

**ESSAI DE PRODUCTION DE VINAIGRE A PARTIR  
DE DECHETS DE DATTES**

Par N. B O U G H N O U (Magister)

DEPARTEMENT TECHNOLOGIE  
INSTITUT NATIONAL AGRONOMIQUE  
EL HARRACH - A L G E R -

R E S U M E

La richesse des déchets de dattes en sucres, et par conséquent du jus extrait, offre la possibilité de préparer une solution alcoolique, par fermentation alcoolique, en anaérobiose qui sera le moût d'acétification pour la production de vinaigre.

Ainsi le jus de dattes extrait, avec un taux de sucres de 160g/l, donne un vin à 8,5° alcoolique, le rendement de métabolisation des sucres en éthanol est de 56,6 %.

Après acétification, réalisée en aérobiose dans un acétator FRINGS, en continu et en discontinu, le vinaigre présente une acidité (exprimée en acide acétique) de 8,5 %, le rendement d'acétification est de 80,7 %.

**Mots clés:** Rebus de dattes, valorisation, fermentation alcoolique, éthanol, fermentation acétique, vinaigre.

**ملخص**

ان المحلول السكري الناتج من فضلات التمر من خلال العصير، يسمح بتحضير محلول كحولي بواسطة التخمر والمعد في وسط لا هوائي وتحت تأثير الخميرة، وهذا المحلول هو الذي يستعمل في تحضير الخل.

ان العصير المستخلص من التمر والذي يحتوي على نسبة سكر تقدر بـ 160 غ/ل، يؤدي الى الحصول على نسبة كحولية تقدر بـ 8,5. أما مردود الاستقلابية للسكريات فهو يمثل 56,6 % بعد التخمر الخليط، والمعد وسط هوائي، يؤدي للحصول على خل بحموضة 85 % والمردود يكون 80,7 %.

## I N T R O D U C T I O N

Le palmier dattier (**Phoenix dactylifera** L.) est la culture principale du Sud algérien, le nombre de palmiers est estimé à 7 millions de plants, assurant une production de 170 000 tonnes (ANONYME, 1987; PERENNES, 1979).

Tandis que de nombreuses variétés sont consommées et d'autres exportées (deglat nour, degla beida, ghars..) des milliers de tonnes restent non consommables, ce qui constitue un déchet important, pouvant dépasser à certaines campagnes, les 30% de la production, (ANONYME, 1987; MATALLAH, 1970).

Ces dattes sont des variétés d'intérêt commercial négligeable (dattes déformées, dattes non mûres: Tinnacer, hamra, tégaza...); ou des dattes avariées par les parasites. Toutefois, la possibilité de récupération de ces dattes peut être entreprise par l'élaboration de nouveaux produits, tel que: Sucres, confiture, jus, vin, levures, (SAWAYA, 1982; KHALIL, 1984; DHAIA, 1979; SAGDI, 1982; ROUGIEUX, 1960).

C'est dans ce sens de valorisation, que nous orientons notre étude, qui consiste en la fabrication de vinaigre par voie biologique, après double fermentation:

- . Fermentation alcoolique du jus de dattes, en anaérobiose par des levures, où les sucres seront transformés en éthanol → vin de dattes.
- . Fermentation acétique du vin de dattes, réalisée en aérobiose par des bactéries acétiques, où l'éthanol métabolisé par les levures sera transformé en acide acétique (constituant principal du vinaigre).

## MATERIEL ET METHODES

### M A T E R I E L

Deux types de déchets de dattes sont utilisés: les écarts de tri, et les dattes verreuses, qui proviennent des 2 régions phoénicoles: Biskra et Adrar.

### - Le moût de fermentation:

Il est préparé par macération de la pulpe broyée dans l'eau chaude à 85°C.

### - Le matériel biologique:

La levure: **Saccharomyces uvarum**: souche de brasserie, isolée et conservée en gélose inclinée de Sabouraud au chloramphenicol.

Les bactéries acétiques: système de bactéries, **Acetobacter aceti** et **Acetomonas**. Ces bactéries sont isolées à partir du moût industriel et conservées en gélose inclinée de Frateur et de Carr.

## M E T H O D E S

### - Analyse chimique de la pulpe et du jus de dattes:

Les sucres totaux et les sucres réducteurs sont déterminés quantitativement par spectrophotométrie (spectrophotometer BECKMAN, DU-7), selon la méthode de SOMOGY et NELSON, 1944; décrite par KHAN, 1979; et la méthode à l'anthrone, et qualitativement par chromatographie sur couche mince, selon la méthode décrite par CHIBRE, 1979.

Les éléments minéraux sont déterminés après dissolution des cendres dans de l'acide chlorydrique à 20% (SAWAYA, 1982).

