



La biomasse lignocellulosique et la bioénergie

SAIDI Amina

Chargée d'Études

Division Bio-énergie & Environnement

E-mail : SAIDI@cder.dz

Les énergies renouvelables constituent une réelle opportunité pour répondre à nos besoins énergétiques qui ne cessent de croître.

La bioénergie est considérée comme une voie prometteuse pour les énergies renouvelables surtout que les énergies fossiles commencent à se raréfier.

La biomasse lignocellulosique représente une des ressources renouvelables la plus abondante sur terre, et certainement une des moins coûteuses. Sa conversion en éthanol à usage carburant devrait permettre de subvenir à une partie des besoins énergétiques, couverts jusqu'à présent essentiellement par les produits dérivés du pétrole, tout en générant de nouvelles opportunités pour le monde agricole.

Différentes sources de la biomasse lignocellulosique

La ressource de biomasse lignocellulosique provient aussi bien des résidus agricoles et forestiers ou des sous-produits de transformation du bois que de cultures dédiées, qu'il s'agisse de plantes ligneuses ou de plantes herbacées.

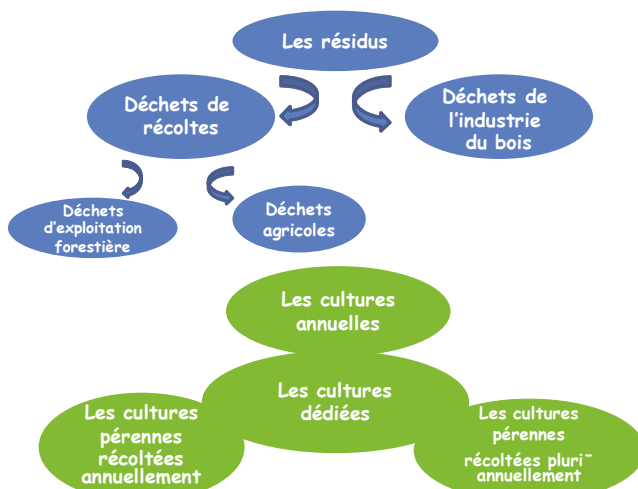


Figure 1 . Les différentes sources de la biomasse lignocellulosique

Structure et composition générique de la lignocellulose

La matière lignocellulosique est le constituant principal de la paroi cellulaire des plantes. Elle est la source de carbone renouvelable la plus abondante de la planète. Elle est constituée

de trois éléments majeurs qui sont la cellulose, l'hémicellulose et la lignine [1].

À l'intérieur de la biomasse lignocellulosique, ces trois macromolécules s'entremêlent et forment une structure tridimensionnelle complexe et très résistante, maintenue par des liaisons hydrogène et des liaisons covalentes, qui résiste aux attaques de phytopathogènes et qui confère de la rigidité aux plantes.

La proportion et la nature de chacune des macromolécules sont fonction de l'origine botanique de la matière (Tableau 1) [2].

Tableau 1 : Composition de biomasse lignocellulosique [3]

	Cellulose	Hémi - Cellulose	Lignine
Bois dur	40 - 55 %	24 - 40 %	18 - 25 %
Bois tendre	45 - 50 %	25 - 35 %	25 - 35 %
Pailles	30 - 43 %	22 - 35 %	15 - 23 %
Herbes	25 - 40 %	35 - 50 %	10 - 30 %

Caractéristiques de la matière première influençant la conversion

Le contenu de la lignine est la première caractéristique importante de la biomasse lignocellulosique pour la conversion biochimique. La ressource sera d'autant mieux adaptée à une conversion biochimique si elle contient une proportion basse de lignine. En effet, celle-ci n'est pas biologiquement convertible en biocarburant. De plus, elle joue le rôle de « ciment » et assure la stabilité de la structure lignocellulosique. De ce fait, elle constitue « un frein » au processus d'hydrolyse enzymatique. En revanche, après séparation, elle sera utilisée pour fournir l'énergie nécessaire au procédé de conversion.

Par ailleurs, dans la mesure où la transformation biologique des pentoses en éthanol n'est pas actuellement suffisamment performante, les matières lignocellulosiques contenant peu d'hémicellulose, comme certaines espèces de bois, seront les mieux adaptées au processus de conversion biologique [1].

Voies de conversion de la biomasse lignocellulosique

Deux voies se dessinent pour transformer la biomasse lignocellulosique en biocarburant

- La voie thermochimique
- La voie biochimique

1. Voie thermochimique

Les procédés thermochimiques permettent de transformer la biomasse solide et hétérogène en combustibles gazeux ou liquides plus faciles à manipuler et à transformer.

Les produits obtenus sont les huiles de pyrolyse ou de liquéfaction et les gaz de synthèse. Ils sont utilisés, soit directement pour la production de vapeur ou d'électricité, soit converti en biocarburants liquides. Cependant, cette conversion connaît encore des difficultés techniques et économiques, mais fait l'objet de développements prometteurs.

