



Évaluation du pouvoir fermentaire de *Saccharomyces cerevisiae* et de *S. carlsbergensis* dans la production de bioéthanol à partir du jus de la pomme cajou.

Virginie GBOHAIDA¹, Issiakou MOSSI¹, Euloge S. ADJOU¹, C. Pascal AGBANGNAN DOSSA¹, D. Valentin WOTTO², Félicien AVLESSI¹, Dominique C. K. SOHOUNHLOUE^{1*}

¹Laboratoire d'Étude et de Recherche en Chimie Appliquée. École Polytechnique d'Abomey-Calavi, Université d'Abomey-Calavi, 01 BP. 2009 Cotonou, Rép. du Bénin.

²Laboratoire de Chimie Physique. Faculté des Sciences et Techniques. Université d'Abomey-Calavi, 01 BP 526 Cotonou Rép. du Bénin.

*Adresse pour correspondance : dominique.sohounhloue@uac.bj

Original submitted in on 6th May 2016. Published online at www.m.elewa.org on 31st May 2016
<http://dx.doi.org/10.4314/jab.v10i1.10>

RÉSUMÉ

Objectif : La présente étude vise à valoriser la pomme cajou, à travers l'étude de la cinétique de conversion de son jus en bioéthanol par voie fermentaire.

Méthodologie et Résultats : Au cours de l'étude, les performances fermentaires des levures *Saccharomyces carlsbergensis* et de trois souches levuriennes de *Saccharomyces cerevisiae*, notamment *Angel brand super alcohol*, *Angel super alcohol* et *Angel brand Thermal-tolerant alcohol* dans la production de bioéthanol à partir du jus de pomme cajou ont été testées. Le suivi des paramètres cinétiques de fermentation du jus tels que le Brix, le pH, l'acidité et la densité, a montré une grande variabilité de ces paramètres au cours du processus de fermentation en présence et en absence de l'urée (CON₂H₄), utilisée comme facteur de croissance. La distillation des moûts en fin de fermentation a permis d'obtenir des taux d'extraction en éthanol (% v/v à 20°C) compris entre (20,48±0,02)% et (51,55±0,01)%. La meilleure performance de bioconversion éthanolique a été enregistrée avec *Saccharomyces carlsbergensis* et la souche *Angel brand thermal-tolerant alcohol*, en présence d'urée.

Conclusion : Cette étude a montré que ces deux souches peuvent être utilisées comme des ferments efficaces, dans la perspective d'une production intensive de bioéthanol à partir du jus de pomme cajou.

Mots-clés : pomme cajou, fermentation, levures, biocarburant, Bénin.

Evaluation of the fermentative potential of *Saccharomyces cerevisiae* and *S. carlsbergensis* in the production of bioethanol using cashew apple juice

ABSTRACT

Objective: The present study aims to valorize the cashew apple, through the study of the kinetic conversion of its juice for bioethanol production by fermentation process.

Methodology and Results: During the study, the yeast fermentation performances of *Saccharomyces carlsbergensis* and three strains of *Saccharomyces cerevisiae*, including *Angel brand super alcohol*, *Angel super alcohol* and *Angel brand Thermal-tolerant alcohol* were tested. Monitoring fermentation kinetic parameters such as Brix, pH, acidity and density, showed a great variability of these parameters during the fermentation process in the presence and absence of urea (CON_2H_4), used as growth factor. Distillation of fermented liquids has yielded ethanol extraction rate (% v/v at 20°C) between $(20.48 \pm 0.02)\%$ and $(51.55 \pm 0.01)\%$. The best ethanolic bioconversion performance was recorded with *Saccharomyces carlsbergensis* and the strain of *Angel brand thermal-tolerant alcohol* in the presence of urea.

Conclusion: This study showed that both two strains could be used as effective ferments, in the perspective of intensive production of bioethanol using cashew apple juice.

Keywords: cashew apple fermentation, yeasts, biofuel, Benin.

