



MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
UNIVERSITÉ Abbès LAGHROUR KHENCHELA
FACULTÉ DES SCIENCES ET DE LA NATURE ET DE LA VIE
Département de l'écologie et l'environnement

N° de série :

Mémoire de fin d'étude
Pour l'obtention du diplôme de Master Académique
Spécialité : Ecologie et Environnement
Filière : Ecologie Fondamentale et Appliquée
Thème

*Valorisation du sous-produit des
pommiers par l'extraction des
composés bioactifs*

Réalisé par

Mme. BERKANI Cheima

Devant le jury composé de

Président : Mr. LARBAA Rabah

Promoteur : Mr. BADAIS Zakaria

Examinatrice : Mme. MEZHOUD Amel

Année universitaire : 2021/2022



Dédicace

*Je remercie premièrement ALLAH tout puissant qui ne cesse de me protéger
C'est avec un grand plaisir et une grande joie que je dédie ce présent mémoire:*

*Particulièrement à la femme la plus belle, la plus tendre, la plus généreuse,
A l'âme de ma mère, qui reste toujours dans mon cœur, mes nuits et mes jours A toi maman je te
dédie ce travail, qu'Allah te garde dans son paradis.*

*A l'homme de ma vie, mon exemple éternel, mon soutien moral et ma source de joie et de
bonheur, celui qui s'est toujours sacrifié pour me voir réussir, à mon papa, qu'Allah te garde,
longue vie et bonne santé.*

*A mon petit soleil, ma joie et mon amour, Il est une boisson dont on ne se lasse jamais : l'eau ; il
est un fruit dont on ne se fatigue jamais : toi, ma fille Julia Chame*

*A mon très cher époux Imad, pour son soutien, son encouragement continuel et son grand amour
A mes sœurs et mes frères, particulièrement Dr. BERKANI Cherifa, ma Chicha ; pour son
soutien et ses conseils*

A toute la promotion Master Ecologie fondamentales et appliquée (2021-2022)

BERKANI CHEIMA

25/05/2022



Remerciements

*J'exprime toute ma gratitude à Monsieur **BADIS Zakaria** pour la direction de mon travail. Je le remercie vivement pour sa patience, sa disponibilité et son aide qui m'ont été précieuses. Il a su allier encouragements et critiques d'une manière équilibrée pour que ce travail se poursuive et que mes idées de recherches se concrétisent.*

*Je remercie également Monsieur **LARBAA Rabah** et Madame **MEZHOUD Amel**, d'accepter évaluer mon modeste travail.*

Je remercie aussi toutes mes amies, et mes collègues.

Résumé

Le but de notre mémoire est le développement des quelques produits manufacturés, envalorisant ces deux variétés de golden (golden et boskoop rouge), cette dernière à une valeur marketing faible dans la préparation de vinaigre naturel à partir de la fermentation de jus de golden et de Boskoop rouge dans un moment de 56 jours, dans une température ambiante à travers la température secondaire. À la première étape, une fermentation alcoolique dans un milieu anaérobie, pour la deuxième étape oxydation alcoolique dans un milieu aérobie.

Durant la comparaison des analyses physico-chimique du vinaigre de golden et de Boskoop rouge, on a obtenu des résultats proches des normes algériennes pour le vinaigre de Boskoop rouge, mis de vinaigre de golden approbation du décret. Et durant notre suivi de l'acide acétique constitué et du sucre resté du golden et de boskoop fermenté à travers le prélèvement et la mesure de l'indice de réfraction où les résultats ont montré que le pourcentage du vinaigre de jus de golden fermenté est de 48.63% et l'acidité totale est de 42.54% pour le jus de Boskoop rouge, et la diminution de la somme totale de pourcentage du sucre est de 6% à 1.5% pour °Brix la golden et de 16 % à 4% de vinaigre de Boskoop rouge.

Et durant ces résultats, on a montré qu'on peut produire le vinaigre, en utilisant le jus du golden et le jus de Boskoop rouge, et on peut améliorer la qualité, en utilisant des mécanismes de fermentation rapides.

Mots-clés: pomme, golden, Boskoop rouge, Fermentation alcoolique, Oxydation alcoolique, Acidité totale, °Brix.

