvisionnement, la transformation et la distribution d'aliments naturels et biologiques. La division Opta Minerals Inc, quant à elle, concentre ses activités sur le développement de technologies de recyclage des déchets de l'industrie minière.

Le groupe BioProcess Inc. fut fondé en 1973 par la division de l'organisation d'origine de SunOpta. Leurs premières technologies visaient la conversion de la biomasse pour l'alimentation du bétail. Au début des années 1980, les technologies progressèrent vers la production de biocarburants avec le développement de la production de butanol cellulosique à partir de paille de blé.

Aujourd'hui, les technologies du groupe se concentrent sur la production d'éthanol cellulosique, de butanol cellulosique, de xylitol et de fibres diététiques pour l'alimentation humaine. La technologie de prétraitement développée par la compagnie est en mesure de traiter les pailles de blé, les pailles de maïs, l'herbe, les criblures de céréales et les copeaux de bois. Il s'agit d'une des seules technologies, industriellement éprouvée, capable de prétraiter la biomasse à des températures et pressions compatibles avec une hydrolyse enzymatique subséquente en vue de la production de biocarburants.

Le prétraitement développé par SunOpta est testé à l'intérieur d'un laboratoire et de deux usines pilotes propriétés de la compagnie. Abengoa Bioenergy utilisera également leur technologie de prétraitement au sein de son usine de production d'éthanol cellulosique à partir de paille de blé située à Salamanca en Espagne.

Verenium

Compagnie	Verenium	Téléphone	617.674.5300
Coordonnées	55 Cambridge Parkway, 8th Floor Cambridge, MA 02142	Télécopieur	N.D.
		Courriel	Morgen.Grandjean@verenium.com
		Site Internet	www.verenium.com
		Profil	Hydrolyse acide et fermentation



1 - Informations générales

En 1995, la compagnie Verenium, anciennement Celunol, acquiert une licence exclusive de commercialisation pour la technologie de production d'éthanol cellulosique développée à l'Université de la Floride. Depuis, Verenium a continué avec l'aide de ses collaborateurs à développer cette technologie afin d'en tirer le plein potentiel.

La compagnie est aujourd'hui un leader mondial du secteur de l'éthanol cellulosique et est sur le point d'atteindre le stade de la commercialisation. Elle possède des laboratoires de recherche en Californie et en Louisiane ainsi qu'une usine pilote et une usine de démonstration à Jennings, Louisiane. En plus de ses propres installations, Verenium a vendu une licence d'utilisation de sa technologie à Marubeni Corporation et Tsukishima Kikai Co., compagnies localisées à Tokyo, pour l'élaboration du projet BioEthanol Japan. Ce projet, situé à Osaka au Japon, constitue la première usine commerciale de production d'éthanol cellulosique à base de résidus de bois de construction au monde, avec une production annuelle de 1,4 million de litres.

Verenium et Marubeni ont également annoncé tout récemment (juillet 2008) la construction d'une usine commerciale de production d'éthanol à partir de bagasse à Saraburi, Thailand. À pleine production, l'usine produira jusqu'à 3 millions de litres d'éthanol par an.

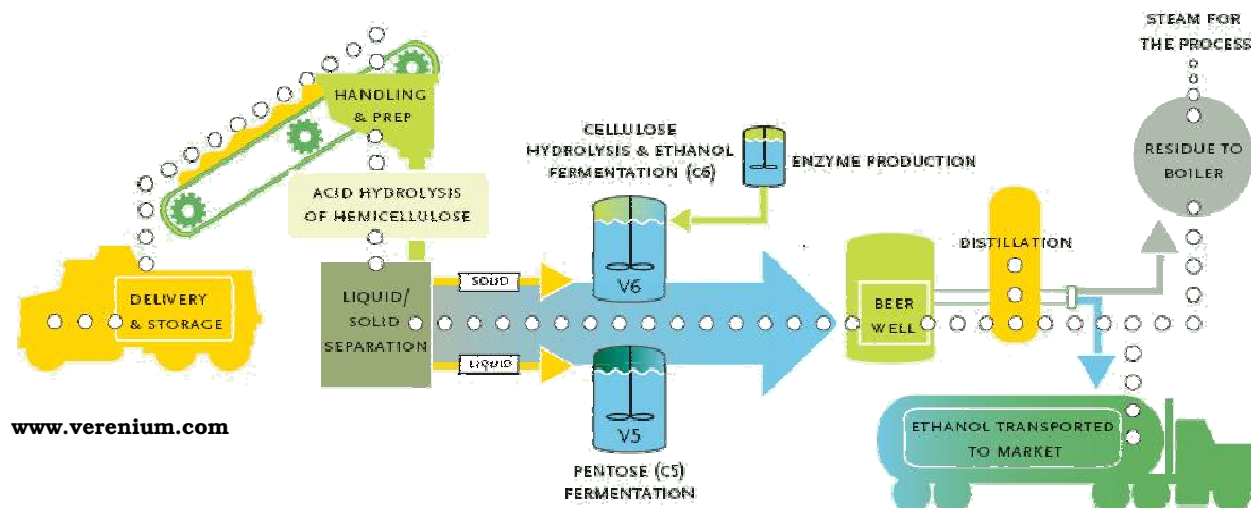


Verenium est également spécialisée dans la production d'enzymes adaptée à une large gamme d'utilisation et de produits à haute valeur ajoutée. Son équipe de recherche et développement est reconnue mondialement pour sa capacité à développer rapidement des enzymes catalytiques adaptées diverses réactions biochimiques. La compagnie est donc en mesure de produire elle-même les enzymes les plus efficaces pour son procédé d'éthanol cellulosique.

Stade de développement
Origine de la cellulose transformable
Carburants produits
Horizon de commercialisation
Acquisition possible

Pré commercial
Bagasse, cultures énergétiques, bois
Éthanol
Stade commercial en préparation, date non annoncée
Possibilité d'acquiescer une licence

2 - Description de la technologie



Étape 1 : Broyage et lavage de la matière première en vue du prétraitement

Étape 2 : Hydrolyse acide

Afin de libérer la cellulose de l'emprise de la lignine et de l'hémicellulose ainsi que pour convertir l'hémicellulose en sucres fermentables, la matière première subit une hydrolyse acide combinée à une explosion de vapeur. Le résultat obtenu est une mixture fibreuse de sucre liquides et de fibres solide de lignine et de cellulose.

Étape 3 : séparation liquide/solide

Les sucres liquides sont séparés des fibres par un procédé mécanique de séchage/déshydratation. L'eau utilisée au cours de ce processus est recyclée. Les sucres liquides (C5) et les fibres (C6) sont orientés vers des fermenteurs distincts.

Étape 4 : Fermentation des sucres en C5

Le sirop de sucre (C5) est fermenté en une « bière » d'éthanol diluée.

Étape 5 : Hydrolyse de la cellulose et fermentation des sucres en C6

Les résidus de cellulose et de lignine sont soumis simultanément à une hydrolyse enzymatique de la cellulose en glucose et à une fermentation du glucose en éthanol dilué. Les enzymes nécessaires à cette étape sont produites localement dans les laboratoires de Verenium.

Étape 6 : Mélange de la bière obtenue via les deux fermenteurs (C5 + C6)

Étape 7 : Distillation

À l'étape de distillation, l'eau est extraite de l'éthanol pour obtenir de l'éthanol pur à 100 %.

Étape 8 : Combustion des résidus

Les résidus de lignine laissés suite à la distillation sont brûlés afin de générer de la vapeur nécessaire au procédé.

Étape 10 : Commercialisation

3 - Rendement de la technologie

Spécifications de l'usine pilote

Localisation	Jennings, Louisiane, États-Unis
Capacité de traitement	2 tonnes de biomasse/jour
Production spécifique usine pilote	N.D.
Production annuelle usine pilote	N.D.
Durée de fonctionnement usine pilote	Depuis 1999
Utilisation des résidus de production	Production de vapeur

Spécifications de l'usine de démonstration

Localisation	Jennings, Louisiane, États-Unis
Capacité de traitement	N.D.
Production spécifique usine pilote	N.D.
Production annuelle usine pilote	1,4 millions de litres/an
Durée de fonctionnement usine pilote	Mise en fonction en 2008
Utilisation des résidus de production	Production de vapeur

Spécifications prévues des usines commerciales

Localisation	Sites en évaluation en Floride, au Texas et en Louisiane
Capacité de traitement	N.D.
Production spécifique	N.D.
Production annuelle	~ 100 millions de litres/an
Horizon de commercialisation	Date non annoncée

Spécifications des usines détenant une licence de Verenium

Localisation	Osaka, Japon Saraburi, Thaïlande
Capacité de traitement	N.D.
Production spécifique usine pilote	N.D.
Production annuelle usine pilote	1,4 et 3 millions de litres/an respectivement
Durée de fonctionnement usine pilote	Depuis 2007 (Japon) Pas encore en fonction (Thaïlande)
Utilisation des résidus de production	N.D.

4 - Informations économiques

Modèle d'affaires

Type d'acquisition possible	Licence
Coût d'acquisition technologique	N.D (usine démo a coûtée 77 millions \$)
Éléments inclus dans le coût d'acquisition	N.D.

4.4. Compagnies dont la technologie est au stade commercial

Tembec

Compagnie	Tembec	Téléphone	(819) 627-4252
Coordonnées	Division de l'éthanol cellulosique	Télécopieur	(819) 627-1042
	33, chemin Kipawa, C.P. 3000	Courriel	N.D.
	Témiscaming, QC J0Z 3R0	Site Internet	www.tembec.com
	Canada		
Profil	Production d'éthanol de grade alimentaire		



1 - Informations générales

Née à Témiscaming (Québec) en 1973, Tembec est issue de la volonté d'une communauté de se prendre en main et d'assurer son avenir, d'où sa vision : « des gens qui construisent eux-mêmes leur avenir ». Aujourd'hui, Tembec est une entreprise intégrée de produits forestiers située parmi les plus importantes compagnies canadiennes. La compagnie, solidement implantée en Amérique du Nord et en France, compte environ 8 000 employés, une cinquantaine d'usines et possède des bureaux de représentation commerciale au Canada, aux États-Unis, au Royaume-Uni, en Suisse, en Chine, en Corée, au Japon et au Chili. Les produits de Tembec sont regroupés en cinq principaux secteurs d'activités soient les produits du bois, les pâtes, les papiers, les cartons, et les produits chimiques.

Le secteur des produits chimiques de Tembec fut mis sur pied afin de valoriser les déchets issus de la fabrication de la pâte. L'intégration des procédés au sein de ce qu'on appelle une bioraffinerie permet à Tembec de tirer profit de l'ensemble des sous produits générés par ses activités principales. La compagnie génère ainsi des revenus supplémentaires et contribue à la protection de l'environnement. Le secteur des produits chimiques de Tembec se divise en trois types de produits, les résines, les lignosulfonates et l'éthanol.

Tembec est la seule compagnie nord-américaine à produire commercialement et depuis plusieurs années, de l'éthanol cellulosique à raison de 15 millions de litres annuellement. La Division de l'éthanol de Tembec est actuellement le premier fabricant d'alcool à 95 % de l'est du Canada. L'éthanol produit par Tembec est de grade alimentaire et est destiné en majorité à l'industrie du vinaigre. La plupart des vinaigres et marinades offerts sur les marchés de l'est du Canada sont produits à l'aide de l'alcool de haute qualité de Tembec. L'éthanol est également destiné en partie au secteur pharmaceutique et cosmétique, à la production d'enduits et à la transformation alimentaire.

