

Etude comparative de rendement de la production d'éthanol de deux variétés de dattes communes de faible valeur commerciale (Tinaceur et Aghmou) de Sud – Ouest de l'Algérie

A. Boulal^{1*}, Z. Benbrahim², B. Benali¹ et S. Ladjel²

¹ Unité de Recherche en Energies Renouvelables en Milieu Saharien, URERMS
Centre de Développement des Energies Renouvelables, CDER
01000, Adrar, Algeria

² Faculté des Sciences, Techniques et Sciences de la Matière
Université Kasdi Merbah, Ouargla, Algeria

(reçu le 27 Janvier 2013 – accepté le 29 Septembre 2013)

Résumé - En Algérie, le nombre de palmiers dattiers dépasse les 17 millions avec plus de mille variétés et une production qui atteint jusqu'à 700.000 tonnes de dattes. Selon les dernières informations qu'on a pu récolter, il ressort que le taux de déchets représente 30 % de la production nationale. Par ailleurs, la région d'Adrar, toute seule compte plus de 3 millions de palmiers, avec une production totale qui dépasse les 87500 tonnes, dont une grande partie est utilisée dans l'alimentation de bétail ou à l'échange avec les pays voisins spécialement le Mali et le Niger sous forme de troc. Ces substrats, riches en sucres (65 %) peuvent être transformés par des procédés biotechnologiques pour obtenir de l'alcool à haute degré. Dans notre travail de recherche, on a étudié la possibilité de l'utilisation du moût de datte commune de la région d'Adrar comme substrat pour la production de l'alcool par la bioconversion anaérobie en présence de la levure *Saccharomyces cerevisiae*. Durant la fermentation, nous avons suivi l'évolution de plusieurs paramètres à savoir, la densité, le taux de sucre. Le degré d'alcool obtenu après la première distillation était de 50° et après rectification, il a dépassé les 90°. Enfin, il est possible d'obtenir chaque 72 heures de fermentation alcoolique, 500 litres d'alcool à partir d'une tonne de rebuts de dattes.

Abstract - In Algeria, the number of palm trees date palms exceeds the 17 million with more than thousand varieties and a production which reaches up to 700 thousand tons of dates. According to last information which one could collect, it arises that the rate of waste represents is of 30 % of the national production. In addition the area of Adrar, all alone counts more than 3 millions palm trees, with a total production which exceeds the 87.5 thousand tons, including one great part is used in the food of cattle or with the exchange with the adjoining country especially Mali and Niger in the form of barter. Its substrates, rich in sugars (65 %) can be transformed by biotechnological processes to obtain surgical alcohol. In our research task, one studied the use potential of date must of the area of Adrar like substrate for the production of alcohol by the anaerobic bioconversion in the presence of the yeast *Saccharomyces cerevisiae*. During fermentation; we followed the evolution of several parameters to knowing, the density, and the sugar rate. The degree of alcohol obtained after the first distillation was of 50° and after rectification it exceeded the 90°. Lastly, it is possible to obtain each 72 hours of alcoholic fermentation 500 liters of alcohol starting from a ton of date rejects.

Mots clés: Dattes communes – Ethanol - *Saccharomyces cerevisiae* – Moût - Rectification.

* boulal19@yahoo.fr

1. INTRODUCTION

Le potentiel phoenicicole algérien enregistre un accroissement important avec un effectif qui avoisine 15 millions de palmiers dattiers pour une superficie de plus de 350.000 ha, dont 11 millions productifs [1]. Pour une campagne déterminée, la production nationale peut atteindre 700.000 tonnes, dont 240.000 tonnes représentant environ 47 % de *Deglet Nour*, considérée comme étant la meilleure variété de dattes commerciales, permettent à l'Algérie de se hisser au premier rang mondial du point de vue qualitatif; alors que près de 260.000 tonnes soit 53 %, sont des variétés dites communes [2]. Parmi ces derniers, 120.000 tonnes seulement sont commercialisables et plus de 14.000 tonnes sont de très faible valeur marchande [3].