Trois procédés sont utilisés : la pyrolyse, la liquéfaction directe et la gazéification.

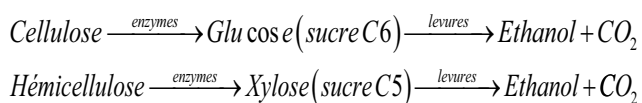
2. Voie biochimique

Le principal produit de la transformation biochimique de la biomasse lignocellulosique (BLC) est l'éthanol obtenu par hydrolyse suivie d'une fermentation éthanolique.

La production d'éthanol à partir de la biomasse lignocellulosique

C'est le bioéthanol de deuxième génération. Les procédés de production d'éthanol à partir de la biomasse lignocellulosique intègrent plusieurs considérations de base à savoir que

- La lignine ne peut être fermentée en éthanol,
- La matrice lignocellulosique doit être prétraitée pour rendre cellulose et hémicelluloses hydrolysables,
- Les fractions cellulosiques et hémicellulosiques sont des sources potentielles de sucres fermentescibles.



Les étapes de la transformation de la lignocellulose en éthanol sont résumées dans la figure 2.

Pourquoi la biomasse lignocellulosique ?

Le principal atout que présente la biomasse lignocellulosique tient au fait qu'elle soit très abondante et renouvelable.

Il y a donc de nombreux avantages à privilégier la production de biocarburants à partir de la biomasse cellulosique :

- Compétition limitée entre usage alimentaire et non alimentaire des produits agricoles et sur les terres à usage agricole ;
- Valorisation complète de la plante (le grain pour l'alimentation et le résidu pour le carburant) ;
- Biomasse lignocellulosique constituant le gisement énergétique le plus prometteur ;

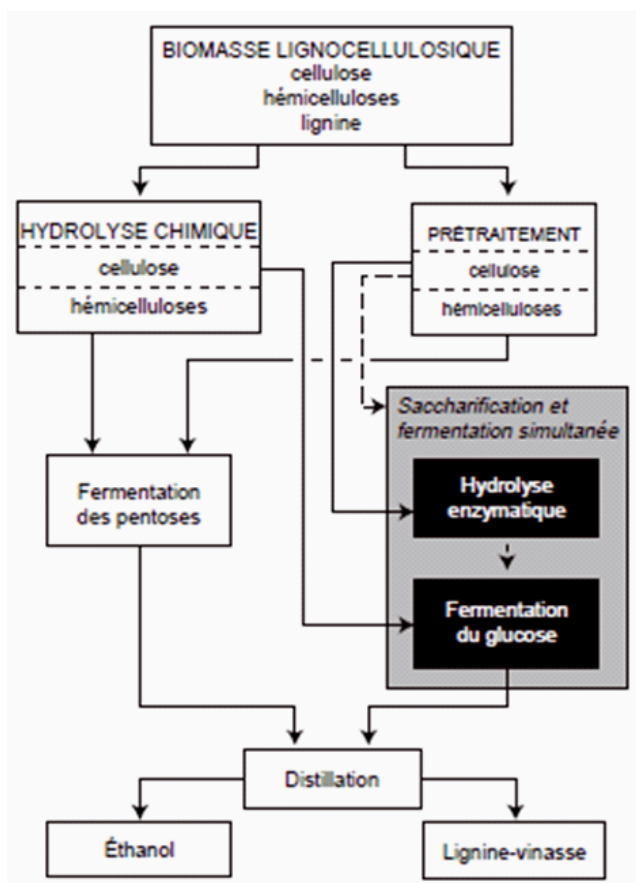


Figure 2. Schéma simplifié de la production d'éthanol à partir de la biomasse lignocellulosique [4].

La biomasse forestière représente une source d'énergie prometteuse permettant d'obtenir des combustibles solides (bûches, granulés), des combustibles liquides (bioéthanol et biodiésel) et des combustibles gazeux (biogaz). Ces produits remplacent avantageusement les combustibles issus du pétrole.

Tout cela n'empêche pas de dire que l'inconvénient majeur de la production des biocarburants à partir de la biomasse lignocellulosique est le coût élevé de la technologie pour sa transformation en sucres fermentescibles.

Bibliographie :

- [1] M.J. O'donohue et P. Debeire, Fractionnement de la biomasse lignocellulosique en synthon, la chimie vert, Lavoisier, 2006
- [2] M.J. O'donohue, « La production de carburants à partir de biomasse lignocellulosique par voie biologique : état de l'art et perspectives » Oléagineux, Corps Gras, Lipides. Vol. 15 N° 3 pp. 172 - 177, 2008
- [3] Y. Sun and J. Cheng; « Hydrolysis of lignocellulosic materials for Ethanol Production : a Review »; Bioresource Vol. 83, N°1, pp. 1- 11, 2002
- [4] J.C. Ogier et al, « Production d'éthanol à partir de biomasse lignocellulosique ». Oil & Gas Science and Technology. Revue de l'IFP, Vol. 54, N°1, pp. 67 - 94, 1999