Un des problèmes majeurs du développement commercial de la production d'éthanol cellulosique pour les carburants se situe au niveau de la rentabilité économique des procédés. Très peu d'informations sont disponibles quant à la technologie de production d'éthanol de Tembec. Toutefois, il est possible de penser que les marchés visés par Tembec expliquent la réussite précoce de l'entreprise dans ce domaine. Les marchés alimentaires et pharmaceutiques présentent une valeur ajoutée qui, jumelée à l'intégration des procédés dans un concept de bioraffinerie, permettent probablement d'expliquer la rentabilité financière de l'entreprise.

Stade de développement
Origine de la cellulose transformable
Carburants produits
Acquisition possible

Commerciale
Résidus de pâtes à papiers
Éthanol
N.D.

5. CENTRES ET CONSORTIUMS DE RECHERCHES

Institut Français du Pétrole

Compagnie	Institut Français du Pétrole	Téléphone	+ 33 (0) 1 47 52 73 53
Coordonnées	Siège sociale	Télécopieur	+ 33 (0) 1 47 52 70 01
	1 & 4, avenue de Bois-Préau 92852 Rueil-Malmaison Cedex - France	Courriel	frederic.monot@ifp.fr
		Site Internet	www.ifp.fr
Profil	Centre de recherche		



1 – Informations générales

Créé en 1944 avec pour objectif de conduire des recherches dans le domaine des hydrocarbures et de leurs substituts, le champ d'intervention de l'IFP s'est progressivement étendu aux domaines des moteurs et des nouvelles technologies de l'énergie et de l'environnement.

L'IFP est aujourd'hui un centre de recherche et de développement industriel, de formation et d'information dont l'objectif est de développer et valoriser des technologies et des expertises dans les domaines de l'énergie, du transport et de l'environnement.

L'IFP cherche à développer de nouvelles filières énergétiques. Ses équipes travaillent ainsi sur la conversion de la biomasse lignocellulosique d'origines forestière et agricole, non alimentaire (bois, paille, cultures dédiées, déchets végétaux, etc.).

L'objectif est de parvenir à moyen terme à produire des carburants de synthèse utilisables, directement ou en mélange, dans des moteurs conventionnels.

L'IFP a annoncé en septembre 2008 qu'il participe au projet FUTUROL. Il finance ce projet à hauteur de 25 % et va mobiliser plusieurs équipes de recherche en biotechnologies, procédés, analyse économique et de cycle de vie, etc. Cela représentera en moyenne 10 personnes par an pendant 8 ans (ingénieurs, techniciens, doctorants et post-doctorants).

L'IFP participe aussi à l'harmonisation européenne des biocarburants par le biais de la Plateforme technologique Biofuels. Olivier Appert, Président de l'IFP, en assure la vice-présidence. Les participants à ce projet, dont Total, Volkswagen, Fiat, Abengoa, Neste Oil et l'IFP, se sont fixé pour but d'identifier les moyens permettant d'amener, d'ici 2030, la part des biocarburants à 25 % dans les transports européens, contre 1 % aujourd'hui.

2 – Pistes de recherche

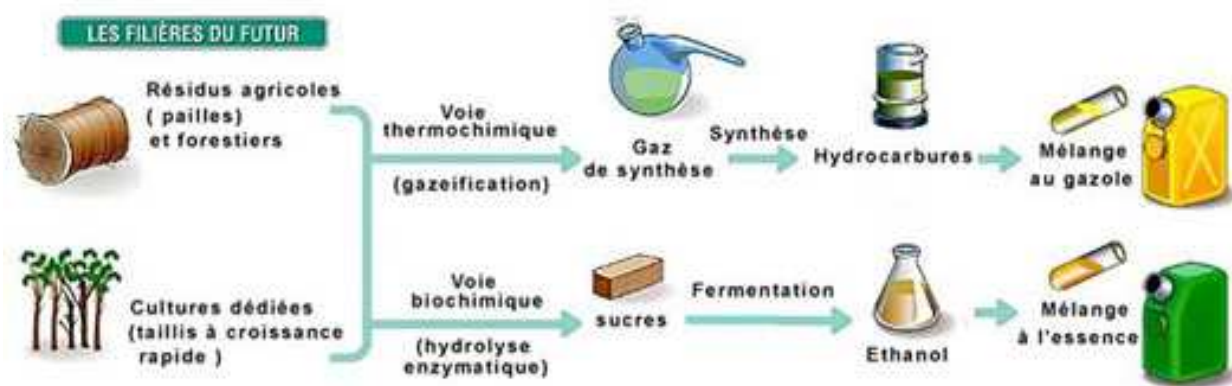
Les recherches de l'IFP sont orientées vers les objectifs suivants : faciliter le transport de la biomasse (pyrolyse et torréfaction), développer des technologies de gazéification et produire à haut rendement de l'éthanol à partir de lignocellulose.

L'IFP poursuit deux thèmes de recherche en matière de biocarburants de 2^e génération.

D'une part, il vise la production de carburants à partir de lignocellulose par voie thermochimique, à travers 3 étapes :

- 1 - gazéification ;
- 2 - procédé de synthèse Fischer-Tropsch ou pyrolyse ;
- 3 - hydrotraitement, notamment au travers du PNRB (Programme National de Recherche sur les Bioénergies) de l'Agence Nationale de la Recherche (ANR).

D'autre part, il vise la production de carburants à partir de lignocellulose par voie biologique (fermentation) en particulier dans le cadre du projet européen NILE (New Improvement for Lignocellulosic Ethanol).



Source : IFP. <http://www.ifp.fr/axes-de-recherche/carburants-diversifies/biocarburants-de-2eme-generation>

2 – Infrastructures de recherche

L'IFP dispose de pilotes lui permettant de caractériser les charges et les produits des procédés de conversion de la lignocellulose en biocarburant.

NREL

Compagnie	National Renewable Energy Laboratory	Téléphone	(303) 384-6858
Coordonnées	1617 Cole Blvd. Golden (Colorado) 80401 États-Unis	Télécopieur	
		Courriel	john_ashworth@nrel.gov
		Site Internet	www.nrel.gov/biomass

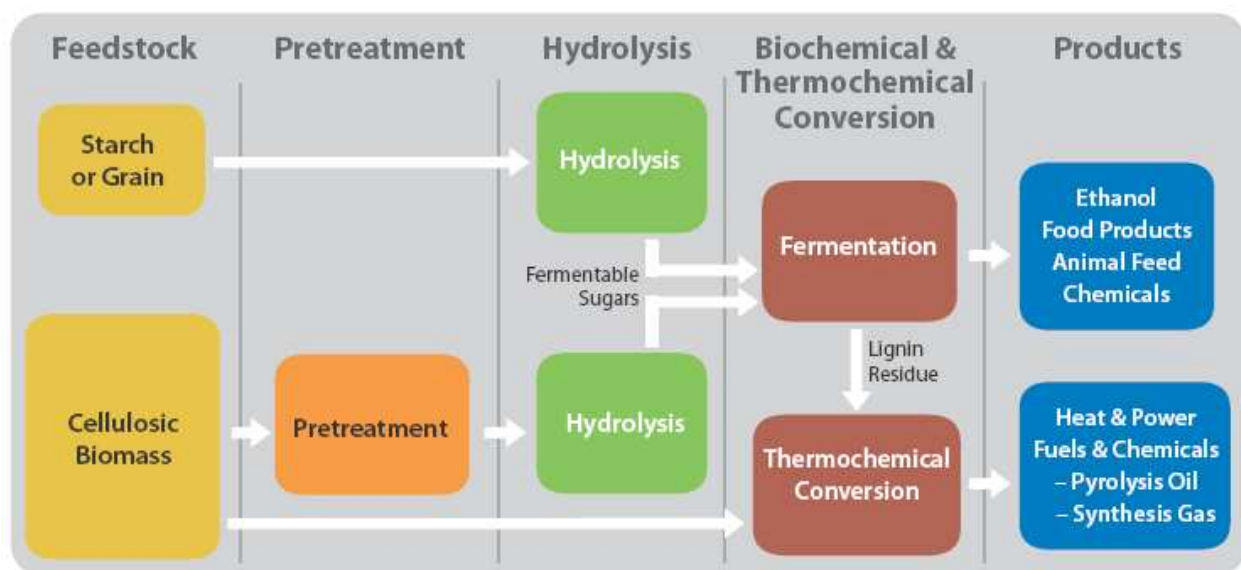


1 – Informations générales

Le National Renewable Energy Laboratory (NREL) est le quartier général pour le National Bioenergy Center (NBC) des États-Unis d'Amérique, une entité créée par le Department of Energy (DOE) en octobre 2000 pour supporter la réalisation des objectifs de son Biomass Program. Ce centre comporte des infrastructures de recherche chez NREL ainsi que dans 4 autres laboratoires du DOE. Il unifie les efforts d'avancement technologique pour la production de carburants, de chimiques, de matériaux et de puissance à partir de la biomasse.

Le NBC comporte quatre volets techniques : Science appliquée, Science chimique et catalytique, R&D de procédés biochimiques ainsi que R&D de procédés thermochimiques et analyse de bioraffineries. La liaison avec l'industrie et les partenaires se fait à partir du bureau du Développement de partenariats (voir les coordonnées en tête de fiche).

Concernant l'éthanol cellulosique spécifiquement, NREL mise sur l'approche illustrée dans la figure suivante.



Source : NREL, mars 2007. <http://www.nrel.gov/biomass/pdfs/40742.pdf>

2 – Pistes de recherche

La recherche de NREL en éthanol cellulosique porte sur :

- le prétraitement ;
- l'hydrolyse enzymatique ;
- la fermentation ;
- l'intégration des procédés ;
- la conversion thermochimique ;
- l'analyse de la biomasse.

En termes de prétraitement, NREL fait notamment partie du Biomass Refining Consortium for Applied Fundamentals and Innovation (CAFI). Pour l'hydrolyse enzymatique, NREL et ses partenaires **Genencor International** et **Novozymes** ont développé un « cocktail » de cellulases qui améliore l'hydrolyse. Pour la fermentation, NREL développe des bactéries, levures et champignons, notamment la bactérie *Zymomonas mobilis* (Zymo).

2 – Infrastructures de recherche

Le site Internet suivant est une excellente référence (en anglais seulement) : www.nrel.gov/biomass/workingwithus.html

Les infrastructures, technologies et expertises du NREL sont disponibles selon différents types d'ententes. La collaboration peut prendre la forme d'une entente de R&D coopérative, de sous-traitance pour les mandats du NREL ou de contrats de recherche pour le NREL. De plus, des licences sont disponibles pour les technologies brevetées du NREL.

Une collaboration avec le NREL permet l'accès à des infrastructures de pointe, notamment la Facilité de carburants alternatifs pour utilisateurs (AFUF) et la Facilité thermochimique pour utilisateurs (TCUF). Des agences gouvernementales, des universités et certaines industries ont profité de la flexibilité de ces installations pour y réaliser leurs recherches.