En Algérie, les cultivars de dattes sont nombreux et sont estimés à plus de 800 cultivars [4]. Ces ressources génétiques sont très mal exploitées à l'exception de *Deglet Nour* et à degré moindre, du *Ghars*, de la *Degla Beïda* et de la *Mech Degla* qui présentent une importance économique majeure [5]. Par contre, le secteur phoenicicole de la région d'Adrar fournit à chaque compagne un tonnage très élevé de dattes communes estimé à environ 865 milles quintaux [6], malgré cela la valeur marchandise des dattes communes reste faible, avec une quantité très importante exportée vers le Mali et le Niger sous forme de troc. Toutefois une certaine quantité est consommée localement, soit par la population, soit destinée à l'alimentation du bétail, et la faible quantité restante est commercialisée vers les autres wilayas limitrophes.

Les dattes, à part leur grande richesse en sucres fermentescibles (65 %) et leur pouvoir de conservation relativement long peuvent constituer un substrat de choix pour produire de nombreuses substances à forte valeur ajoutée, tel que l'éthanol. Ce dernier issu d'un procédé biotechnologique de fermentation anaérobie est d'une importance économique indéniable du fait qu'il est utilisé dans des secteurs variés et vitaux.

L'éthanol présente les caractéristiques suivantes: volatil, inflammable, limpide et possédant une odeur piquante.

L'objectif de ce travail, est l'utilisation de variétés de dattes communes comme substrat de fermentation pour la production de l'éthanol par bioconversion anaérobie des dattes en présence de levures sélectionnées *Saccharomyces cerevisiae*.

Au niveau du laboratoire de l'Unité de Recherche en Energies Renouvelables en Milieu Saharien d'Adrar, on a lancé une série d'expérimentations de fermentation alcoolique de moût de datte commune des variétés (*Aghmou* et *Tinaceur*). Durant le processus de fermentation, nous avons suivi l'évolution de plusieurs paramètres, à savoir le taux des sucres, le pH, la teneur en matière sèche et enfin le degré d'alcool produit.

2. METHODES

2.1 Matière biologique

La levure de boulangerie sèche, *Saccharomyces cerevisiae* est utilisée. Elle est conservée dans un endroit frais et sec. Cette souche est utilisée pour la production d'éthanol [7].

2.2 Matière première (matériel végétal)

2.2.1 Choix de la variété

Le choix de la variété de dattes est orienté par leur disponibilité, leur abondance et leur appréciation pour la fabrication de bioéthanol de dattes.

Selon l'enquête perspective réalisée au niveau des ksours et les données de la DSA d'Adrar, nous avons choisi deux dérivés de dattes communes Aghmou et Tinaceur sur la base de l'abondance, Ces variétés ne sont pas bien appréciées par les consommateurs, malgré sa richesse en sucres, en minéraux et en vitamines. Sa faible teneur en eau (15 % environ) favorise sa conservation.

Il y a une récolte de tonnage important de dattes sèches de faible valeur commerciale, échangée sous forme de troc vers le Mali et le Niger (Fig. 1).

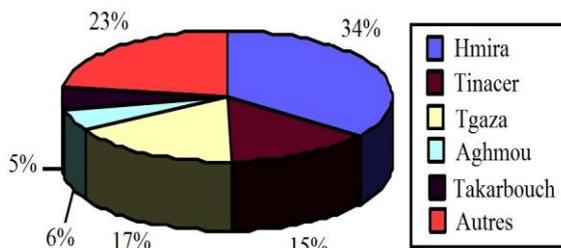


Fig. 1: Répartition de la production de dattes dans la Wilaya d'Adrar [6]

2.2.2 Obtention et conservation de la matière première

Les dattes sont conservées à l'état sec. Nous avons donc utilisé des emballages en carton pour les acheminer au laboratoire de l'unité de recherche d'Adrar, où a été réalisé notre travail expérimental.

2.3 Etapes de production de bioéthanol

2.3.1 La préparation de moût de dattes

La production de l'éthanol à partir de déchets de dattes comprend les étapes suivantes.

Peser 1 kg de dattes par une balance; laver à l'eau de robinet dans une passoire pour faciliter le séchage. Après lavage, l'imbibition des dattes est faite à l'aide d'une eau chaude (90 à 95 °C) afin de faciliter le dénoyautage. Le broyage des pulpes est effectué par la suite. L'eau d'imbibition riche en sucre sera utilisée comme eau de dilution du moût. Les dattes -ainsi traitées- sont ensuite diluées à raison de 1 kg de dattes pour 4000 ml d'eau. Le pH du moût est ajusté entre 4.3 et 4.7 par l'acide sulfurique (H_2SO_4 , 1N). Pour maintenir le pH on ajoute un tampon phosphaté. Ce pH acide préjudiciable au développement des bactéries s'avère propice à la prolifération de levures.

