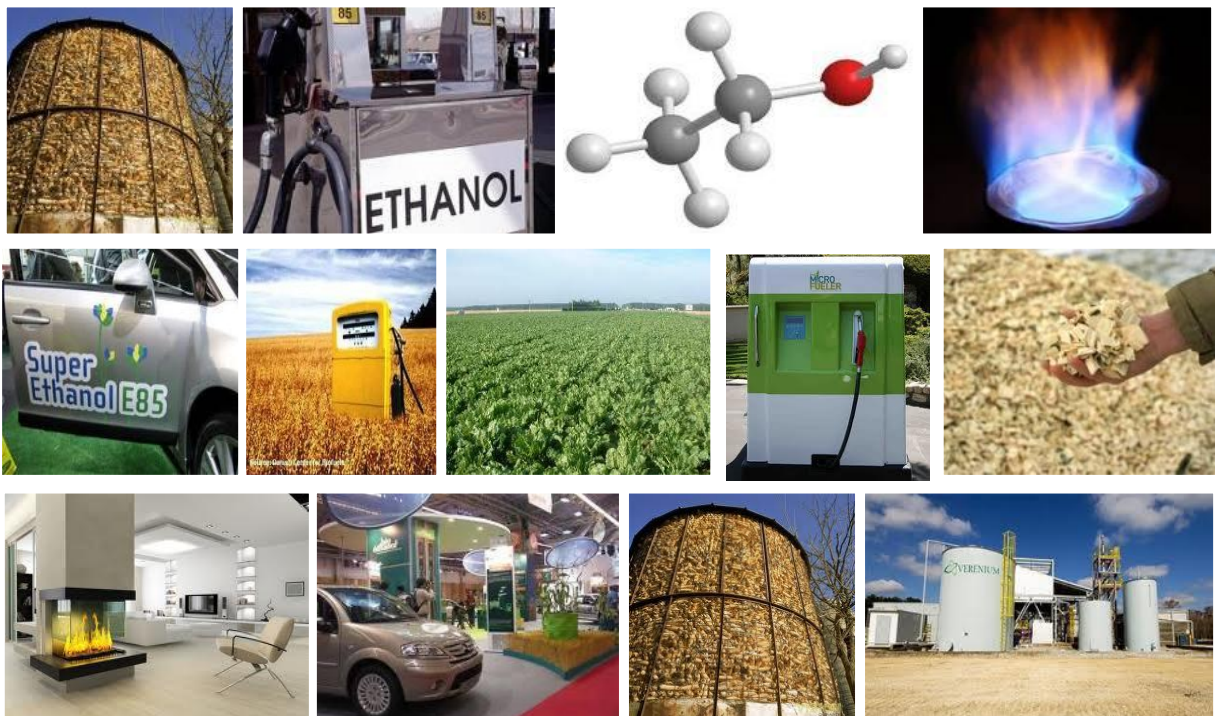




CRENEAUX PORTEURS DU SECTEUR SECONDAIRE



INDUSTRIES ÉNERGÉTIQUES : PRODUCTION D'ETHANOL

TABLE DES MATIERES

1.APERÇU SUR LE SECTEUR.....	3
1.1.L'activité de production de cultures énergétiques	4
1.1.1.Production et producteurs.....	5
1.1.2.Les zones de production de l'éthanol.....	6
1.2.La destination des produits	6
2.ASPECTS PHYSIQUES ET TECHNIQUES	8
2.1.Conditions requises pour la production.....	8
2.2.Outils et techniques de transformation	9
2.3.Description générale du processus	9
2.4.Processus de Transformation de l'Ethanol : Cas CSS.....	10
3.ASPECTS REGLEMENTAIRES ET INSTITUTIONNELS	12
3.1.Réglementation intérieure en vigueur.....	12
3.2.Les structures d'appui du secteur	12
3.2.1.Structures administratives.....	12
3.2.2.Structures professionnelles	12
4.ASPECTS ENVIRONNEMENTAUX.....	13
4.1.Conditions d'installation	13
4.2.Normes	13
5.ASPECTS ECONOMIQUES ET COMMERCIAUX.....	14
5.1.Le marché national et international.....	14
5.1.1.Principales caractéristiques de la demande nationale.....	14
5.1.2.La demande extérieure de produits biocarburants.....	14
5.2.Potentiel de développement du marche	15
6.INVESTISSEMENTS NECESSAIRES	16
6.1.Equipements à acquérir	16
6.2.Compte d'exploitation prévisionnelle	16
6.2.1.Les éléments du compte d'exploitation.....	16
6.2.2.Prix de revient et Seuil de Rentabilité.....	16
6.2.3.Rentabilité financière.....	17
7.ANALYSE DE L'ATTRACTIVITE ET DE LA FAISABILITE DU CRENEAU.....	188
8.CONTACTS ET SOURCES D'INFORMATION.....	199

1. APERÇU SUR LE SECTEUR

L'éthanol (alcool éthylique) est un liquide inflammable, insipide, sans couleur et légèrement toxique. L'éthanol est généralement obtenu par une conversion microbiologique des sucres et des amidons fermentescibles. Indépendamment de son utilisation dans les boissons alcoolisées, sous une forme plus pure il est employé couramment comme combustible, dissolvant, désinfectant et matière première dans l'industrie chimique. On peut produire de l'éthanol par les cultures énergétiques.

Les cultures énergétiques ou cultures de biocarburants sont issues de la biomasse. Ils peuvent se substituer partiellement (ou totalement) aux carburants pétroliers fossiles. Les biocarburants obtenus à partir de plantes terrestres résultent principalement de trois (3) filières : la filière huile (colza, palmier à huile, tournesol, *Jatropha*, ricin etc.), la filière alcool (betterave, blé, canne à sucre, pomme de terre, maïs etc.) et la filière biogaz dont les produits sont issus de la transformation des déchets végétaux et organiques.