La facilité de recherche sur les carburants alternatifs comporte, entre autres, les installations suivantes :

Le travail sur Zymo inclut des collaborations avec le National Corn Growers' Association, le Corn Refiners' Association, Arkenol (désormais **BlueFire Ethanol**) et **DuPont**. La recherche en intégration de procédés porte notamment sur la problématique associée aux procédés à forte teneur en matières sèches avec un haut niveau de recyclage des eaux de procédé. En termes de conversion thermochimique, NREL utilise une combinaison de recherche expérimentale et de modèles économiques afin d'explorer un grand nombre de configurations possibles. Finalement, en termes d'analyse de la biomasse, les chercheurs de NREL ont développé une technique d'analyse rapide utilisant la spectroscopie proche infrarouge (NIR). Ils ont analysé, avec diverses techniques, au-delà de 10 000 échantillons en 2006 pour des partenaires industriels et universitaires.

- l'unité de développement de procédés (PDU) qui inclut l'usine pilote de bioprocédés (capacité de 900 kg/j);
- un laboratoire de prétraitement par jet de vapeur;
- un système de chromatographie en continu;
- un système continu de pilote d'hydrolyse à contre-courant;
- une mini-pilote de fermentation (de 10 à 100 litres).

La facilité de recherche en thermochimie, comporte, entre autres, les installations suivantes :

- unité de développement de procédés de conversion thermochimique (TCPDU) d'une capacité de pyrolyse ou de gazéification de 450 kg/j;
- une unité de synthèse catalytique;
- une cellule d'essai de génération électrique à partir du gaz de synthèse.

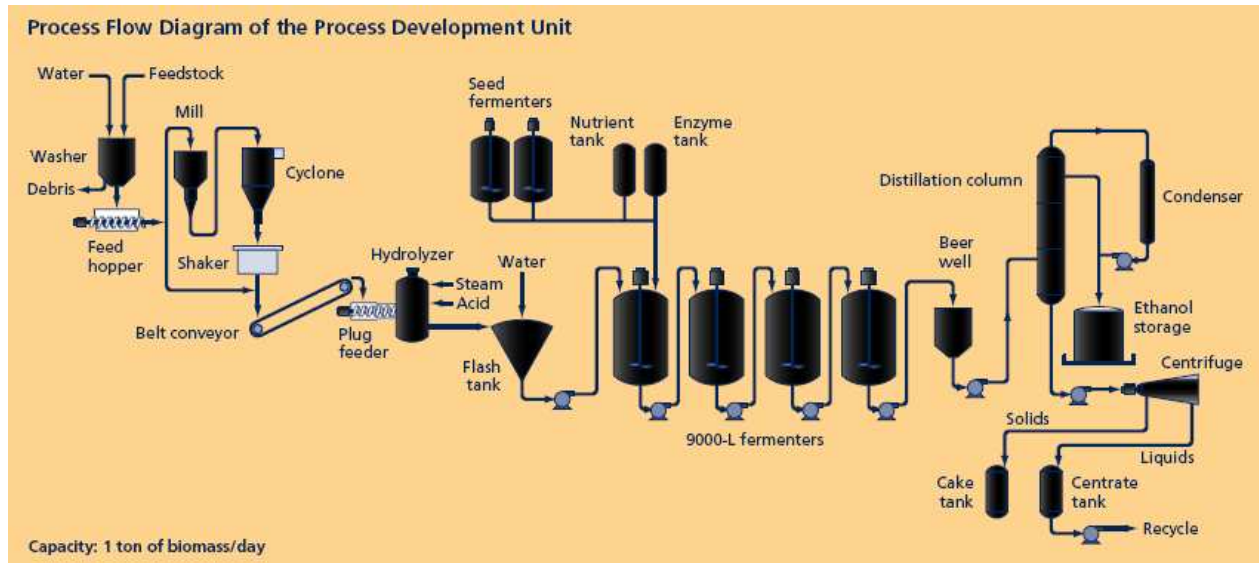


Schéma de l'usine pilote de l'AFUF.

Source : <http://www.nrel.gov/docs/fy00osti/28397.pdf>

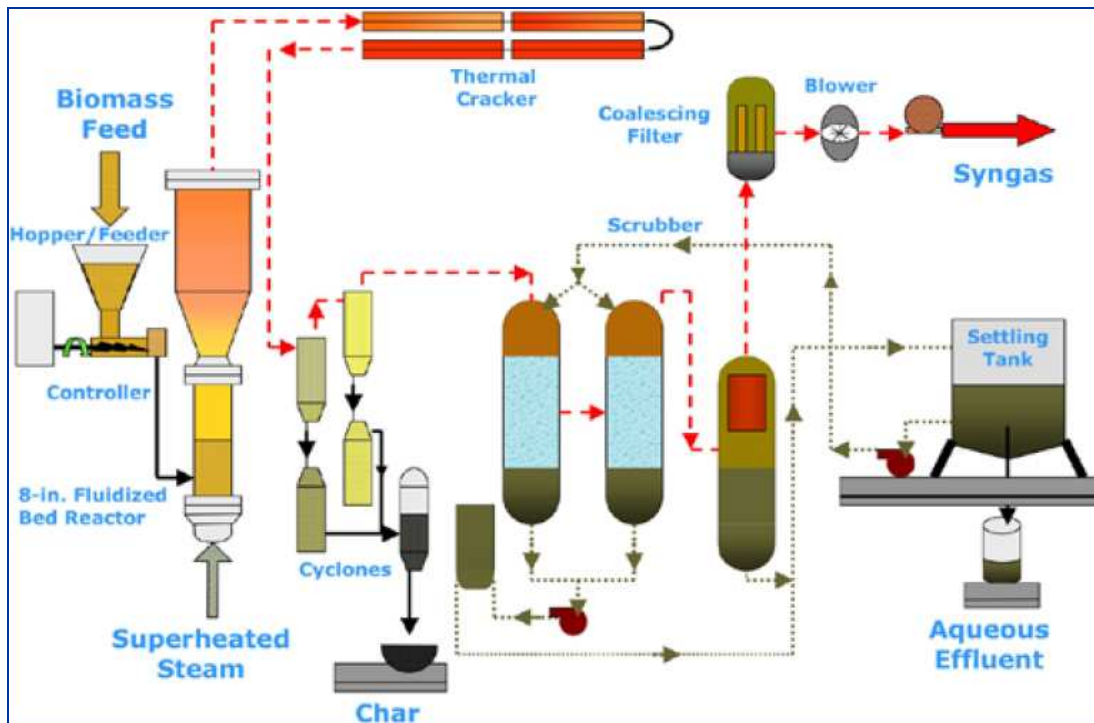


Schéma de l'installation de développement thermochimique.

Source : <http://www.nrel.gov/docs/fy04osti/33817.pdf>

Plate-forme technologique Biofuels

Désignation	Plateforme technologique Biofuels	Téléphone	
Coordonnées	BiofuelsTP	Télécopieur	
	Swedish Energy Agency (STEM)	Courriel	info@biofuelstp.eu
	Box 310	Site Internet	www.biofuelstp.eu
	631 04 Eskilstuna, Sweden		
Profil	Consortium européen		



1 – Informations générales

Cette plateforme technologique de l'Union européenne a été lancée en juin 2006 lors d'une conférence et établie en octobre 2006. Son objectif principal est la réalisation des propositions du *Vision Report* du *Biofuels Research Advisory Council* (BIOFRAC). Ces propositions s'alignent sur les objectifs de l'UE en matière de biocarburants d'ici 2030.

À l'heure actuelle, Véronique Hervouet de la compagnie Total SA assume la présidence du comité de pilotage.

Cette plateforme se veut un outil d'harmonisation pour les différents pays membres de l'UE. Son site Internet regroupe donc une masse importante d'informations sur les activités de recherche, de développement et de démonstration sur sol européen. Cependant, le site est rédigé exclusivement en anglais.

Sa contribution principale était la publication, en janvier 2008 du document « Agenda de recherche stratégique et de déploiement stratégique ».

2 – Pistes de recherche

Outre le recensement et la mise à jour de la liste des activités en matière de recherche, de développement et de démonstration en Europe, les activités de la plateforme technologique Biofuels sont divisées en *Work Groups* (WG) ou groupes de travail. Chaque groupe de travail convient des stratégies nécessaires pour solutionner les barrières techniques et non techniques à l'utilisation des biocarburants.

Les groupes de travail sont les suivants :

- WG1 – Biomasse
- WG2 – Conversion
- WG3 – Usage ultime
- WG4 – Durabilité
- WG5 – Mise en marché

Projet Futurol

Désignation	Projet Futurol	Téléphone	03 22 85 34 07
Coordonnées	Aline Waquet	Télécopieur	N.D.
	Institut national de recherche agronomique	Courrier	N.D.
	147 rue de l'Université	Site Internet	http://www.inra.fr
	75338 Paris Cedex 07		
Profil	Consortium européen		

1 – Informations générales

Le PROJET FUTUROL est porté par une association de 11 acteurs scientifiques, industriels et financiers dont certains sont déjà impliqués dans la production de biocarburants depuis de nombreuses années. Le projet est porté par une société dénommée PROCETHOL 2G, qui a pour vocation d'assurer la mise au point et la commercialisation d'un procédé complet, du champ à la roue, visant la production d'éthanol cellulosique.

Les partenaires industriels qui s'engagent dans le PROJET FUTUROL sont aujourd'hui pleinement présents dans la 1ère génération. Au travers de leurs outils industriels existants, ils participent à la réalisation des objectifs du plan biocarburant français. Tout en continuant d'améliorer les performances des unités de première génération, notamment en optimisant les consommations énergétiques (recours aux biocombustibles), les industriels souhaitent explorer et exploiter toutes les synergies possibles entre les deux générations.

Les actionnaires de la société PROCETHOL 2G sont : Agro industrie Recherches et Développements (ARD), Confédération Générale des Betteraviers (CGB), Champagne Céréales, Crédit Agricole du Nord-Est, IFP, Institut National de la Recherche Agronomique (INRA), Lesaffre, Office National des Forêts (ONF), Tereos, Total et Unigrains.

Le projet se déroule sur 8 ans incluant les différentes étapes de développement et vise une commercialisation du procédé développé à l'horizon 2015.

Le montant global du projet s'élève à 74 millions d'euros. Pour la mise en oeuvre du PROJET FUTUROL, les partenaires impliqués ont reçu le soutien d'OSEO qui a officialisé son appui le 21 mai 2008 pour un montant de 29,9 millions d'euros.

2 – Pistes de recherche

L'objectif du PROJET FUTUROL est de développer puis valider un procédé « écoefficient » permettant de produire du bioéthanol à partir de la biomasse lignocellulosique. Dans ce cadre, les partenaires visent les résultats suivants :

- produire de l'éthanol à un prix compétitif grâce à une matière première diversifiée (résidus et coproduits agricoles, biomasse forestière, cultures dédiées ...);
- développer des technologies d'extraction de la cellulose, sélectionner des enzymes et des levures et mettre au point des procédés d'hydrolyse et de fermentation les mieux adaptés à chaque configuration de matières premières;

- obtenir les meilleurs bilans énergétiques et de gaz à effet de serre (GES) possibles sur l'ensemble de la filière de production;
- s'inscrire dans une logique de développement durable sur le long terme et tout au long de la filière.

Par ailleurs, le PROJET FUTUROL a pour vocation de développer une filière de production adaptable. Elle doit pouvoir être localisée presque partout dans le monde, alterner les matières premières utilisées selon les saisons et être mise en oeuvre dans les usines de 1ère génération.