2.3.2 Procédé de la fermentation alcoolique

Après ensemencement du milieu par la levure de boulangerie *Saccharomyces cerevisiae* (1 g/l), le bio réacteur est plongé dans un bain-marie où la température est maintenue à 30 ± 2 °C. La fermentation est conduite en anaérobiose pendant 72 heures. Toutefois, la fermentation est favorisée par une agitation due au mouvement des bulles du CO_2 dégagé.

Pour suivre l'évolution de la fermentation, on procède chaque 24 heures à des prélèvements pour effectuer les analyses physico-chimiques par alcoomètre et détecter l'odeur de l'alcool dans le moût. Après 72 heures, la fermentation est arrêtée. [7]

Pour chaque variété de dattes, l'opération de fermentation est répétée trois fois dans le but d'obtenir une valeur moyenne représentative des différentes analyses. Au cours de la fermentation, nous avons suivi:

- L'acidité du moût à l'aide d'un pH mètre;
- Le taux de sucre;
- Le degré alcoolique;
- La densité du milieu réactionnel;
- Teneur en protéines totales.

2.3.3 Distillation alcoolique

A la fin de la fermentation, nous serons en présence d'un vin de dattes qu'il faut distiller afin d'extraire l'éthanol. La température de distillation est de l'ordre de 78 °C.

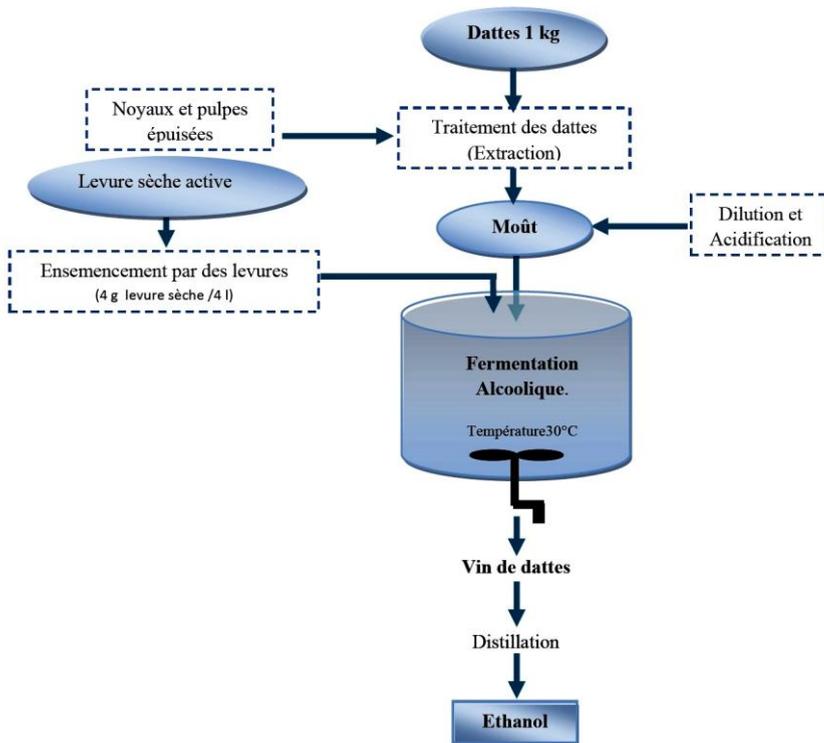


Fig. 2: Diagramme de production de l'éthanol [7]

2.4 Méthodes d'analyse physicochimique de bioéthanol

2.4.1 Détermination du pH

Le pH est mesuré à l'aide d'un pH mètre sous agitation (Modèle Hanna 210) [9].

2.4.2 Détermination de la densité

On appelle densité, le rapport du poids d'un certain volume d'un corps déterminé à celui du même volume d'eau pure dans les mêmes conditions de température, [12]. La densité est obtenue comme étant le rapport entre la masse d'un volume sur le même volume de jus de datte.

Nous avons pris 10 ml de jus de datte et nous l'avons pesé à l'aide d'une balance électronique de précision. Pour prendre son poids, nous avons répété l'opération plusieurs fois, le rapport masse / volume (m/v) est noté, la moyenne est pris comme résultat final.

$$d = m / v \quad (1)$$

Où, d, est la densité en (g/ml), m, la masse de l'échantillon en (g) – la masse du pycnomètre en (g), et v, le volume de pycnomètre (10 ml).