Le calcium et le magnésium sont dosés par absorption atomique, le sodium et le potassium par photométrie de flamme, le phosphore par spectrophotométrie, selon la méthode de WATANABE et OLSEN, 1965.

L'azote total par titrimétrie après distillation, selon la méthode de KJELDAHL.

Les tanins par spectrophotométrie (spectronic 21/BAUSH et LOMB) selon la méthode de FOLIN DENIS, 1963, décrite par JOSLYN, 1970.

Les pectines par spectrophotométrie (spectrophotometer BECKMAN DU-7), selon la méthode de Mc COMB et Mc CREADY, 1952.

### Conduite de la fermentation alcoolique

L'inoculum est obtenu par ensemencement du jus de dattes stérilisé (110°C/25mn avec de la levure **Saccharomyces uvarum**).

La fermentation proprement dite:

L'inoculum est transféré dans des erlens de 3 litres contenant les 2/3 de leur volume de jus enrichi ou non en phosphates d'ammonium (2,5g/l), la fermentation est conduite en anaérobiose pendant 4 jours.

Des prélèvements sont effectués périodiquement pour déterminer:

- . Le taux de croissance et le temps de génération (DO à 620 nm en fonction du temps).
- . La matière sèche (après séchage à 104°C jusqu'à poids constant).
- . pH, Assimilation des sucres.
- . Alcool éthylique métabolisé (par chromatographie en phase gazeuse; chromatograph , VARIAN, Model 3 700, colonne : chromosorb, WHP, 30% OV 17.

### - Conduite de la fermentation acétique

L'acétification du vin de dattes est effectuée dans un acétator pilote FRINGS, d'une capacité de 8 litres, le débit d'air est réglé à 15l/heure, la température à 30°C.

Le moût est enrichi en phosphate d'ammonium et en sulfate de magnésium à raison de 1g/l et de 0,25g/l, et traité avec de l'actidione (0,1g/l).

### **- Evolution de l'acétification**

Des prélèvements sont effectués toutes les 4 heures pour déterminer:

- . L'acidité totale: 6 ml de moût en acétification sont titrés avec de la soude normale en présence de phénol phtaléine (FRINGS, 1980).
- . L'éthanol: par chromatographie en phase gazeuse.
- . Le taux de croissance et le temps de génération (DO à 575 nm en fonction du temps).

### **- Analyse du vinaigre élaboré**

- . Acidité totale: selon la méthode classique (FRINGS, 1980; FOLLMAN, 1983).
- . Acidité non volatile: selon la méthode décrite par HORWITZ, 1965.
- . Acidité volatile: déterminée par différence.
- . L'extrait sec: méthode de RICHARD, 1951, citée par FOLLMAN, 1983.
- . Les examens organoléptiques et biologiques: couleur, goût, aspect, odeur, (GALZY, 1980; LECOQ, 1965).

Des observations au microscope se font tout au long des processus, pour déterminer l'état des fermentations et les éventuelles contaminations.

## **RESULTATS ET DISCUSSIONS**

### **- Préparation du moût de fermentation**

Les résultats de la composition biochimique de la pulpe et du jus de dattes sont récapitulés dans le tableau N° 1.

TABLEAU 1 : Composition de la pulpe et du jus de dattes

Constituants	Quantités	
	pour 100g de pulpe	pour 100ml de jus
Sucres totaux	70.20g	15 à 17 g
Protéïnes (N. x 6.25)	2.11g	-
Pectines	10.00g	12.00 g
Tanins	8.57g	1.55g
Phosphore (P)	24,3 mg	4.92mg
Potassium (K)	886.3mg	1.07mg
Calcium (Ca)	82.40mg	0.6mg
Magnésium (Mg)	55.45mg	0.14mg
Sodium (Na)	8.25mg	0.095mg
Fer (Fe)	4.12mg	0.016mg
Manganèse (Mn)	0.25mg	0.010mg

Le taux de sucres dans la pulpe est de 70,2% et dans le jus de dattes de 150 à 170 g/l, ainsi, le rendement d'extraction est de 91,2%, ce rendement est faible comparé à celui donné par HEITHEM, 1982; AGLI, 1980; et qui se situe aux environs de 95%. Ceci peut s'expliquer par le fait, que la matière première soit un déchet et que la dégradation des sucres soit déjà entamée.

Le jus de dattes étant acide (pH = 5), le saccharose se trouve hydrolysé en glucose et fructose sous l'action conjuguée de la température et du pH, qui rendent active l'invertase.

