



Comment transforme-t-on la biomasse en énergie ?

MOUSSI Karima

Attachée de Recherche

Division Bioénergie et Environnement - CDER

E-mail : k.moussi@cder.dz

Pendant la presque totalité de l'histoire humaine, la biomasse a été la principale forme d'énergie. Elle permet de produire de l'électricité, de la chaleur via la combustion de déchets et de résidus de matières organiques, végétales ou animales. La biomasse est un combustible difficilement exploitable dans son état brut. Sa transformation permet d'obtenir des combustibles polyvalents utilisables dans des moteurs, chaudières ou turbines.

Cette transformation peut se faire par voie thermochimique (combustion, gazéification et pyrolyse), par voie biochimique (digestion, fermentation) ou par voie mécanique (l'extraction). Le choix dépendra du type et de la quantité de biomasse disponible, du type d'énergie finale souhaitée, des conditions économiques, environnementales et d'autres facteurs.

La figure 1 présente les deux principaux groupes de technologies de conversion énergétique de la biomasse et les formes d'énergies finales qui en résultent.

Tableau 1 : Tableau récapitulatif des conditions opératoires des différentes transformations thermochimiques de la biomasse.

Transformations thermochimiques	Température	Atmosphère	Produits
Pyrolyse	400-700°C	Inerte (absence de O ₂)	Solide carboné (charbon) + liquide (goudrons) + gaz
Gazéification	700-900°C	Gaz réactif air, O ₂ , CO ₂ , H ₂ O, ...	Essentiellement mélange gazeux H ₂ , CO, CO ₂ et CH ₄
Combustion	800-1300°C	O ₂ (air)	CO ₂ +H ₂ O

La combustion

Méthode la plus évidente, et la plus ancienne, pour valoriser l'énergie de la biomasse, la combustion, permet une transformation directe de la biomasse en énergie thermique. Cette énergie thermique est ensuite utilisée directement ou