Enfin, le choix d'un procédé biologique permettra l'adaptabilité à différentes matières premières grâce aussi à l'élaboration de nouvelles enzymes.

2 – Infrastructures de recherche

Les grandes phases du projet incluent un stade pilote, un prototype et finalement, l'industrialisation. Les infrastructures et équipements des différents partenaires seront mis à contribution durant ces trois phases.

Stade de développement
Origine de la cellulose transformable
Carburants produits
Capacité de traitement
Production annuelle

Pilote, dès 2008, sur le site de Pomacle
Résidus et coproduits agricoles, biomasse forestière, cultures dédiées ...
Éthanol
500 litres / jour
180 000 litres

Stade de développement
Carburants produits
Production annuelle

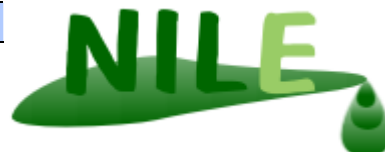
Prototype, site industriel du groupe Tereos
Éthanol
3,5 millions litres

Stade de développement
Carburants produits
Horizon de commercialisation
Acquisition possible

Industrialisation
Éthanol
2015 à 2020
Licence international

Projet NILE

Compagnie	Projet <i>New Improvements for Lignocellulosic Ethanol</i>	Téléphone	+ 33 (0) 1 47 52 73 53
Coordonnées	Frédéric Monot Institut Français du Pétrole Département de biotechnologie	Télécopieur	+ 33 (0) 1 47 52 70 01
		Courriel	frederic.monot@ifp.fr
		Site Internet	www.nile-bioethanol.org
		Profil	Consortium européen, hydrolyse et fermentation



1 – Informations générales

NILE, pour « *New Improvements in Lignocellulosic Ethanol* », est le premier projet européen portant sur l'ensemble de la chaîne de production de bioéthanol. Il rassemble 21 entités industrielles et de recherche venant de 11 pays européens, à l'expertise et aux expériences complémentaires, couvrant toute la chaîne de production et d'utilisation du bioéthanol. Le consommateur final de bioéthanol est également impliqué par le biais d'un producteur automobile.

Le projet a commencé en octobre 2005 et se terminera en septembre 2009. Un dépliant a été rédigé en janvier 2008 pour résumer les progrès à cette date.

NILE est coordonné par l'Institut Français du Pétrole (IFP). Il est doté d'un budget global de 12,8 millions d'euros, dont 7,7 millions d'euros sont octroyés par la Commission européenne au titre du Sixième programme-cadre de recherche et développement technologique.

Le projet NILE va permettre de développer, d'étudier et d'évaluer de nouvelles technologies en vue de la transformation efficace de lignocellulose en bioéthanol (par hydrolyse enzymatique et fermentation). Ces technologies seront validées dans une usine pilote unique et entièrement intégrée afin d'obtenir des données fiables pour les évaluations socio-économiques et environnementales globales, et pour la conception d'une future unité de démonstration.

2 – Pistes de recherche

Le travail du projet NILE est divisé en sept *Work Packages* (WP) ou groupes de travail.

WP1 – Hydrolyse enzymatique

Recherche sur le champignon *Trichoderma reesei* :

- Identifier des nouvelles cellulases et enzymes bénéfiques;
- Déterminer l'enzyme qui limite le processus d'hydrolyse et appliquer des techniques « d'évolution guidée » sur les gènes appropriés;
- Développer des enzymes bifonctionnels et multifonctionnels pour améliorer l'efficacité des enzymes avec des substrats lignocellulosiques;
- Évaluer l'impact de divers mélanges sur l'hydrolyse.

WP2 – Production d'éthanol

Développer des levures et des technologies de fermentation qui améliorent la fermentation de tous les sucres présents dans les hydrolysats de lignocellulose. Les essais portent particulièrement sur *Saccharomyces cerevisiae*, la levure de boulangerie.

WP3 – Technologies des procédés

Évaluation des technologies de WP1 et WP2 dans deux pilotes sous des conditions presque industrielles avec de la paille de blé ou du bois de résineux. L'objectif est de générer des données fiables sur la conception des procédés et sur les rendements économique et environnemental. Deux configurations de procédé seront évaluées : hydrolyse et fermentation en deux phases et saccharification et fermentation simultanées.

WP4 – Stratégie de développement

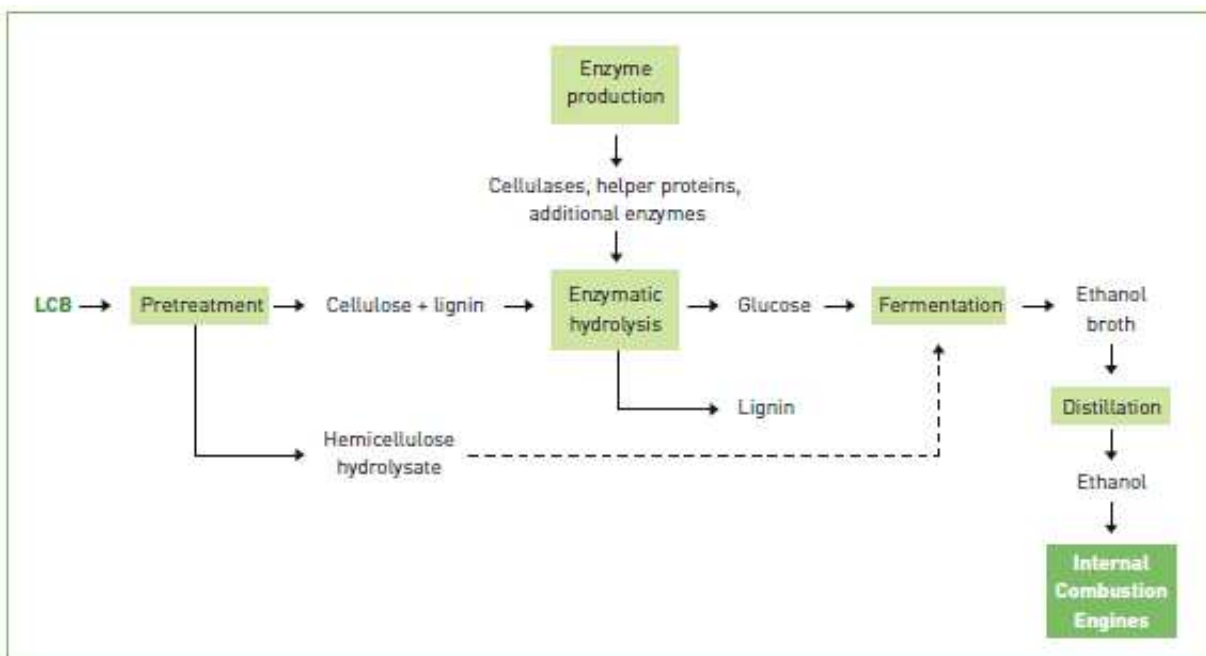
Analyse des rendements économiques et environnementaux des différents essais pilotes.

WP5 – Évaluation du bioéthanol

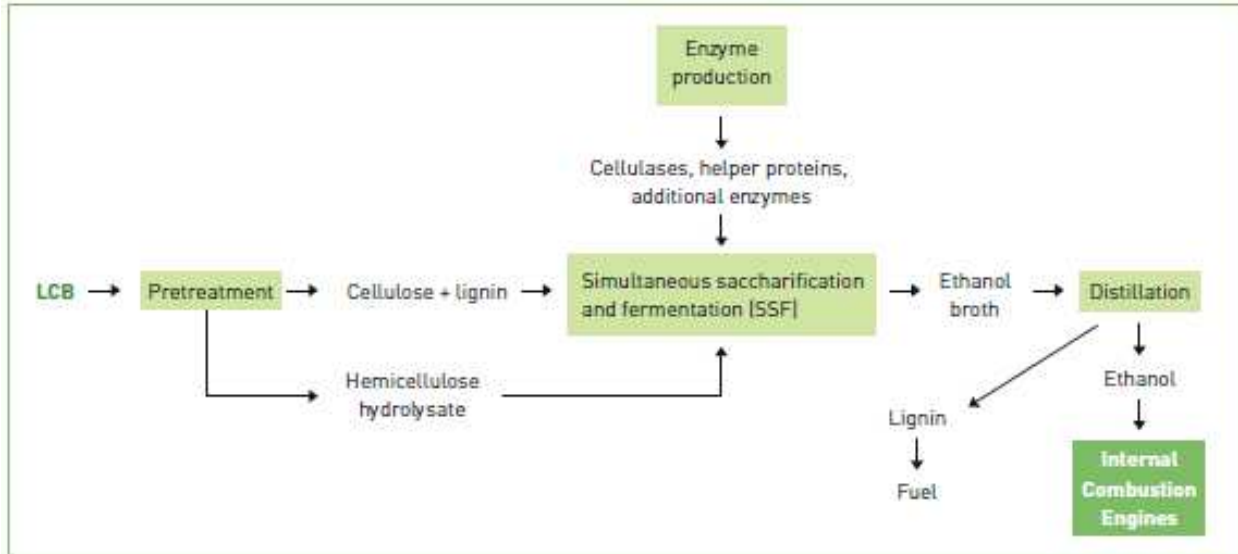
Évaluation de la performance de véhicules avec l'éthanol produit.

WP6 – Diffusion et formation

WP7 – Gestion du projet



Hydrolyse et fermentation en deux phases. Source : *Projet NILE*



Saccharification et fermentation simultanées. Source : *Projet NILE*

2 – Infrastructures de recherche

Les infrastructures de recherche du projet sont celles de ces nombreuses partenaires.

Les partenaires sont les suivants :

Institut Français du Pétrole, ENI, Roal Oy, SAF-ISIS, SEKAB B&C, Direvo Biotech AG, SEKAB ETechnology, Granit Recherche Développement, BioAlcohol Fuel Foundation BAFF, EUREC Agency, Centre National de la Recherche Scientifique, Centro Ricerche Fiat, Institut National de la Recherche Agronomique, Latvian State Institute of Wood Chemistry, VTT, Swiss Federal Institute of Technology Zürich, Johann-Wolfgang Goethe-Universität Frankfurt am Main, Imperial College of Science, Technology and Medicine, Universidade Nova de Lisboa/Faculdade de Ciências e Tecnologia, Lunds Universitet, The Weizmann Institute of Science.

Research Triangle Institute

Compagnie	RTI International	Téléphone	919-541-6246
Coordonnées	Markus Lesemann Research Triangle Park, NC USA	Télécopieur	n.d.
		Courriel	mlesemann@rti.org
		Site Internet	www.rti.org
Profil	Centre de recherche, gazéification		



1 – Informations générales

RTI International est un institut de recherche présent dans plus de 40 pays avec plus de 3 800 professionnels dans des domaines aussi variés que la santé et le pharmaceutique, l'éducation et la formation, les sondages et les statistiques, les technologies de pointe, le développement international, la politique sociale et économique, l'énergie et l'environnement. Ses clients relèvent des domaines publics et privés.

Dans le domaine de la recherche énergétique portant sur les carburants liquides et le transport, la recherche de RTI sur l'éthanol est basée sur des décennies d'expérience avec la gazéification du charbon.