La quantité de pulpe de dattes, le volume d'eau chaude, la température de l'eau et la durée d'extraction; sont des paramètres fixés après plusieurs essais de telle manière à extraire le maximum de sucres et d'éléments solubles, et le minimum de substances colloïdales (tanins et pectines), ainsi à 85°C sont évités:

- . La réaction de MAILLARD. La formation de méthanol, et la solubilisation des matières colloïdales.
- . Les éléments minéraux sont dans le jus en proportion appréciable, surtout le phosphore (0,049 g/l), alors que les matières protéïques sont inexistantes, c'est pour cela que nous l'enrichissons en sels ammoniacaux.

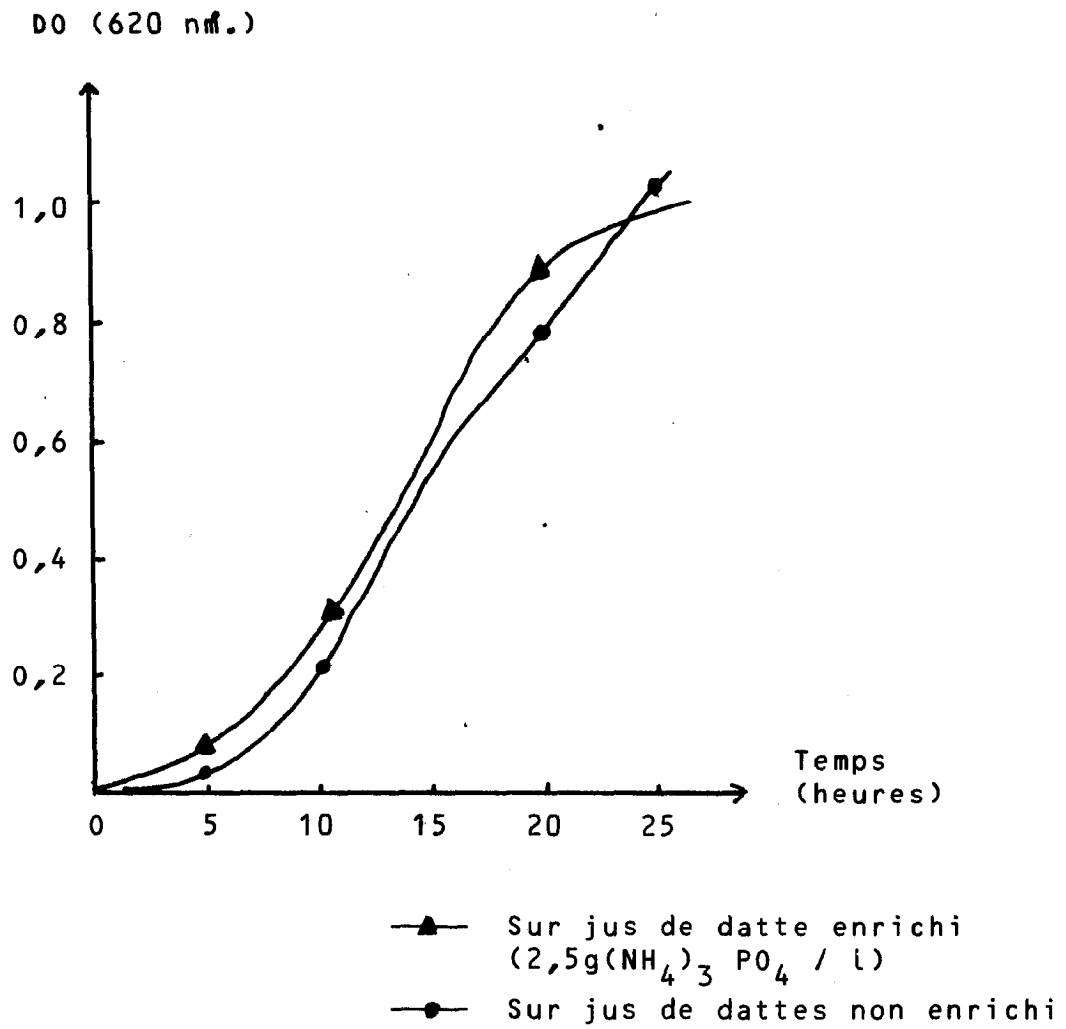
## LA FERMENTATION ALCOOLIQUE

### - Croissance de Saccharomyces uvarum

La cinétique de croissance de la levure est représentée dans la fig. N° 1, qui correspond au jus enrichi et non enrichi.

Dans les 2 cas la phase de latence est de 5 h. Cependant les taux de croissance sont différents: 0,156 h<sup>-1</sup> pour le jus enrichi et 0,13 h<sup>-1</sup> pour le jus non enrichi.

Fig. N°1 : Croissance de Saccharomyces uvarum





## - L'évolution de la production d'éthanol

La production d'éthanol évolue progressivement jusqu'à atteindre la valeur de 8,5°, en même temps il se produit une diminution du taux de sucres, du pH, alors que la matière sèche augmente légèrement (Fig. N° 2 et 3).