Les cultures énergétiques font l'objet d'un engouement qui se justifie par plusieurs facteurs notamment la volonté politique de s'ériger contre la spéculation sur les prix du pétrole brut, en optant pour les cultures énergétiques de diversification pour l'approvisionnement en énergie. Il y a aussi la possibilité de pouvoir les cultiver presque sur l'étendue du territoire national, la conduite relativement facile, le faible indice de risque lors de sa transformation, la vente instantanée des produits semi finis ou finis.

Le potentiel de développement réel de la filière est tiré par la demande mondiale en progression, les performances techniques accessibles, l'exploitation du potentiel biologique, une meilleure organisation de la filière et la volonté politique affichée de soutenir la filière.

Les besoins énergétiques du Sénégal sont assez importants et pèsent très lourdement sur le budget annuel de l'Etat. Ils sont estimés à 370 milliards de F CFA en 2005 alors que les subventions pétrolières du Sénégal qui se sont chiffrées à 23 milliards de F CFA en 2002 sont passées à 117 milliards de F CFA en 2006 (source Bilan énergétique de 2007).

Liste des produits importés par le Sénégal Combustibles minéraux, huiles minérales

Libellé produit	Valeur importée en 2007 en F CFA	Valeur importée en 2008 en F CFA	Valeur importée en 2009 en F CFA
Huiles de pétrole/ (huiles brutes exclusives)	363 968 559 450 F	386 961 148 900 F	263 026 181 950 F
Huiles brutes de pétrole ou de minéraux	192 886 980 700 F	342 165 594 100 F	184 017 868 050 F
Houilles; briquettes,	43 025 443 500 F	50 804 079 400 F	33 239 619 050 F
Gaz de pétrole et autres hydrocarbures gazeux	9 947 255 750 F	16 117 945 250 F	22 219 545 350 F

(Source Comtrade 2011) F

La facture pétrolière du Sénégal est passée de 185 milliards FCFA en 2000 à 327 milliards FCFA en 2005, ce qui entraîne une forte sortie de devises influant négativement sur la balance commerciale du pays. Aujourd'hui on constate les mêmes tendances haussières même si des statistiques ne sont pas disponibles pour le conforter.

Liste des produits importés par le Sénégal Combustibles minéraux, huiles minérales

Libellé produit	2007	2008	2009
	Quantité importée, Tonnes	Quantité importée, Tonnes	Quantité importée, Tonnes
Huiles de pétrole/ (huiles brutes exclusives)	1 287 644	972 040	1 097 058
Huiles brutes de pétrole ou de minéraux	669 142	930 801	777 881
Houilles; briquettes,	301 239	254 897	315 817
Gaz de pétrole et autres hydrocarbures gazeux	128 832	125 266	118 229

(Source Comtrade 2011)

Au niveau national et mondial, la hausse des prix du pétrole entre 2004 et 2008 a clairement montré l'importance de diversifier le portefeuille énergétique, de s'employer résolument à améliorer l'efficacité énergétique et de mieux s'armer pour faire face à la forte instabilité des prix de l'énergie et aux crises futures. Les cours mondiaux moyens du pétrole ont augmenté de 29 dollars le baril entre 1999 et 2001 (en dollars de 2008), à 97 dollars en 2008.

Importation : Pétrole/de minéraux bitumineux (huiles brutes exclues)

Libellé produit	Valeur importée en 2007	Valeur importée en 2008	Valeur importée en 2009
Pétrole légers distillats, n.d.a.	343 622 988 750 F	370 746 623 900 F	250 994 938 900 F
Essence pour aviation	20 346 068 500 F	15 998 198 150 F	12 028 426 550 F
Huile de pétrole et produits n.d.a.	NA	216 353 050 F	2 816 500 F

(Source Comtrade 2011)

Les bioproduits, les biocarburants et la chaleur présentent à l'horizon 2050 des perspectives de parts de marché d'environ 30 %. Les biocarburants apparaissent comme la seule alternative significative à court terme pour les carburants liquides. C'est une problématique européenne et mondiale.

1.1. L'activité de production de cultures énergétiques

La zone UEMOA produit plusieurs cultures utilisées pour l'alimentation humaine et animale qui peuvent être transformées pour fournir de la bioénergie. Ces plantes sont la canne à sucre, le sorgho, le manioc, les noix de cajou, l'huile de palme et les arachides.

L'éthanol est aujourd'hui produit à partir de deux grands types de cultures : les plantes sucrières (cannes à sucre, betteraves) et des plantes amylacées (blé, maïs). Ces différentes filières passent toutes par une étape de fermentation qui transforme les sucres en éthanol et une étape plus ou moins poussée de distillation qui sépare l'alcool de l'eau.

Les EMHV sont produits à partir d'huiles végétales issues par exemple de colza, de tournesol, de soja ou même de palme. Dans le cas où l'huile provient du broyage de graines (colza, soja, tournesol), un résidu solide (le tourteau) est produit (1 à 1,5 tonne de tourteau/tonne d'huile).

• **La culture de canne à sucre** (particulièrement utilisée en Amérique du Sud et en Inde) contient environ 14% de sucres fermentescibles (Bullock, 2002), qui,

après extraction, peuvent être directement convertis en éthanol. Un sous-produit est la bagasse fibreuse de canne à sucre, qui peut être employée pour la production de l'énergie pour une unité de distillation. Le rendement moyen d'éthanol est environ 80 litres par tonne de canne ; au Brésil, le rendement moyen d'éthanol par ha de canne est 5 500 l/ha (Berg, 2004).