2.4.3 Dosage des sucres réducteur (Dubois *et al.* 1956)

Principe- Le dosage des sucres réducteurs est effectué par la méthode de phénol / acide sulfurique introduite par Dubois *et al.* A ce moment là, se forment des chromophores de couleur jaune-orange. Leur apparition est suivie en mesurant l'augmentation de la densité optique à 490 nm [13].

La teneur des sucres est exprimée en µg/ml (converti en grammes/litre) de α D (+) glucose à partir d'une courbe d'étalonnage.

$$DO = f(C) \quad DO = \varepsilon \times C \quad (2)$$

Expression des résultats-

A partir des densités optiques de la courbe d'étalonnage, on peut obtenir la teneur en sucres d'échantillon à analyser, où ε représente la pente de la droite, C est la concentration de D(+) glucose en µg/ml.

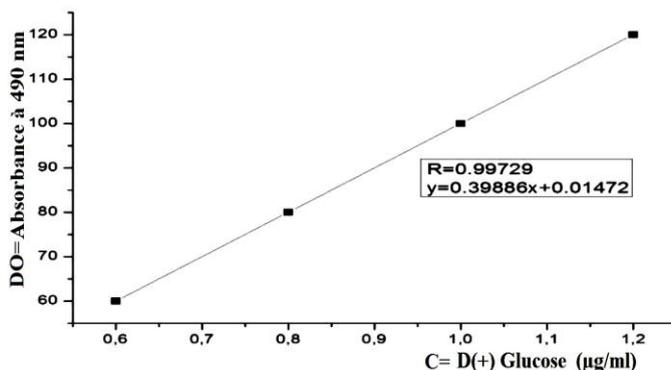


Fig. 3: Courbe d'étalonnage de D(+) Glucose (µg/ml)

2.4.4 Teneur en sucres totaux

Principe- Un milieu acide permet l'hydrolyse du saccharose en sucres réducteurs, dont l'analyse est plus facile, cette hydrolyse est activée par l'utilisation du chauffage. Leur apparition est suivie en mesurant l'augmentation de la densité optique à 490 nm [13].

2.4.5 Teneur en saccharose

La teneur en saccharose est obtenue par la différence entre la teneur en sucres totaux et les sucres réducteurs présents dans l'échantillon

$$\text{Saccharose (\%)} = (\text{Sucres totaux (\%)} - \text{Sucres réducteurs (\%)}) \times 0.95 \quad (3)$$

2.4.6 Détermination de taux de solides solubles (°Brix)

Principe- L'extrait sec soluble est déterminé par réfractomètre. Il mesure la concentration en saccharose d'une solution aqueuse ayant le même indice de réfraction que le produit à analyser. Il est exprimé en pourcentage de masse ou en degré Brix [14].

Expression des résultats- Lire directement les résultats de l'appareil.

2.4.7 Détermination de la teneur en protéines (Méthode de Kjeldahl)

Le principe de la méthode est basé sur la transformation de l'azote organique en sulfate d'ammonium sous l'action de l'acide sulfurique en présence d'un catalyseur, alcalinisation des produits de la réaction puis distillation de l'ammoniac libéré et titrage.

La teneur en azote total est déterminée par la formule suivante:

$$N (\%) = \frac{(V / V') \times (N - N') \times 0.05 \times 1.4}{P} \quad (4)$$

Où, V, est le volume de la solution minéralisée (ml), V', le volume de la solution de soude ajoutée (ml), N, la quantité d'acide sulfurique lue après titrage (ml) avec l'acide sulfurique de normalité 0.05 N, N', le volume de l'acide sulfurique dépensé dans le titrage du témoin (ml) et P, le poids de la prise d'essai (g).

La teneur en protéines est calculée en multipliant le taux d'azote total N (%) par le coefficient 6.25 [15].

3. RESULTATS ET DISCUSSIONS

3.1 Résultats de l'analyse physicochimique au cours de la fermentation

Les résultats des analyses physicochimiques de moût de dattes qui a été produit à partir des variétés de dattes 'Tinaceur' et 'Aghmou', sont présentés comme suit:

3.1.1 pH

Au cours de la fermentation alcoolique, le métabolisme de la levure induit un changement perpétuel du milieu. Ainsi, la consommation des substrats carbonés et azotés s'accompagne de la production de métabolites acides ou alcools. Parallèlement, on observe une évolution du pH comme représenté sur la figure 4.

