

## ETUDE COMPARATIVE DE LA PRODUCTIVITÉ D'ALCOOL BRUT DE DATTES SELON LES VARIÉTÉS

M.D.OULD EL HADJ

Université de Ouargla, Département d'Agronomie Saharienne, BP 163 Ouargla 30000, Algérie.

**Résumé :** La production d'alcool brut à partir de trois variétés de dattes communes (Degla beida, Tacherwit et Hamraya) réparties dans les trois classes de dattes (sèche, demi-molle et molle) de la région de Ouargla, a été étudiée. La teneur en sucres totaux des moûts de ces différents cultivars est de  $11,00 \pm 1,21\%$  de sucre pour Hamraya,  $11,36 \pm 2,12\%$  de sucre pour Tacherwit et  $11,61 \pm 1,26\%$  de sucre pour Degla Beida. Après fermentation par la levure *Saccharomyces cerevisiae*, les moûts de ces cultivars des différentes classes de dattes, titrent  $7,8^\circ \pm 1,30^\circ$  à  $9,5^\circ \pm 1,61^\circ$  d'alcool. Les rendements en alcool sont respectivement de  $81,82\% \pm 4,50\%$  pour la variété sèche,  $71,30\% \pm 1,82\%$  pour la variété demi-molle et  $70,90\% \pm 3,69\%$  pour la variété molle. L'effet de la classe de dattes qui est fonction de la nature des sucres a une action notable sur l'évolution du rapport alcool brut produits/sucres consommés. Plus la date est riche en saccharose plus sa productivité en alcool brut est élevée.

**Mots clés :** Dattes communes, Ethanol, *Saccharomyces cerevisiae*, Moût, Rendement.

**Summar :** The production of alcohol from the three varieties of common dates (Degla beida, Tacherwit and Hamraya) divided according to three categories of dates (dry, semi-soft and soft) for the region of Ouargla has been studied. The total sugar amount of the must of these different cultivars is  $11,00 \pm 1,21\%$  of sugar for hamraya,  $11,36 \pm 2,12\%$  of sugar for Tacherwit and  $11,61 \pm 1,26\%$  of sugar for Degla beida. After fermentation through the yeast *Saccharomyces cerevisiae* these solutions titrate  $7,8^\circ \pm 1,30\%$  to  $9,5^\circ \pm 1,61\%$  of alcohol. The return in alcohol is respectively of  $81,86\% \pm 4,5\%$  for the dry variety,  $71,305\% \pm 1,82\%$  for the semi-soft variety and  $70,90\% \pm 3,69\%$  for the soft variety. The dates effect is fonction of the sugar nature wich have a notable action on the evolution of rapport coproduced alcohol consumed sugar. The more the date is rich of saccharose, the more it's brut alcohol production is high. Nevertheless, the grinding dates during the preparation amount is indispensable for good yieldin alcohol.

**Key words :** Common dates, Ethanol, *Sacchaomyces cerevisiae*, Must, Crop.

## INTRODUCTION

Sur les 8 millions de palmiers dattiers que compte l'Algérie, seuls 6 millions sont productifs (OND, 1992). En effet, la production nationale, pour la campagne agricole 1990, est estimée à 180.000 tonnes dont 84.600 tonnes de Deglet Nour (47%) et 95.400 tonnes de variétés dites communes (53%). Pour ces dernières, 40.000 tonnes sont de faibles qualités marchandes (OND, 1992). L'importance économique de ces variétés communes, dont le nombre est estimé à 870 cultivars (HANACHI et KHITRI, 1992) se voit réduite. Elles sont marginalisées, si ce n'est complètement ignorées. Elles sont utilisées presque exclusivement comme aliment de bétail. La valorisation de ces 30% de la production annuelle de dattes de faible valeur marchande, ne peut avoir qu'un impact économique positif. L'Algérie importe 180.000 tonnes par an de mélasse de betterave sucrière, plus 130.000 tonnes de mélasse de canne, pour une production de levure boulangère et d'alcool (BOUGHNOU, 1988; OND, 1992).