Le rendement de métabolisation des sucres est de 56,6% ce qui correspond aux valeurs trouvées par : EL AKIDI, 1982; DOUGLAS et MUNNECKE, 1981.

## LA FERMENTATION ACETIQUE

### - Croissance des bactéries acétiques

Les bactéries acétiques isolées s'adaptent parfaitement au vin de dattes, néanmoins comme nous pouvons le constater dans la Figure N° 4, la phase de latence est relativement longue (32 heures) ainsi que le temps de génération (34 heures 30 minutes), le taux de croissance est faible  $0,02 \text{ h}^{-1}$ .

### - Evolution de la production d'acide acétique dans l'acétator FRINGS

La production de vinaigre se fait différemment selon que le processus d'acétification soit effectué en semi-continu ou en discontinu (Fig. N° 5) et (Fig. N° 6).

Lorsque l'acétification se fait après inoculation au moyen d'un moût activé, la stabilité de production d'acide n'est pas atteinte, puisque des soutirages et des chargements sont effectués continuellement, par contre lorsque l'acétification est réalisée en discontinu, l'efficacité du processus est facilement déterminée.

La productivité d'acide acétique est de 0,4g/100 ml /heure, ce qui correspond à la valeur trouvée par NANBA, 1984; cependant, comparé à d'autres valeurs (0,19g/100ml/h FOLLMAN, 1983; 0,195g/100ml/h; MALDONADO, 1975 ; 0,065g/100ml/g, NANBA, 1985; notre résultat semble faible,

