

**VALORISATION DES ECARTS DE TRIAGE  
DE DATTES. CAS D'APPLICATION:  
PRODUCTION BIOLOGIQUE DU VINAIGRE**

**EJEMNI M., MEJRI S.**

INSTITUT NATIONAL AGRONOMIQUE DE TUNISIE, DEPARTEMENT DES RESSOURCES  
ANIMALES, HALIEUTIQUE ET TECHNOLOGIES ALIMENTAIRES, 43 AVENUE CHARLES NICOLE.  
CITE EL MAHRAJENE. 1002 TUNIS.

[JEMNIMONIA@YAHOO.FR](mailto:JEMNIMONIA@YAHOO.FR)

[MEJRI\\_2006@YAHOO.FR](mailto:MEJRI_2006@YAHOO.FR)

---

**RÉSUMÉ**

A coté d'une production nationale de dattes avoisinant les 131200 tonnes en campagne 2006/2007, le secteur phénicicol tunisien fournit également à chaque campagne des milliers de tonnes de déchets. Ces déchets sont grossièrement triés et environ 10% sont destinés à l'alimentation du bétail ; le reste est traité en vue de la transformation technologique (Ministère de l'agriculture, 2007).

La richesse de ces déchets 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 175g/l, donne un rendement d'éthanol de 43.29%.

Après acétification, réalisée en aérobiose et en discontinu, le vinaigre présente une acidité (exprimé en acide acétique) de 4.89g/100ml, le rendement d'acétification est de 50.89%.

---

131200

-

.2007 / 2006

% 10

/ 175

% 9.6

% 43.29

.% 50.89

% 4.89

---

## **INTRODUCTION**

La culture oasisienne joue un rôle très important dans l'agriculture tunisienne vu qu'elle représente la source principale de revenu des régions arides du Sud du pays.

Toutefois, ce secteur souffre de plusieurs contraintes, à savoir les variétés à intérêt commercial négligeable et les écarts de triage qui constituent une masse importante de déchets pouvant dépasser, lors de certaines campagnes, 30% de la production.

Ces catégories de dattes peuvent être exploitées dans l'élaboration de nouveaux produits à intérêt alimentaire important à savoir : le vinaigre, le jus, le sucre, la confiture, l'alcool...

C'est dans le cadre de valorisation de ces déchets que les études se sont orientées vers la fabrication de vinaigre de dattes, produit biologique élaboré par double fermentation :

- ✚ Fermentation alcoolique du jus de dattes, en anaérobiose par des levures, où les sucres sont transformés en éthanol : vin des dattes ;
- ✚ Fermentation acétique du vin de dattes, réalisée en aérobiose par des bactéries acétiques, où l'éthanol métabolisé par les levures est transformé en acide acétique.

Le présent travail, est un essai pour produire un vinaigre de dattes qui répond aux normes de qualité microbiologiques et physico-chimiques, afin de valoriser les tonnes de déchets perdues à chaque campagne et surtout de mettre à la portée du consommateur un produit nouveau pouvant satisfaire ses besoins alimentaires.

Un isolement et une identification des souches de levures et des bactéries acétiques capables respectivement de produire l'éthanol et l'acide acétique ont été réalisés ainsi que le suivi des paramètres microbiologiques et physicochimiques du vinaigre au cours des fermentations alcoolique et acétique.

## **MATERIEL & METHODES**

### **Technologie de fabrication du vinaigre**

#### *Préparation du moût*

Des opérations préliminaires sont indispensables telque : nettoyage, lavage, triage, dénoyautage...

La préparation du moût commence par le broyage des fruits. Ensuite les dattes subissent une macération à l'eau chaude à 85°C (Benyamine, 1999).

#### **Fermentation alcoolique**

La fermentation alcoolique du jus de dattes est la première étape de la fabrication du vinaigre. Elle commence par la préparation du pré culture de levures et la préparation du jus à fermenter.

Ensemencer le jus stérile (15 à 20% brix) avec le pré culture déjà préparé avec un taux de 2 à 4% de son volume. Après avoir fermé la bouteille de manière bien étanche pour que la fermentation soit anaérobique, la mettre dans une étuve à 25°C tout en n'oubliant pas de mettre une agitation magnétique (Nikolaou E. et al, 2006).