INTRODUCTION

De nos jours, les réserves en pétrole brut, les capacités de raffinage limitées et l'inquiétude grandissante, en ce qui concerne la dégradation de l'environnement, offrent d'excellentes perspectives au bioéthanol. C'est un carburant écologique dont la combustion est plus propre que celle de l'essence ou du diesel et la promotion des biocarburants obtenus à partir de biomasse négligée, contribue à la réduction de la dépendance énergétique des pays (Novidzro *et al.*, 2013). En effet, l'utilisation des biocarburants vise à diminuer la forte dépendance des économies à l'égard du pétrole. Car, l'augmentation du prix du pétrole est le résultat, entre autres, des conflits géopolitiques. Le développement des filières de bioéthanol, au même titre que toute énergie renouvelable, peut jouer un rôle politique au niveau des relations internationales entre les pays importateurs et les pays producteurs de pétrole. De même, le développement des filières de bioéthanol suscite également l'émergence de nouveaux débouchés pour les agriculteurs, de nouvelles perspectives pour les compagnies forestières, pour les unités agroalimentaires et de nouvelles opportunités d'emploi, à un niveau local, pour la construction et l'exploitation des nouvelles unités de production de bioéthanol. Les filières biocarburants peuvent alors constituer un choix politique des pays africains, vers la diversification de leurs activités agricoles et la création d'emplois (Soro, 2012). Les résultats de recherche ont permis de montrer que, malgré son utilisation

directe comme carburant dans des moteurs spécialisés, il est aussi possible aujourd'hui de mélanger le bioéthanol à l'essence standard, à un taux raisonnable (5-10%) sans avoir à changer le moteur classique, ou l'utilisation d'Ethyl Tertio Buthyl Ether (ETBE), un autre type de carburant synthétisable à partir de 49% de bioéthanol et 51% d'isobuthylène, que l'on peut aussi incorporer dans l'essence à une proportion de 15% (Ballerini & Alazard-Toux, 2006). L'anacardier (*Anacardium occidentale* L.) est une culture de rente en plein essor et représente pour l'Afrique une grande opportunité d'exportation de ses noix. La production mondiale a presque doublé en une décennie, passant de 2.361.384 tonnes en 2002 à 4.152.315 tonnes en 2012 (FAO, 2014), en particulier grâce au regain d'intérêt de certains pays africains pour cette culture. Avec une production nationale de 170.000 t (FAO, 2014), le Bénin est classé cinquième parmi les principaux exportateurs mondiaux de noix brute en 2012, après le Vietnam (1.190.900 t), le Nigéria (836.500 t), l'Inde (680.000 t) et la Côte d'Ivoire (450.000 t). Certes, l'anacardier est produit de nos jours essentiellement pour sa noix, mais cet arbre fournit également la pomme à laquelle la noix est attachée. Cependant, malgré sa teneur élevée en sucres fermentescibles, en vitamine C, en composés phénoliques (Michodjehoun-Mestres *et al.* 2009), en caroténoïdes (Lautié *et al.*, 2001), en composés aromatiques (Soro, 2012), la quasi-totalité de la production béninoise de pomme cajou

est souvent abandonnée, à cause de son astringence due à la présence de tanins dans le fruit (Padonou *et al.*, 2015). De ce fait, la valorisation de la pomme cajou, une ressource de faible valeur marchande, contribuera à mettre sur le marché local et international, une nouvelle génération de produits à hautes valeurs ajoutées comme le bioéthanol de première génération, car produit à partir d'agro-ressource sucrière négligée. En effet, sa richesse en sucres fermentescibles et en éléments minéraux et vitamines, fait d'elle un

substrat de choix dans la bioconversion des matières sucrières en bioéthanol par voie fermentaire. Ainsi, le souci de tirer profit de cette agroressource disponible, peu utilisée et qui pourrit chaque année en quantité importante, nous a amené à évaluer le potentiel biofermentaire des souches levuriennes de *Saccharomyces cerevisiae* et de *Saccharomyces carlsbergensis* dans la production de bioéthanol à partir de la pomme cajou.

MATERIEL ET METHODES

Collecte du matériel végétal et extraction des jus de pommes : Les pommes cajou, de morphotype jaune (Gbohaida *et al.*, 2015) ont été collectées par cueillette dans les champs. Les zones de production de pommes cajou du Centre-Bénin ont été choisies. Il s'agit essentiellement de Bantè, Tchêti Doumè et Savalou. Les jus ont été ensuite extraits par pressage mécanique et sont utilisés comme substrat sucré pour la fermentation.