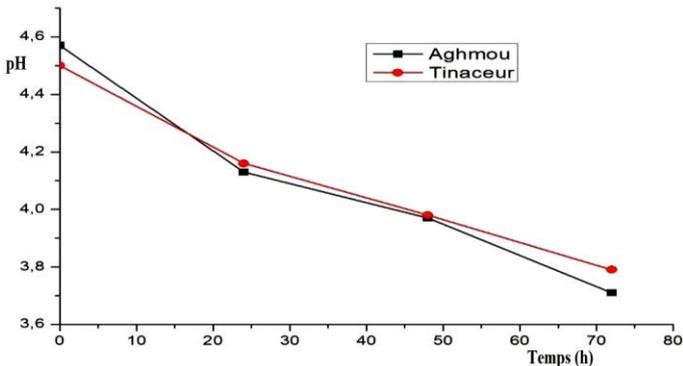


Fig. 4: Cinétique classique du pH lors d'une fermentation alcoolique

Pendant la fermentation alcoolique, l'évolution classique du pH présente une diminution du pH jusqu'à l'arrêt de la fermentation.

Nous avons dans un premier temps cherché à caractériser les composés du milieu pouvant exercer une influence sur le pH et à déterminer dans quelle mesure l'évolution de la composition du milieu au cours de la fermentation alcoolique pouvait modifier le pH.

Les moûts de dattes ont un pH acide. Ce caractère acide est le plus souvent lié à la présence d'acides organiques dont les principaux sont l'acide tartrique, l'acide malique et l'acide citrique. La concentration de ces éléments va alors définir le degré d'acidité du moût. Au cours de la fermentation alcoolique, certains composés subissent très peu ou pas de changement. C'est le cas de l'acide tartrique, de l'acide malique et de l'acide citrique. D'autres composés comprenant des acides organiques et des alcools sont produits par la levure.

Afin de déterminer l'impact de chaque composant sur l'évolution du pH au cours de la fermentation alcoolique, des tests d'ajout de composés sont réalisés in vitro.

3.1.2 Densité

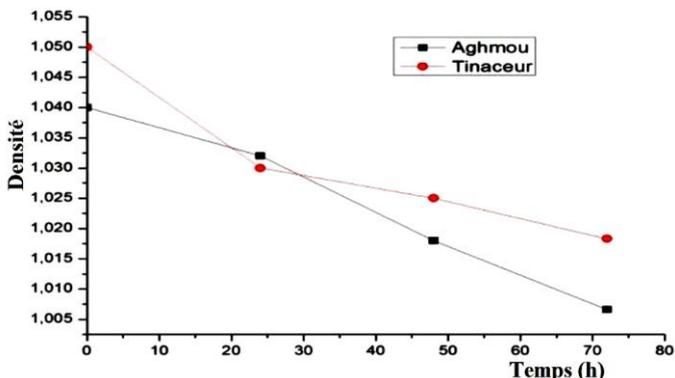


Fig. 5: Evolution de la densité en fonction du temps de fermentation

La figure montre une diminution remarquable de la densité au cours de la fermentation, qui peut être expliquée par la transformation du glucose en alcool et la perte de masse sous forme de CO₂ [16].

3.1.3 Détermination de la teneur en sucres (méthode de Dubois)

Les résultats des teneurs en sucres que nous avons dosés dans notre échantillon sont mentionnés dans le **Tableau 1**.

Tableau 1. Teneur en sucre réducteur, totaux et saccharose des dattes

Durée (h)	Sucre réducteur (%)		Sucres totaux (%)	
	Aghmou	Tinaceur	Aghmou	Tinaceur
00 h	11.4	15.1	13	16.5
24 h	4.5	8	5.9	8.7
48 h	1.6	1.6	2	2.5
72h	0.2	0.3	0.9	1.5

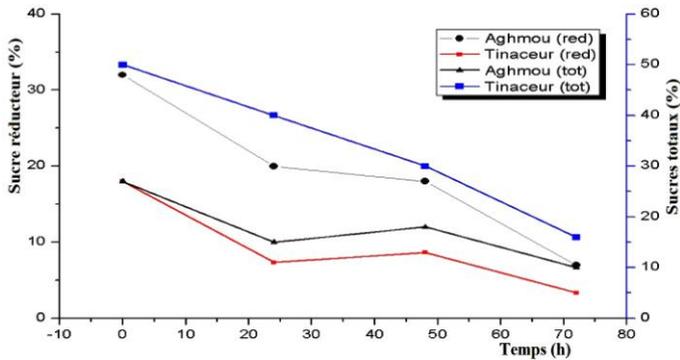


Fig. 6: Evolution du taux de sucre réducteur et de sucres totaux au cours de la fermentation