Fig. N° 2: Evolution de l'assimilation des sucres et de la production d'éthanol

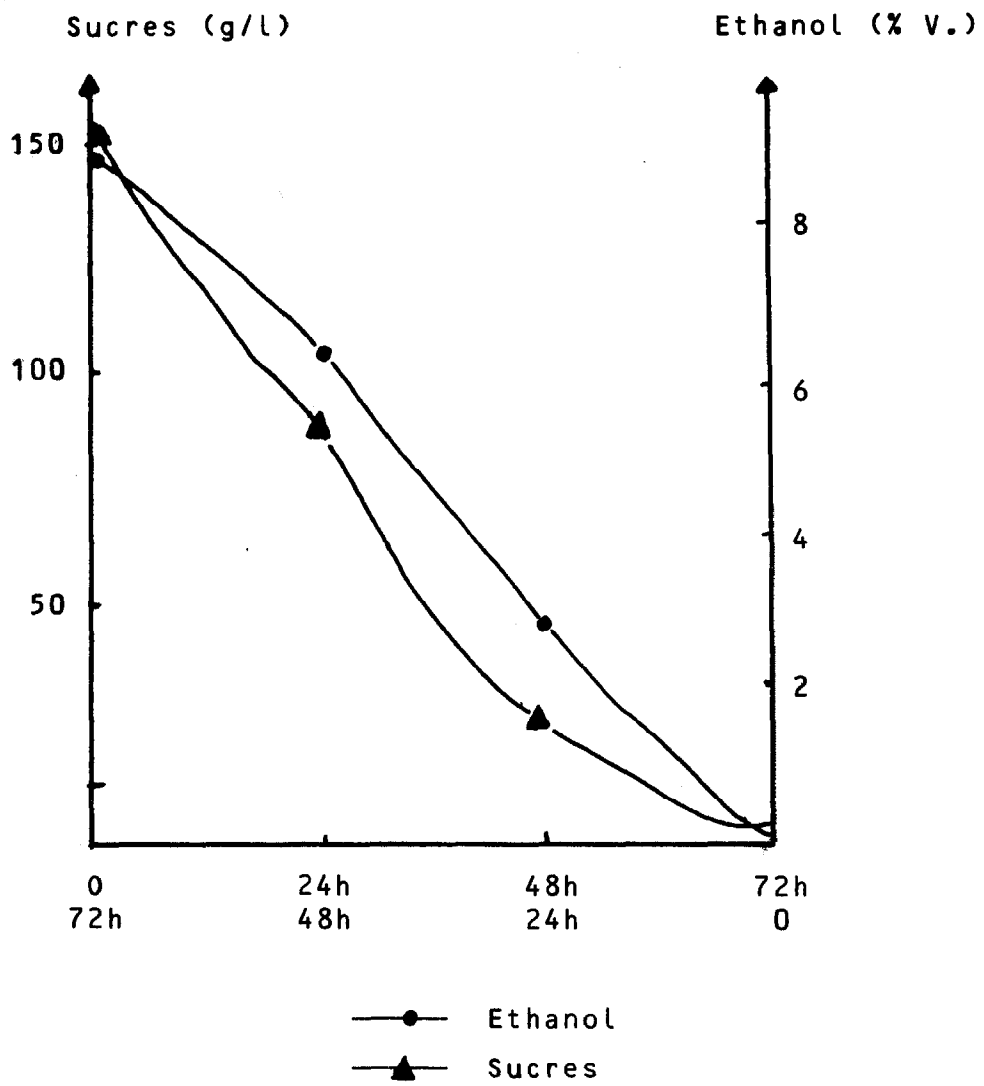
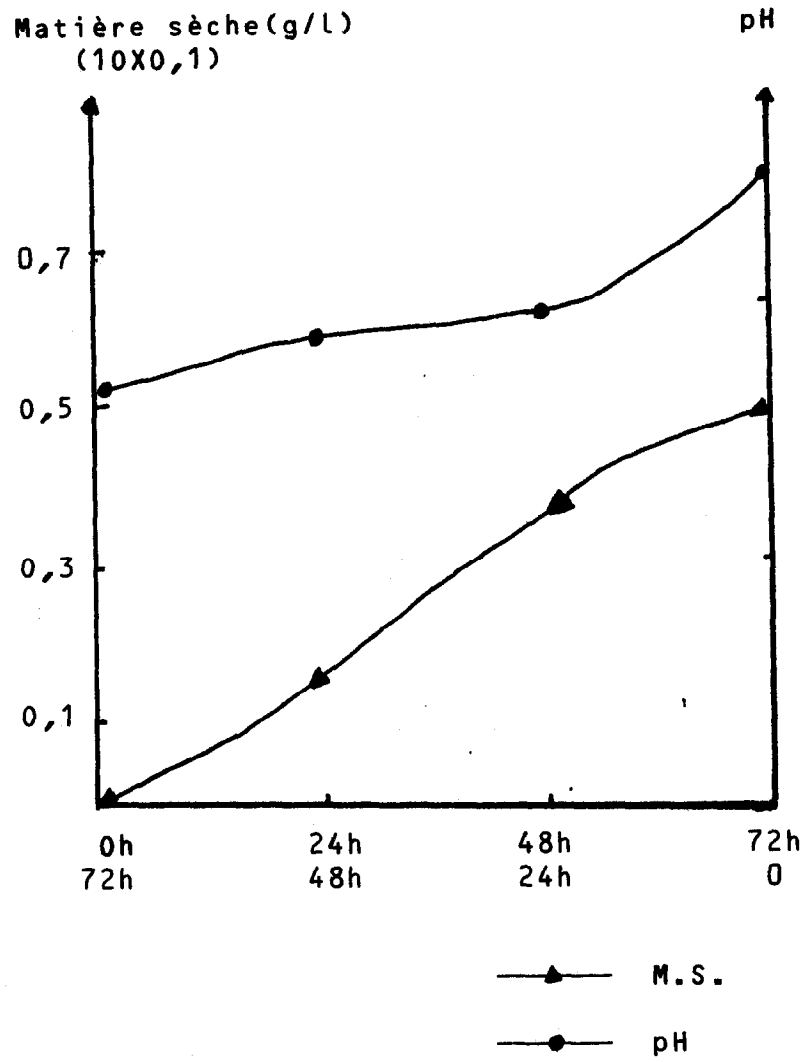