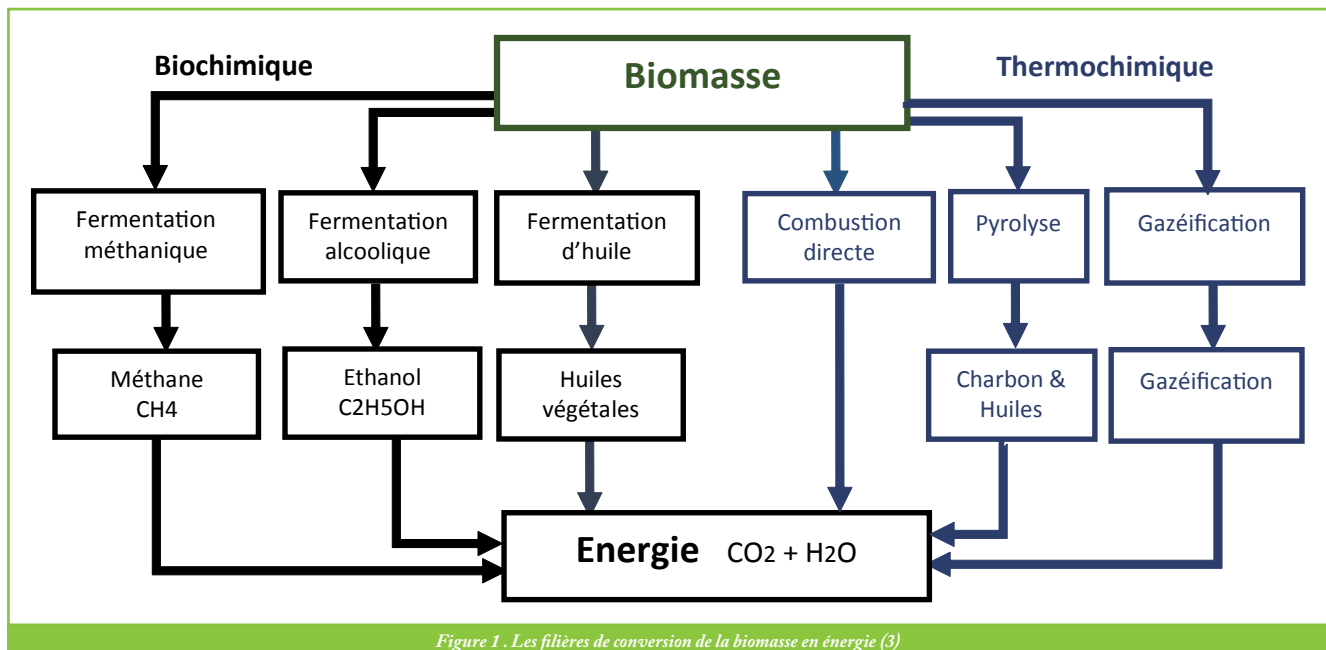


Figure 1 . Les filières de conversion de la biomasse en énergie (3)

Les conversions thermochimiques de la biomasse

La transformation thermochimique assure aujourd'hui probablement plus de 95% de la valorisation énergétique de la biomasse. Les trois principales conversions thermochimiques de la biomasse couramment développées correspondent à la combustion, la pyrolyse, et à la gazéification. Le tableau 1 précise pour chaque transformation les conditions en température et atmosphère ainsi que les produits obtenus.

transformée en électricité ou en chaleur. Contrairement aux autres voies thermochimiques, la combustion se réalise avec un excès d'air. La régulation de la quantité d'air injectée dans le foyer est très importante, car elle influence grandement le rendement de la combustion. Il faut injecter une quantité d'air suffisante pour assurer la combustion complète des gaz. Cependant, un trop grand excès d'air conduit à une baisse de rendement et à des émissions d'imbrûlés.



En effet, les premières caractéristiques à connaître sont la dimension, la nature et l'humidité de la biomasse, l'humidité relative du combustible, la composition chimique élémentaire, le pouvoir calorifique, la teneur en cendres et une estimation de la production de fumées acides.

La pyrolyse

La pyrolyse est la conversion thermo-chimique de la biomasse en l'absence d'oxygène. Cette conversion commence à 300°C-550°C et va jusqu'à 700°C.

Les conditions de pyrolyse peuvent être optimisées pour maximiser la production de liquides, solide (char) ou du gaz comme l'illustre la figure 2 et dont la distribution dépend des conditions expérimentales appliquées, notamment la température à laquelle se produit la conversion, la vitesse de chauffe de la biomasse et la taille des particules.

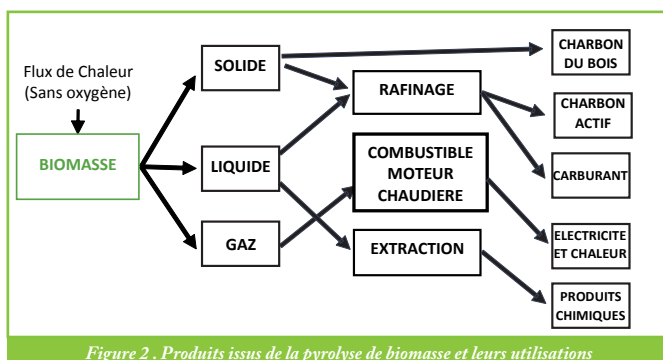


Figure 2. Produits issus de la pyrolyse de biomasse et leurs utilisations

Il a été démontré qu'une vitesse de chauffe faible favorise la carbonisation tandis qu'une vitesse de chauffe très élevée (>100°C/s) facilite la production des matières volatiles par dépolymérisation ou fragmentation. La conversion de la biomasse en huiles pyrolytiques fait l'objet de nombreuses expérimentations et les rendements peuvent atteindre 70%.

