



Le 2<sup>ème</sup> Séminaire International sur les Energies Nouvelles et  
Renouvelables

The 2<sup>nd</sup> International Seminar on New and Renewable  
Energies

Unité de Recherche Appliquée en Energies Renouvelables,

Ghardaïa - Algérie 15, 16 et 17 Octobre 2012



# LE BIOETHANOL

<sup>1,2</sup>KECHKAR Madina, <sup>1</sup>AZIZA Majda

<sup>1</sup>Centre de développement des énergies renouvelables  
BP62 route de l'observatoire Bouzareah Alger

<sup>2</sup>Ecoles nationale polytechnique  
kechmad@yahoo.fr

**Résumé :** L'intérêt pour le développement des ressources énergétiques renouvelables s'est grandement intensifié au cours des dernières années avec la croissance des préoccupations environnementales et la hausse vertigineuse des prix des carburants fossiles.

L'éthanol fabriqué à partir des sucres fermentescibles contenus dans les végétaux est un biocarburant qui présente un grand potentiel comme substitut à l'essence.

Le problème majeur avec la production du bioéthanol est la disponibilité des matières premières. La biomasse lignocellulosique est la plus prometteuse considérant sa grande disponibilité et son faible coût. L'Algérie peut très bien valoriser ses ressources naturelles, profiter d'un marché prometteur et en même temps contribuer aux réductions de gaz à effet de serre. Dans cette optique nous allons nous intéresser à la production du bioéthanol cellulosique.

**Mots clés :** énergies renouvelables, biomasse, lignocellulose, bioéthanol.

## 1- Introduction :

Aujourd'hui, face à une pollution sans cesse croissante et des réserves en pétrole qui s'amenuisent, une question se pose : comment limiter, voire remplacer le recours au pétrole tout en réduisant les émissions de polluants et de gaz à effet de serre ? Pour faire face à cette problématique mondiale, il s'agit d'anticiper la pénurie inéluctable de pétrole à terme et de contribuer à un

environnement durable. Les biocarburants jouent un rôle majeur dans le bouquet énergétique de demain.

Ils ont de multiples avantages : Réduction de l'utilisation du pétrole brut, l'amélioration des performances du moteur, amélioration de la qualité de l'air et réduction des émissions de gaz à effet de serre, utilisation des déchets, la durabilité et le caractère renouvelable, réduction des importations de combustibles.

Dans cette étude nous nous intéressons au bioéthanol cellulosique, nous aborderons les différentes étapes nécessaires pour la production de ce type de carburant propre.

## 2- Composition de la biomasse :

La biomasse lignocellulosique peut être classifiée en 4 groupes en fonction du type de ressources :

- Les résidus forestiers, les déchets solides municipaux, les déchets de papier et les résidus des cultures.

- La biomasse lignocellulosique est composée de cellulose, d'hémicellulose et de lignine dans des quantités variables. Elle contient aussi jusqu'à 10 % de substances minérales (cendres, silice) et son taux d'humidité varie de 10% à 80%.



## Le 2<sup>ème</sup> Séminaire International sur les Energies Nouvelles et Renouvelables

### The 2<sup>nd</sup> International Seminar on New and Renewable Energies

Unité de Recherche Appliquée en Energies Renouvelables,

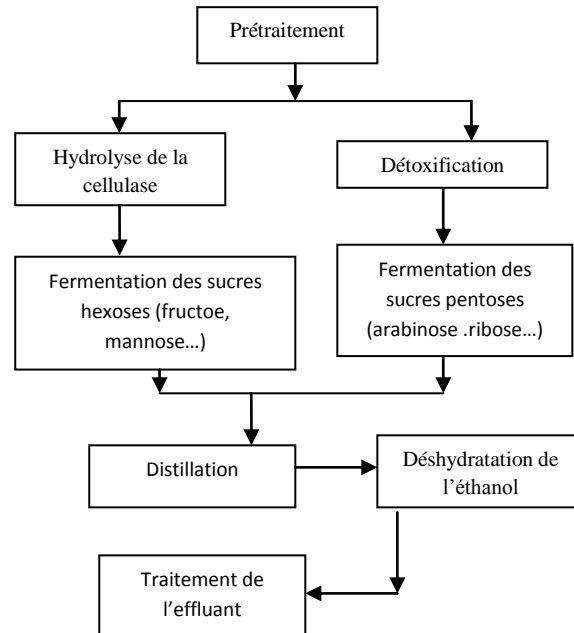
Gharđaia - Algérie 15, 16 et 17 Octobre 2012



- La cellulose est composée de chaînes linéaires de glucose. Son hydrolyse donne donc des glucoses facilement fermentables en éthanol. Mais ses fibres sont protégées par l'hémicellulose et la lignine.

- L'hémicellulose est composée de chaînes de différents sucres à 5 carbones (xylose, arabinose) ou 6 carbones (glucose, galactose, mannose). Elle est facilement hydrolysable. Par contre, les sucres à 5 carbones ne sont pas assimilables par les bactéries habituelles.

- La lignine est formée d'alcools aromatiques et d'autres molécules organiques liés et fortement réticulés. Ses composants ne sont donc pas fermentables. [1]



**Figure 01** : schéma générique de la production du bioéthanol cellulosique.

### 3- Production du bioéthanol :

La production du bioéthanol à partir de la biomasse lignocellulosique comporte plusieurs étapes : (1) le prétraitement est nécessaire pour libérer de la cellulose et l'hémicellulose avant hydrolyse, (2) l'hydrolyse de la cellulose et de l'hémicellulose afin de produire des sucres fermentescibles tels que le glucose, xylose, arabinose, galactose et mannose, (3) la fermentation des sucres réducteurs et en fin (4) la distillation.[2] La figure n°01 représente le schéma générique de la production du bioéthanol cellulosique.