Préparation de l'inoculum : Les ferments utilisés sont constitués de trois souches levuriennes de *Saccharomyces cerevisiae* (*Angel brand super alcohol*, *Angel super alcohol* et *Angel brand Thermal-tolerant alcohol*) et de *Saccharomyces carlsbergensis* commercialisées par la société Ryan Wu/Angel Yeast Co., Ltd. L'inoculum a été préparé par introduction de 1,0 g de chacune des souches de levures sèches (lyophilisées) dans 9mL d'eau peptonée tamponnée.

Préparation des moûts de fermentation : Afin de réaliser d'abord une acclimatation des souches de levures avec le substrat sucré à fermenter, une préfermentation a été réalisée par incorporation de l'inoculum dans 1/10 du volume total de jus stérile à fermenter et laisser sous agitation pendant 24 heures dans une enceinte fermée et dans un environnement contrôlé. Ensuite le mélange a été additionné au 9/10 du volume de substrat sucré stérile restant. Après homogénéisation par agitation rotative, la performance des souches levuriennes en présence et en absence de facteurs de croissance a été investiguée. Ainsi l'urée (NH_2CONH_2), choisie comme facteur de croissance a été additionnée à une concentration de 4g/L à cause de son utilité pour la croissance des levures, spécialement dans la biosynthèse d'acides aminés, de protéines, d'acides nucléiques, de vitamines, de coenzymes et dans d'autres fonctions comme l'osmorégulation

(Guiraud, 1998, Hohmann, 2002). Un témoin a été réalisé sans addition de facteur de croissance.

Fermentation alcoolique : Les moûts ainsi préparés sont maintenus à 25°C sous agitation intermittente. La fermentation est de type batch ou discontinu. Chaque fermenteur est maintenu hermétiquement fermé. La fermentation alcoolique des moûts s'est déroulée durant huit jours. Des prélèvements périodiques suivis d'analyse ont permis de suivre l'évolution des paramètres physico-chimiques tels que le pH, l'acidité titrable (exprimée pour le moût en % d'acide acétique), la densité, le Brix et la teneur en sucres totaux.

Distillation : A la fin de la fermentation, l'éthanol contenu dans les moûts a été extrait par distillation fractionnée à une température de 79°C en tête de colonne (Novidzro, 2013).

Méthodes analytiques : Le pH des moûts a été mesuré au pH-mètre de marque HANNA. L'acidité des moûts a été déterminée selon la méthode AOAC (1984). La densité relative à 20°C des jus a été déterminée selon la méthode décrite par Novidzro (2013) et le taux de matière sèche soluble totale (degré Brix) a été déterminé à l'aide d'un réfractomètre numérique de type PAL 3-ATAGO. Le degré alcoolique (% v/v) des moûts à la fin de la fermentation est déterminé selon la méthode pycnométrique recommandée par AOAC (1984). Les paramètres cinétiques déterminés sont essentiellement l'Atténuation limite (*Al*), la Vitesse de Production d'Éthanol (*VPE*), les durées moyennes de fermentations qui représentent le temps qui sépare le début de la fermentation et l'arrêt de la consommation du sucre (Aïvodji et Anasside, 2009), et le rendement de production d'éthanol (*Rp*) qui est le rapport des volumes d'éthanol obtenu par volume de moût fermenté. Ces paramètres cinétiques sont déterminés

selon les formules suivantes : $AL = [(Brix\ initial - Brix\ final) / Brix\ initial] \times 100$; $VPE = Q_{\text{éthanol}} (g/L) / \text{Durée} (h)$ (Novidzro, 2013).

Analyses statistiques : Les données ont été traitées à l'aide des logiciels Microsoft Excel 2007 et SPSS 16.0. Le logiciel SPSS 16.0 a servi à l'analyse

statistique des données pour la comparaison des moyennes à l'aide du Test-t pour échantillons indépendants et pour l'analyse de la variance par les tests de Duncan et de Dunnett. Une probabilité inférieure à 0,05 a été considérée comme étant significative.