Les sucres sont les constituants les plus importants dans les dattes. Ils sont également responsables de la douceur de l'aliment. De nombreux auteurs, dont Munier (1973) [17], Nixon *et al.* (1978) [18], Sawaya *et al.* (1983) [19], s'accordent sur le fait que les sucres de dattes varient en fonction de la variété considérée, du climat et du stade de maturation. Les résultats rapportés par différents auteurs dépendent en partie de la méthode utilisée. Néanmoins, tous s'accordent à dire que les teneurs en sucres totaux et réducteurs des dattes sont de l'ordre de 50 % à 60 % et 40 % à 50 % respectivement.

D'après la figure 6, nous remarquons que les teneurs en sucres totaux des deux variétés de datte varient entre 60 % à 13 % de *Tinaceur*, *Aghmou* est de 53 % à 10.5 %, par contre les teneurs en sucres réducteurs des deux variétés de datte varient entre 40 % et 50 %. La variété *Aghmou* est riche en sucre, avec une teneur de 51 %. La variété *Tinaceur* est moins sucrée (40%).

Comme explication technologique, ces différences peuvent être exploitées pour 72 heures de fermentation des moûts, une importante dégradation du sucre est révélée, cette transformation était active durant les premières 48 heures surtout entre 24 et 48 heures par contre la production d'alcool augmente durant les dernières 48 heures de la fermentation.

Ce résultat est en accord avec celui reporté par Elokidi (1987) [20] qui a évoqué un temps de fermentation entre 36 et 72 heures. L'évolution du degré d'alcool durant la fermentation montre que la cinétique de la production d'alcool est proportionnelle au taux de sucre contenu dans les dattes. Nos résultats se rapprochent toutefois de ceux trouvés par Sawaya *et al.* (1983) [19] puisqu'ils sont compris entre 60 et 80 %.

3.1.4 Teneur en protéines totales (azote Kjeldahl)

Il en ressort que le taux de protéines est compris entre 1.07 et 0.11 %, selon la courbe suivante. La quantité de protéines dans les dattes de la variété *Aghmou* est plus élevée (varie entre 1.07 - 0.11 %) par rapport aux autres cultivars *Tinaceur* (varie entre 0.22 - 0.12 %).

Ces résultats sont comparables aux résultats bibliographiques qui situent le taux de protéines dans la fourchette de 0.9 – 4 % du poids frais de la datte (Nixon *et al.* 1978 [18], Sawaya *et al.* 1983 [19], Al Hooti *et al.* (1997) [21]) signalent des valeurs qui

situé 2 – 2.5 %. Les protéines des dattes sont qualitativement bien équilibrées car leur composition correspond à celle dont l'organisme a besoin.

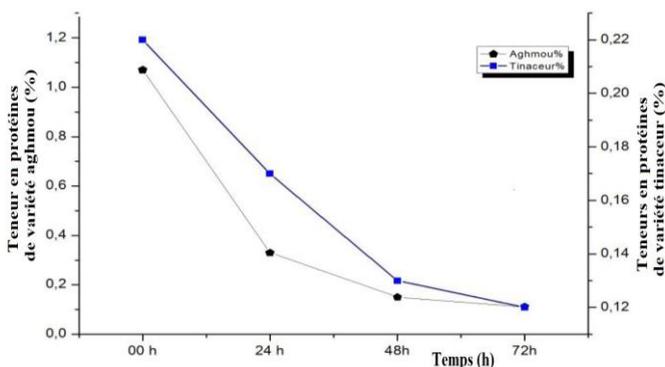


Fig. 7: Teneur en protéines des deux variétés *Aghmou* et *Tinaceur* en (%)

En conclusion, on peut dire que la variété *Aghmou* est plus intéressante du point de vue teneur en protéines par rapport à l'autre variété *Tinaceur*.

3.2 Résultats de l'analyse physicochimique du produit final

Les résultats des analyses physicochimiques de bioéthanol de dattes qu'ont été produit à partir de les deux variétés de dattes *Aghmou* et *Tinaceur*, sont représentés dans le **Tableau 2**.