De la recherche et développement est réalisée sur la gazéification de la biomasse, un procédé qui transforme les plantes et les déchets agricoles en carburants liquides, puissance électrique, hydrogène, vapeur et d'autres chimiques utiles.

2 – Pistes de recherche

Les ingénieurs de RTI élaborent des technologies de procédés pour purifier les gaz de synthèse et développent des catalyseurs pour convertir ces gaz en carburants de transport. Les technologies de purification visent l'élimination du goudron, de l'ammoniaque et du soufre présents dans les gaz de synthèse générés par la biomasse.

Le DOE a récemment accordé une subvention de 2 million \$US à RTI et ses partenaires, les universités de l'Utah et de North Carolina State, pour un projet de démonstration de 3,1 million \$US sur 36 mois. Il s'agit d'un projet de mise à l'échelle de technologies déjà éprouvées en laboratoire. La contribution de RTI porte sur la technologie « Terminator » qui purifie les gaz de synthèse à haute température en utilisant un réacteur à double lit fluidisé pour régénérer le catalyseur en continu. Dans un deuxième temps, RTI devra concevoir et construire une colonne de réaction pour la conversion des gaz de synthèse en carburant de transport.

3 – Infrastructures de recherche

RTI International possède des microréacteurs pour les réactions gaz-solide, des réacteurs à boues pour les réactions gaz-solide-liquide et des réacteurs à lit fixe ou fluidisé à l'échelle laboratoire en plus de nombreux équipements analytiques.

Southern Research Institute

Compagnie	Southern Research	Téléphone	(919) 282-1051
Coordonnées	Steve Piccot	Télécopieur	n.d.
	C2L Development Center	Courriel	piccot@southernresearch.org
	5201 International Drive	Site Internet	www.southernresearch.org
Durham, NC 27712			
Profil	Centre de recherche, gazéification		

SOUTHERN RESEARCH
Legendary Discoveries. Leading Innovation.

1 – Informations générales

Organisme sans but lucratif établi en 1941, Southern Research se démarque comme un des plus grands instituts de recherche à forfait, notamment dans les domaines des sciences de la vie et de l'ingénierie.

Dans le domaine des carburants, Southern Research a ouvert le Centre Carbon-to-Liquids (C2L) en avril 2007 afin de faciliter le développement et la commercialisation de technologies qui convertissent les sources américaines diverses de carbone non pétrolière en produits à haute valeur comme le diesel, le kérosène (et d'autres carburéacteurs), le méthanol, l'éthanol, l'ammoniaque et l'électricité. Ce site est disponible pour des développeurs de technologie et des ingénieurs qui voudraient évaluer leurs concepts à l'échelle pilote ou de démonstration.

2 – Pistes de recherche

La recherche au niveau de la production de l'éthanol concerne surtout l'efficacité de la production d'un gaz de synthèse suffisamment propre pour pouvoir réaliser des réactions Fischer-Tropsch, soit des réactions qui convertissent le CO et le H₂ du gaz en carburants liquides.

Southern Research et ses collaborateurs (Pall Corporation, ThermoChem Recovery International et Rentech) ont reçu un financement de 2 million \$US pour leur projet de 4,5 million \$US. Ce projet utilisera un gazéificateur de biomasse d'un mégawatt pour produire du gaz de synthèse. Un système unique de purification, impliquant un filtre en céramique, des technologies éprouvées d'adsorbant et de catalyseur et des épurateurs et filtres standards, sera testé.

3 – Infrastructures de recherche

Plusieurs unités pilotes et laboratoires sont disponibles pour valider des procédés de gazéification et de purification des gaz, que ce soit au Centre C2L ou sur d'autres sites de Southern Research.

Université de Sherbrooke

Compagnie	Chaire de recherche industrielle sur l'éthanol cellulosique	Téléphone	819-821-8000 67170
Coordonnées	Faculté de génie Université de Sherbrooke 2500, boul. de l'Université Sherbrooke (Québec) Canada J1K 2R1	Télécopieur	819-821-7955
		Courriel	Esteban.Chornet@USherbrooke.ca
		Site-Internet	http://www.usherbrooke.ca/gchimi/que/personnel/profs/chornet/
Profil	Conversion thermo-catalytique et biochimique, bioraffinerie		



UNIVERSITÉ DE
SHERBROOKE

1 – Informations générales

L'université située dans la région de l'Estrie, accueille plus de 36 000 étudiants, dont 17 000 à temps complet, et dispose de six campus dont trois sont à Sherbrooke.

Une chaire de recherche permet à son titulaire d'atteindre les hauts sommets en matière de connaissances dans son domaine de spécialisation. Les chaires de recherche industrielle s'adressent donc à l'élite scientifique et permet à un ensemble d'industries d'un même domaine ou de domaines complémentaires de se regrouper autour d'un thème central. Les sources de financement sont variées : CRSNG, fonds privés ainsi que Programme des chaires de recherche du Canada.

Une chaire privée est définie comme une entité soutenue financièrement par un fond spécifique qui contient les sommes nécessaires à la rémunération d'un titulaire et à la conduite d'activités de recherche et de formation d'une relève scientifique.

Une chaire n'est instituée qu'avec la garantie d'un engagement financier total égal ou supérieur à 100 000 \$/année pour une durée de cinq ans provenant d'un ou de plusieurs donateurs ou de partenaires industriels.

La chaire de recherche industrielle sur l'éthanol cellulosique dirigée par Esteban Chornet perfectionne les technologies émergentes de production d'éthanol cellulosique. Concrètement, cette chaire vise à appuyer la réalisation de deux usines de démonstration de production d'éthanol cellulosique, soit à Westbury et à Bromptonville. Ces 2 projets faciliteront l'implantation d'usines de taille commerciale. Les recherches visent à raffiner des procédés de production afin de les rendre plus efficaces et peu polluants. Le but est d'améliorer le contrôle pour qu'ils soient plus performants.

2 – Pistes de recherche

La piste de recherche principale porte sur la valorisation de la biomasse, de l'énergie et de l'environnement. Plus spécifiquement selon 2 principaux volets soient : les Technologies de conversion et les Stratégies d'optimisation d'écosystèmes régionaux (STOPER)

Technologies de conversion

De nouvelles stratégies réactionnelles basées sur de courts temps de contact, l'induction d'effets thermo-mécano-chimiques et l'action catalytique sont développées par l'équipe de recherche dirigée par le Pr. Chornet. Ce Groupe de recherche sur les technologies et procédés de conversion (GRTPC) vise la conversion valorisante de biomasses, résidus et déchets organiques. L'approche suivie est la déstructuration, la désagrégation et la conversion (thermo-catalytique ou biochimique) des matières traitées. L'élaboration de modèles réactionnels basés sur des cinétiques non homogènes constitue le but majeur des travaux de recherche.

Les applications des travaux de recherche sont diversifiées et s'insèrent dans une vision où des raffineries de biomasse et de déchets constitueront un des moteurs économiques du XXI^e siècle. Une forte proportion des activités est développée en collaboration avec le secteur industriel.

Stratégies d'optimisation d'écosystèmes régionaux (STOPER)

Une approche transdisciplinaire et systémique est étudiée et vise le développement de nouveaux modèles d'aide à la décision dans la gestion des déchets à l'échelle régionale. L'objectif est l'intégration des analyses scientifiques, technologiques et économiques autour de problèmes environnementaux concrets, avec des aspects éthiques, éducationnels, sociaux; impact sur la santé et communication/information visant la synthèse de nouveaux modèles non hiérarchisés. Ce nouveau domaine de recherche s'insère dans une vision systémique du rôle de la science et de la technologie dans un monde complexe.

3 – Infrastructures de recherche

Les produits et services techniques proviennent de partenaires, dont les deux entreprises technologiques de l'Estrie : Énerkem et CRB Innovations. Éthanol Greenfield, producteur d'éthanol du Québec et la papetière Kruger participeront aussi aux projets de la compagnie. Le financement des travaux de la chaire est, entre autres, assuré par le gouvernement du Québec (ministère des Ressources naturelles et de la Faune).

Énerkem

Enerkem, créée en 1999, est une compagnie privée ayant comme actionnaire principaux : Braemar Energy Ventures, Fonds de solidarité (FTQ), Rho Ventures et Kemestrie Inc.

La compagnie détient les brevets et le savoir-faire qui couvre la technologie de gazéification de conditionnement des gaz de synthèse. La compagnie a le mandat de commercialiser ces technologies. La compagnie a 36 employés à temps plein. Le groupe technologique inclut 2 Ph.D., 12 ingénieurs, 1 chimiste et 7 techniciens. La compagnie a des projets avec le gouvernement fédéral (RNCAN, TDDC) ainsi que les gouvernements provinciaux (MRNF-Québec, AERI-Alberta).

Stade de développement	Unité pilote
Durée de fonctionnement	2003 à 2008
Localisation	Sherbrooke
Capacité de traitement	0,2 tonnes / heure
Carburants produits	Méthanol

Stade de développement	Unité de démonstration	
Durée de fonctionnement	Depuis l'automne 2008	
Localisation	Westbury, QC	
	Phase 1 (2008-2009)	Phase 2 (2009-2010)
Capacité de traitement	1,5 tonnes / heure	12,5 tonnes / heure
Carburants produits	Méthanol (automne 2008) Éthanol (printemps 2009)	Alcools non spécifiés
Production annuelle	4 millions litres	35 millions litres

CRB Innovation inc. :

CRB innovation Inc utilise l'approche par conversion de biomasse non homogène en plusieurs biocarburants finaux suivant la stratégie de raffinerie de biomasse. L'entreprise a un projet de démonstration en montage pour la production de 1 ML d'éthanol / an utilisant le FIRSST Process.

Université Purdue

Compagnie	Université Purdue	Téléphone	765 494 4600
Coordonnées	Ms. Keven Anne Gipson LORRE	Télécopieur	n.d.
		Courriel	kagipson@purdue.edu
		Site Internet	www.purdue.edu/dp/energy
		Profil	Université, projet DOE



1 – Informations générales

Le *Laboratory of Renewable Resources Engineering* (LORRE) de l'Université Purdue fut créé en 1978 pour faire de la recherche sur la conversion de ressources renouvelables en carburants liquides. Le centre est dirigé par Michael Ladisch, professeur distingué en génie agricole et biologique ainsi que directeur de la technologie chez Mascoma Corporation.

LORRE fait partie du Purdue Energy Center. Au niveau des bioénergies, ce centre inclut également les centres Bindley Biosciences et Birck Nanotechnology du Purdue Discovery Park. Ensemble, au-delà de 80 membres de la faculté de 4 collèges et 23 départements sont mis à contribution pour les recherches sur les bioénergies.

2 – Pistes de recherche

La recherche du LORRE porte sur l'éthanol maïs, l'éthanol cellulosique, la modélisation de la fermentation de lignocellulose ainsi que la gazéification et la fermentation de déchets pour la production d'éthanol.

L'équipe de recherche est dirigée par la chercheuse Nancy Ho et portera notamment sur la commercialisation de l'utilisation de levures hautement efficaces pour la fermentation de sucres de biomasses.

En avril 2007, le DOE a accordé un financement de 5 million \$US au LORRE, en partenariat avec Archers Daniel Midland (ADM), pour des recherches portant sur la production efficace de l'éthanol à partir des tiges de maïs et d'autres matières cellulosiques.