RESULTATS ET DISCUSSION

Évolution des paramètres cinétiques : Les figures 1 et 2 présentent les résultats de l'évolution des paramètres cinétiques tels que le pH, l'acidité, le Brix et la densité des moûts en cours de fermentation. L'analyse de ces résultats, a montré qu'au niveau des moûts de pomme jaune non enrichis à l'urée, la variation du pH n'est pas significative pendant le premier jour de la fermentation. Cette phase pourrait correspondre à une phase d'acclimatation des levures avec le substrat. Ensuite, on note une diminution rapide du pH et une augmentation subséquente de l'acidité des moûts. Cette phase pourrait donc correspondre à la phase de croissance exponentielle des levures, ce qui se traduit souvent par la production de métabolites secondaires. L'augmentation de l'acidité pourrait être due à la production du dioxyde de carbone ou des composés acides par les levures pendant la fermentation. Le dioxyde de carbone (CO_2) peut être dissous dans le milieu liquide sous forme d'acide carbonique (H_2CO_3), lequel est dissocié en ions bicarbonates (HCO_3^-), carbonates (CO_3^{2-}) et hydrogène (H^+) (Garcia-Gonzalez et al., 2007). Après 4 jours de fermentation, on note une stabilisation du pH au niveau des moûts. Cela pourrait correspondre à l'épuisement du milieu en sucres fermentescibles ou à la saturation du milieu par des métabolites secondaires susceptibles d'inhiber la croissance des levures ou de ralentir leur activité fermentaire (Novidzro et al., 2013). Par contre, au niveau des moûts enrichis à l'urée, on note une diminution, d'abord progressive du pH pendant les trois premiers jours de la fermentation, suivi d'une diminution rapide puis une stabilisation relative du pH (Figure 1). Cette évolution du pH des moûts est en conformité avec les résultats obtenus au niveau du suivi de l'acidité des moûts. Ces résultats montrent donc que l'ajout de facteurs de croissance (urée) au milieu réactionnel, favorise le démarrage rapide du processus de fermentation par les souches levuriennes utilisées, contrairement aux observations faites au niveau des moûts non enrichis, où le démarrage de la fermentation nécessite d'abord un temps de latence d'une durée moyenne de 24 à 48 heures, selon le type

de microorganisme. De même, les résultats obtenus au niveau du suivi du Brix et de la densité des moûts au cours de la fermentation (Figure 2) montrent également, pour les moûts non enrichis, une évolution triphasique, caractérisée par une phase d'acclimatation qui s'est traduite par une légère diminution du Brix pendant les 24 premières heures de la fermentation. Ensuite, on note une diminution rapide du Brix qui atteint une valeur limite après 48 heures de fermentation. Enfin, à partir du troisième jour de fermentation, on observe une stabilisation du Brix à des valeurs dépendant de chaque type de levures utilisées. Les plus faibles valeurs de Brix (4,8°Bx et 4,9°Bx) sont obtenues avec les souches *Angel Brand Super Alcohol* et *Angel Brand Thermal-tolerant alcohol*. Par contre, au niveau des moûts enrichis à l'urée, on remarque une phase de diminution progressive du Brix pendant 24 heures, suivi d'une phase de diminution rapide du Brix qui atteint une valeur seuil après 6 jours de fermentation. Dans ce cas, la plus faible valeur du Brix obtenue en fin de fermentation est de 3,8°Bx. Ces résultats sont en concordance avec ceux obtenus au niveau du suivi de la densité des moûts au cours du processus de fermentation (Figure 2).

Effet de l'urée sur l'évolution du processus de fermentation : Les résultats obtenus (Figures 1 et 2) montrent que la présence de l'urée a permis d'améliorer le processus de fermentation. En effet, l'ajout d'urée a entraîné une diminution plus importante et plus rapide du Brix par rapport à celle du moût non enrichi. L'apport de nutriment a donc une influence significative sur la cinétique de fermentation surtout au niveau de la souche *Angel Brand Thermal-tolerant alcohol*. Ces résultats s'apparentent davantage aux indications sur les besoins nutritifs de la levure *Saccharomyces cerevisiae* rapportées par Al-Obaidi, (1987). Au niveau de tous les paramètres physico-chimiques suivis, en présence du facteur de croissance, on observe une évolution plus rapide. La fermentation prend fin à partir du 3^e jour pour les moûts enrichis, et à partir du 4^e jour pour les moûts non enrichis alors que l'arrêt de la fermentation spontanée a

été remarqué dès le 6^e jour. La cinétique de fermentation a été alors favorisée par l'apport de facteur de croissance des microorganismes des

souches de levure surtout en présence de facteurs de croissance.