- Le sorgho à sucre. Le sorgho à sucre est une culture qui offre plusieurs bénéfices. Il fournit notamment du carburant (éthanol), de l'électricité, de la nourriture (céréales), et de fourrage (feuilles) et a différentes applications rurales, industrielles et commerciales. Le sorgho à sucre est cultivé dans cette région.

- La biomasse pour l'électrification rurale. Les biocarburants comme les huiles végétales et le biodiesel offrent des opportunités pour la production de courant électrique à petite échelle au niveau des communautés rurales. Un grand nombre d'arbres et d'arbustes produisent des graines oléagineuses qui ne sont pas en concurrence avec la production de nourriture ou l'utilisation des terres et qui ont un faible impact sur l'environnement.

- La biomasse pour des combustibles plus verts à usage domestique. Des réchauds de conception nouvelle et des programmes d'utilisation de matières premières organiques (ex. biogaz, gel éthanol) peuvent potentiellement libérer du temps pour les femmes et les enfants, temps passé aujourd'hui à ramasser du bois de chauffe, tout en réduisant les effets négatifs sur la santé et en ralentissant la déforestation. La diffusion généralisée de nouveaux réchauds devrait être une priorité.

1.1.1. Production et producteurs

Au Sénégal, le sucre est produit par le Compagnie Sucrière Sénégalaise (CSS), situé à Richard Toll (environ 400 kilomètres au nord de Dakar). La compagnie exploite un total de 10 à 15 000 ha canne cultivée sur ses terres et produit approximativement 90 000 à 100 000 tonnes de sucre annuellement (89 200 tonnes en 2009). Une vue d'ensemble des données de production est fournie dans le tableau ci-dessous.

Données de production de CSS

Superficie cultivée par de la canne à sucre (ha)	7 500
Production de canne (t/an)	900 000
Production de sucre (t/an)	90 000
Production de mélasses (t/a)	35 000

Source: CSS (2006)

L'excédent de production de mélasse des dernières années a été autour 30 000-35 000 tonnes par an. Le contenu de sucre est élevé, approximativement 60%. Jusqu'à présent, approximativement 20% de la mélasse est vendu comme aliment pour bétail, le reste est stocké sur des lacs artificiel depuis des années.

La CSS a déjà engagé les travaux de construction d'une usine va produire de l'éthanol industriel (96%) pour l'industrie sénégalaise et de l'éthanol anhydre pour le carburant. L'énergie exigée (vapeur et électricité) est assurée par l'usine de sucre ; les vinasses résultantes seront employées comme engrais. Le Tableau ci-dessous donne une vue d'ensemble des entrées et des sorties prévues de l'usine.

Données de production de l'éthanol par CSS

Utilisation annuelle de mélasse (t/an)	35
Contenu en sucre (%)	60
Production d'éthanol industriel (m ³ /an)	2
Production d'éthanol anhydre (t/an)	10
Production d'éthanol anhydre (m ³ /an)	12
	500

Source: CSS (2006)

Ce sont des producteurs industriels qui maîtrisent la filière et exploitent des superficies importantes pour les besoins de la transformation.

L'Ethanol ou le gel-fuel dont la production au Sénégal, a été initiée par la Compagnie sucrière sénégalaise (CSS). L'entreprise produit environ 35 000 tonnes de mélasse à forte teneur en sucre. Elle projette de pouvoir transformer la mélasse en 2 500 m³ d'éthanol industriel et en 10 000 tonnes (12 500 m³) d'éthanol anhydre comme biocarburant.

L'éthanol obtenu est solidifié pour être adapté au réchaud ou au fourneau à pétrole. Ce procédé très développé au Zimbabwe, a fait l'objet de tests d'acceptabilité positif au sein de ménages à Dakar.

L'idée de promouvoir le gel-fuel en Afrique est une initiative du programme RPTES (Regional Programme for the Traditional Energy Sector) de la Banque mondiale.

Le Gel fuel est composé d'Ethanol (76 %), d'eau (19 %) et de cellulose (5 %). Son pouvoir calorifique de 22,3 MG (mega joules) / kg est plus élevé que celui du bois (16 MJ / kg) et est proche de celui du charbon de bois (27 MJ / kg). Ce produit offre plus de sécurité que le gaz. Il demeure encore au stade d'expérimentation. La requête pour des études de faisabilité et d'évaluation réelle des investissements est en cours.

1.1.2. Les zones de production de l'éthanol

Il existe un potentiel considérable pour la production de l'éthanol au Sénégal. C'est à Richard Toll dans la zone nord où la Compagnie Sucrière Sénégalaise (CSS) produit approximativement 35 000 tonnes de mélasse avec un fort contenu en sucre, qu'ils projettent de transformer en 2 500 m³ de l'éthanol industriel (96%) et de 10 000 tonnes (12 500 m³) d'éthanol anhydre comme biocarburant.

1.2. La destination des produits

La majorité de la production de cultures énergétiques est utilisée dans l'alimentation et, est en grande partie sauf pour le Jatropha, consommée dans les Pays d'origine. Seulement une partie infime est destinée à un usage industriel.

Plusieurs procédés chimiques ou mécaniques existent pour transformer les cultures énergétique en produits semi finis ou finis depuis le décorticage de la graine de cultures énergétiques pour produire de l'huile, des tourteaux jusqu'à sa transformation en énergie supplantant l'énergie fossile.