3 – Infrastructures de recherche

LORRE possède les instruments, l'expertise et les protocoles pour réaliser des projets en génie des bioprocédés, bionanotechnologie, bioséparation, biorécupération et bioénergie.

Notamment, il possède des bioréacteurs de 1 litre et de 30 litres ainsi qu'un accès à des équipements et infrastructures du Discovery Park de Purdue.

U.S. Department of Energy

Désignation	DOE Bioenergy Research Centers	Téléphone	N.D.
Coordonnées	Patrick Glynn	Télécopieur	N.D.
	U.S. Department of Energy	Courriel	Patrick.Glynn@science.doe.gov
	Office of Biological and Environmental Research	Site Internet	http://genomicsgtl.energy.gov
Profil	Consortium fédéral américain, biotechnologies		



1 – Informations générales

En décembre 2007, l'*Energy Independence and Security Act* a été signé aux États-Unis suivant l'initiative *Twenty in Ten*, un objectif de réduction de la consommation d'essence de l'ordre de 20 % en 10 ans. Cet objectif créa une demande réglementaire pour la production d'éthanol et rendit disponible des subventions fédérales pour la recherche, le développement, la démonstration et la commercialisation de technologies pouvant en produire de façon efficace et rentable.

Dans ce contexte, les ressources déjà disponibles en biotechnologie chez le *Department of Energy* (DOE) de par le programme *Genomics:GTL* et suite au *Human Genome Project* ont été focalisés vers la production de biocarburants par la création, en juin 2007, de trois nouveaux centres de recherche en bioénergie.

Chaque centre bénéficiera d'un financement de 135 million \$US sur 5 ans dans le but de poursuivre de la recherche fondamentale à « haut risque et haut rendement potentiel » en solutions biologiques pour la production de biocarburants. Les trois centres sont :

- le DOE BioEnergy Science Center (BESC) au Tennessee dirigé par l'Oak Ridge National Laboratory du DOE;
- le DOE Great Lakes Bioenergy Research Center (GLBRC) dirigé par l'Université de Wisconsin-Madison et
- le DOE Joint Bioenergy Institute (JBEI) dirigé par le Lawrence Berkeley National Laboratory du DOE.

En tout, 30 partenaires multidisciplinaires répartis à travers le pays sont impliqués dans le fonctionnement des trois centres incluant des laboratoires nationaux, des instituts, des entreprises privées et des organismes sans but lucratif.

2 – Pistes de recherche

Les trois « Grands Défis » des centres sont 1) de développer la prochaine génération de cultures énergétiques, 2) de découvrir et créer des enzymes et microbes avec de nouvelles capacités de dégradation de la biomasse et 3) de découvrir et créer des microbes qui transforment la biomasse en carburant.

Le DOE BioEnergy Science Center (BESC) se concentre sur le caractère récalcitrant de la biomasse, sa résistance naturelle à la décomposition enzymatique en sucres. Il emploie deux stratégies pour y arriver : concevoir des parois cellulaires pour une décomposition rapide et créer un microbe transgénique, multifonctionnel, qui convertirait les plantes en biocarburants en une seule étape. Ces stratégies sont organisées en trois pistes de recherche : 1) la formation et la modification de la biomasse, 2) la déconstruction et la conversion de la biomasse et 3) la caractérisation et la modélisation. Martin Keller, anciennement chez Verenum et présentement le directeur de la division Biosciences de l'Oak Ridge National Laboratory, est le directeur du BESC.

Le DOE Great Lakes Bioenergy Research Center (GLBRC), situé dans une région agricole exceptionnelle, se concentre sur la production de la biomasse et de biocarburant à partir du rayonnement solaire. Ses recherches portent sur cinq pistes : 1) l'amélioration de la biomasse végétale, 2) l'amélioration du traitement de la biomasse, 3) l'amélioration de la conversion de la biomasse, 4) la promotion de pratiques durables en bioénergie et 5) la création de technologies pour faciliter la recherche plus avancée en bioénergie.

Tim Donohue, professeur en bactériologie chez l'Université Wisconsin-Madison, est le chercheur principal et directeur du GLBRC.

Le DOE Joint Bioenergy Institute (JBEI) applique les outils de la biologie synthétique pour créer des enzymes et microbes transgéniques qui seront capables de traiter les sucres complexes de la biomasse et les convertir en biocarburants pour le remplacement de l'essence. Leur travail porte également sur la modification des plantes afin de pouvoir convertir facilement la lignine en de nombreux produits utiles. Les quatre pistes de recherche du JBEI sont : 1) le développement de nouvelles cultures pour les biocarburants, 2) la facilitation de la déconstruction de la biomasse, 3) la production de nouveaux biocarburants par la biologie synthétique et 4) la création de technologies pour l'avancement de la recherche sur les biocarburants. Jay Keasling, un professeur en génie biochimique à l'Université UC Berkeley et leader du domaine de la biologie synthétique, est également chef de la direction du JBEI et directeur de la division des biosciences physiques du DOE Lawrence Berkeley National Laboratory.

3 – Infrastructures de recherche

Les infrastructures sont celles des partenaires.

BESC (16 partenaires)

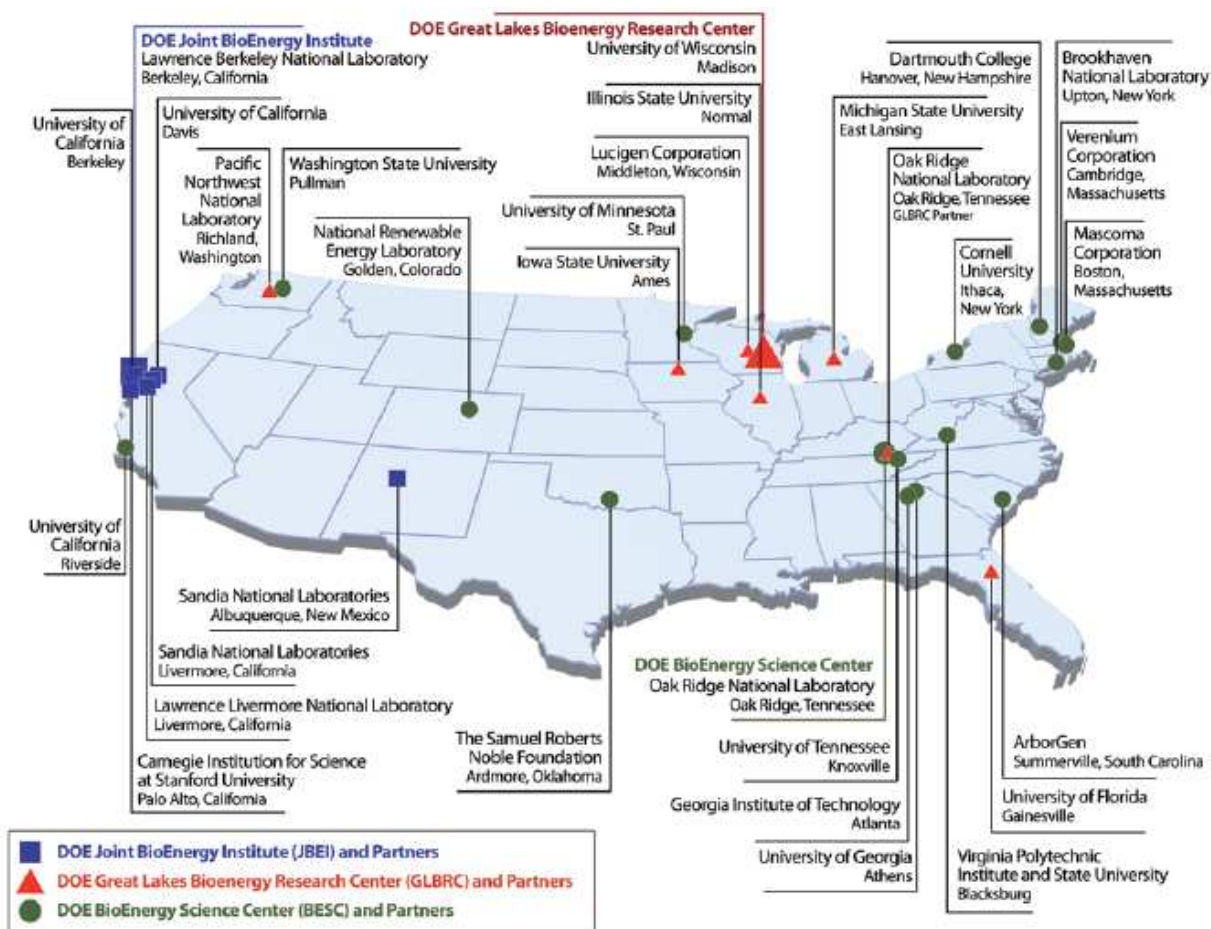
Oak Ridge National Laboratory, Université de Tennessee, Institut de technologie de Georgia, Université de Georgia, Virginia Polytechnic, ArborGen, Mascoma Corporation, Verenum Corporation, Brookhaven National Laboratory, Collège Dartmouth, Université Cornell, Université de Minnesota, NREL, Université Washington State, Université de la Californie-Riverside et Fondation Samuel Roberts Noble.

GLBRC (8 partenaires)

Université de Wisconsin-Madison, Oak Ridge National Laboratory, Université Michigan State, Université Illinois State, Lucigen Corporation, Université Iowa State, Pacific Northwest National Laboratory et Université de la Floride.

JBEI (7 partenaires)

Lawrence Berkeley National Laboratory, Université de la Californie-Davis, Université de la Californie-Berkeley, Carnegie Institution for Science à l'Université Stanford, Lawrence Livermore National Laboratory, Sandia National Laboratories-Livermore et Sandia National Laboratories-Albuquerque.



Centres de recherche en bioénergie du DOE et leurs partenaires.