### **Fermentation acétique**

La phase de la fermentation acétique est la phase d'oxydation d'éthanol en acide acétique, les levures sont éliminées par centrifugation à froid (4°C) et remplacées par les bactéries acétiques.

Cette deuxième fermentation a besoin d'aération donc on a introduit dans la bouteille de fermentation des tubes munis de filtres à air stériles pour permettre à l'air de pénétrer aseptiquement dans la bouteille.

D'autres tubes munis de filtres servent pour l'évacuation de l'air après barbotage dans la culture. Les tubes d'aération sont connectés à un compresseur d'air (Ndoye B. et al, 2007).

### **Clarification du vinaigre**

Le vinaigre obtenu par la fermentation acétique a subi une clarification par la centrifugation à froid pendant 45 minutes à 4500 tours par minute afin d'éliminer les bactéries acétiques, les levures et les colloïdes présents (Gullo M. et al, 2006).

### **Les analyses microbiologiques**

#### **Sélection et isolement des souches**

La production du vinaigre nécessite l'approvisionnement en souches capables de réaliser la fermentation alcoolique (levures) et la fermentation acétiques (bactéries acétiques).

Pour réaliser notre sélection, nous avons pris les échantillons nécessaires à partir de la société Bio Flora.

L'isolement des souches a été effectué par des stries (ISO 7218 : (F)) sur :

- ✚ milieu de sabouraud au chloramphénicol pour la sélection et l'isolement des levures
- ✚ milieu de Carr pour la sélection et l'isolement des bactéries acétiques (Guiraud, 1998).

#### **L'identification des microorganismes isolés**

Nous avons essayé d'identifier les microorganismes isolés en testant certaines caractéristiques générales telles que les caractères morphologiques sur milieu gélosé, la forme des cellules au microscope et le type respiratoire.

Certains critères complémentaires de chaque type de souches sont testés :

- ✚ Critères complémentaires d'identification des microorganismes isolés de levures : le critère essentiel d'identification est la production de l'éthanol.
- ✚ Critères complémentaires d'identification des microorganismes isolées des bactéries acétiques : la production d'acide acétique est le critère essentiel recherché pour les bactéries acétiques (Du Toit WJ. et al, 2002).

### **Dénombrement des microorganismes**

- ✚ La détermination de la population des levures par dénombrement est réalisée sur milieu de sabouraud et incubé à une température de 30°C ou par la densité optique des levures à la longueur d'onde 620nm. (ISO 7954 : 1987 (F))
- ✚ La détermination de biomasse des bactéries acétiques est réalisée sur milieu gélosé de Carr, incubé à une température de 25 à 30°C pendant 24 à 72 heures ou par la densité optique à longueur d'onde de 575nm (Boughnou, 1988).

### **Les analyses physicochimiques**

- ✚ Détermination de teneur du jus de fermentation en sucres est réalisée par voie enzymatique selon la norme française NFV 76-106(1980) et par une méthode rapide qui est la détermination de brix par réfractomètre.
- ✚ L'éthanol est le principal métabolite des levures durant la fermentation alcoolique. La détection de l'éthanol est faite par infrarouge ou par la méthode enzymatique (spectrophotomètre) (NFV 05-131 :1986).
- ✚ L'acidité volatile est déterminée par un dosage chimique par la soude 0.5 N.
- ✚ L'acidité totale est déterminée par un dosage chimique par la soude 0.1 N (NFV 05-118 :1974).

## **RESULTATS & DISCUSSION**

### **Identification des microorganismes isolés (levures et bactéries acétiques)**

Les microorganismes isolés (levures et bactéries acétiques) doivent être identifiées afin de vérifier, si elles sont les souches que nous cherchons pour la production d'éthanol et des acides acétiques.

#### **Les levures isolés**

Sur un milieu de culture gélosé (Sabouraud au chloramphénicol), les levures que nous avons isolé apparaissent sous forme de colonies circulaires, blanches, régulières et bombées ayant des cellules ovoïdes plus ou moins arrondies avec absence de mycélium. Ces cellules sont sensibles au cycloheximide, ainsi que leur respiration est aéro-anaérobie avec une

capacité de production d'éthanol et d'assimilation de fermentation de certains sucres tel que le glucose, galactose, maltose,...

Ainsi, le microorganisme identifié est un *saccharomyce cerevisiae*.