Il existe aujourd'hui deux grandes filières de biocarburants de première génération : **l'éthanol qui est utilisé dans des moteurs de type "essence" et les esters méthyliques d'huiles végétales (EMHV) destinés à un usage**

dans les moteurs de type "diesel". L'éthanol est le biocarburant dont l'usage est le plus répandu dans le monde, il a été produit à hauteur de 42 Mt en 2007, pour l'essentiel au Brésil et aux États-Unis. La production d'EMHV a été de l'ordre de 8,5 Mt en 2007, réalisée pour l'essentiel en Europe

L'éthanol et le biodiesel sont principalement utilisés **comme biocarburants destinés aux transports**. L'éthanol est un substitut de l'essence et le biodiesel peut remplacer le diesel. Un litre d'éthanol a un potentiel énergétique d'environ 75 %, comparé à l'essence ; un litre de biodiesel contient 85 % d'un litre de diesel classique. L'éthanol est le biocarburant le plus important en termes de volume, représentant plus de 85 % de la production mondiale de biocarburants.

2. ASPECTS PHYSIQUES ET TECHNIQUES

2.1. Conditions requises pour la production

Les cultures énergétiques sont actuellement cultivées avec des techniques très approximatives et très variables. On trouve des cultures sur sols plats, des cultures sur sols billonnés.

Les cultures énergétiques produisent différents types de biomasse qui peuvent être transformés en n'importe quelle sorte de vecteur d'énergie voulue, en appliquant diverses techniques. Actuellement, trois voies de conversion sont appliquées à grande échelle :

1. Les cultures énergétiques produisant de la biomasse lignocellulosique (**copeaux ou granulés de bois**) > **Combustion** > **chaleur et électricité**
2. Les cultures énergétiques produisant du sucres (principalement canne à sucre et betterave sucrière) **ou amidons (maïs surtout)** > **Fermentation** > **Ethanol**
3. Les cultures énergétiques produisant de l'huiles végétales (**principalement tournesol, huiles de palme et de soja**) > **Estérification** > **Biodiesel (produite à partir du Jatropha)** ;

Les caractéristiques essentielles pour la production des matières premières issues des cultures énergétiques peuvent se résumer ainsi:

Comparaison du rendement des cultures énergétiques

Conditions de développement optimales	Rendements éthanol/huile (l/ha)	Pluviométrie préférentielle (mm/an)	Sensibilité à l'approvisionnement en eau	Utilisation d'engrais
Ethanol				
Canne à sucre	4 000 – 8 000	1 500 – 2 500	Forte	Forte
Maïs	700 – 3 000	700 – 1 500	Forte	Moyenne
Sorgho sucré	3 000 – 6 000	400 – 650	Faible à moyenne	Moyenne
Manioc	1 750 – 5 400	1 000 – 1 500	Faible à moyenne	Faible/ Moyenne
Biodiésel				
Huile de palme	2 500 – 6 000	1 800 – 5 000	Forte	Faible
Jatropha	400 – 2 200	600 – 1 200	Faible à moyenne	Faible

(Sources : FAOSTAT, Mielke (2007),

2.1.1. Conditions physiques

❖ Ressources en eau

Certaines plantes utilisées pour la bioénergie peuvent augmenter la rétention hydrique des sols fragiles, ce qui améliore l'accès à l'eau des plantes alentour et aide à combattre la désertification. Etant donné les faibles précipitations et les bas niveaux des nappes phréatiques, la conservation de l'eau, la récupération des précipitations et d'autres techniques pourraient être plus adaptées pour certains pays

❖ Itinéraires techniques

L'éthanol et l'huile végétale peuvent tous deux servir de base, à l'aide de produits pétroliers, à la production d'additifs de carburants, dont les principaux sont l'ÉthylTertioButylÉther (ETBE) et les Esters Méthyliques d'Huiles Végétales (EMHV).

1°) L'*ETBE* est obtenu par éthérisation de l'isobutène par l'éthanol ; d'un point de vue massique, 0,45 kg d'éthanol et 0,55 kg d'isobutène vont permettre la synthèse de 1 kg d'*ETBE*.

2°) Les *EMHV* sont issus de la trans-estérification des triglycérides présents dans l'huile végétale avec un alcool, ici le méthanol, il peut être considéré que l'ajout de 0,1 kg de méthanol à 1 kg d'huile végétale va permettre la production de 1 kg d'*EMHV* et de 0,1 kg de glycérine.

2.2. Outils et techniques de transformation

Les cultures énergétiques par un procédé de transformation, se classent ensuite en fonction du carburant pétrolier, essence ou gazole, auquel peut se substituer leur produit. La première génération de carburants végétaux permet d'obtenir les composés suivants :

- ❖ l'éthanol, qui, de par ses caractéristiques, est un substitut de l'*essence*. Il est obtenu par fermentation des sucres disponibles dans les végétaux, soit directement (canne à sucre, betterave, etc), soit après hydrolyse de l'amidon, un polymère de sucre (céréales telles que maïs ou blé, pomme de terre, etc).

- ❖ l'huile végétale, dont les acides gras l'approche plus d'un *fioul* ou d'un *gazole*. Cette huile est extraite directement des graines (colza, tournesol, soja, etc.), par trituration, ou des fruits (palmier à huile, olivier, etc.) de plantes oléagineuses. Son utilisation est alors possible après quelques traitements et purifications. L'éthanol ne peut pas concurrencer le butane comme combustible domestique, son niveau de prix étant presque deux fois celui du butane (sur une base énergie-pour-énergie). Si les subventions sur le butane sont abandonnées, il pourrait être produit et distribué compétitivement et pourrait le concurrencer.

Une comparaison entre le niveau des prix de revient d'éthanol anhydre à ceux de l'essence prouve que l'éthanol peut être un biocarburant très concurrentiel. Son niveau de prix, sur une base énergie-pour-énergie, représente seulement la moitié du prix à la consommation de l'essence.

2.3. Description générale du processus

La manière la plus commune de produire l'éthanol est par la conversion biologique (fermentation) des sucres ou des amidons, par exemple le jus de betteraves et de canne à sucre, ou les amidons transformés du maïs, du blé ou des pommes de terre. S'il y a lieu, l'éthanol produit peut être purifié par une ou plusieurs étapes de séparation.