Tableau 2: Valeurs moyennes de quelques paramètres physico-chimiques des deux variétés de dattes communes

Valeurs moyennes des paramètres	<i>Aghmou</i>	<i>Tinaceur</i>
Densité	0.83	0.8
Degré d'alcool (1^{ère} distillation)	48°	52°
Degré d'alcool (rectification)	93°	93°
Indice de réfraction	1.361	1.361
pH	5.85	5.65
Rendement	50 %	65 %

D'après les résultats obtenus, on peut conclure que notre bioéthanol obtenu est conforme aux normes internationales.

3.3 Spectre Infra Rouge du produit final

On remarque les vibrations des bandes suivantes:

- 2990 cm^{-1} : Vibration de valence correspondant au groupement C-H d'un alcane;
- 3300 cm^{-1} : Vibration de valence correspondant O-H spécifique d'un alcool;
- 2990 cm^{-1} : Vibration de valence correspondant au groupement C-O d'un alcool.

Il est à noter que l'alcool préparé se confond avec un alcool éthylique C_2H_5OH , (Fig.7).

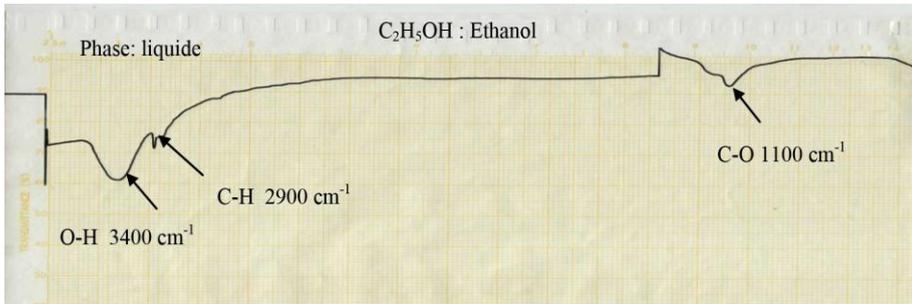


Fig. 7: Spectre IR de l'éthanol de datte *Tinaceur*

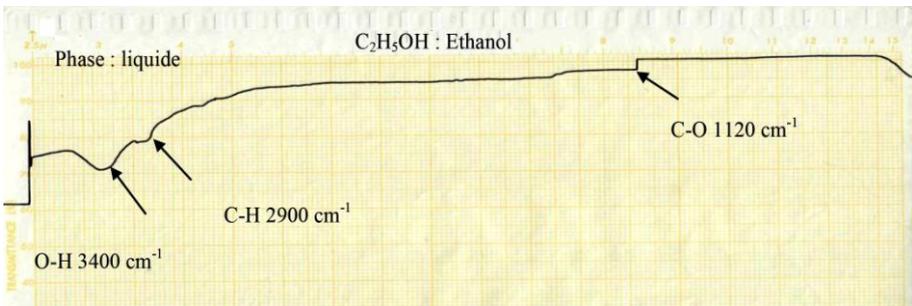


Fig. 8: Spectre IR de l'éthanol de datte *Aghmou*

4. CONCLUSION

Les dattes communes de faible valeur marchande demeurent un substrat de choix pour la mise en œuvre d'un procédé de fabrication d'alcool industriel. Vu la simplicité du procédé, une telle industrie doit être mise en place dans les régions phoénicoles, car elle permet certainement de limiter en partie l'érosion génétique dont souffre la palmeraie algérienne.

L'objectif visé par notre travail est de développer un bioéthanol à partir des dérivés de deux variétés de dattes communes (*Aghmou* et *Tinaceur*) en utilisant comme procédé la fermentation alcoolique en présence de la levure *Saccharomyces cerevisiae*. Les résultats trouvés montrent que le produit obtenu présente un degré d'alcool de 93° et un rendement de 50 % pour la variété *Aghmou* et de 65 % pour la variété *Tinaceur*.

Les caractéristiques physico-chimiques des produits obtenus sont conformes aux normes internationales, en plus ils présentent l'avantage d'être des produits 100 % bio, respecte l'environnement et ne porte pas atteinte à l'écologie.