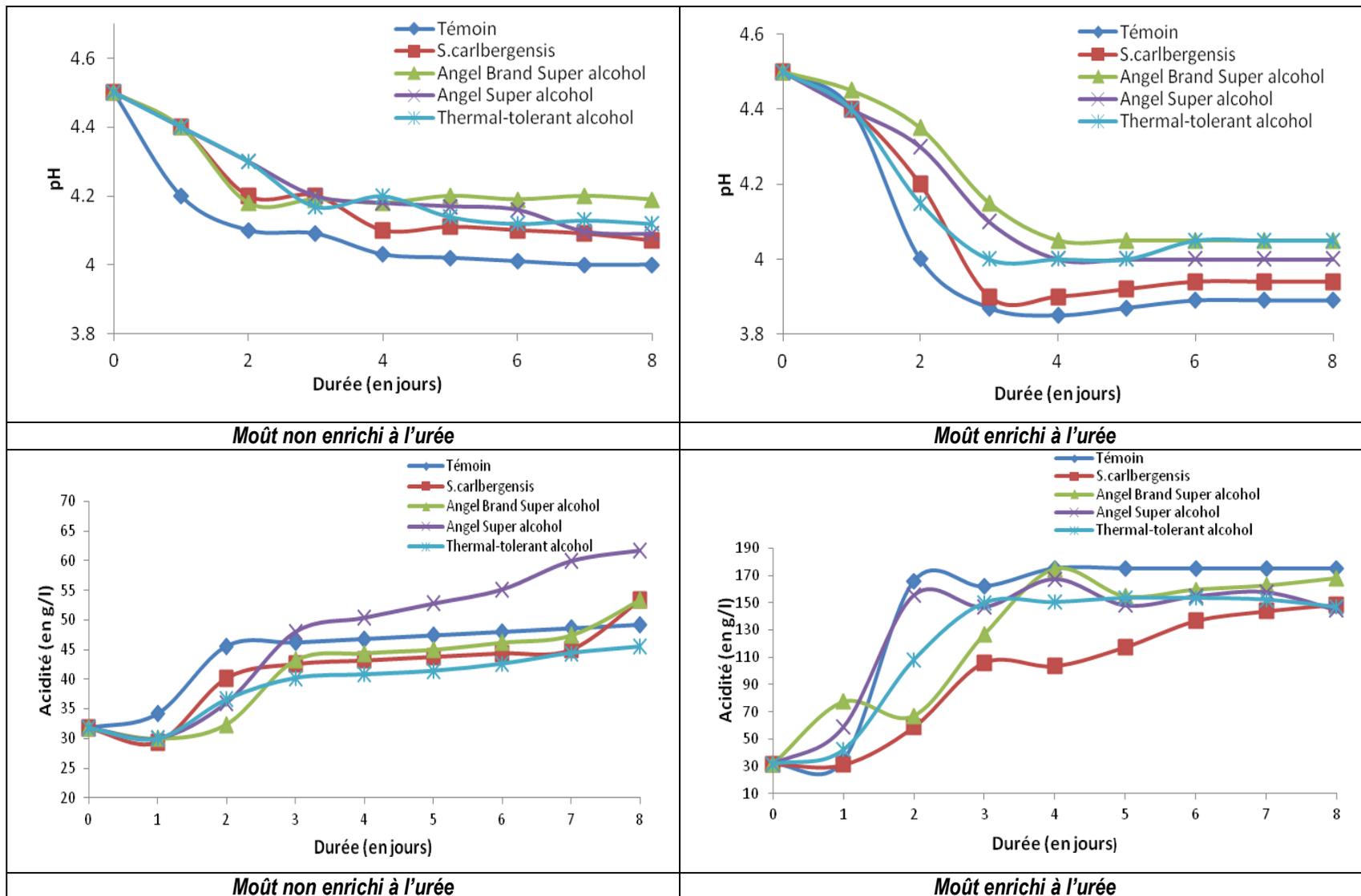


Figure 1: Évolution du pH et de l'acidité des moûts de pomme enrichis ou non à l'urée au cours de la fermentation