Les produits à base de dattes sont nombreux et diversifiés : le sucre liquide, les pâtes de dattes, les jus, les sirops, les boissons gazeuses, la confiserie, la pâtisserie, la biscuiterie, l'alcool, le vinaigre... Toutefois l'éthanol importé en quantité énorme et en devise étrangère à plus de 70% des besoins nationaux, reste un produit important du point de vue économique. C'est un produit utilisé dans des secteurs variés telles que la chimie industrielle et l'industrie agro-alimentaire (matière première pour la fabrication de vinaigre).....

En fermentation alcoolique, seuls les hexoses sont directement fermentescibles; les autres doivent d'abord être hydrolysés par l'intermédiaire des enzymes (LECLERC et al., 1983; NONUS et MINNIAL, 1985). Les sucres consti-

tuent la principale composante des dattes. Ils sont diversifiés (MAHTALLAH, 1970; MUNIER, 1973; NIXON et al., 1978; SHUBBAR, 1981; SAWAYA et al., 1983; AZOUZ et al., 1991). On distingue des sucres majeurs à savoir le saccharose, le glucose et le fructose et des sucres mineurs, en très faible quantité, le galactose, l'arabinose et le xylose (SAWAYA, 1983). La nature des sucres varie en fonction de la consistance de la datte. Les variétés sèches de dattes renferment presque exclusivement du saccharose (KHATAB et al., 1983). Par contre, les variétés molles sont très riches en sucres réducteurs et pauvres en saccharose. Les variétés demi-molles renferment, autant de saccharose que les sucres réducteurs. Ainsi, nous avons entrepris l'étude de la production d'alcool brut par bioconversion anaérobie à partir de trois types de classes dattes (sèche, demi-molle et molle), réparties entre trois cultivars de dattes communes de la région de Ouargla.

## METHODOLOGIE DE TRAVAIL

### 1- Matériel végétal

Cette étude est réalisée sur trois variétés de dattes :

- Degla beida : C'est une datte sèche de couleur jaune pâle, produite en grande quantité au sud-est. Elle n'est pas appréciée par les populations sahariennes.
- Tacherwit : C'est une datte demi-molle, de couleur rouge foncée, destinée de la plupart pour la production de vinaigre traditionnel et à l'alimentation de bétail.
- Hamraya : De couleur rouge foncée, cette datte molle est connue aussi sous le nom de " Tazgart ". Elle est très conseillée pour la production de vinaigre traditionnel.

Le choix de ces variétés de dattes, a été orienté par leur disponibilité, leur abondance et leur appréciation pour la fabrication de vinaigre traditionnel. Bien que répartie entre les trois classes de dattes, ces cultivars sont classés comme sous produits du palmier dattier à cause de leur valeur marchande. Elles sont destinées essentiellement à l'alimentation du bétail et comme appoint alimentaire pendant les périodes de disette.

## 2- Matériel biologique

Le micro-organisme utilisé est la levure boulangère *Saccharomyces cerevisiae* nommée "VDH2". C'est une souche pure importée et utilisée par la levulerie de "Oued Smar" à Alger. La souche a été conservée sur gelose incliné 4°C. Pour permettre aux levures de garder leur vitalité, des repiquages sont effectués.

## 3- Préparation du moût de datte

CLEMENT (1978) définit le moût comme étant un liquide sucré servant de matière première dans les industries de fermentation. Pour la préparation des différents moûts, des opérations tels que le lavage, l'égouttage, le dénoyautage et le broyage des dattes sont effectuées. Les dattes ainsi traitées sont ensuite diluées à raison d'un kilogramme de pulpes pour quatre litres d'eau distillée chaude à 70°C. Cette macération dans l'eau chaude permet une meilleure extraction des sucres et un bon épuisement des pulpes. Le moût obtenu constitue le milieu de culture. Pour ne pas faire perdre au moût sa richesse en éléments nutritifs et en matières azotées, il n'a pas été filtré. Le développement de la levure et son pouvoir ferment sont influencés par toute une série de facteurs chimiques et physico-chimiques. A cet effet, les moûts des différents cultivars sont enrichis par les sels

suivants dans les proportions indiquées :

- Sulfate de magnésium : 0,2 g/l
- Phosphate diammonique : 0,5 g/l
- Sulfate d'ammonium : 0,5 g/l
- Urée : 1 g/l

Le pH des différents milieux expérimentaux, est ajusté entre 4,3 et 4,5 par une solution d'acide sulfurique normale. Ce pH acide préjudiciable au développement des bactéries s'avère propice à la prolifération des levures (BOUQUET, 1982).