## Les bactéries acétiques

On a obtenu des colonies qui virent le vert de bromocrésol au bleu. Les cellules sont gram négatif sous forme des bâtonnets avec une ciliature péritriche. Ces cellules sont catalase positif et oxydase négative. D'autre part, ces cellules sont sensibles aux gentamycine et kanamycine et elles ont une capacité de production d'acide acétique.

Ainsi, ce microorganisme isolé appartient au genre *Acétobacter*.

## Cinétique de la croissance de la biomasse

### *Les levures*

Nous avons essayé de suivre la cinétique du développement des levures au cours de la fermentation alcoolique. Nous avons obtenu les courbes suivantes du nombre de colonies des levures par millilitre de milieu fermenté et la densité optique en fonction du temps :

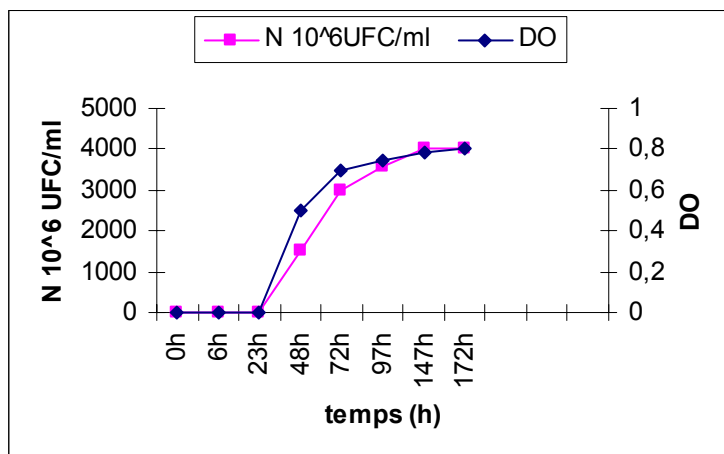


Figure n° 1: La biomasse des levures en fonction du temps

Ces courbes présentent une forme d'une courbe de croissance classique, avec une phase de latence, une phase d'accélération, une phase exponentielle, une phase stationnaire et une phase de ralentissement dans laquelle le teneur élevé d'éthanol inhibe la croissance des levures.

## Les bactéries acétiques

Les courbes de la cinétique de croissance des bactéries acétiques sont les suivantes :

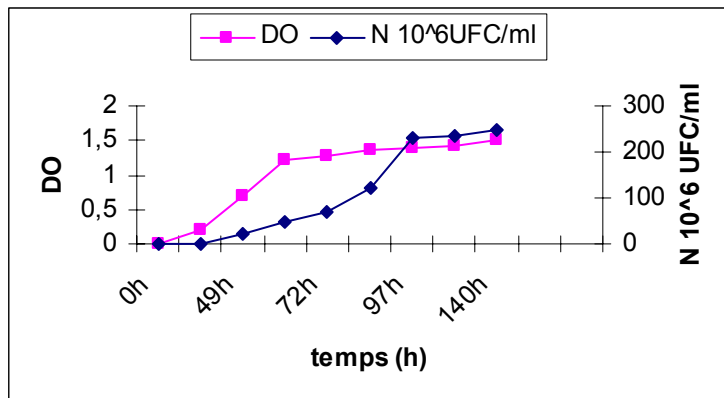


Figure n°2 : Densité et Biomasse des bactéries acétiques

Nous remarquons que les bactéries acétiques isolées s'adaptent parfaitement au vin de dattes.

### Cinétique de l'éthanol

Le jus de dattes présente un milieu favorable pour une fermentation alcoolique. En fin de cette fermentation, nous avons obtenu un rendement en alcool de 43.29% du sucres fermentés. Cette solution a été utilisée comme moût d'acétification.

