



Du bioéthanol carburant à partir des rejets agro-industriels

TEBBOUCHE latifa

Attachée de Recherche

Division Bioénergie et Environnement

E-mail : latifatebb@cder.dz

Aujourd'hui, le développement durable exige un approvisionnement durable de sources d'énergies renouvelables sans engendrer des impacts défavorables sur le plan social, économique et environnemental. En effet, certains types de déchets principalement organiques peuvent répondre à cette exigence par leur valorisation énergétique.

Valorisation énergétique des déchets

Qu'ils soient d'origine agricole ou agroindustrielle les déchets organiques peuvent représenter une véritable source d'énergie renouvelable. Ainsi leur valorisation offre un double avantage, résoudre un problème de traitement des déchets et permettre de produire de la bioénergie et des substances à forte valeur ajoutée sans recourir aux ressources alimentaires disponibles. En effet, l'industrie laitière génère des quantités importantes de rejets liquides organiques, (plus de 160 millions de tonnes de lactosérum par an [1]), ces rejets peuvent être valorisés en bioéthanol par fermentation alcoolique.

Types et composition de lactosérum

Le lactosérum peut être défini au sens large, comme étant la partie liquide restant après la séparation du caillé qui résulte de la coagulation acide ou enzymatique du lait. Il représente environ (85-95%) du volume de lait et impose une forte demande biochimique en oxygène (DBO) de 30-50 g L⁻¹ et une demande chimique en oxygène (DCO) de 60-80 g L⁻¹ [2]. Le type et la composition du lactosérum dépend de la technique du traitement dans les usines laitières :

Tableau 1 .La composition typique du lactosérum doux et acide [3].

Composition	Lactosérum doux (g l ⁻¹)	Lactosérum acide (g l ⁻¹)
Solides Totaux	63.0-70.0	63.0-70.0
Lactose	46.0-52.0	44.0-46.0
Protéine	6.0-10.0	6.0-8.0
Calcium	0.4-0.6	1.2-1.6
Phosphate	1.0-3.0	2.0-4.5
Lactate	2.0	6.4
Chlorite	1.1	1.1

o Le lactosérum acide (pH≤5), résulte de la production du fromage frais ou mou.

o Le lactosérum doux (pH 6-7), résulte du fromage dur [2].

Les principaux composants du lactosérum doux ou acide, après l'eau sont le lactose (environ 70-72% des solides totaux), les protéines (environ 8-10%) et les minéraux (environ 12-15%) (Tableau.1) [3].



Figure 1. Lactosérum issu de fromagerie

La fermentation alcoolique du lactose

Le lactose valorisable en éthanol est estimé à plus de 4 millions de tonnes par an, ce qui pourrait rapporter environ 2,3 millions de m³ d'éthanol (à savoir, 3,5% de la production mondiale en 2008) [2].



Le lactose est un disaccharide formé par le galactose et le glucose, sa conversion en éthanol ne peut pas être effectuée par les organismes classiquement utilisés en fermentation. En effet seules certaines levures appartenant aux genres *Saccharomyces* et *Kluyveromyces* ou des bactéries du genre *Zymomonas mobilis* sont capables de fermenter directement le lactose en éthanol [4]. Ainsi l'hydrolyse de lactose est nécessaire pour le transformer en sucre simple fermentescible, l'hydrolyse peut être chimique ou biochimique. La voie chimique consiste à attaquer à chaud le lactose par addition directe d'un acide fort. Cependant la voie biochimique fait appel à une enzyme galactosidase (figure 2).

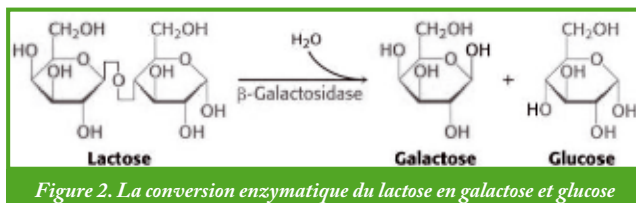


Figure 2. La conversion enzymatique du lactose en galactose et glucose

Une fois le lactose hydrolysé en glucose et galactose, les deux sucres sont ensuite utilisés au cours de la glycolyse pour produire de l'éthanol et du dioxyde de carbone selon la réaction de Gay-Lussac : $C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2C_2H_5OH + 2CO_2$

Situation mondiale de la production du bioéthanol à partir du lactosérum

À l'échelle industrielle, il existe plusieurs usines de conversion (lactosérum – éthanol) à travers le monde; en effet, deux usines aux États-Unis sont fonctionnelles depuis les années 1980, elles produisent ensemble 8 millions de gallons de carburant éthanol par an. Au même titre, une usine en Irlande mise en service en 1978, spécialisé dans la production d'alcool potable, a commencé en 1985 à produire de l'éthanol-carburant à partir du lactosérum. D'autre part en Nouvelle-Zélande, l'éthanol-carburant produit à partir du lactosérum est utilisé depuis Août 2007.

