

PRODUCTION COMPAREE DE L'ETHANOL PAR VOIE FERMENTAIRE DE QUELQUES SOURCES NATURELLES DE SUCRE EN PROVINCE DU SUD-KIVU

[COMPARATIVE PRODUCTION OF ETHANOL BY FERMENTATION OF SOME NATURAL SOURCES OF SUGAR IN THE SOUTHERN-KIVU PROVINCE]

Marcellin AMULI BISIMWA

Institut Supérieur Pédagogique d'Idjwi, RD Congo

Copyright © 2017 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the *Creative Commons Attribution License*, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: The theme of this article is "Comparative Production of ethanol through fermentation of a few natural sources of sugar Province of South Kivu." The high price of ethanol to the market making it unreachable product to the people dictated the choice of this theme. This work covered a period from December 2015 to February 2016 in the province of South Kivu. This was done methodologically by fermentation of different sources of sugar including pineapple, sugar cane, sorghum and sweet potato leaves. Fermentation was followed by distillation to find concentrated alcohol. It was noted that in addition to ethanol, the pineapple juice was too overloaded with other products (10.1% distillate / distillate volume) while the sweet potato leaves turn out to be the most appropriate (5.5% of distillate / distillate volume). Moreover, the sugarcane produced a better yield in alcohol (47.1%) while the sweet potato leaves produced in low percentage (15.2%).

KEYWORDS: Ethanol, fermentation, natural sources of sugar, Southern-Kivu province.

RESUME: Le thème de cet article est « Production comparée de l'éthanol par voie fermentaire de quelques sources naturelles de sucre en Province du Sud-Kivu ». Le prix élevé d'éthanol au marché rendant ce produit inaccessible à la population a dicté le choix de ce thème. Ce travail a couvert une période allant de Décembre 2015 à février 2016 en Province du Sud-Kivu.

Il a été procédé méthodologiquement par une fermentation de différentes sources de sucre notamment l'ananas, la canne à sucre, le sorgho et les feuilles de patates douces. La fermentation a été suivie par des distillations afin de trouver de l'alcool concentré.

Il a été remarqué qu'outre l'éthanol, le jus d'ananas était trop surchargé en d'autres produits (10,1% de distillat/volume distillé) alors que les feuilles de patates douces s'avèrent être les mieux adaptées (5,5% de distillat/volume distillé). Par ailleurs, La canne à sucre a produit un meilleur rendement en alcool (47,1%) tandis que les feuilles de patate douce en a produit en faible pourcentage (15,2%).

MOTS-CLEFS: Ethanol, voie fermentaire, sources naturelles de sucre, Sud-Kivu.

1 INTRODUCTION

Sans aucun doute, que ce soit un souvenir agréable ou non, le mot alcool rappelle d'une façon ou l'autre, l'éthanol que contiennent les boissons alcoolisées. L'éthanol destiné à la consommation humaine est préparé par fermentation des sucres et des amidons (riz, pommes de terre, blé, froment, fleurs, fruits, certaines tiges...) tandis que l'alcool commercial non destiné à la boisson est synthétisé industriellement par hydratation de l'éthène (Vollhardt, C. et al., 1999).

L'intérêt de produire de l'éthanol vient du fait que c'est une substance énergétique stratégique et son utilisation couvre un champ étendu d'activités : l'asepsie(médecine), la recherche(biologie), d'intermédiaires chimiques(désinfection, solvants dans les parfums, dans les vernis et dans les gommes-laques, additifs de l'essence « gasohol ») (Vollhardt, C. et al., 1999), traitement des tissus, des produits de beauté, des cosmétiques, des produits pharmaceutiques, des détergents, des acides organiques(Kaidi et al, 2001) et même dans la vie courante (source d'énergie, boisson comme les spiritueux, assaisonnement des mets, lavage des légumes...) (Masumbuko, C. et al, 1989).

La production des boissons alcoolisées n'est pas une pratique récente. Dans la province du Sud-Kivu, le vincas (vin de cannes à sucre), le Kasiksi (vin de bananes), le Musululu (vin de maïs germés), le Libondo (vin de palme), le Kanyanga (produit par distillation de différentes sources de sucres), etc. sont de boissons alcoolisées. Ces dernières, outre l'éthanol, elles ne sont pourtant pas exemptes d'autres produits à l'instar du méthanol, des aldéhydes, des acides (Byamungu, N. et al. , 1998) ou des microorganismes (Birego, B. 2015 et Amuli, B. 2002). Cependant, force est de constater que l'approvisionnement de l'alcool éthylique sur le marché du Sud-Kivu en général et dans ses milieux ruraux en particulier, reste toujours une question d'actualité suite au prix élevé de ce produit en grande partie importé, frais liés au transport pour l'achat en ville, manque de matériels et laboratoire requis pour la production sur place.