Fig. N° 3: Evolution du pH et de la matière sèche



**Fig. 4: Croissance des bactéries acétiques sur le jus de dattes fermenté**

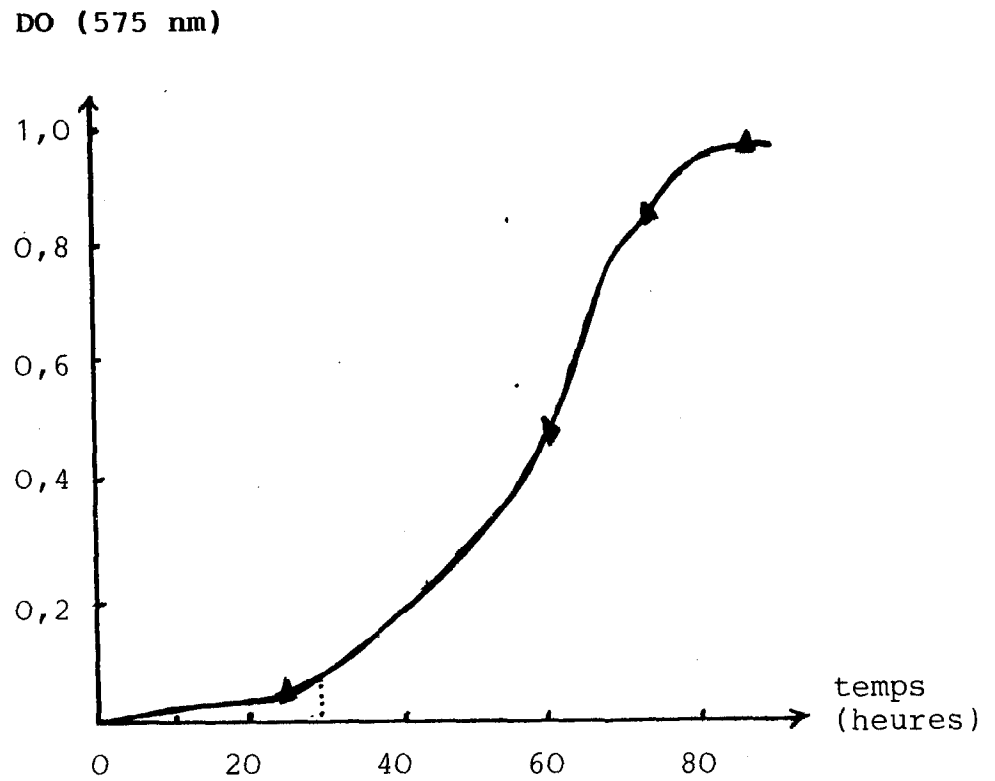


Fig. 5: Evolution de l'acétification dans le moût (en semi-continu)

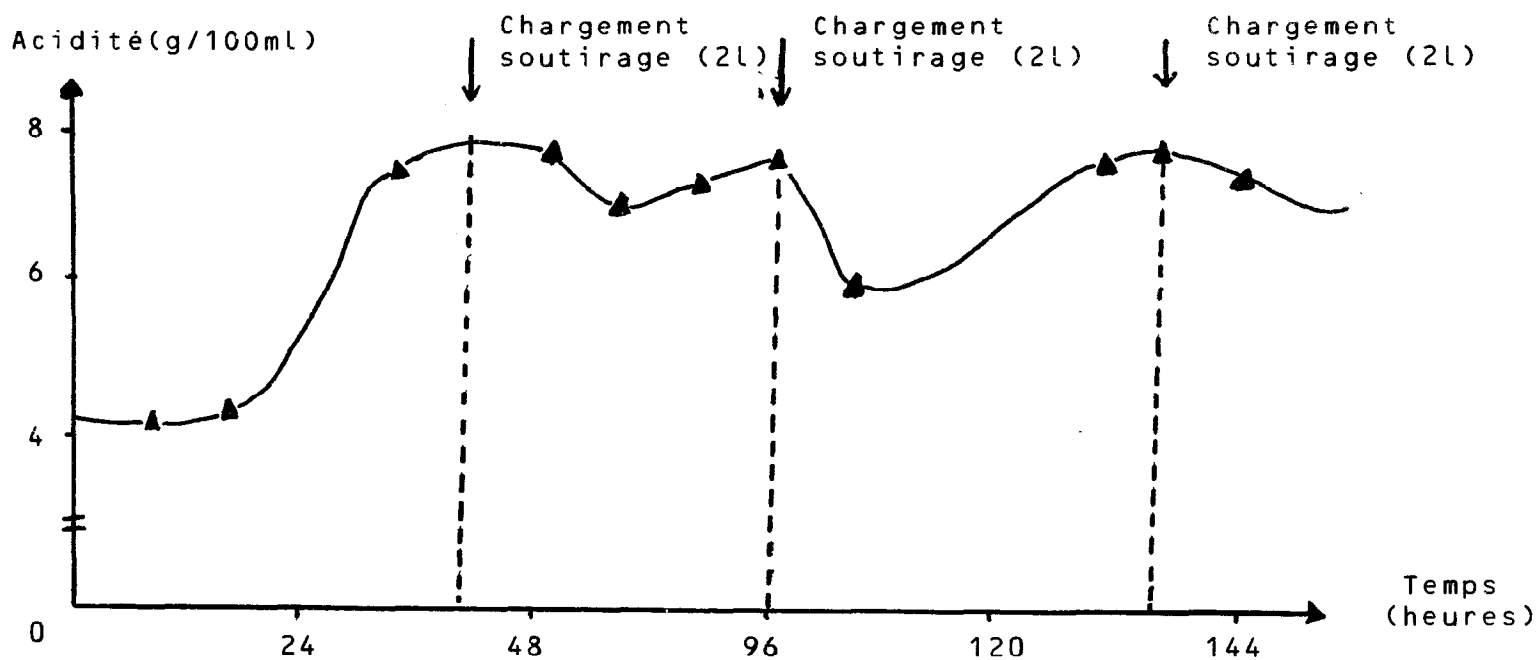
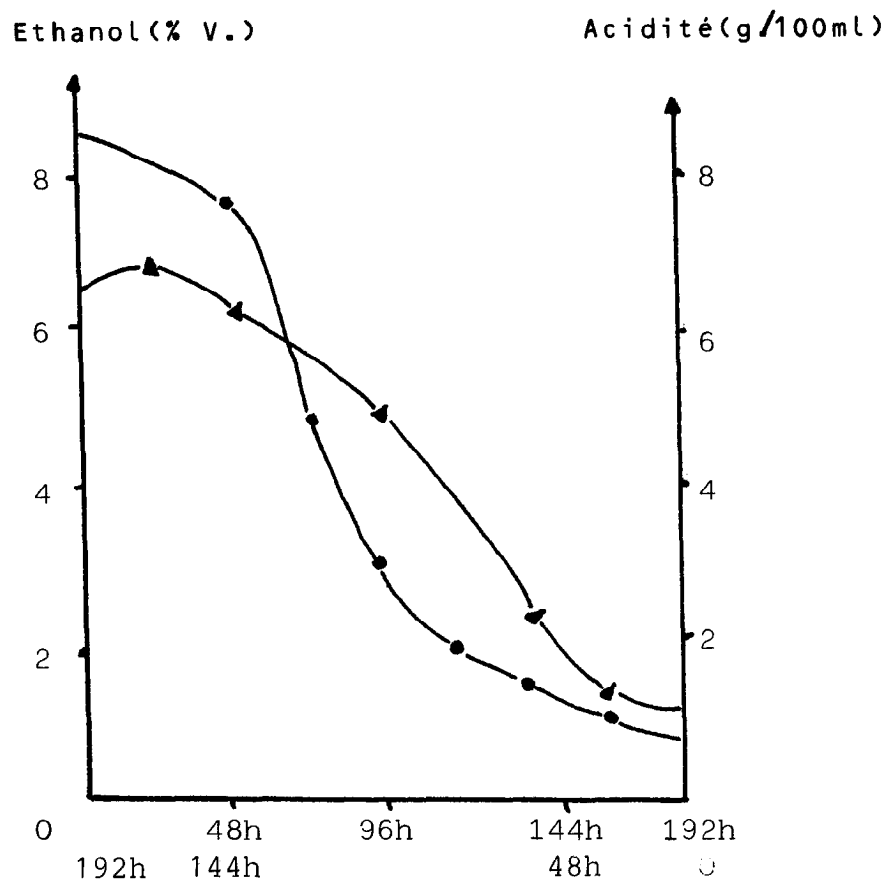