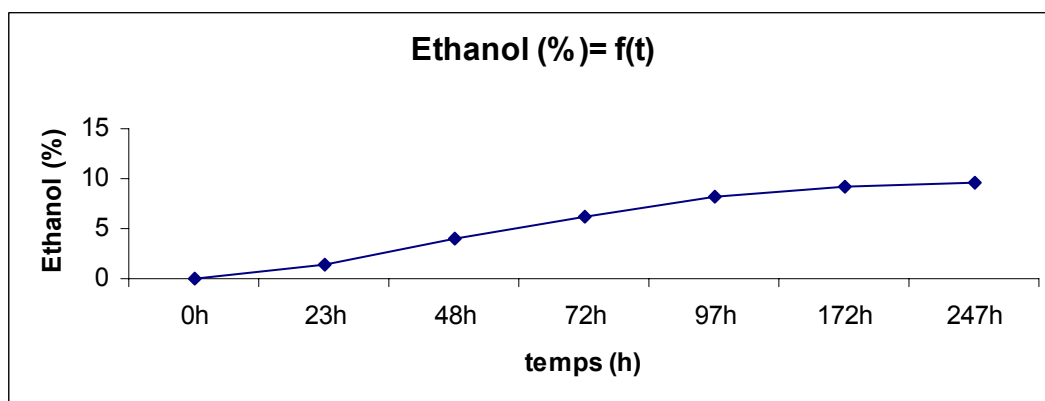


Figure n°3 : Courbe de croissance d'éthanol en fonction du temps

L'éthanol est le substrat à partir duquel on peut obtenir le vinaigre. C'est la source d'énergie pour la croissance des bactéries acétiques.

A la fin de la fermentation acétique, nous avons obtenu une teneur en éthanol résiduel de 1.6%

comme la montre la figure suivante :

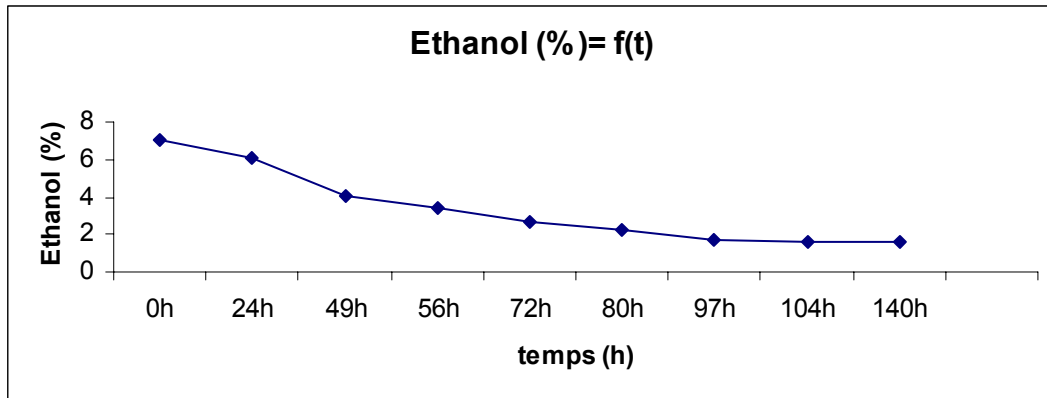


Figure n°4 : Courbe de consommation d'éthanol en fonction du temps

### Cinétique de l'utilisation des sucres

Les dattes ont une richesse considérable en sucres. D'où leur moût est un milieu éminemment fermentescible. Les levures trouvent les constituants qui leur sont nécessaires pour assurer leurs fonctions vitales.

En prenant des prélèvements à différents moments, nous avons obtenu la cinétique suivante de taux de sucres dans le milieu :

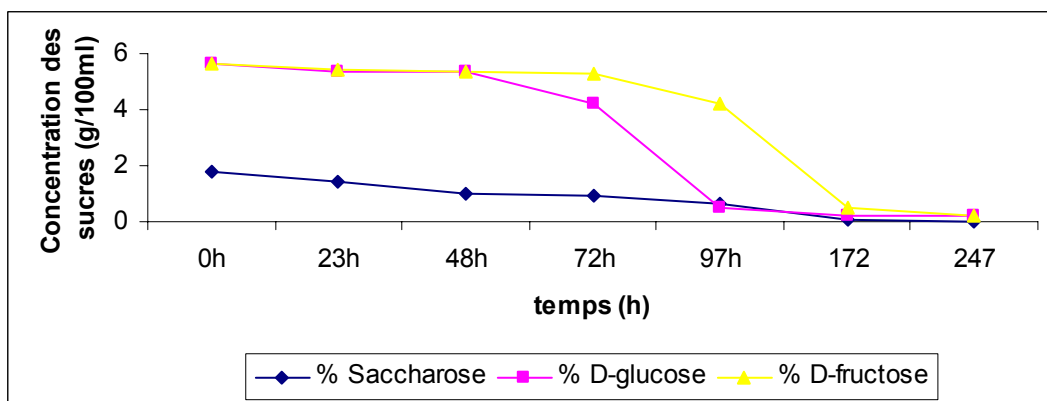


Figure n°5 : Cinétique des sucres en fonction du temps au cours de la fermentation alcoolique