NOMENCLATURE

pH : Potentiel d'Hydrogène

ha : Hectare

T : Température

kg : kilogramme

% : Pourcentage

l : Litre

DO : Densité optique	mg : milligramme
DSA : Dir. des Services Agricoles	Qx : Quintaux
h : Heure	V : Volume
H : Humidité	N : Normalité
g : Gramme	µm : Micromètre

REFERENCES

- [1] N. Saouli, '*Le Potentiel Phoenicicole Algérien*', Journées d'Etude sur la Transformation des Produits du Palmier Dattier, I.T.D.A.S. Biskra, 2005.
- [2] Document Scientifique, '*La Production Mondiale des Dattes*', FAO, 2007.
- [3] A. Touzi, '*Valorisation des Produits et Sous-Produits de la Datte par les Procédés Biotechnologiques*', Rapport de Synthèse de l'Atelier 'Technologie et Qualité de la Datte', CIHEAM, Options Méditerranéennes, pp. 214, 1997.
- [4] S. Hannachi, D. Khitri, A. benkhalifa et R.A. Brac de la Perrière, '*Inventaire Variétal de la Palmeraie Algérienne*', USTHB et URZA, Unité de Recherche sur les Zones Arides, 1998.
- [5] S. Acourene et M. Tama, '*Caractérisation Physico-Chimique des Principaux Cultivars de Dattes de la Région des Zibans*', Recherche Agronomique, Revue de l'INRAA', pp. 59 - 66, 1997.
- [6] Rapport de la Direction des Services Agricoles, Adrar, 2010.
- [7] A. Boulal, B. Benali, M. Moulay et A. Touzi, '*Transformation des Déchets des Dattes de la Région d'Adrar en Bioéthanol*', Revue des Energies Renouvelables, Vol. 13. N°3, pp. 455 - 465, 2010.
- [8] E. Espiard, '*Introduction à la Transformation Industrielle des Fruits*', Ed. Technologie et Documentation, Lavoisier, 2002.
- [9] P. Munier, '*Le Palmier Dattier*', 1973.
- [10] J.P. Larpent et M. Gourgaud, '*Elément de Microbiologie*', Ed. Herman. Paris, 1985.
- [11] J.P. Larpent, '*La Microbiologie de la Fermentation Panaire*', Ed. Technologie et Documentation, 1992.
- [12] N. Bouzidi et F. Aribi, '*Valorisation et Etude de la Qualité Nutritionnelle, Microbiologique et Organoleptique du Sirop de Dattes 'RUB' et son Utilisation*', Projet de Fin d'Etude, Sciences Agronomiques, Spécialité Technologie Agro-Alimentaire, 1998.
- [13] G. Linden et D. Lorient, '*Biochimie Agro-Industrielle, Valorisation Alimentaire de la Production Agricole*', Ed. Masson S.A., Paris, p. 367, 1994.
- [14] G. Bourat, '*Propriétés des Micro-Organismes, Traité Génie des Procédés*', Journal de Techniques de l'Ingénieur, Vol. 6, Paris, 1992.
- [15] N. Kacem-Chaouche, Z. Maraihi, J. Destain and P. Thonart, '*Study of Catalase Production by an Aspergillus Phoenicis Mutant Strain in Date Flour Extract Submerged Cultures*', Biotechnologie, Agronomie, Société et Environnement. Vol. 9, N°3, pp. 173 - 178, 2005.
- [16] J.L. Gaillard, H. Leclerc and M. Simonet, '*Microbiologie Générale*', Ed. Doin, Paris, p. 535, 1995.
- [17] P. Munier, '*Le Palmier Dattier, Techniques Agricoles et Productions Tropicales*', Ed. Larousse, Paris, pp. 145 - 178, 1973.

- [18] R.W. Nixon and B. Carpenter, '*Growing Dates in United States*', United States Department of Agriculture Information, Bulletin Prepared by Science and Education Administration, pp. 44 - 45, 1978.
- [19] W.N. Sawaya, J.K. Khalil, H.A. Khatcha-Dourian, W. Safi and A.S. Mashadi, '*Sugars, Tannins and Some Vitamins Contents of Twenty Five Date Cultivars Grown in Saudi Arabia at the Khalal (Nature Color) and Tamer (Ripe) Stages*', The First Symposium on the Date Palm, King Fayçal University Al Hassan, Kingdom of Saudi Arabia, pp. 468 - 478, 1983.
- [20] H.K.H. Elokidi, '*Date and confec-product*', F.A.O, Rom, 5-6-25, 1987.
- [21] S. Al-Hooti, J.S. Sidhu and H. Qabazard, '*Physicochemical Characteristics of Five Date Fruit Cultivars Grown in the United Arab Emirates*', Plant Foods for Human Nutrition, Vol. 50, N°2, pp. 101 – 113, 1997.