## 4- Conduite de la fermentation

### • Préparation de l'inoculum

Les souches entretenues sur milieu gélifié incliné doivent être réactivées sur milieu de préculture identique aux milieux de culture. A l'aide d'une anse stérile, nous prélevons de la levure que nous ensemençons dans un erlenmeyer de 1 litre contenant 300 ml de moût pour la préculture qui dure 18 heures à  $30^{\circ}\pm 2^{\circ}\text{C}$  dans les mêmes conditions que la fermentation.

### • Conduite de la culture

Après tyndallisation réalisée au bain Marie des solutions mères, pour une stérilisation; les solutions sont inoculées à raison de 250 ml de préculture pour 4 litres de moût. Puis la fermentation est conduite dans un fermenteur constitué d'un récipient en verre d'une capacité de 4,5 litres, plongé dans un bain-marie, afin de maintenir la température à  $30\pm 2^{\circ}\text{C}$  environ. Une agitation modérée du milieu est assurée grâce à un agitateur magnétique. La fermentation a été menée en anaérobiose et suivie pendant 72 heures. Toutefois, la fermentation est favorisée par le remontage qui consiste à pomper en surface le jus profond par agitation, afin de mélanger et d'aérer le moût.

Cette aération est nécessaire pour assurer une croissance convenable de la levure en aérobiose. Une molécule de glucose en aérobiose est dégradée en CO<sub>2</sub> en produisant 18 molécules d'ATP; en anaérobiose la fermentation d'une même quantité de sucre conduisant à l'éthanol, fournit 2 molécules d'ATP (LECLERC et al., 1977)

Pour suivre l'évolution de la fermentation, on procède chaque 24 heures à des prélèvements d'une prise d'essai de 300 ml, en vue de déterminer l'évolution de la biomasse, de doser les sucres, l'alcool et suivre le pH au cours de la fermentation.

#### • **Détermination de la biomasse**

L'évolution de la biomasse au cours de la fermentation est suivie par comptage hématimétrique (cellule de Malassez) de la population microbienne sous microscope (grossissement x 10) (GUIRAUD et GALZY, 1980).

### 5- Techniques analytiques

#### • **Dosage des sucres dans les moûts**

##### *Sucres réducteurs*

Les sucres réducteurs sont dosés par titrimétrie par la liqueur de Fehling. Le principe de la méthode consiste à faire réagir un excès de solution cupro-alcaline sur les sucres. Ces derniers sont séparés par décantation de l'oxyde cuivreux puis traités par une solution de sulfate ferrique. La titration se fait à l'aide de permanganate de potassium (0,05 N) (AUDIGIE, 1984).

##### *Sucres totaux*

Après hydrolyse acide à l'aide l'acide chlorhydrique concentré pendant 12 minutes au bain-marie à 70°C. Le dosage des sucres est effectué par la méthode de Bertrand.

##### *Saccharose*

Après le dosage des sucres totaux, le taux de saccharose est déduit suivant la formule:

$$\text{Saccharose} = (\text{sucres totaux} - \text{sucres réducteurs}) \times 0,95$$

(AUDIGIE, 1984).

#### • **Dosage de l'alcool**

Le dosage de l'alcool au cours de la fermentation est effectué par aérométrie. La méthode consiste à distiller le jus alcoolisé puis à mesurer la densité du distillat à l'aide d'un alcoomètre à la température ambiante (ANONYME, 1965; NADHIM, 1982).

#### • **Détermination du pH**

La détermination du pH, est essentielle pour le contrôle du moût, avant et au cours de la fermentation. Sa variation, nous renseigne sur l'activité métabolique de la levure, donc sur la transformation des sucres en alcool.

La détermination du pH s'effectue dans nos conditions par une lecture directe à l'aide d'un pH-mètre préalablement étalonné.

#### • **Dosage des protéines des moûts**

La teneur en azote total du moût est déterminée par la méthode de Kjeldahl.