Le processus général de la conversion de la biomasse en éthanol pur peut être divisé en cinq phases distinctes :

1. Rendre disponibles les ressources de sucre ou d'amidon. Une grande partie des sucres disponibles ou des amidons sont confinées dans la biomasse (maïs, canne à sucre, etc....), signifiant qu'elles ne sont pas facilement disponibles. En décomposant les structures, les sucres deviennent disponibles.

2. Hydrolyse des sucres polymères. Avec l'hydrolyse, les sucres polymères sont réduits en sucres monomériques. Les méthodes pour l'hydrolyse sont entre autres: application de chaleur, d'acides, d'enzymes ou une combinaison de ceux-ci.

3. Fermentation. La conversion des sucres en éthanol de nos jours est faite par l'utilisation de monocultures de levure. Les paramètres importants de la fermentation sont une teneur en alcool élevée et une faible consommation d'énergie et une réduction de la durée de l'opération.

4. Distillation. La distillation est une technologie bien connue pour la séparation des mélanges des liquides avec différents points d'ébullition. La distillation permet d'obtenir un contenu en éthanol jusqu'à 96% par unité de volume.

5. Déshydratation. Dans cette dernière étape l'éthanol est séparé de l'eau pour obtenir une teneur en eau de moins de 0,3% par unité de volume, signifiant un éthanol avec plus de 99,7% de pureté. Pour cette séparation, des technologies habituelles sont employées comme des membranes ou des tamis moléculaires.

6. Stockage et distribution

L'éthanol pur est une substance non corrosive et non-agressive qui peut être emballée et stockée dans un éventail de récipients de plastique ou en métal. Cependant, l'éthanol avec une teneur plus élevée en eau (et le gel fuel) est légèrement corrosif.

Au niveau des petites quantités, (par exemple entre 1-20 litres de capacité), les récipients de plastique peuvent constituer des moyens commodes et relativement peu coûteux de l'emballage. Les récipients métalliques peuvent être réutilisés plusieurs fois avec un système de collecte et de reconditionnement.

2.4. Processus de Transformation de l'Ethanol : Cas CSS

La mélasse de canne à sucre est diluée pour réduire le contenu de sucre aux niveaux fermentescibles (autour 20%). La mélasse diluée peut être fermentée dans les cuves de fermentation, qui sont maintenues à une température optimale de fermentation. La réutilisation de levure peut garder des concentrations en cellules de levure aux niveaux suffisants sans approvisionnement continu en nouvelle levure. La distillation du lavage fermenté donne un éthanol à 96%, qui peut être dénaturé et emballé en tant que tels ou gélifié, ou il est déshydraté pour former l'éthanol anhydre. La puissance et la chaleur seront assurées à partir de la sucrerie

Le Tableau ci dessous donne une vue d'ensemble des entrées d'une d'usine de transformation de mélasse en éthanol de 15 000 m³/an d'éthanol.

Intrants usines d'éthanol / gel fuel de 15 000 m³/an

	Unité	unités/m ³ éthanol	unités/an
Matière première	tonne	2,3	35 000
Chaleur	GJ	5	75 000
Electricité	MWh	150	2 250
Eau Dénaturants	m ³	10	150 000
MEK	kg	8,14	122 100
Bitrex	kg	0,01	150
Main d'œuvre	etp	-	20
Gélifiant	kg	17,0	285 000

(Source Etude UEMOA biocarburant 2008)..

❖ Besoins en matière de base - la production estimée de mélasse de la sucrerie est de 35 000 t/an à partir de laquelle 15 000 t/a d'éthanol peut être produit selon la CSS. La part de la mélasse par unité d'éthanol est ainsi 2,33 kg/l

❖ Besoins en énergie - pour une demande de la chaleur de 5 MJ/l, les besoins en énergie annuels totaux seraient de 75 000 GJ. La consommation annuelle d'électricité, à 0,15 kWh par litre, serait de 2 250 000 kWh.

❖ Besoins en eau - estimés à 10 litres par litre d'éthanol, c.-à-d. 15 000 m³/an.

❖ Autres inputs - en particulier produits chimiques de processus et levure.

❖ Dénaturants - par exemple 1%pd de MEK (122 t/an) et 10 g de Bitrex par m³ (150 kg/an).

❖ Gélifiant - par exemple 2%pd Bermocol (385 t/an).

❖ Besoins de main-d'œuvre - estimés à 20 personnes.

Pour la production biochimique de l'éthanol, fondamentalement trois types de matières de base existent : les sucres, l'amidon et la cellulose. Une vue d'ensemble des caractéristiques et des rendements d'éthanol typiques de différentes sources est présentée dans le tableau ci-dessous.

Caractéristiques et rendements d'éthanol typiques de différentes matières premières

Matériel	Contenu de sucre / amidon (%pd)	Rendement d'éthanol (l/t)	Rendement d'éthanol (l/ha)
Canne à sucre	1	8	5 500
Sorgho sucré	1	6	4 000
Pomme d'anacardier	7	3	73
Mélasses	5	2	N/A
Blé	6	4	2 000
Mais	6	4	3 000
Manioc	2	1	2 100

(Source Etude UEMOA biocarburant 2008)..

3. ASPECTS REGLEMENTAIRES ET INSTITUTIONNELS

3.1. Réglementation intérieure en vigueur

Aucune réglementation n'est exigée pour la production de l'éthanol pour du biodiésel. La nomenclature codifiée par l'UEMOA classe les produits issus des cultures énergétiques selon la nature de ceux-ci.