Fig. 6: Evolution de l'acétification dans le mût  
(en discontinu)



ceci pourrait être attribué au processus fermentaire lui même (immobilisation des cellules sur fibres, acétification en semi continu dans un réacteur...), car comme dans tout processus biologique, la croissance et donc la métabolisation d'acide acétique est inhibée par le substrat et le métabolite synthétisé lorsque les concentrations dépassent 50g/l et 30g/l (GHOSE et BHADRA, 1985; BAR et CAINER, 1987).

Le rendement est de 80,7% et la transformation de l'éthanol en acide est de 1,07°/24h. Le vinaigre a une acidité de 8,5% en moyenne.

### ANALYSES CHIMIQUES, BIOLOGIQUES, ET ORGANOLEPTIQUES DU VINAIGRE ELABORE

Les résultats des analyses du vinaigre avant et après dilution à 6%; sont consignés dans les tableaux N°2 et 3.

L'acidité volatile, constituée surtout par l'acide acétique est de 4,40% pour le vinaigre du type 1, ce qui représente 53,35% de l'acidité totale, et de 2,70%, pour le vinaigre du type 2 ce qui représente 39,35% de l'acidité totale.

L'extrait sec est élevé lorsque le vinaigre est préparé à partir de vins de fruits, ainsi les valeurs que nous avons obtenues et qui varient de 1,01 à 2,10 g/100 ml concordent avec celles données dans la bibliographie (LECOQ, 1965).

Les critères organoleptiques, que ce soit la couleur, l'aspect, le goût ou l'odeur correspondent à ceux cités dans la bibliographie (LECOQ, 1965).