De ce constat découle une question unique : comment peut-on obtenir de l'éthanol à partir de différentes sources de sucre afin de rendre ce produit accessible à nos populations?

La canne à sucre serait la meilleure source de sucre dans la production d'un meilleur rendement en alcool éthylique.

L'objet de cette étude est d'aller à l'encontre de l'idée et/ou de souci d'ivrognerie. L'objectif est de se concentrer sur les méthodes expérimentales et scientifiques pouvant permettre de valoriser nos produits locaux afin de produire à moindre coût de l'alcool commercable, par fermentation, accessible à nos populations pour diverses fins utiles.

Ainsi, la production locale à moindre coût de l'éthanol réduirait la dépendance économique de la RDC des pays importateurs.

2 METHOLOGIE

2.1 SOURCES DE SUCRE

Le choix de ces sources a été dicté soit par l'importance de volume de jus soit par son faible coût au marché ou son accessibilité dans nos milieux.

- a. Ananas (*Ananas sativus*) : l'ananas appartient la famille des Broméliacées. On cultive de nombreuses variétés d'ananas dans les régions tropicales et subtropicales. Les ananas mûris sur pied sont doux et juteux. Ils contiennent une diastase, enzyme qui digère les protéines (Anonyme, 1970). Il contient 12% des glucides, 0,5% des protides, 0,5% des fibres et 0,2% des lipides. (MBEMBA, N. et coll., 1992)
- b. La canne à sucre (*Saccharum officinarum*) : elle appartient à la famille des Poacées. Les cannes à sucre donnent environ 15% d'eau. C'est une de plus importantes cultures de pays tropicaux (Anonymes, 1970). Son jus est riche en glucide (12,7%), pauvre en protides (0,4%), en lipides et en fibre qui y sont en traces (MBEMBA, N. et coll., 1992)
- c. Le sorgho (*Sorghum vulgare*) : originaire d'Afrique et d'Asie. Il est très répandu dans les régions trop chaudes et trop sèches. Il constitue une source d'alcool et d'amidon. Il en existe plusieurs variétés (plus de 400). Leur taille varie entre 60cm et 2m. les grains sont composés de 74% des glucides, 10,7% des protides, 3,2% des lipides et 2,4% des fibres.
- d. Feuilles de patates douces (*Ipomoea batatas L.*) : de la famille des convolvulacées. C'est une plante rampante dont les feuilles consommées rarement sont riches en fibres (2,2%), en glucide (11,3%), en protides (4,4%) et en lipides (0,6%) (Randouin, L., 1974 ; TANDU-UMBA, NFB, 2001).

2.2 OBTENTION DU JUS

- a. L'ananas : les fruit mûrs ont été lavés, épluchés, puis découpés en morceau. Les morceaux découpés étaient mélangés avec de l'eau pour ensuite subir l'ébullition.
- b. La canne à sucre : l'extraction du jus était facilitée par une machine broyeuse d'extraction artisanale à Bugarula (village de l'île d'Idjwi en RDC). Pour l'extraction, cette machine à 2 leviers, nécessitait la présence de 4 personnes pour la faire fonctionner. Ce jus est bouilli et puis filtré.

- c. Le sorgho : les grains étaient immergés dans l'eau (hydrolyse) pendant 3 jours et pré germés en vue de former des amylases. Après séchage et moulage, la farine obtenue était ensuite mise en suspension dans l'eau. (Ressources naturelles Canada, 2006 cité par Kacimi ; 2008)
- d. Les feuilles de patates douces : les feuilles sont broyées afin de briser les liaisons moléculaires dans le but d'augmenter l'interface et libérer du glucose. Il s'en suit un chauffage dans l'eau suivi de filtration de la solution (IFP, 2006 cité par M.M. KACIMI, 2008).

2.3 LA FERMENTATION

Il a été prélevé dans chacune des sources de sucre un échantillon de moût tiédi comme bouillon de culture pour l'ensemencement du volume total. La levure de boulanger (*Saccharomyces cerevisiae*) a été utilisée à défaut de levures spécialisées. Après dissolution de la levure dans un petit échantillon de moût prélevé, le bouillon était alors mélangé à chaque volume total pour démarrer la fermentation.