Nomenclature des produits de l'UEMOA

Code produit	Libellé produit
12.07.40.00.00	- Graines de cultures énergétiques
15.15.50.00.00	- Huile de cultures énergétiques et ses fractions

3.2. Les structures d'appui du secteur

3.2.1. Structures administratives

- ❖ **DASP (Direction de l'Appui au Secteur Privé)** 115, rue SC 126 Sacré Cœur 3 pyrotechnie Dakar Tél. : (221) 33 869 94 94 Fax : (221) 33 864 71 71
- ❖ **L'ANCAR** (Agence Nationale de Conseil Agricole et Rural) est un partenaire stratégique de l'ensemble des intervenants dans l'agriculture.
- ❖ **L'ISRA** (Institut Sénégalais de Recherche Agricole) est reconnu dans ses travaux effectués par ses chercheurs mobilisés le plus souvent dans le cadre de projets sous-régionaux.

3.2.2. Structures professionnelles

Les institutions de recherche et de formation (Isra, ITA, ENSA, UCAD), les organisations non gouvernementales (CRS, VSF, Gadec), les organisations paysannes (CNCR, AAJAC/Colufifa, EGAT, EGAN, FADECBA, Kawral Féddé, UNICOM) et les structures d'encadrement et d'orientation (MAH, ANCAR, FNRAA, ex projet PRIMOCA) à travers des conventions de partenariat ont permis la valorisation du cultures énergétiques.

- ❖ **OXFAM/ Belgique : développement** de la production, amélioration de la capacité de trituration par la mise en place d'unités artisanales, recherche agricole, recherche /action ;
- ❖ **Primoca : renforcement** des capacités, développement de la production, développement de la capacité de trituration par la mise en place d'une unité d'extraction d'une capacité de 700Kg /heure, recherche variétale.
- ❖ **Projet d'appui aux ONG** : amélioration de la capacité de production par l'acquisition d'équipements agricoles et d'intrants, appui à la mise en place d'un système de commercialisation, de transport et de groupage, renforcement des capacités...

4. ASPECTS ENVIRONNEMENTAUX

Les investissements en bioénergie dans le pays doivent prendre en compte les impacts potentiels des changements climatiques dans la région cible. Les choix des cultures et des pratiques agronomiques devront être adaptés, et devront s'adapter aux changements des précipitations et autres impacts. De même, les investissements dans les infrastructures pour la bioénergie, tels que les centres de traitement, doivent être effectués dans l'optique de l'adaptation aux changements climatiques.

4.1. Conditions d'installation

Avant de démarrer l'activité, le promoteur doit trouver une superficie conséquente (entre 50 hectares et 100 hectares) pour accueillir les différents volets d'exploitation et l'emplacement doit être accessible pour les livraisons d'intrants et les évacuations des productions vers les marchés et autres lieux de vente.

Une exploitation de cette dimension doit, avant son installation, disposer du certificat de conformité environnementale.

Les impacts réels et potentiels positifs comme négatifs résultant de l'intensification de la production des cultures énergétique sont résumés ci-après :

- ❖ Réduction des superficies des zones humides et de leurs fonctions
- ❖ Baisse de la quantité d'eau en cas d'irrigation
- ❖ Baisse de la qualité de l'eau (due aux charges de nutriments/d'effluents et à la sédimentation) et risque accru d'eutrophisation
- ❖ Perte de biodiversité
- ❖ Réduction des moyens d'existence alternatifs tirés des zones humides (revenus et nourriture)
- ❖ Changement des moyens d'existence et des revenus
- ❖ Pressions foncières et conflits accrus
- ❖ Baisse de la production alimentaire
- ❖ Augmentation de l'emploi rural, meilleure accessibilité et accès aux marchés
- ❖ Meilleur accès à l'énergie en milieu rural s'il y a une transformation sur place.

4.2. Normes

Les normes consistent en la définition des produits, la fixation de règles, d'exigences minimales auxquelles doit satisfaire un produit, qui est appelé à être commercialisé à l'échelle nationale ou internationale. Fabriquer un produit selon les normes est une obligation incontournable mais aussi commercialement utile.

5. ASPECTS ECONOMIQUES ET COMMERCIAUX

5.1. Le marché national et international

Le Sénégal dispose de certaines ressources énergétiques, encore insuffisamment exploitées : hydroélectricité sur les fleuves Sénégal et Gambie, tourbe, gaz naturel, énergie éolienne sur la bande côtière, et énergie solaire ; même si des programmes de diversification des approvisionnements en énergie sont initiés. Et à ce titre la promotion des cultures énergétiques constitue une aubaine pour satisfaire à cette demande croissante d'année en année.

5.1.1. Principales caractéristiques de la demande nationale

Les consommations de pétrole et d'électricité croissent fortement depuis 10 ans (en moyenne 5% par an environ). Bois et charbon de bois couvrent environ 60% des besoins des consommateurs. Les transports absorbent environ 40% de la consommation de pétrole et l'industrie consomme environ la moitié de l'électricité. La consommation en énergie est de 271 kg équivalent pétrole par habitant, ce qui donne une consommation globale **de 3 523 000 tonnes** en équivalent pétrole. Aujourd'hui toute cette demande est pourvue par les importations issues des énergies fossiles, alors que les biocarburants sont devenus dans certains pays (Brésil, Inde) une alternative à la dépendance du pétrole.

5.1.2. La demande extérieure de produits biocarburants

La demande mondiale de cultures énergétiques et des produits est constamment en hausse. Actuellement, elle est de loin supérieure à l'offre. Les grands producteurs (Brésil et Inde) sont incapables de faire face à cette demande sans cesse croissante.