Le fait que ces usines soient en fonction depuis plus de 20 ans dans plusieurs pays, (L'Irlande et les USA...) cela indique que :

- (1) La production d'éthanol carburant à partir du lactosérum est techniquement faisable.
- (2) Les technologies et les processus de production d'éthanol sont prêts à l'adoption pour des opérations commerciales.
- (3) Produire de l'éthanol carburant à partir de lactosérum est économiquement faisable [5].

En Algérie, et dans le cadre d'un plan de développement de traitement et de valorisation énergétique des déchets pour la production de biocarburants, la valorisation énergétique de ces déchets et d'autres, fait l'objet de recherches dans la division « bioénergie et environnement » du Centre de Développement des Energies Renouvelables.

Références

- 1 . Pedro M.R. Guimarães et al, Fermentation of high concentrations of lactose to ethanol by engineered flocculent *Saccharomyces cerevisiae*. *Biotechnol Lett* 30:1953–1958, 2008.
- 2 . Pedro M.R. Guimarães et al, Fermentation of lactose to bio-ethanol by yeasts as part of integrated solutions for the valorisation of cheese whey *Biotechnology Advances* 28 , 375–384, 2010.
- 3 . M.R. Kosseva et al. Use of immobilised biocatalysts in the processing of cheese whey/ *International Journal of Biological Macromolecules* 45 (2009) 437–447
- 4 . Marlène COT, Etudes physiologiques de l'adaptation et de la résistance de la levure *Saccharomyces cerevisiae* au cours de la production intensive d'éthanol, l'INSA de Toulouse, 2006.
- 5 . K. Charles Ling *Whey to Ethanol: A Biofuel Role for Dairy Cooperatives?*, Rural Business and Cooperative Programs USDA Rural Development, Research Report 214, February 2008.

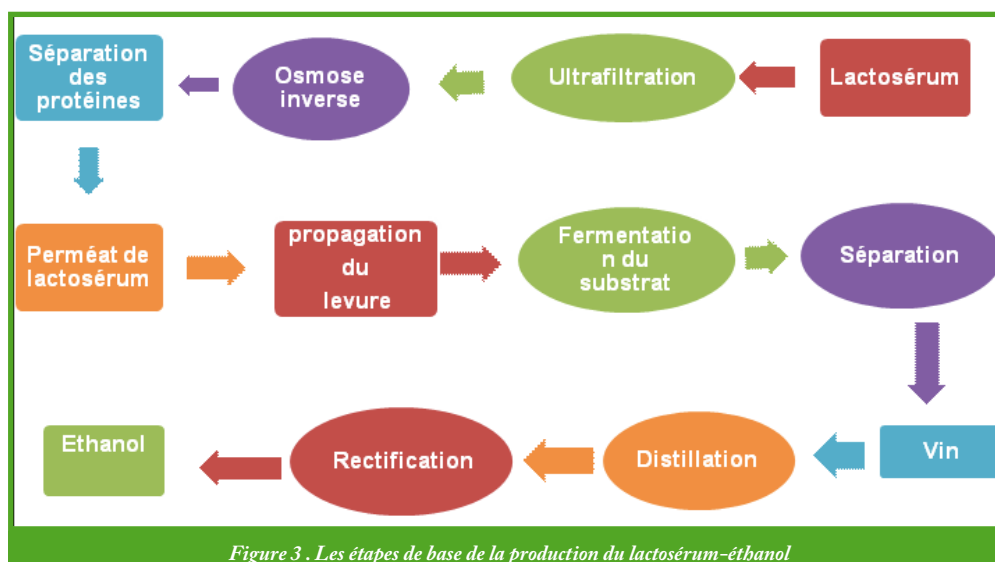


Figure 3. Les étapes de base de la production du lactosérum-éthanol