De petits bidons (3 litres) étaient utilisés dans la conduite de fermentation avec des bouchons en liège perforés doublement pour recevoir un thermomètre et un tuyau en plastique débouchant dans un récipient contenant de l'eau pour l'échappement du CO₂. L'expérience était réalisée dans un local chauffé par des ampoules à incandescence de 100watts. La température du local variait entre 24 et 26°C. La fermentation était déclarée terminée quand le dégagement de bulles de gaz cessait.

2.4 DISTILLATION DE L'ETHANOL

Après la fermentation, il a été envisagé une distillation traditionnelle avec une colonne d'un mètre pour séparer l'éthanol d'autres constituants tels que le méthanol, les acides, les matières minérales, les sucres, les esters...

Cette étape était suivie d'une déshydratation par distillation successive en vue de recouvrer de l'alcool bien concentré.

2.5 DETERMINATION DU DEGRE ALCOOLIQUE

Le degré alcoolique était déterminé grâce à un appareil DMA4500M au laboratoire de l'Office congolais de contrôle (O.C.C). Il suffisait de :

- Nettoyer 2 ou 3 fois la cellule avec de l'eau distillée au moyen de la seringue ;
- Nettoyer tout au plus 2 fois avec le produit à analyser tout en gardant une petite quantité dans la seringue et de ce fait dans la cellule. La seringue reste attachée à la cellule.
- Appuyer sur le bouton "Start" pour commencer la lecture. Au bout de 2 minutes, la valeur de la teneur en alcool s'affiche sur l'écran

3 RESULTATS ET DISCUSSION

3.1 RESULTATS

Afin de présenter une bonne interprétation, dans les calculs, le volume fermenté est uniformisé et autant que possible, au cours de l'expérience, la température de fermentation était maintenue presque constante.

Tableau I : caractéristiques physico-chimiques de la fermentation et de la distillation

Moût	T°C	Volume fermenté (ml)	Volume distillé (ml)	% distillat/vol. distillé
MAL	23,1	1500	1400	9,7
MALP	23,2	1000	900	10,1
MCL	23,5	1500	1400	5,6
MCLP	24,3	1000	900	6,8
MSGL	24,0	1000	900	9,2
MSGLP	22,8	1000	900	9,3
MFL	24,0	1500	1400	7,5
MFLP	23,5	1500	1400	7,1

LEGENDE

MAL : moût d'ananas fermenté par les levures.
MALP : moût d'ananas fermenté par les levures pré germées dans une solution de sucre
MCL : moût de canne à sucre fermenté par les levures
MCLP : moût de canne à sucre fermenté par les levures pré germées
MSGL : moût de sorgho germé fermenté par les levures
MSGLP : moût de sorgho germé fermenté par les levures pré germées
MFL : moût des feuilles de patates douces fermenté par les levures
MFLP : moût des feuilles de patates douces fermenté par les levures pré germées

Dans la suite, nous allons présenter les résultats obtenus lors de distillations fractionnées.

RÉSULTATS DE LA DISTILLATION FRACTIONNÉE

La figure suivante indique les différents pourcentages d'alcool après distillation fractionnée