#### • **Détermination des cendres des moûts**

Les cendres totales sont déterminées par incinération. Un étuvage à 105°C pendant 24 heures des échantillons, est suivi par une calcination au four à moufle (1 heure à 600°C environ).

## RESULTATS DISCUSSION

### Composition physico-chimique des moûts

La composition moyenne des milieux de cultures obtenue après trois essais, pour chaque variété de dattes sont consignés dans le tableau I.

**Tableau I** : Composition physico-chimique des différents moûts.

Variétés	Tacherwit	Degla Beida	Hamraya
Caractères			
PH	5,65 ± 0,17	5,18 ± 0,28	5,20 ± 0,14
Cendre (%)	0,40 ± 0,11	0,42 ± 0,08	0,45 ± 0,03
Sucres totaux (%)	11,36 ± 2,12	11,61 ± 1,26	11,00 ± 1,21
Sucres réducteurs (%)	8,12 ± 1,83	5,39 ± 1,14	9,77 ± 1,15
Saccharose (%)	3,18 ± 1,48	6,21 ± 1,21	1,23 ± 1,08
Protéines (%)	0,48 ± 0,13	0,53 ± 0,08	0,67 ± 0,04

Le pH des différents milieux varie de 5,18±0,28 à 5,65±0,17. DOWSON et ATEN (1963), notent que le pH des dattes serait de 5,5. RYGG ( 1977), associe à une datte de bonne qualité un pH voisin de 6 et à une datte de mauvaise qualité un pH inférieur à 5. La teneur moyenne en sucres totaux des moûts des trois cultivars, va de 11,00±1,21% pour Hamraya à 11,61±1,26% pour Degla beida; avec 11,36±2,12% pour Hamraya. Le tableau I montre que la qualité des sucres dans les milieux de culture est en relation étroite avec les classes de dattes. Degla beida qui est une datte sèche, renferme plus de saccharose (6,21±1,21%), alors la datte molle Hamraya est très riche en sucres réducteurs (9,77±1,15%) et pauvre en disaccharides (1,23±1,08%). Mais les teneurs en protéines des moûts sont faibles. Ces taux de protéines bien que faible ne sont pas négligeables comme source de matières azotées après hydrolyse. Des auteurs tels que; MAALALLAH (1970), AL ASWAD (1983) et ALOKAIDI (1987) notent que les protéines de dattes sont qualitativement bien équilibrées.

Le pourcentage des cendres ne dépasse pas les 0,45 ± 0,03%. Néanmoins les paramètres qui renseignent sur l'évolution de la fermentation demeurent essentiellement : la production de biomasse, l'assimilation des sucres et la production d'éthanol.

### Fermentation

La fermentation se déroule en milieu non renouvelé. La croissance de *Saccharomyces cerevisia* peut être limitée par l'accumulation de substances toxiques (MEYER et al., 1988). SASSON, (1986), signale que les acides gras, en particulier l'acide octanoïque et l'acide decanoïque, formés par les levures à la concentration de quelques milligrammes par litre, deviennent toxiques pour la levure. Pour remédier à ce phénomène, une pincée de charbon était additionnée aux moûts avant ensemencement pour faciliter la reprise de la fermentation.

Après 72 heures de fermentation des moûts, une dégradation remarquable des sucres est relevée. Les sucres résiduels à la fin de la fermentation, sont sous forme de traces. Cette bioconversion était surtout active les premières 24 heures, surtout pour Degla beida (Figure.1).

MAATALLAH (1970) suggère 7 jours pour une fermentation totale, alors que BOUGHNOU (1988) évoque trois à quatre jours. Le temps de fermentation obtenu pour les trois moûts, est proche de celui préconisé par ELOKAIDI (1987), (entre 36 à 72 heures ).

La figure 1 montre que la cinétique de croissance de production d'alcool pour la variété Degla beida est meilleure que celles des deux autres variétés. L'effet de la qualité des sucres sur l'évolution du rapport alcool brut/sucres

consommés a été remarquable. Le degré alcoolique obtenu à la fin de la fermentation est de 9,5° dans le moût de Degla beida, est légèrement supérieur à celui des deux autres variétés n'excédant pas 8,1° (figure.1).