La gazéification

La gazéification de la biomasse solide est réalisée dans un réacteur spécifique, le gazogène. Elle consiste à transformer à haute température (800 à 900 C °), en présence d'un gaz réactif, un combustible solide en un gaz combustible composé essentiellement d'hydrogène et de monoxyde de carbone et dont la quantité dépend des paramètres opératoires de la gazéification tels que la nature de la biomasse, le type de réacteur, la température, la pression, le temps de passage ou encore la présence d'un catalyseur. Ce gaz combustible, après traitement et conditionnement peut-être valorisé en un gaz de synthèse permettant de générer une source hautement énergétique (entre 10 et 30 Mj / m³). (Figure 3)

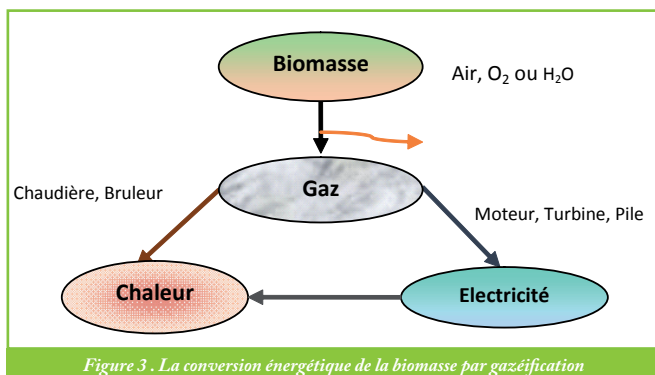
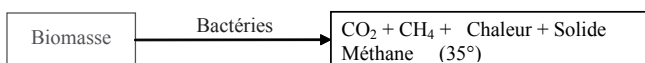


Figure 3. La conversion énergétique de la biomasse par gazéification

Les Conversions biochimiques de la biomasse

Les conversions biochimiques sont des processus naturels de décomposition par action des bactéries. Mais elles peuvent être contrôlées de façon à obtenir un combustible facilement exploitable. Deux filières de conversion biochimique de la biomasse sont particulièrement intéressantes : La biométhanisation ou digestion anaérobie, La fermentation alcoolique et l'extraction d'huiles végétales.



La biométhanisation

La principale filière de cette voie biochimique est la méthanisation. Il s'agit d'un procédé basé sur la dégradation par des micro-organismes de la matière organique.

Elle s'opère dans un digesteur chauffé et sans oxygène. Une installation de biométhanisation permet de produire du biogaz et du solide, utilisé comme amendement organique. En effet, la quantité de biogaz produite rapportée à la quantité de matière brute introduite est variable selon les paramètres physico-chimiques de fermentation, La nature du substrat et les paramètres technologiques, à savoir les débits d'entrée et de sortie, le temps de séjour des fluides et des solides ainsi que la configuration des digesteurs mis en jeu.



Fermentation et extraction d'huile végétale

Ces procédés sont destinés à transformer la biomasse pour la production de biocarburants liquides :

- Les procédés de fermentation et distillation permettent d'obtenir, à partir de biomasse riche en sucres ou en amidon, de l'éthanol qui peut être utilisé pur ou de manière combinée avec des carburants fossiles (ETBE, MTBE,...).
- Les procédés d'extraction sont à la base de la production de biodiesel à partir de plantes oléagineuses.

Conclusion

La multiplicité des filières de conversion de la biomasse permet d'obtenir des produits finaux de natures diverses, qu'il s'agisse de l'énergie sous forme de chaleur et/ou d'électricité ou d'un vecteur énergétique intermédiaire liquide, gazeux ou solide.

La biomasse est la seule source d'énergie renouvelable permettant de produire des carburants polyvalents à même de remplacer les combustibles d'origine fossiles en minimisant l'impact environnemental et en augmentant l'intérêt socio-économique.

Références

1. Mckendry, P.2002: Energy production from biomass (part 3): Gasification technologies. Bioresource Technology, 83 (1), p.55-63.
2. Research in thermochemical biomass conversion, 1988, USA, Journal of analytical applied pyrolysis, 13 (1-2):p. 155-155.
3. Joel Blin.2005 : La biomasse: Ressource Énergétique, Ouagadougou, Formation et sensibilisation à la Biomasse Énergie .