Les projections se basent sur l'hypothèse selon laquelle 5 % de la consommation européenne et américaine d'éthanol et de biodiésel sont couverts par les biocarburants africains en 2020. Cela entraînerait une demande **de 6,6 milliards de litres d'éthanol pour les Etats-Unis** et **de 1,45 milliards de litres pour l'Union européenne**. De plus, les Etats-Unis seraient des deux le plus gros importateur de biocarburant, avec des besoins de 1,6 milliard de litres contre 1,1 milliard de litres pour l'Union européenne.

5.1.3 Principales caractéristiques de l'offre

Type	Principales caractéristiques de l'offre
<u>Offre de l'Ethanol</u>	<p>L'éthanol comme énergie de cuisson est techniquement faisable dans le contexte Sénégalais eu égard aux tests d'acceptabilités menés par le Programme de Gestion durable Participative des Energies Traditionnelles et de Substitution (PROGEDE) dans les années 2000. L'éthanol de cuisson pourrait même devenir plus rentable si la subvention accordée au gaz est levée, décision qui devait avoir lieu depuis 2004 mais pas encore actuelle en 2006.</p> <p>Au Sénégal, le sucre est produit par le Compagnie Sucrière Sénégalaise (CSS), situé à Richard Toll (environ 400 kilomètres au nord de Dakar). La compagnie exploite un total de 10 à 15 000 ha canne cultivée sur ses terres et produit approximativement 90 000 à 100 000 tonnes de sucre annuellement. L'excédent de production de mélasse des dernières années a été autour 30 000-35 000 tonnes par an. Le contenu de sucre est élevé, approximativement 60%. Jusqu'à présent, approximativement 20% de la mélasse est vendu comme aliment pour bétail, le reste est stocké sur des lacs artificiel depuis des années. La CSS a déjà engagé les travaux de construction d'une usine va produire de l'éthanol industriel (96%) pour l'industrie sénégalaise et de l'éthanol anhydre pour le carburant.</p>
<u>Production Locale Biodiesel et valeur ajoutée.</u>	<p>Le potentiel pour la production de l'éthanol au Sénégal est considérable. La Compagnie Sucrière Sénégalaise (CSS) produit approximativement 35 000 tonnes de mélasse avec un fort contenu en sucre, qu'elle projette de transformer en 2 500 m³ de l'éthanol industriel (96%) et de 10 000 tonnes (12 500 m³) d'éthanol anhydre comme biocarburant.</p>

5.2. Potentiel de développement du marché

1°) Pour la production de l'éthanol, du gel fuel et/ou des biocarburants présente des avantages économiques pour le Sénégal. (Source Etude UEMOA biocarburant 2008).

- ❖ Dépendance réduite sur les carburants importés. Chaque m³ d'éthanol (95%) peut remplacer 572 litres de kérosène ou 440 kg de gaz butane. Chaque m³ de l'éthanol anhydre (biocarburant) peut remplacer 644 litres d'essence. Le résultat des substitutions de combustibles fossiles par 15 000 m³/an d'éthanol sont présentés ailleurs.
- ❖ La réduction des devises étrangères dépensées sur les carburants. Chaque litre d'éthanol (95%) épargne 135 FCFA de dépense de forex sur le butane. Chaque litre de biocarburant épargne 191 FCFA de dépense de forex sur l'essence.
- ❖ Impulsion économique et création d'emploi dans le secteur de production d'éthanol.
- ❖ Le Sénégal possède plus de 240 000 hectares sur la vallée du Fleuve Sénégal qui peut produire de grandes quantités de matières premières pour l'éthanol et le biocarburant. Plusieurs grandes compagnies s'intéressent à la filière pourghère pour la production de biocarburant: la CSS, NYCOMB, SODEFITEX, Bioking. L'Agence internationale de l'énergie prévoit une demande intérieure de biocarburants africains d'environ 3,5 Mtep en 2030 (c'est-à-dire, environ 2 milliards de litres). Peu de pays africains ont des politiques en matière de biocarburants et le Sénégal est dans une dynamique de promotion des cultures énergétiques pour bien se positionner comme exportateur.

6. INVESTISSEMENTS NECESSAIRES

Les installations pour une ferme sont toujours d'une échelle relativement petite (jusqu'à plusieurs milliers de litres par jour), bien qu'elles utilisent des installations (semi) industrielles pour la fermentation et/ou la distillation. Ces types d'installations sont habituellement bien conçues et optimisées, bien que moins complexe que les installations industrielles à grande échelle. Le matériel et l'efficacité énergétique sont légèrement limités par la taille. Les coûts d'investissement spécifiques sont dans la gamme de 262 000 F CFA-393 000 F CFA/tonne.

6.1. Equipements à acquérir

Les tableaux suivant indiquent les investissements raisonnables à réaliser selon la taille de l'exploitation. Les prix mentionnés sont indicatifs et s'entendent pour du matériel neuf en provenance de France ou d'Italie, livré CAF à Dakar (Source Etude UEMOA biocarburant 2008).

Coûts d'investissement des usines d'éthanol, gel fuel et biocarburant (FCFA)

	Ethanol (95%)	Gel fuel	Biocarburant
Capacité (m ³ /an)	15 000 m ³ /an	16 765 m ³ /an	14 293 m ³ /an
Ligne de distillation			
Investissements (FCFA)	314 400 000 F		

6.2. Compte d'exploitation prévisionnelle

6.2.1. Les éléments du compte d'exploitation

- ❖ Les coûts de la mélasse sont de 30 000 FCFA/t. Le prix de la mélasse comme aliment de bétail est considérablement élevé (environ 70 FCFA/kg) sur le marché de détail.
- ❖ La chaleur et l'électricité seront obtenues à partir de l'usine de sucre. Les niveaux des prix sont pris de l'étude de faisabilité fait en 2008 pour la CSS (23 FCFA/kWh pour l'électricité et de 4 000 FCFA/GJ pour la chaleur) (Source Etude UEMOA biocarburant 2008)..
- ❖ .Besoins en eau - estimés à 10 litres par litre d'éthanol, c.-à-d. 15 000 m³/an. Le prix sur place est fixé à 40 FCFA/m³.
- ❖ L'entretien annuel est de 3% du coût d'investissement.