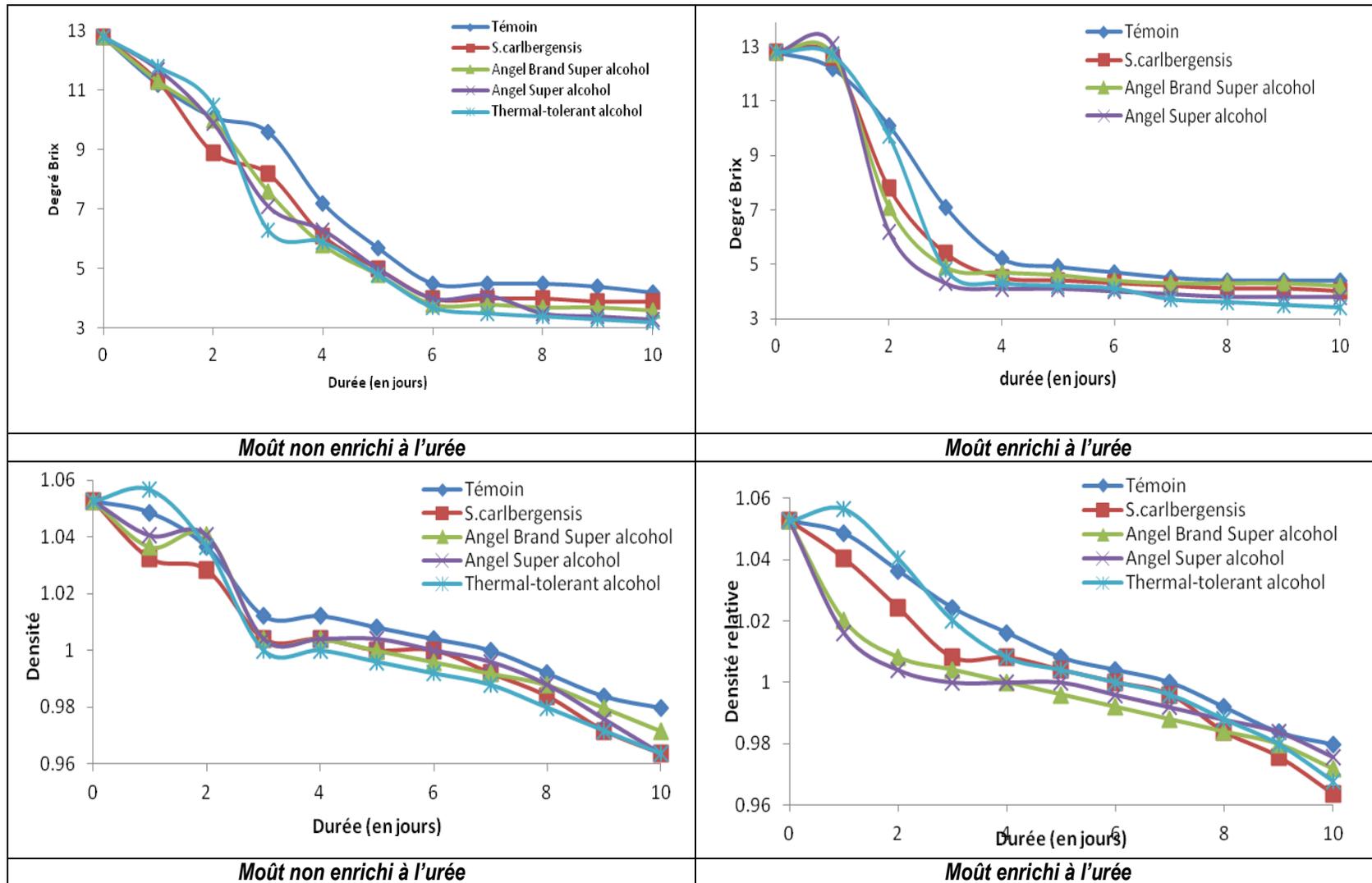


Figure 2: Évolution du Brix et de la densité des moûts de pomme enrichis ou non à l'urée au cours de la fermentation

Production d'éthanol et durée moyenne de fermentation : Le tableau 1 présente les résultats du degré alcoolique des distillats obtenus avec les souches de levures utilisées. Ces résultats montrent que les degrés alcooliques sont compris entre 26,24% et 51,55%. Les meilleurs degrés alcooliques sont obtenus au niveau des souches de levures sélectionnées et avec les moûts enrichis à l'urée, contrairement à la fermentation spontanée qui a le degré alcoolique le plus faible. Ces résultats montrent que l'ajout de souches de levures sélectionnées, surtout en présence de facteur de croissance favorise le processus de bioconversion des jus de pomme cajou en bioéthanol. La meilleure performance de bioconversion éthanolique est obtenue avec *S. carlsbergensis* (51,55%) suivie des souches *Angel brand super alcohol*, et *Angel brand Thermal-tolerant alcohol*. De même, les résultats obtenus au niveau de l'évaluation de la vitesse de production d'éthanol par les souches de levures utilisées (Tableau 2) montrent aussi que les meilleures performances (10,88±0,81 g.L