Source : <http://genomicsgl.energy.gov/centers/brcbrochure.pdf>

6. INDEX DES COMPAGNIES

- a -

Abengoa Bioenergy corp.

www.abengoabioenergy.com
abengoabioenergy@abengoa.com
16150 Main Circle Drive, Suite 300
Chesterfield, MO 63017-4689
Tél.: +1 636 728 0508
Fax: +1 636 728 1148

AE Biofuels, Inc.

www.aebiofuels.com
info@aebiofuels.com
20400 Stevens Creek Blvd.
Suite 700
Cupertino, CA 95014
Tél.: (408) 213-0940
Fax: (408) 252-8044

American Energy Enterprises Inc.

www.americanenergyenterprises.com
info@americanenergyenterprises.com
Post Office Box 5275
Brookfield, Connecticut
Tél. : (203) 775.6624

Archer Daniels Midland Company

www.admworld.com
4666 Faries Parkway
Decatur, IL 62526
Tél. : 1 800-637-5843

Arkenol

www.arkenol.com
arklann@arkenol.com
31 Musick
Irvine, CA 92618
Tél. : (949) 588-3767
Fax. : (949) 588-3972

- b -

BioGasol ApS

www.info@biogasol.com
Technical University of Denmark
Building 205
2800 Lyngby
Denmark
Tél.: +45 4525 6186

BlueFire Ethanol Inc.

www.bluefireethanol.com
inquiries@bluefireethanol.com
31 Musick
Irvine, CA 92618
Tél.: (949) 588.3767
Fax: (949) 588.3972

- c -

Coskata, Inc.

www.coskata.com
info@coskata.com
4575 Weaver Parkway Suite100
Warrenville, Illinois 60555
Tél.: (630) 657-5800
Fax: (630) 657-5801

CleanTech Biofuels, Inc.

www.cleantechbiofuels.net
7386 Pershing Ave.
St. Louis, MO 63130
tel: (314) 802-8670
fax: 314-802-8675

- d -

DuPont

www.dupont.com

- e -

EdeniQ

www.edeniq.com
1520 N. Kelsey St.
Visalia, CA
93291
Tél.: (559) 302-1777

Enerkem

www.enerkem.com
enerkem@enerkem.com
615, boul. René-Lévesque O.
Montréal (Québec) H3B 1P5
Canada
Tél.: (514) 875-0284
Fax. : (514) 875-0835

Éthanol Greenfield

www.greenfieldethanol.com
info@greenfieldethanol.com
20, rue Toronto
Toronto (Ontario) CANADA
M5C 2B8
Tél. : (416) 304-1700
Fax : (416) 304-1701

- f -

Fulcrum BioEnergy, Inc.

www.fulcrum-bioenergy.com
info@fulcrum-bioenergy.com
4900 Hopyard Road Suite 220
Pleasanton, CA 94588
Tél.: (925) 730.0150
Fax: (925) 730.0157

Flambeau River BioFuels

www.flambeauriverpapers.com
Tél.: (203) 251 9090

- g -

Genencor (a division of Danisco)

www.genencor.com
200 Meridian Centre Blvd.
Rochester, NY 14618-3916 USA
Tél: +1 585 256 5200
Fax: +1 585 256 6952

Green Star inc.

www.greenstarusa.com
info@GreenStarUSA.com
858 Third Avenue 455
Chula Vista, CA 91911-1305
Tél.: (800) 741-7648
Fax: (619) 789-4743

- i -

Inbicon (IBUS)

Info@Inbicon.com
www.inbicon.com
Kraftværksvej 53
7000 Fredericia
Denmark

ICM, inc.

www.icminc.com
P.O. Box 397, 310 N First Str.
Colwich, KS 67030-0397
Tél.: 1-877-426-3113
Fax: (316) 796-0570

INEOS Bio

www.ineosbio.com
info@ineosbio.com
3030 Warrenville Road
Lisle, IL 60562
USA
Tél.: +1 630 857 7146

logen

www.iogen.ca
info@logen.ca
310 Hunt Club Rd. East
Ottawa, Ontario
Canada K1V 1C1
Tél. : (613) 733-9830
Fax: (613) 733-0781

- k -

KL process

www.klprocess.com
hr@kleenergycorp.com
306 East St. Joseph Street, Suite 200
Rapid City, SD 57701
Tél.: (605) 718-0372
Fax: (605) 718-1372

- l -

Lignol

www.lignol.ca
info@lignol.ca
Unit 101 - 4705 Wayburne Drive
Burnaby, BC
Canada V5G 3L1
Tél.: 1.604.222.9800
Fax.: 1.604.222.9801

- m -

Mascoma

www.mascoma.com
info@mascoma.com
1380 Soldiers Field Road
Second Floor
Boston, Massachusetts 02135
Tél.: 617.234.0099
Fax: 617.868.0408

- n -

Novozymes North America Inc.

www.novozymes.com
77 Perry Chapel
Church Road
Franklinton, N.C. 27525
Tél.: +1 919 494 3000
Fax: +1 919 494 3450

NILE project

www.nile-bioethanol.org
frederic.monot@ifp.fr
Institut Français du Pétrole,
Biotechnology and Biomass
Chemistry Department
Tél. : + 33 (0)1 47 52 73 53
Fax: + 33 (0) 1 47 52 70 01

Nova Fuels

www.novafuels.com
2203 East Dinuba Avenue
Fresno, CA 93725
Tél.: 559.834.5127
fax.: 559.834.5672

- p -

Pacificthanol, inc.

www.pacificethanol.net
400 Capitol Mall
Suite 2060
Sacramento, CA 95814
Tél.: (916) 403-2123
Fax: (916) 446-3937

Petrobras

www.petrobras.com

POET

Project Liberty

www.projectliberty.com
4615 North Lewis Avenue
Sioux Falls, SD 57104
Tél.:(605) 965 2200
Fax: (605) 965 2203

Pure Energy Corporation

www.pure-energy.com
info@pure-energy.com
61 South Paramus Road
Paramus, NJ 07652
Tél.: (201) 843-8100
Fax: (201) 843-8010

- r -

Range Fuels

www.rangefuels.com
info@rangefuels.com
11101 W. 120th Avenue, Suite 200
Broomfield, CO 80021
Tél.: 303-410-2100
Fax: 303-410-2101

Red Shield Environmental

www.redshieldenv.com
24 Portland Street
Old Town, ME 04468
Tél.: (207) 827.7711
Fax: (207) 827.8888

- S -

SEKAB

www.sekab.com
info@sekab.com
Box 286,
891 26 Örnsköldsvik
Tél. : +46 (0) 660 758 00
fax: +46 (0) 660 549 03

SunEthanol

www.sunethanol.com
www.sunethanol.com
100 Venture Way
Hadley, MA 01035
Tél.: 413-303-1874

SunOpta BioProcess Inc

www.sunopta.com
bioprocess@sunopta.com 2838
Bovaird Drive West
Brampton, ON
Canada L7A 0H2
Tél: 905-455-2528 ext 128
Fax.: 905-455-5744

- t -

Tembec

www.tembec.com
33, chemin Kipawa
C.P. 3000
Témiscaming, QC J0Z 3R0
Canada
Tél: (819) 627-4252
Fax: (819) 627-1042

- V-

Verenium Biofuels, LLC

www.verenium.com
enzymes@verenium.com
PO Box 389
11107 Campbell Wells Road
East Highway 90
Jennings, LA 70546
Tél.: 337.785.4500

- X -

Xethanol corporation

www.xethanol.com
3348 Peachtree Road
Suite 250, Tower Place 200
Atlanta, GA 30326
Tél.: 404-814-2500
Fax.: 404-848-2879

- Z -

ZeaChem, inc.

www.zeachem.com
businessdevelopment@zeachem.com
Union Tower
165 South Union Boulevard
Lakewood, CO 80228
Tél: (303) 279-7045

7. Annexes

7.1. Annexe 1 : Lettre d'invitation et questionnaire envoyés aux compagnies



Rimouski, août 2008

Madame, Monsieur,

Le *Club Agri-Tech 2000* composé d'un regroupement de 47 producteurs agricoles, en collaboration avec la firme *Écosphère, Expert-conseil en environnement* et le CCTT *Agrinova*, travaille actuellement à la réalisation d'une étude d'inventaire technologique pour la conversion en biocarburant du *Miscanthus Giganteus*.

Le projet vise à identifier la technologie la mieux adaptée pour la fabrication de biocarburants à partir de fibres agricoles et plus particulièrement celle du *Miscanthus Giganteus*. Le projet consiste à identifier, inventorier et analyser les technologies commercialement disponibles pour la fabrication de biocarburant cellulosique à partir de fibres agricoles. Chaque technologie sera décrite selon une fiche préétablie qui contiendra l'ensemble des données nécessaires à l'évaluation technologique.

La phase d'identification des technologies du présent projet a permis de faire ressortir votre entreprise comme une des mieux adaptées à la fabrication de biocarburant cellulosique. Nous serions donc des plus intéressés à en savoir davantage sur votre technologie. À cette fin, nous sollicitons votre participation au projet et vous invitons à compléter une fiche technologique.

En remerciement de votre participation, une copie du rapport final de l'étude vous sera transmise. De plus, le rapport final sera disponible en ligne sur les réseaux public québécois (www.agrinova.qc.ca, www.agrireseau.qc.ca) et canadiens (www.cbin-rcib.gc.ca).

Ce projet s'insère dans le cadre de l'**Initiative des marchés de biocarburants pour les producteurs** (IMBP), une initiative lancée dans le cadre du *Programme pour l'avancement du secteur canadien de l'agriculture et de l'agroalimentaire* (PASCAA). Ce programme est géré au Québec par le Conseil pour le Développement de l'Agriculture du Québec (www.cdaq.qc.ca).

E X P E R T - C O N S E I L E N E N V I R O N N E M E N T
C.P.1392, Rimouski (Québec) G5L 8M3 - Téléphone : (418)725-7500 - Télécopieur : (418)725-7588,
ecospher@globetrotter.net www.ecosphere.qc.ca

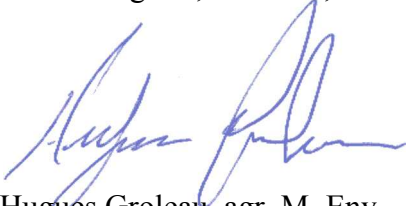
-2-

Ce projet est conjointement financé par le *CDAQ*, la *CRÉ Bas-Saint-Laurent* (www.crebsl.org), le *CLD des Basques* (<http://www.mrcdesbasques.ca/>) et le *Club Agri-Tech 2000*. Il est possible de consulter le descriptif du projet à l'adresse suivante :

<http://www.cdaq.qc.ca/ShowDoc.asp?Rubrique=2&Document=2&NoProjet=1877>

Des documents techniques ou des fiches publicitaires portant sur votre technologie seraient également les bienvenues. Si de tels documents sont à votre disposition, il serait grandement apprécié que vous nous les fassiez parvenir. De plus, si vous croyiez être en mesure de nous aider à identifier d'autres technologies prometteuses, n'hésitez pas à nous le signaler.

Veuillez agréer, Madame, Monsieur, l'expression de nos sentiments distingués.



Hugues Groleau, agr. M. Env.

p. j.

CONTENU DU QUESTIONNAIRE

SECTION 1 : INFORMATION GÉNÉRALE	121
1.1. COORDONNÉES	121
1.2. SOMMAIRE DE LA TECHNOLOGIE	121
SECTION 2 : DESCRIPTION DE LA TECHNOLOGIE	123
2.1. PHOTOS OU IMAGES ILLUSTRANT LA TECHNOLOGIE	124
2.2. INFORMATIONS SUR LE PROCÉDÉ DE TRANSFORMATION	124
SECTION 3 : RENDEMENT DE LA TECHNOLOGIE	126
3.1. PRODUCTION DE CARBURANT	126
3.2. PERFORMANCE ÉNERGÉTIQUE	128
SECTION 4 : INFORMATIONS ÉCONOMIQUES	128
4.1. MODÈLE D'AFFAIRES	129
4.2. COÛTS D'EXPLOITATION	130
SECTION 5 : COMMENTAIRES	131
SECTION 6 : PARTENAIRES FINANCIERS	132

CONVERSIONS D'UNITÉS

1 gallon (US liquide)	=	3,7854 litres	1 litre	=	0,26417 gallons (US liquide)
1 short ton	=	0,90718 tonnes	1 tonne	=	1,1023 short tons
1 long ton	=	1,01605 tonnes	1 tonne	=	0,98421 long tons

Nom de la technologie :	
-------------------------	--

Information générale

Coordonnées

Fournisseur/distributeur de la technologie OU Détenteur de la propriété intellectuelle :			
Personne-ressource :			
Titre :			
Adresse :			
Site Internet :			
Courriel :			
Téléphone :		Fax :	

Sommaire de la technologie

Stade de développement de la technologie :
<input type="checkbox"/> Laboratoire (<i>validation du concept technologique à petite échelle</i>)
<input type="checkbox"/> Pilote (<i>une ou plusieurs unités de taille sous commerciale en opération</i>)
<input type="checkbox"/> Pré-commercial (<i>une seule unité de taille commerciale en opération</i>)
<input type="checkbox"/> Commercial

Origine de la cellulose transformable :

- Résidus forestiers
- Résidus agricoles (ex : paille)
- Résidus agroalimentaires (ex : résidus de transformation)
- Déchets municipaux (ex : bois de démolition)
- Cultures énergétiques (ex : saule, miscanthus, panic érigé, etc.)
- Autres, précisez : _____

Polyvalence du système :

- Matière première unique
- Possibilité de mélange des matières premières. Précisez : _____

Types de carburants produits (cochez ceux qui sont possibles) :

- Éthanol
- Méthanol
- Biogaz
- Biohuile
- Biodiesel
- Autres, précisez : _____

Avantages et contraintes de la technologie pour le milieu rural (ex : unités de production de tailles variables, coûts d'acquisition, limitations dans le choix des matières premières, technologie au stade pilote, etc.)