#### • 3-1- le prétraitement :

Cette étape est nécessaire pour rendre la cellulose accessible à l'hydrolyse, cet objectif peut être atteint de plusieurs manières : en abaissant la teneur en lignine et hémicellulose du substrat à traiter, En augmentant la porosité de la matrice, en diminuant la cristallinité de la cellulose ou en augmentant sa surface spécifique.

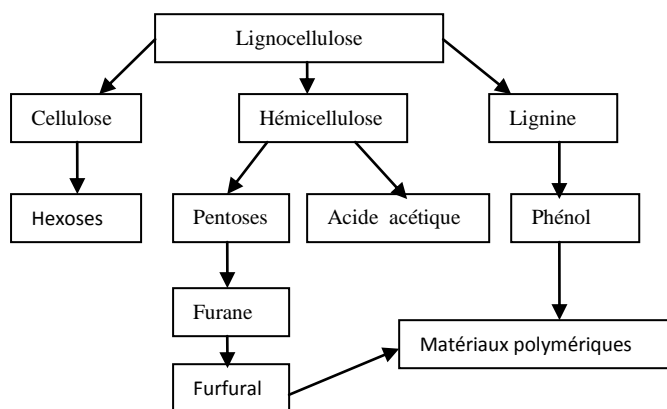
Les principales contraintes de cette étape sont d'éviter la perte ou la dégradation des sucres et de limiter la formation des produits inhibiteurs, de nombreuses techniques existent pour effectuer ce prétraitement [3]. **Tableau 01**

• **3-2- l'hydrolyse :**

Il existe différentes méthodes d'hydrolyse de la lignocellulose, elles sont classées en deux groupes : hydrolyse chimique et hydrolyse enzymatique. Plusieurs produits peuvent résulter de cette hydrolyse **figure 02**.

Procèdes physiques	-prétraitement mécanique -thermolysse.
Procèdes physico-chimiques	- thermohydrolyse. - explosion à la vapeur. - explosion en condition acides. - Explosion au Fibre d'Ammoniac AFEX. - explosion au CO2
Procèdes chimiques	-prétraitement à l'acide dilué. - prétraitement alcalin. -procède organosolv (Solubilisation dans un milieu organique). -oxydation chimique. - oxydation biologique.

**Tableau 01** : principaux procédés de prétraitement



**Figure 02** : produits résultants de l'hydrolyse

- **L'hydrolyse chimique :**

Elle implique l'exposition de la lignocellulose à un produit chimique pour une période de temps et une température spécifique, il existe deux types basiques d'hydrolyse chimique : hydrolyse à l'acide concentré et hydrolyse à l'acide dilué chacune avec des variations. [1]

- **L'hydrolyse enzymatique :**

C'est une alternative écologique qui consiste à utiliser des enzymes (cellulases et hemicellulases) afin d'hydrolyser la lignocellulose en sucres fermentescibles. Les enzymes sont produites par différents microorganismes, généralement par des bactéries et des levures. Les microorganismes peuvent être aérobies ou anaérobies, mésophiles ou thermophiles.

• **3-3- la fermentation :**

Si la fermentation du glucose en éthanol ( $C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2C_2H_5OH + 2CO_2$ ) est une réaction bien connue et exploitée depuis des siècles, l'utilisation de matériaux ligno-cellulosiques comme substrat initial implique des difficultés spécifiques qui justifient des efforts de recherche conséquents. D'une part il y a formation de composés toxiques et inhibiteurs (furfural) et d'autre part la conversion des pentoses en éthanol ne peut pas être effectuée par les microorganismes classiquement utilisés en fermentation [3].

Traditionnellement *Saccharomyces cerevisiae* et *Zymomonas mobilis* sont utilisées pour la fermentation du glucose en bioéthanol, pour la fermentation des xyloses on utilise des levures



## Le 2<sup>ème</sup> Séminaire International sur les Energies Nouvelles et Renouvelables

### The 2<sup>nd</sup> International Seminar on New and Renewable Energies

Unité de Recherche Appliquée en Energies Renouvelables,

Ghardaïa – Algérie 15, 16 et 17 Octobre 2012



telles que *Pichia stipitis*, *Candida shehatae* et *Candida parapsilosis*[1].

#### • 3-4-la distillation

Le milieu de fermentation porté à ébullition est introduit dans la colonne tandis qu'on apporte, à la base, de la vapeur d'eau. Après condensation l'alcool brut est recueilli sous forme de liquide. Une étape de purification est nécessaire pour se débarrasser des composés volatils. Le bioéthanol destiné aux carburants automobiles doit être déshydraté car l'eau contenue dans l'alcool n'est pas miscible avec l'essence. [4]

#### 4- Conclusion

Actuellement, on donne un grand intérêt aux biocarburants en raison des couts élevé des énergies et aux problèmes environnementaux. La biomasse lignocellulosique, considérant sa grande disponibilité et son faible cout, est la plus prometteuse pour la production du bioéthanol. Une filière biocarburant en Algérie doit être développée, en raison de la richesse de notre pays en ressources naturelles, et la disponibilité de déchets et de sous-produits valorisables.

#### 5- References:

- [1] - M, Balat, production of bioethanol from lignocellulosic materials via the biochemical pathway: a review, 2010.
- [2] – N, Sarkar et al: Bioéthanol production from agricultural waste, 2011.
- [3] – D, Ballerini: les biocarburants états des lieux, perspectives et enjeux du développement P 261-305.
- [4] - Etudes : analyse des cycles de vie appliqués aux biocarburants de première génération consommés en France ADEM avril 2010.