A la fin de la fermentation les saccharoses et les glucoses deviennent négligeables. Les sucres résiduels de la fermentation alcoolique sont de 3.6 g /litre. Cette valeur est élevée et peut présenter un substrat pour une activité microbienne durant la fermentation acétique, comme le montre les courbes suivantes :

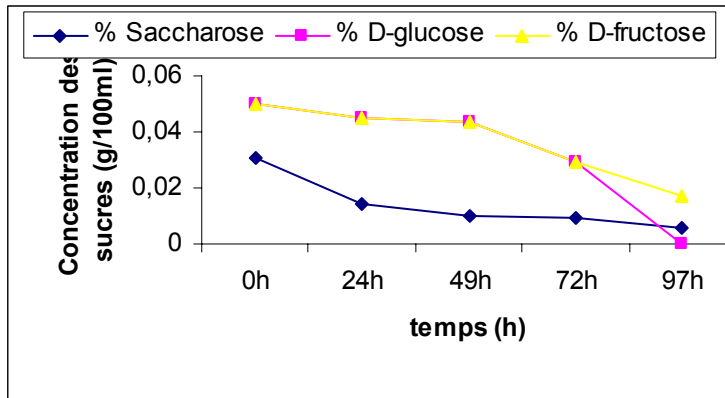


Figure n°6 : Cinétique des sucres en fonction du temps au cours de la fermentation acétique

A la fin de la fermentation acétique, nous avons obtenu des valeurs très négligeables pour les différents sucres.

### Les acides acétiques

L'acide acétique est le principal métabolite des bactéries acétiques après respiration de l'éthanol. Nous avons contrôlé à la fois :

- ✚ L'acidité volatile : AVB
- ✚ L'acidité totale : AT

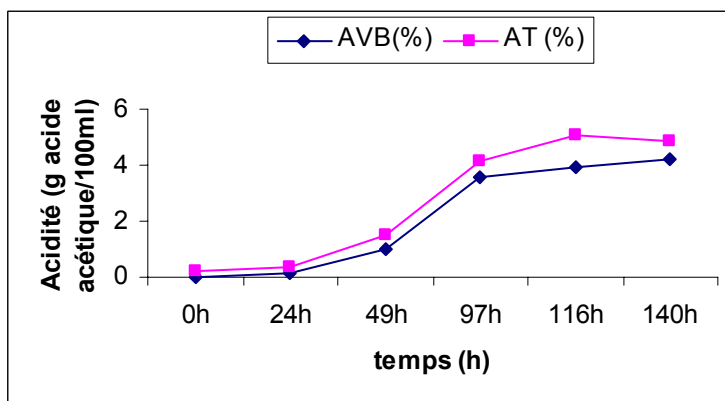


Figure n°7 : Cinétique de l'acidité

A la fin de la fermentation acétique, nous avons obtenu une acidité totale de 48.9 g d'acide acétique/litre avec un rendement de l'éthanol en acide acétique de l'ordre de 50.89%

### Contrôle du pH

L'acidité totale n'indique que la quantité d'acide du vinaigre. La courbe suivante présente le suivi du pH de notre vinaigre durant la fermentation :



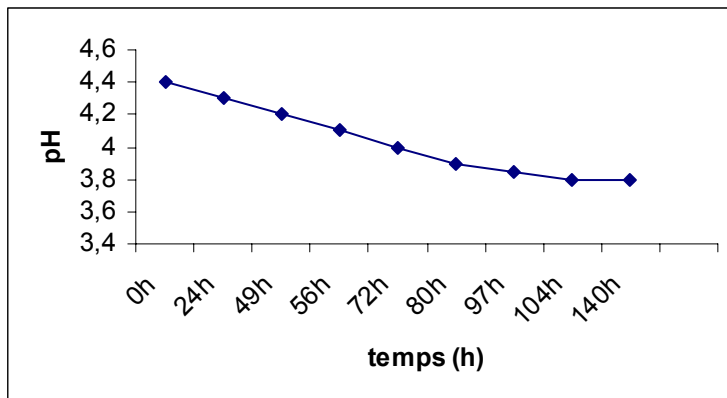


Figure n°8 : Cinétique du pH

Nous avons passé d'un pH initial du jus de dattes de l'ordre de 5.14 à un pH de 4.4 à la fin de la fermentation alcoolique et de 3.78 à la fin de la fermentation acétique.