Description sommaire du procédé	
Nature de la biomasse utilisable :	
Besoin de prétraitement :	
Types de réactions principaux :	
Besoin de post-traitement :	
Autres :	

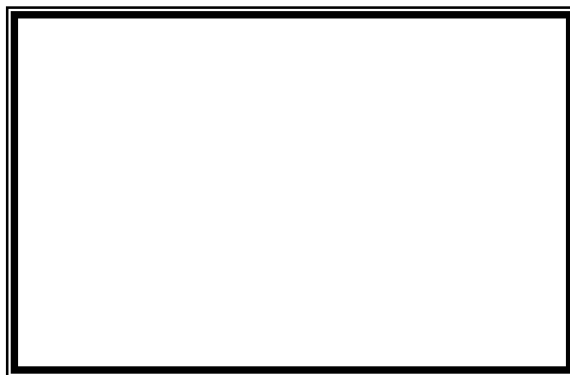
<p>Si la technologie est au stade <u>laboratoire ou pilote</u>, décrivez les défis technico-économiques principaux (ex : améliorer la production spécifique (L / tonne MS), stabiliser le fonctionnement (nombres d'heures en opération continue), diminuer le coût de production en (\$/L), augmenter la capacité de production (L/an), etc.).</p>	
Horizon probable de commercialisation :	<input type="checkbox"/> 1 à 2 ans <input type="checkbox"/> 5 à 10 ans <input type="checkbox"/> 2 à 5 ans <input type="checkbox"/> plus de 10 ans

Description de la technologie

Si plusieurs processus technologiques ou technologies sont développés ou commercialisés, veuillez compléter la section 2 pour chacun.

<input type="checkbox"/> Une fiche technique existe déjà pour cette technologie.	<p><i>Si oui, veuillez le joindre au questionnaire.</i></p>
--	---

Photos ou images illustrant la technologie



Informations sur le procédé de transformation

Type de technologie de production de carburant :	
<input type="checkbox"/> Hydrolyse enzymatique	
<input type="checkbox"/> Hydrolyse acide	
<input type="checkbox"/> Gazéification/Fischer-Tropsch / Carburant de synthèse	
<input type="checkbox"/> Combinaison de procédés. Précisez : _____	
<input type="checkbox"/> Autre. Précisez : _____	
Prétraitement des matières premières :	
<input type="checkbox"/> Physique (mouture, vapeur, séchage, etc.)	
<input type="checkbox"/> Chimique (acide, solvant organique, dioxyde de soufre, etc.)	
<input type="checkbox"/> Biologique	
<input type="checkbox"/> Autre. Précisez : _____	
Décrivez brièvement votre processus de prétraitement :	

Production de carburant	
<i>Décrivez brièvement votre processus de <u>production</u> de carburant</i>	
Étape 1 :	Prétraitement (tel que décrit dans la section précédente)
Étape 2 :	(ex. : Hydrolyse)
Étape 3 :	(ex. : Fermentation, gazéification)
Étape 4 :	(ex. : Distillation, synthèse de carburants)
Étape 5 :	(Autres s'il y a lieu)
Étape 6 :	(Autres s'il y a lieu)

Post-traitement :	
<input type="checkbox"/> Conditionnement/stabilisation du carburant <input type="checkbox"/> Traitement des effluents <input type="checkbox"/> Traitement des sous-produits <input type="checkbox"/> Récupération de chimiques de procédé <input type="checkbox"/> Autre. Précisez : _____	
Décrivez brièvement votre processus de post-traitement :	

Rendement de la technologie

Les capacités et les rendements devraient être exprimés en volumes d'éthanol.

Si votre produit principal n'est pas l'éthanol, SVP indiquez le carburant pour lequel vous spécifiez le rendement :	
---	--

Production de carburant

Production annuelle par unité de production (capacité installée) :	
<input type="checkbox"/> <5 millions de litres/an	<input type="checkbox"/> 25 à <50 millions de litres/an
<input type="checkbox"/> 5 à <10 millions de litres/an	<input type="checkbox"/> 50 millions de litres/an et plus
<input type="checkbox"/> 10 à <25 millions de litres/an	
Capacité de la plus <u>petite</u> unité en fonction :	
Capacité de la plus <u>grande</u> unité en fonction :	
<i>Si la technologie est au stade laboratoire ou pilote, spécifiez :</i>	
Le nombre <u>total</u> d'heures de fonctionnement de l'unité :	
Le plus grand nombre d'heures de fonctionnement <u>en continu</u> atteint jusqu'à présent :	

Production spécifique de carburant (L/tonne MS) :	
<input type="checkbox"/> <100 L/tonne MS	<input type="checkbox"/> 250 à <500 L/tonne MS
<input type="checkbox"/> 100 à <250 L/tonne MS	<input type="checkbox"/> 500 L/tonne et plus MS
Précisez :	

Efficacité de la transformation (% de la cellulose et de l'hémicellulose convertis en éthanol) :	
<input type="checkbox"/> < 25 %	<input type="checkbox"/> 50 à <75 %
<input type="checkbox"/> 25 à <50 %	<input type="checkbox"/> 75 % et plus
Précisez :	

Sous-produits obtenus :		
<i>Cochez tous ceux qui s'appliquent</i>	<i>Pourcentage de la masse initiale (base sèche)</i>	<i>Utilisation envisagée*</i>
<input type="checkbox"/> CO2		
<input type="checkbox"/> Gaz combustibles		
<input type="checkbox"/> Lignine		
<input type="checkbox"/> Charbon		
<input type="checkbox"/> Composés chimiques extractibles		
<input type="checkbox"/> Drèche de distillerie		
<input type="checkbox"/> Autres. Précisez :		

** Exemples : source d'énergie pour le fonctionnement du système, fabrication de produits à valeur ajoutée, etc.*

Performance énergétique

Ratio énergétique (dépenses énergétiques nettes : énergie dans le carburant) :	
<input type="checkbox"/> <1 : 1	<input type="checkbox"/> 1 : 2,5 à <1 : 3,5
<input type="checkbox"/> 1 : 1 à <1 : 1,5	<input type="checkbox"/> 1 : 3,5 à <1 : 4,5
<input type="checkbox"/> 1 : 1,5 à <1 : 2,5	<input type="checkbox"/> 1 : 4,5 et plus
Précisez :	
Pour le ratio énergétique, nous assumons que vous ne considérez que (1) les dépenses énergétiques de votre technologie, (2) les apports en énergie de procédé de l'utilisation directe des sous-produits et (3) l'énergie contenue dans l'éthanol produit. Si vous avez déjà réalisé des calculs plus détaillés, veuillez nous décrire votre calcul, entre autres, ses inclusions et exclusions :	

Informations économiques

Si des unités de capacités différentes sont disponibles, veuillez compléter cette section pour chacune. Dans le cas d'unités conçues sur mesure, veuillez indiquer la fourchette des valeurs technico-économiques possibles.

Capacité de l'unité décrite dans cette section (L/an) :	
---	--

Modèle d'affaires

Type d'acquisition possible (cochez tous ceux qui peuvent s'appliquer)	
<input type="checkbox"/> Aucune (le fabricant reste propriétaire-exploitant)	
<input type="checkbox"/> Licence (ententes variées concernant la propriété et l'exploitation)	
<input type="checkbox"/> Clé en main (le client devient propriétaire-exploitant)	
<i>Si applicable</i> , le coût d'acquisition de la technologie (\$)	
<input type="checkbox"/> <1 000 000 \$	<input type="checkbox"/> 10 000 000 à <50 000 000 \$
<input type="checkbox"/> 1 000 000 à <5 000 000 \$	<input type="checkbox"/> 50 000 000 à <100 000 000 \$
<input type="checkbox"/> 5 000 000 à <10 000 000 \$	<input type="checkbox"/> 100 000 000 \$ et plus
Précisez :	
<i>Si applicable</i> , spécifiez si les éléments suivants sont inclus dans le coût d'acquisition :	
<input type="checkbox"/> Installation	
<input type="checkbox"/> Mise en service	
<input type="checkbox"/> Stabilisation initiale du rendement (assurance de conformité avec les spécifications)	
<input type="checkbox"/> Autre. Précisez : _____	
Commentaires concernant l'acquisition :	

Coûts d'exploitation

Coût de production (prix de revient)	
<input type="checkbox"/> <0,50 \$/litre	<input type="checkbox"/> 1,00 à <1,50 \$/litre
<input type="checkbox"/> 0,50 à <0,75 \$/litre	<input type="checkbox"/> 1,50 \$/litre et plus
<input type="checkbox"/> 0,75 à <1,00 \$/litre	
Précisez :	

Coût d'acquisition des matières premières	
Spécifiez le coût maximal raisonnable (\$/tonne MS) :	
<i>Décrivez sommairement les facteurs clés et les hypothèses qui affectent ce coût</i>	
Rayon de transport :	
Disponibilité saisonnière / entreposage :	
Prix de l'essence / du baril de pétrole :	
Subventions :	
Valeur des sous-produits :	
Autres :	

Coût d'opération et d'entretien	
Spécifiez le coût d'opération et d'entretien de votre procédé (\$/L ou \$/an) :	
Spécifiez les besoins en main d'œuvre	
Spécifiez les points critiques pour les coûts d'opération (ex : main d'œuvre, matières premières, énergie, etc.)	
Spécifiez les points critiques pour l'entretien (ex : pièces de rechanges, nettoyage du système, calibrage des appareils, etc.)	

Volume critique pour assurer un fonctionnement rentable	
Spécifiez l'utilisation minimum annuelle en termes de % de la capacité installée :	
<input type="checkbox"/> <60 %	<input type="checkbox"/> 80 à <90 %
<input type="checkbox"/> 60 à <70 %	<input type="checkbox"/> 90 % et plus
<input type="checkbox"/> 70 à <80 %	
Précisez :	
Combien de temps est nécessaire pour redémarrer le processus si celui-ci est arrêté complètement?	
Quel est le facteur limitant au redémarrage?	

Commentaires

Partenaires financiers

Club Agri-Tech 2000



<http://www.clubsconseils.org>

CLD des Basques



<http://www.mrcdesbasques.ca/>

CRÉ Bas-St-Laurent



<http://www.crebsl.org>

CDAQ



<http://www.cdaq.qc.ca/>