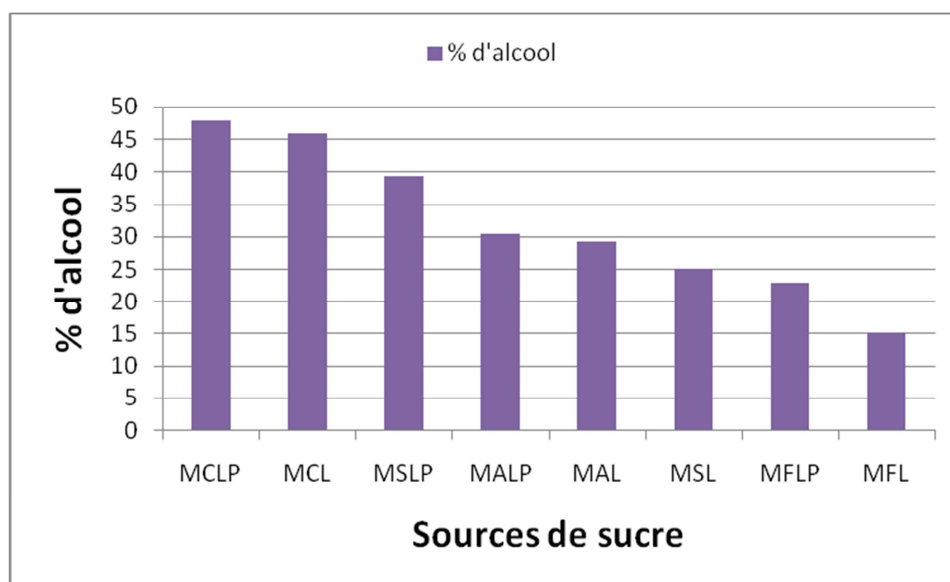


Figure n°1 : Résultats de la distillation fractionnée de l'éthanol

Il est à constater que MCLP a produit un rendement remarquable (47,8%), suivi de MCL (45,9%). Le MSLP (39,3%), de MALP (30,5%), de MAL (29,3%), de MSL (25,1%), de MFLP (23,0%) en ont également produit en bonne quantité. seul MFL (15,2%) semble s'écarter de la chaîne.

3.2 DISCUSSION

- La température de notre local de fermentation se situe dans la fourchette de 24 et 26°C. Généralement, la température optimum de compromis entre les nécessités biologiques lévuriennes(...) se situe entre 18 et 32°C. Au dessus de 40°C, les levures meurent ; à 35°C les risques d'arrêt fermentaire sont grands (ANONYME, Biochimie du vin, 1980).
- Le distillat comprend des valeurs entre 5,6 et 10,1% de distillat (alcool brut) par volume distillé. Pourtant pour la production d'éthanol, le moût fermenté doit contenir de 3 à 6% d'alcool. Ceci fait penser aux impuretés, contenues dans le distillat, de natures diverses (méthanol, aldéhydes, éther, acides, alcools divers, matières minérales, esters...). (BYAMUNGU et Al., 1998). Le méthanol est très toxique (il irrite les yeux, la peau, et les voies respiratoires pouvant aller jusqu'à bloquer le système nerveux central. Ce dernier se traduit par les maux de tête, la cécité suivie de la mort (www.fairesagnole.eu/page1/page66/methanol). Au Kenya, l'alcool frelaté avait tué 50 villageois parce que dans leur breuvage, il y avait 94,72% de méthanol (www.afrik.com/article8562html). Raison pour laquelle tous les produits

nécessitent des distillations répétées. Remarquons que les feuilles de Patates douces fournissent un pourcentage plus bas. Elles se rapprochent mieux de normes recommandées. Ces feuilles sont négligées dans les milieux d'Idjwi comme alimentation humaine. Ces feuilles représentent une biomasse lignocellulosique alors importante mais nécessitant au préalable une réaction d'hydrolyse afin que la cellulose et l'hémicellulose libèrent de sucres fermentescibles. Il est à noter que le jus d'ananas est trop surchargé en d'autres produits avec 10,1% de distillat par volume distillé.

- D'une manière globale, la teneur en éthanol se présente comme suit : MCLP>MCL>MSLP>MALP>MAL>MSL>MFLP>MFL. En tenant compte des levures pré germées ou non, les résultats se présentent de la manière ci-après : MCLP>MSLP>MALP>MFLP. Toutes les sources sélectionnées produisent de l'éthanol.
- Les plantes sucrières et amylacées ne sont pas les seules sources de sucres biologiques à partir desquelles l'éthanol peut être produit. Il existe de biomasses lignocellulosiques comme les feuilles de patates douces, etc. qui sont des matières premières faisant appel à des procédés de fabrication différentes (CETC, 2006).
- Etant donné que les feuilles de patates douces présentent un faible intérêt et/ou une faible valeur marchande sur le plan de l'alimentation et économique de nos populations du Sud-Kivu, elles sont donc un matériel de choix compte tenu de sa non compétition sur le marché des denrées alimentaires humaines.
- Les fermentations avec les levures germées au préalable étaient bien accélérées et avaient donné, dans tous les cas, un meilleur rendement.

En effet, la raison en est que, les ferments sont inoculés en phase exponentielle de croissance, c.à.d. au moment où les levures sont au maximum de leurs capacités métaboliques et produisent également des amylases (BYAMUNGU, 1998).

Au demeurant, la canne à sucre, l'ananas et le sorgho produisent une bonne quantité d'alcool. Cela pourrait être dû probablement à leur teneur bien élevée en sucres (RANDOUGIN, L, 1974).