¹.h⁻¹ et 10,79±0,69 g.L⁻¹.h⁻¹) sont obtenues respectivement avec *S. carlsbergensis* et la souche de levure *Angel brand Thermal-tolerant alcohol*, en présence de facteur de croissance. En effet, ces souches de levure présentent alors une grande tolérance à l'alcool, ce qui leur permet d'avoir aussi les meilleurs taux de consommation en sucres fermentescibles présents dans les moûts de pomme cajou (Tableau 3). Ces résultats sont similaires à ceux de Pacheco *et al.* (2010) obtenus à partir des moûts de pomme cajou au Brésil. *Saccharomyces carlsbergensis* et la souche sélectionnée de *S. cerevisiae* " *Angel brand Thermal-tolerant alcohol*," peuvent être utilisées en vue d'une production industrielle de bioéthanol à partir des moûts de pomme cajou. En effet, la souche de levure *Angel brand Thermal-tolerant alcohol* a déjà montré ces performances de bioconversion éthanolique des moûts obtenus à partir de ressources sucrières non conventionnelles du Togo telles que *Balanites aegyptiaca*, *Curcubita pepo*, *Dialium guineense* et *Opilia amentacea* (Novidzro *et al.*, 2013).

Tableau 1: Production d'alcool (%)

	Moût non enrichi à l'urée	Moût enrichi à l'urée
Témoin	26,24±0,02a	-
<i>Saccharomyces carlsbergensis</i>	44,13±0,05b	51,55±0,01b
<i>Angel brand super alcohol</i> ,	36,49±0,01c	44,97±0,03c
<i>Angel super alcohol</i>	30,74±0,01d	34,12±0,01d
<i>Angel brand Thermal-tolerant alcohol</i>	31,75±0,02d	36,22±0,02d

Les valeurs portant la même lettre dans la même colonne ne sont pas significativement différentes (p<5%) selon ANOVA et les tests de comparaison multiple de Tukey

Tableau 2 : Vitesse moyenne de production d'éthanol (g.L⁻¹.h⁻¹)

Substrat	Facteurs de croissance	Fermentation spontanée	<i>Saccharomyces carlsbergensis</i> .	<i>Angel Brand Super alcohol</i>	<i>Angel Super alcohol</i>	<i>Angel Brand Thermal-tolerant alcohol</i>
Moûts de pomme cajou	Absence	10,51±0,87a	10,23±0,87a	10,37±0,83a	10,45±0,94a	10,54±0,83a
	Présence	-	10,88±0,81b	10,62±0,89b	10,40±0,77a	10,79±0,69b

Les valeurs portant la même lettre dans la même colonne ne sont pas significativement différentes (p<5%) selon ANOVA et les tests de comparaison multiple de Turkey.

Tableau 3 : Consommation moyenne en sucres ou Atténuation limite (%)

Substrat	Facteurs de croissance	Fermentation spontanée	<i>Saccharomyces carlsbergensis</i> .	<i>Angel Brand Super alcohol</i>	<i>Angel Super alcohol</i>	<i>Angel Brand Thermal-tolerant alcohol</i>
Moûts de pomme cajou	Absence	67,18±0,07a	69,53±0,05a	71,87±0,05a	74,21±0,05a	73,43±0,04b
	Présence	-	78,75±0,07b	67,18±0,05b	70,31±0,05b	75,00±0,07a

Les valeurs portant la même lettre dans la même colonne ne sont pas significativement différentes (p<5%) selon ANOVA et les tests de comparaison multiple de Turkey.