Les quantités d'alcool brut obtenues par rapport aux teneurs en sucres respectives des différents moûts, sont satisfaisantes. ELOKAIDI (1987) a obtenu des degrés alcooliques allant de 13 à 15°, sur des milieux concentrés en sucres (22%). Toutefois, DOUGLAS et SACHINE in MAATALLAH (1970), avec des milieux très concentrés en sucres de 22 à 25%, n'ont obtenu que des moûts titrant 11 à 13° d'alcool.

Au cours de la fermentation, la biomasse évolue normalement, et se développe progressivement pendant les premières 48 heures puis décroît durant les dernières 72 heures (Figure. 2). A cette phase, on note une décroissance de la masse de cellules du fait de l'épuisement des nutriments dans les milieux. Les rendements calculés en alcool produit sur sucres consommés correspondant à chaque cultivars, nous donne 81,82%± 4,50% pour la variété Degla beida (datte sèche), 71,30%±2,90% pour la variété Tacherwit (datte demi-molle) et 70,90%±3,69% pour la variété Hamraya (molle). Ces rendements sont supérieurs à ceux obtenus par BOUGHNOU (1988), NADHIM (1982) et NONU et MINNIAL (1988) qui avoisinent les 55%. De leur côté MAIORELLA (1985) et GABRIEL (1985) suggèrent des rendements respective-

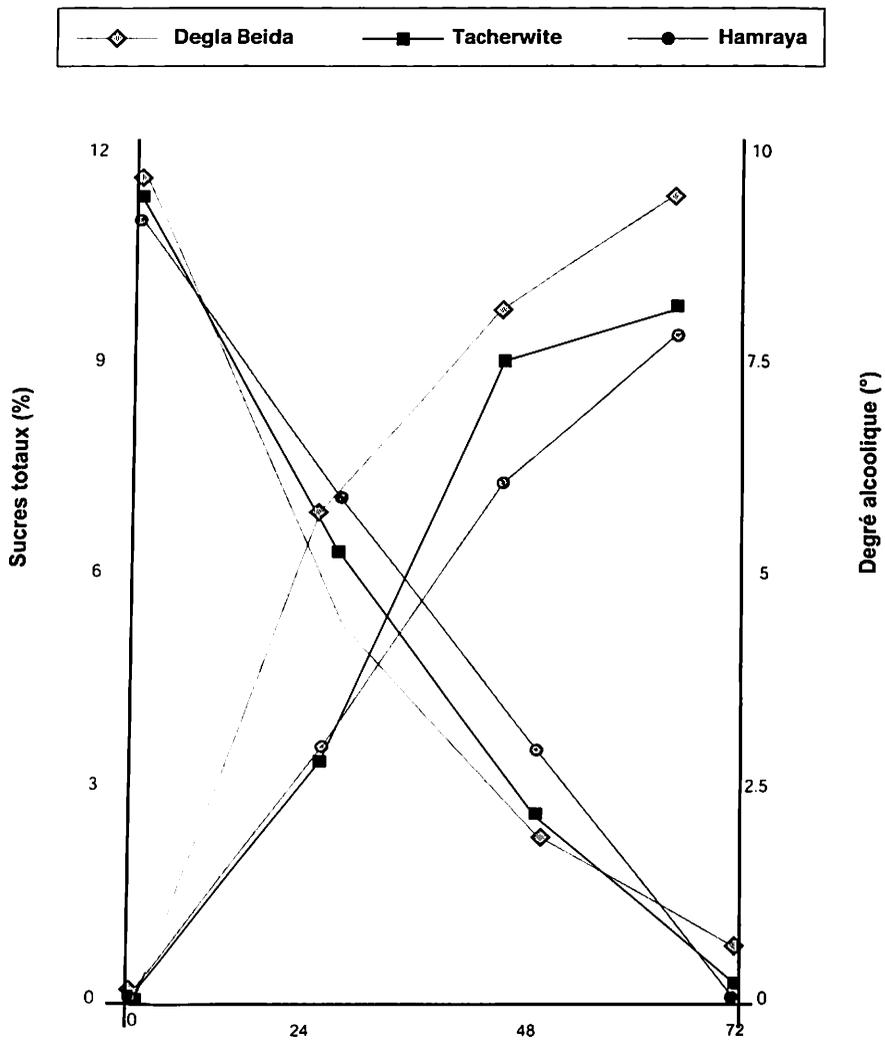
ment de 51% et 46%. Ceux-ci peuvent s'expliquer par le fait que la souche de levure que nous avons utilisée est plus performante. Parallèlement, outre nos conditions de fermentation, d'autres facteurs tel que le pouvoir des levures de continuer à fermenter les sucres même en phase de déclin, a favorisé le rendement.