Néanmoins, pour des sources de sucres comme le sorgho, les feuilles de patates douces, il serait mieux d'économiser du sucre en prévision de 10% ou 12% d'alcool potentiel en ajoutant progressivement et respectivement dans le moût 182g ou 225g de sucre par litre de moût (AMULI, 2002).

Par ailleurs, le secteur de bioénergie d'origine agricole et forestière est un moyen de lutte contre la pauvreté et la faim(...) et améliorerait la sécurité alimentaire de populations les plus démunies (FAO, 2005 cité par Kacimi, 2008).

Partant de ces résultats, il est donc possible de produire localement de l'éthanol dans le but d'amoinrir le coût et ainsi donc contribuer à l'accès de ce produit par une plus grande partie de la population du Sud-Kivu plus particulièrement celle de milieux ruraux.

4 CONCLUSION

La présente étude a voulu répondre à la question de savoir « comment peut-on obtenir de l'éthanol à partir de différentes sources de sucre afin de rendre ce produit accessible à nos populations? »

Afin de répondre à cette question, nous avons procédé par la fermentation de différentes sources de sucre avec de la levure de boulanger. La fermentation a été suivie de la distillation au laboratoire de l'office congolaise de contrôle. Des résultats obtenus, il s'est avéré que la canne à sucre est une meilleure source de production d'alcool éthylique (47,1%) alors que les feuilles de patates douces en fournissent 15,2%.

Du point de vue charge organique, le jus d'ananas porte trop de produits organiques (10,1% de distillation/ volume distillé pendant que les feuilles de patates douces en portent peu 5,5% de distillat/ volume distillée). Cette dernière est la mieux adaptée. Au Sud Kivu, l'utilisation de feuilles de patates douces dans la production d'éthanol pourrait constituer une nouvelle ouverture de développement.

Ce travail est une esquisse qui nécessite d'être poursuivi en vue de répondre parfaitement à ce besoin dans nos milieux. D'autres chercheurs soucieux de leurs pairs pourront sélectionner de nouvelles sources ou ces mêmes sources en utilisant d'autres ferments que la levure de boulanger afin de quantifier la production d'éthanol.

Les résultats pourraient ainsi être bénéfiques à nos populations et le prix d'achat leur serait abordable (pharmacie commerciale et familiale, dispensaires, pharmacie scolaire...)

REFERENCES

- [1] AMULI, B., 2002. *Contribution à l'étude de la fabrication du vin de mandarines (Citrus reticulata)*, inédit, ISP/Bukavu
- [2] ANONYME, 1970. *Le grand livre des plantes*, Edition des deux coqs d'or, Paris
- [3] ANONYME, 1980. *Biochimie de vin*. Edition française, France.
- [4] BANGAWABO, M., 1990. *Contribution à la production de l'alcool éthylique à base des produits locaux, Monographie*. Inédit, ISP/Bukavu
- [5] BYAMUNGU, N. et KAHINDO, M, 1998. *Evaluation comparative de production de l'alcool éthylique par fermentation de différentes sources naturelles de sucre dans la région du Sud-Kivu*. Cahiers du CERUKI « Spécial mélanges-KAUSA », RDC p53-60
- [6] CENTRE DE LA TECHNOLOGIE DE L'ÉNERGIE DE CANMET (2006). Conversion biochimique de l'éthanol ou l' « essence verte ». http://www.canren.gc.ca/tech_appl/index_f.asp?CaID=2&PgID=251, fichier pdf, 2 p. Site internet consulté le 15 septembre 2016.
- [7] KACIMI, M.M, 2008, *analyse du secteur de l'éthanol selon les principes du développement durable*, mémoire. Université de Sherbrooke, Québec, Canada.
- [8] MASUMBUKO, N. et al. 1989. *Etude comparée de la fermentation alcoolique à base des produits locaux, Monographie*, inédit, ISP/ Bukavu
- [9] RANDOUIN, L., 1971. *Les alcools*. Collection Que sais-je ? Edition PUF, Paris
- [10] TIMI-TIMI, M.M., et Al., 1992. *Inventaire et composition chimique des aliments et denrées alimentaires traditionnels du Kwango-Kwilu*. Presses universitaires de Namur, France
- [11] VOLLHARDT, C. et SCHORE, N.E, 1999. *Traité de chimie organique*, Edition De Boeck Université, Paris-Bruxelles
- [12] www.afrik.com/article8562.html Dossier Boisson d'Afrique par Habibou Bangré consulté le 1^{er} Octobre 2016
- [13] www.fairesagnole.eu/page1/page66/methanol consulté le 08 août 2016.