6.2.2. Prix de revient et Seuil de Rentabilité

La détermination du cash flow généré par l'exploitation de cultures énergétiques en fonction de l'itinéraire de production avec la structure des dépenses d'exploitation (charges fixes et charges variables) qui se décompose comme suit : Une vue d'ensemble des différents coûts pour la production de l'éthanol, du gel fuel et de l'éthanol anhydre est fournie dans le Tableau ci-dessous (Source Etude UEMOA biocarburant 2008).

Coûts de production pour l'éthanol (95%), le gel fuel et le biocarburant (petite échelle)

	Ethanol (95%) FCFA/l	Gel fuel (FCFA/l)	Biocarburant (FCFA/l)
Production annuelle (m³/a)	1 500	1 675	1 420
Matière première	87,5 F	78,3 F	91,8 F
Energie et eau	23,9 F	21,3 F	25,0 F
Autres entrées	8,0 F	62,9 F	2,1 F
Maintenance	6,3 F	5,6 F	6,8 F
Emballage et distribution	41,3 F	49,0 F	12,1 F
Coûts de production variables HTVA	167,0 F	217,1 F	137,8 F
Main d'œuvre	1,5 F	1,4 F	1,6 F
Frais Financiers	41,8 F	37,4 F	45,2 F
Amortissement	20,96 F	18,75 F	21,99 F
Coûts de production fixes	64,26 F	57,55 F	68,79 F
Coût de Revient production	231,26 F	274,65 F	206,59 F
Charges variables/An	250 500 000 F	363 642 500 F	195 676 000 F
Charges fixes/An	96 390 000 F	96 396 250 F	97 681 800 F
	Ethanol	Gel fuel	Biocarburant
Prix de vente HTVA /Litre	278 F	342 F	268 F
Prix de vente TTC/Litre	328 F	403 F	316 F
Chiffres d'Affaires estimé TTC	492 000 000 F	675 025 000 F	448 720 000 F
Taux de Marge Brute	40%	37%	49%
Seuil de Rentabilité/An	240 975 000 F	260 530 405 F	199 350 610 F
Seuil de Rentabilité en litres	734 614 L	646 477 L	630 856 L

Le compte d'exploitation prévisionnelle du projet en année de croisière se présente comme suit selon la variante Ethanol:

	Montant
PRODUIT	
Vente produits	492 000 000 F
Charges variables	250 500 000 F
MARGE BRUTE D'EXPLOITATION	241 500 000 F
Charges fixes	96 390 000 F
REVENU BRUT D'EXPLOITATION	145 110 000 F
Impôts	36 277 500 F
REVENU NET D'EXPLOITATION	108 832 500 F
CASH FLOW	140 272 500 F

6.2.3. Rentabilité financière

	Ratio
Ratio du retour sur investissement ROI:	2 Ans et 2 mois 4 jours
Rentabilité exploitation	22,12%
Taux de rentabilité interne (TRI)	28%

7. ANALYSE DE L'ATTRACTIVITE ET DE LA FAISABILITE DU CRENEAU

Secteur primaire agriculture : cultures énergétiques

CULTURE ENERGETIQUES : ETHANOL/BIOCARBURANTS

Données de référence activités BDEF 2010			
AGRICULTURE, ELEVAGE	2007	2008	2009
Chiffres d'Affaires en millions de F	108 520	135 794	117 855
Taux de croissance du CA		8%	
Valeur des exportations en % CA			0,4%
Importance de la valeur ajoutée en millions de F	18 125	19 179	26 172
Importance de la valeur ajoutée %	17%	14%	22%
Importance Innovation et R&D en millions de F	40	56	77

CAS PRATIQUE : Non Disponible			
	2007	2008	2009
Chiffres d'Affaires en millions de			
Taux de croissance du CA			
Part des exportations en % CA			

Résultats Appréciation Créneau	1	2	3	4	5		
Attractivité du créneau et Participation à la croissance							
	<i>Niveau de croissance</i>		5%	10%	15%	20%	30%
Quel est le niveau de Croissance du marché							
	<i>Niveau de production, et transformation</i>		Très faible	faible	Moyen	Important	Très important
Niveau de valorisation et gamme de produits							
	<i>Possibilités d'exportation</i>		Très faible	faible	Moyen	Important	Très important
Importance des Marchés à l'exportation							
	<i>Niveau Valeur ajoutée</i>		5%	10%	15%	20%	30%
Importance de la valeur ajoutée à dégager							
Faisabilité et existence de Facteurs Clés de Succès FCS							
	<i>Innovation et Niveau de technicité</i>		Très faible	faible	Moyen	Important	Très important
Les possibilités d'innovation, connaissance technologique ?							
	<i>Apport au développement des régions</i>		Très faible	faible	Moyen	Important	Très important
Apport au développement local ou régional							

8 . CONTACTS ET SOURCES D'INFORMATION

Sites Internet

Agence internationale de l'énergie, Bioénergie : www.ieabioenergy.com/

Fuel for Agriculture in Communal Technology: www.fact-fuels.org

International Food Policy Research Institute: www.ifpri.org/

Réseau International d'Accès aux Energies Durables : www.riaed.net

Renewable Fuel Agency : <http://www.dft.gov.uk/rfa/>

Table ronde pour des biocarburants durables : <http://cgse.epfl.ch/>

CERER Centre d'Études et de Recherche sur les Énergies Renouvelables

E-mail : cerer@ucad.sn Tél. : (221) 33 832 10 53 Site web : www.ucad.sn