## CONCLUSION

Le moût de datte de par sa composition chimique et son enrichissement en certains sels, permet d'obtenir une bonne productivité d'alcool brut. Selon la qualité des sucres, des trois types de classes de dattes, les rendements obtenus vont de 70,30%±3,69% à 81,82% ± 4,5%. Ces rendements sont satisfaisants comparés à ceux cités dans la littérature.

L'action conjuguée de la richesse du jus de datte en sucres facilement fermentescibles, la technique d'élaboration du jus, de la performance de la souche de levure utilisée et l'enrichissement du milieu, ont permis une assimilation des sucres en 72 heures.

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. Compte tenu la simplicité du procédé, une telle industrie doit être mise en place dans les régions phœnicicoles, car elle permet certainement de limiter en partie l'érosion génétique dont souffre la palmeraie algérienne.



**Fig. 1.** Evolution de l'assimilation des sucres et de la production d'alcool par *S.cerevisea* selon la variété.

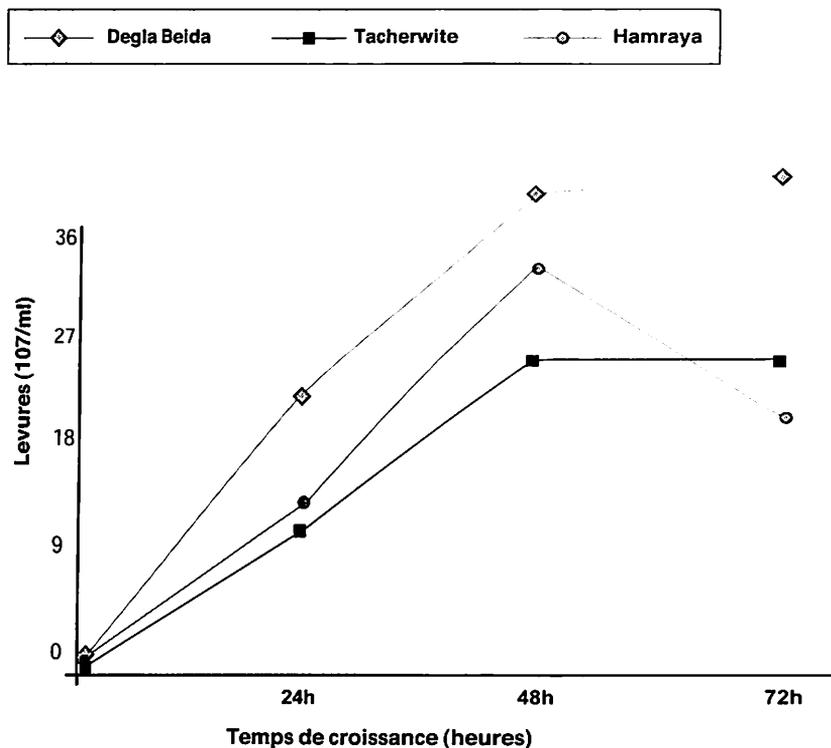


Fig. 2. Evolution de la biomasse en fonction du temps.

### REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- **AL ASWAD M. B., 1970.** The amino acids content of some Iraqi date. *J. Food Sc.* 36, 1019p.
- **ALOGAIDI H. K. H., 1987.** Dates and microbial biotechnology. Regional project for palm and dates research centre in the Near East and Nord Africa. Al Watan printig press Co, Libana, pp 301-318.
- **ANONYME, 1965.** Recueil des méthodes internationales d'analyse du vin. Ed. Office National de la Vigne et du Vin, Paris, pp. 1-25.
- **AUDIGIE C., FIGARELLA J., ZONZAIN F., 1980.** Manuel d'analyses biochimiques. Ed. Doin, Paris, 270p..
- **AZZOUZ A., DEHBAOUI B., 1992.** Analyse des glucides par CCM et HPLC. Application à l'étude des miels et des dattes. Thèse ingénieur, USTHB, Alger, 143p.
- **BARKATOV V., ELISSEV V., 1979.** Guide des travaux pratiques du contrôle technico-chimique de la production des conserves. I.N.I.L., Boumerdes, 74p.
- **BOUGHNOU N., 1988.** Essai de production de vinaigre à partir des déchets de dattes. Thèse Magister, INA, El Harrach, pp. 40-50.
- **CLEMENT J. M., 1978.** Dictionnaire des industries alimentaires. Ed. Masson, Paris, pp. 108-261.

- **DAWSON W. H., ATEN H., 19963.** Récolte et conditionnement des dattes. Ed. FAO, Rome, 334p.
- **ELOKAIDI H. K. H., 1987.** Dates and confectionery product. F.A.O., Rome, 5-25p.
- **GABRIEL H., 1985.** Les carburants de substitution. La recherche, N° 175, Paris, pp. 376-384.
- **GUIRAUD J., et GALZY P., 1980.** Analyses microbiologiques dans les industries alimentaires. Ed. Usine nouvelle, Paris, pp. 70-90.
- **KHATAB A. G. H., EL TINAY A. H., NOUR A. A. M., 1983.** The chimical composition of some date palm cultivars grown in Sudan. The first symposium on the date palm. King, Faysal university Al-Hassan kingdom of Saudi Arabia, pp. 706-710.
- **LECLERC H., BUTTIAUX R., GUILLAUME J. et WATTRE P.; 1977.** Microbiologie appliquée. Ed. Doin, Paris VI, pp. 177-180.
- **MAATALLAH S., 1970.** Contribution à la valorisation de la datte algérienne. Thèse ing., INA, El Harrach, 102p.
- **MAIORELLE B. L., 1985.** Ethanol comprehensive biotechnology, the principal application and regulation of biotechnology in industry, agriculture and medecine. Ed. Perganon press., vol. 3, Paris, pp 816-900.
- **MEYER A., 1988.** Cours de microbiologie générale. Ed. Doin Editeurs, France, 333p.
- **MUNIER P., 1973.** Le palmier dattier. Techniques agricoles et productions tropicales. Ed. Larousse, Paris, pp. 145-178.
- **NADHIM D. J., 1982.** Production d'éthanol à partir des sucres de dattes. Séminaire sur les dattes, 4-5 décembre, Bagdad, Irak, pp. 115-130.
- **NIXON R. W. , CARPENTER B., 1978.** Growing dates in United States. United States departement of agriculture information, Bulletin Prepared by Science and education administration, pp. 44-45.
- **NONUS M., MINNIAL M. M., 1988.** Gain de productivité d'éthanol en fermentation alcoolique des produits de sucrerie. I.A.A.T., Paris.
- **OND, 1992.** Transformation et valorisation des dattes et sous produits des dattes. Recueil des recommandations. Symposium de la datte 24-25 nov., Biskra.
- **RYGG G., 1977.** Date developpement handing and packing in the United States agriculture. Research service agriculture, Hand book N°482, USAD, Washington D. C., pp 28-29.
- **SASSON A., 1986.** Nourrir demain les hommes. Ed. UNESCO, Pays Bas, 765 p.
- **SAWAYA W. N., KHALIL J. K., KHATCHADOURIAN H. A., SAFI W., MASHADI A. S., 1983.** Sugars, tanins and some vitamins contents of tweenty five date cultivars grown in Saudi Arabia at the khalal (nature color) and tamer (ripe) stages. The first symposium on the date palm. King Faysal University, Al-Hassea Kigdom of Saudia Arabia, pp 468-478.
- **SHUBBAR R., 1981.** Sugar extraction from dates. Formely with regiproject for palm and dates. Research Centre in the Near East and Nord Africa date palm, j. N°5; pp. 61-78.