### CONCLUSION & PERSPECTIVES

Dans le but de valoriser les écarts de triage des dattes qui sont d'intérêt commercial négligeable, mais ayant une composition riche en sucres, nous avons tenté de les utiliser dans la fabrication du vinaigre qui est un produit fabriqué biologiquement par double fermentation : alcoolique et acétique.

A la fin de fermentation alcoolique, nous avons obtenu à partir d'un jus de dattes représentant un taux de sucre de 175 g/l, une solution alcoolique de 9.6% (v/v) ( $\approx 75.76$  g d'éthanol/litre) avec un rendement de l'ordre de 43.29%. Cette solution représente un moût d'acétification convenable.

Lors de la deuxième fermentation (acétique), nous avons obtenu un vinaigre représentant les caractéristiques suivantes :

- ✚ Acidité totale : 48.9 g d'acide acétique/l ;
- ✚ Acidité volatile : 42g d'acide acétique/l ;
- ✚ Teneur en éthanol résiduel : 1.6% (12.72 g d'éthanol/l) ;
- ✚ Sucres résiduels : teneur négligeable tend vers zéro ;
- ✚ pH : 3.8.

Ainsi, les analyses chimiques, biologiques et enzymatiques nous permis d'affirmer que le produit obtenu répond aux normes exigées. Ce vinaigre bénéficie d'une association intéressante qui repose d'une part, sur son acidité naturelle et d'autre part, sur sa grande richesse en minéraux, vitamines et oligoéléments. C'est cette combinaison renforcée par une teneur en pectine qui lui confère ses qualités diététiques

En guise de conclusion, la préparation du vinaigre à partir des dattes pourrait être envisagée et présente une solution très intéressante pour les énormes tonnes de déchets de dattes. Elle contribue à un nouveau produit propre à notre agriculture sur le marché national et international. Les procédés biotechnologiques de fabrication du vinaigre de dattes nécessitent une

optimisation à savoir les souches utilisées et conditions opératoires (température, aération, agitation,...) lors de chacune de fermentation alcoolique et acétique.

#### **LES REFERENCES**

**BENYAMIN N-D., (1999)** - Date palm post harvest processing technology in Oman. In date palm post harvest processing technology. coordonators: Hamdan IY. Et Hegazi Na. FAO. 94-96.

**BOUGHNOU, N. (1989)** - Essai de production de vinaigre à partir de déchets de dattes, in Annales de l'institut national agronomique (El-Harrach). Vol 12, n°2. 65-82.

**DU TOIT WJ. ET AL (2002)** - The enumeration and identification of acetic acid bacteria from South Africa red wine fermentations. In International journal of food microbiology. Vol 74, issues 1-2, 25 March 2002. 57- 64.

**GUIRAUD, JP. (1998)** - Microbiologie alimentaire. Dunod, Paris. 26-506.

**GULLO M. ET AL (2006)** - Caractérisation of acetic acid bacteria in traditional balsamic vinegar. In International journal of food microbiology. Vol 106, issue 2, 1 February 2006. 209-212.

**ISO 7954 : (1987 (F))** - Directives générales pour le dénombrement des levures et moisissures. techniques pour le comptage des colonies à 25 °C.

**ISO 7218 : (1996) (F)** - Manuel des aliments-règles générales pour les examens microbiologiques.

**MINISTERE DE L'AGRICULTURE. (2007)** - Statistiques sur les palmiers dattiers.

**NFV 05-118 : (1974)** - Détermination de la teneur en acidité volatile in Fruits, légumes et produits dérivés.

**NFV 76-106 (1980)** - Dosage enzymatique des sucres.

**NFV 05-131 : (1986)** - Détermination de la teneur en éthanol in Fruits, légumes et produits dérivés.

**NIKOLAOU E. ET AL (2006)** - Selection of indigenous *Saccharomyces cerevisiae* strains according to their oenological characteristics and vinification results. In Food Microbiology. Vol 23, Issue 2, April 2006. 205-211.

**NDOYE B. ET AL (2007)** - A new pilot plant scale acetifier deseigned for vinegar production in Subsaharan Africa. In process biochemistry. Vol 42, issue 11 Novembre 2007. 1561- 1565.

---