CONCLUSION

Cette étude montre que la fermentation réalisée en présence de souches sélectionnées a été plus efficace que la fermentation sauvage (spontanée). De même, l'utilisation de nutriment a contribué à une amélioration de la réaction de fermentation alcoolique des moûts de pomme de cajou par des souches de *Saccharomyces cerevisiae* et de *Saccharomyces carlsbergensis*. Les meilleures performances de bioconversion éthanolique

ont été enregistrées avec *Saccharomyces carlsbergensis* et la souche sélectionnée *Angel brand thermal-tolerant alcohol* avec un enrichissement du moût à l'urée comme facteur de croissance. Au vu de ces résultats, ces souches de levures peuvent donc être utilisées comme ferments efficaces dans la perspective d'une production intensive de bioéthanol à partir du jus de pomme cajou.

REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient la Banque Mondiale à travers le Programme de Productivité Agricole en Afrique de l'Ouest (PPAAO/ProCAD) pour le soutien financier.

BIBLIOGRAPHIE

- Aïvodji J and Anasside A, 2009. Élaboration des règles de stabilisation et de soutien des prix pour la filière anacarde. ONS, Projet d'Appui à la Sécurisation des Revenus des Exploitants Agricoles (PASREA), 73.
- Al-Obaidi HKH, 1987. Optimisation of Propagation Medium for Barker's Yeast using Date Extract and Molasses and Determination of the Optimum Concentration of Micro Elements and Vitamins. Date Palm Journal, 5(9): 65-78.
- AOAC, 1984: Official methods of analysis. 13th Edition. Association of Official Analytical Chemist, Washington D. C.
- Ballerini D and Alazard-Toux N, 2006. Les biocarburants. États des lieux, perspectives et enjeux du développement. Édition Technip. IFP Publications, 343 p.
- FAO, 2014. The state of food insecurity in the world, Ifad. WFP, 2014.
- Garcia-Gonzalez L, Geeraerd AH, Spilimbergo S, Elst K, Van Ginneken L., Debevere J, Van Impe JF, Devlieghere F, 2007. High pressure carbon dioxide inactivation of microorganisms in foods: the past, the present and the future. Int. J. Food Microbiol, 117: 1-28.
- Gbohaida V, Mossi I, Adjou ES, Agbangnan P, Yehouenou BB, Sohounhloue DCK, 2015. Morphological and Physicochemical Characterizations of Cashew Apples from Benin for their use as Raw Material in Bioethanol Production. Int. J. Pharm. Sci. Rev. Res., 35(2): 7-11.
- Guiraud J, 1998. Microbiologie alimentaire ; Edition : Dunod, Paris: 321p.
- Hohmann S, 2002. Osmotic stress signaling and osmoadaptation in yeasts. Microbiol. Mol. Biol. Rev, 66: 300-372.
- Lautié E, Dornier M, de Souza FM, Reynes M, 2001. Les produits de l'anacardier : caractéristiques, voies de valorisation et marché. Fruits, 56: 235-248.
- Michodjehoun-Mestres L, Souquet JM, Fulcrand H, Bouchut C, Reynes M, Brillouet JM, 2009. Monomeric phenols of cashew apple (*Anacardium occidentale L.*). Food Chem., 112: 851-857.
- Novidzro KM, 2013. Production de bioéthanol par fermentation alcoolique des jus de fruits de : *Balanites aegyptiaca*, *Curcubita pepo*, *Dialium guineense* et *Opilia amentacea*. Thèse de doctorat unique de l'Université de Lomé/Togo, 201pp.
- Novidzro KM, Agbodan KA, Koumaglo KH, 2013. Étude de la performance de quatre souches de *saccharomyces cerevisiae* au cours de la production d'éthanol à partir des moûts de sucrose enrichis. J. Soc. Ouest-Afr. Chim., 035: 1-7.
- Pacheco AM, Gondim DR, Gonçalves LRB, 2010. Ethanol Production by Fermentation Using Immobilized Cells of *Saccharomyces cerevisiae* in Cashew Apple Bagasse. Appl Biochem Biotechnol 161(1-8): 209-217.
- Padonou SW, Olou D, Houssou P, Karimou K, Todohoue M C, Dossou J, Mensah GA. Comparaison de quelques techniques d'extraction pour l'amélioration de la production et de la qualité du jus de pommes

- d'anacarde. Journal of Applied Biosciences
96: 9063 – 9071.
- Soro D, 2012. Couplage de procédés membranaires pour la clarification et la concentration du jus de pomme de cajou : performances et impacts sur la qualité des produits. Thèse de Doctorat. École doctorale Sciences des Procédés-Sciences des Aliments. Montpellier Supagro, 156 pp.