### C O N C L U S I O N

Sur la base des résultats de notre étude, la préparation de vinaigre à partir de dattes pourrait être envisagée, en effet, la richesse du jus en sucre,

TABLEAU 2 : Analyse chimique du vinaigre obtenu

	Type 1		Type 2	
	Fort degré	dilué	Fort degré	dilué
Acidité totale (g/100ml)	8.20	6.0	6.80	6.0
Acidité non volatile (g/100ml)	3.80	2.10	4.10	3.10
Acidité volatile (g/100ml)	4.40	3.90	2.70	2.90
Extrait sec (g/100ml)	2.10	1.01	2.0	1.40

Type 1. vinaigre obtenu par fermentation en semi-continu (mout actif)

Type 2. vinaigre obtenu par fermentation en discontinu (bactéries isolées)



TABLEAU 3 : Tests organoleptiques

	Couleur	gout	Aspect	Odeur
Avant filtration	marron	acide	trouble	acétique
Après filtration	rouge ambré	acide	limpide	acétique
Avant neutralisation	marron	acide	clair	acétique
Après neutralisation	marron	-	clair	aromatique
Après épuisement	marron foncé	légère-ment amer	sirupeux	-

offre la possibilité d'obtenir une solution alcoolique d'un degré alcoolique de 8,5°; qui est un moût d'acétification convenable; avec un rendement de 80,7%.

Aussi, les analyses chimiques, biologiques et organoléptiques, nous permettent d'affirmer que le produit élaboré (vinaigre de déchets de dattes) répond aux normes fixées par le CPIV (Comité International Permanent du Vinaigre) et le Comité mixte FAO/OMS, 1979 et 1982.

Cependant, reste à confirmer, les traitements envisagés du vinaigre brut, et ceci par les organismes régissant de la conformité et de la normalisation des nouveaux produits élaborés par voie biologique.

#### B I B L I O G R A P H I E

AGLI (A.).- Influence de quelques facteurs technologiques sur la qualité du concentré de jus de dattes (variété ghars). Thèse I.N.A. 1980.

ANONYME.- Rapport interministeriel chargé d'étudier les possibilités de la valorisation de la datte non consommée en l'état. M.A.R.A. 1987.

BAR (R.); GAINER (L.J.) and KIRWAN (D.J.).- An unusual pattern of product inhibition: batch acetic acid fermentation; Biotech. and Bioeng. V. XXIX. 1987. pp. 796 - 798.

DHAIA (A.H.).- Production de sirop de dattes (debs.). Projet régional de recherche sur les palmiers dattiers et les dattes dans le proche Orient et l'Afrique du Nord, FAO/BAGHDAD. 1979. p. 2-8.

DOUGLAS (D.M.) and MUNNECKE (M.).- Basic principles of ethanol fermentation. Chap. 8. 1981. p. 339-35.

EL-AKIDI (H.). Les sucres de dattes, les fermentations et les domaines d'application dans le Monde Arabe. Seminaire sur les sucres de dattes, 4-9 Déc. BAGHDAD. 1982. p. 100 - 111.

- FOLLMAN.- Vinegar.(H.J.)Rehm. and Reed Editors. 1983.  
Chap. 9.
- GHOSE (T.K.)and BHADRA (A.).- Acetic acid: comprehensive biotechnology, principles , applications, and regulations of Biotechnology in industry, agriculture and medecine. V.3 p. 701-727. Ed. PERGAMIN Press. 1985. (1ère Edition).
- HEITHEM A.A.- Analyse et extraction des sucres de dattes et leur possibilités d'utilisation. Séminaire sur les sucres de dattes: 4 - 9 Dec. 1982. p. 29-41.
- KHALIL (J.K.) and al.- Fortification of date bars with yeast proteins and dry skim milk. Can. Inst. Fd.. Sc. Tech. J., V. 17. N° 3. 1984. p. 131-136.
- LECOQ.- Manuel d'analyse alimentaire et d'expertises usuelles. T1 Ed. Deren et Cie. 1965.
- MALDONADO (O.); ROLZ (C.) and SCHENEIDER DE CABRERA (S.).- Wine and vinegar production from tropical fruits. J. of Fd Sc. V. 40 N° 2. 1975. p. 262 - 265.
- MATTALLAH (S.).- Contribution à la valorisation de la datte algérienne. Thèse I.N.A. 1970 .
- NANBA (A.) and al.- Synergistic effects of acetic acid and ethanol on the growth of **Acetobacter sp** J. Fer. Tech. V. N° 2 1985. p. 175-179.
- PERENNES (J.J.).- Structure agraire et décolonisation: les oasis de l'oued Rhir OPU. 1979.
- ROUGIEUX et GIRARD (H.).- Compte rendu des séances de l'académie d'agriculture de France. T. 46. N° 17. 1960. p. 1028 - 1030.
- SAGDI ADEL GEORGE.- Production de vin à partir de jus de dattes. Séminaire sur les sucres de dattes; 4-9 Dec. BAGHDAD. 1982. p. 139-192.
- SAWAYA (W.N.) and al.- Utilisation of dates grow in the kingdom of Saudi Arabia, in various date First symposium on the palm date, held at King Faisal Univ. Al-Hassa, Saoudi Arabia, march, 23-25. 1982.