Abstract

The purpose of our thesis is the development of a few manufactured products, by valuing these two varieties of golden (golden and red boskoop), the latter has a low marketing value in the preparation of natural vinegar from the fermentation of golden juice and of red Boskoop in a moment of 56 days, in an ambient temperature through the secondary temperature. in the first stage, an alcoholic fermentation in an aerobic medium, for the second stage alcoholic oxidation in an aerobic medium. Dunant the comparison of the physicochemical analyzes of the vinegar of golden and Boskoop red, one has to obtain results close to the Algerian standards for the vinegar of Boskoop red, put of vinegar of golden approval of the decree. And during our monitoring of the acetic acid made up and the sugar remained of the fermented golden and boskoop through the sampling and measurement of the refractive index where the results showed that the percentage of the vinegar of fermented golden juice is 48.63% and total acidity of 42.54% for red Boskoop juice, and the decrease in the total amount of sugar percentage from 6% to 1.5% for °Brix la golden and from 16% to 4% of red Boskoop vinegar. And from these results, we have shown that we can produce vinegar, using golden juice and red Boskoop juice, and we can improve the quality, using rapid fermentation mechanisms.

Keywords: apple, golden, Boskoop red, Alcoholic fermentation, Alcoholic oxidation, Total acidity, °Brix

Table des matières

Titre	Page
<i>Remerciements</i>	
<i>Liste de Tableau</i>	
<i>Liste des Figure</i>	
<i>Liste des abréviations</i>	
<i>Introduction</i>	1
1^{ère} partie : bibliographique	
Chapitre I: Matières alimentaires pour la production de vinaigre	
I.1.La pomme	8
I.1.1.La pommier	8
I.1.2.Composition de pomme	8
I.1.3.Avantages thérapeutiques de pomme	9
I.1.4.Caractéristiques générales des variétés	10
Chapitre II : le vinaigre	
II.1.Le vinaigre	12
II.1.1.Historique	12
II.1.2.Définition	13
II.1.3.Composition du vinaigre	13
II.1.4.Réglementation	14
II.1.5.Les différents types de vinaigre	14
II.1.6.Les utilisations du vinaigre dans l'industrie alimentaire	15

Table des matières

II.1.8. Technologie du vinaigre	17
II.1.9. Méthode de production	18
II.1.9.1. La méthode d'Orléans	18
II.1.9.2. Méthode de générateur	19
II-1-9-3- Procédé de fermentation submergé	21
II.1.10. Les vertus du vinaigre	23
<i>2^{ème} partie : Partie expérimentale</i>	
<i>Chapitre III : Matériels et méthodes</i>	
III.1. Matériels et méthode	27
III.1.1. Appareil et produits	27
III-1-2- Matériaux biologiques	28
III-1-3- Matériel végétal	28
III.1.3.1. Choix de la variété	28
III.2. La méthodologie	28
III.2.1. Préparation de jus de fruits	29
III.2.2. Phases et étapes de la production du vinaigre de fruits par double fermentation	30
III.2.2.1. Fermentation alcoolique de jus de fruits	30
III.2.2.2. Fermentation acétique	31
III.3. Analyse physico-chimique du vinaigre de fruits	33
III.3.1. Définition de l'informateur	33
III.3.2. Pourcentage de la matière sèche totale	33
III.3.3. Détermination de la teneur en acidité totale	34
III.3.4. Détermination de la teneur en acidité fixe	35
III.3.5. Détermination de la teneur en acidité volatile	36
III.3.6. Détermination de la teneur en Cendres :	37
III.3.7. Contrôle de la valeur du pH	38
III.3.8. Détermination de taux de solides solubles (°Brix)	38

Table des matières

<i>Chapitre IV : Résultats et discussions.</i>	
IV.1.Double fermentation jus de fruit	41
IV.1.1.Fermentation alcoolique	41
IV.1.2.Fermentation acétique	41
IV.2.Analyse physico-chimique du vinaigre de fruits	41
IV.2.1.Pourcentage de la matière sèche totale	41
IV.2.2 Evolution acidité totale	42
IV.2.3. Evolution acidité fixe	43
IV.2.4. Evolution acidité volatile	44
IV.2.5. Spécification la valeur de la cendre	45
IV.2.6. Evolution pH	46
IV.2.7.Détermination de taux de solides solubles (°Brix)	47
IV.3.Evolution de l'acide acétique formé et la réduction des sucres dans milieu	48
IV.4.Paramètres physico-chimiques des vinaigre obtenus	49
IV.5.Calcul des rendements (Après 56 jours de fermentation)	49
<i>Conclusion</i>	51
<i>Références bibliographique</i>	52
<i>Annexe</i>	
<i>Résumé</i>	

Liste des Tableaux

<i>Chapitre I : Matière alimentaire pour la production de vinaigre</i>		
Tableau (I.1)	Catégories et caractéristiques des pommes et zones de présence	5
<i>Chapitre II : le vinaigre</i>		
Tableau (II.1)	Les caractéristiques physico-chimiques de l'acide acétique (vinaigre acide)	13
<i>Chapitre III : Matérielles et méthodes</i>		
Tableau (III.1)	Les produits chimiques	27
Tableau (III.2)	Appareils et Instruments	27
<i>Chapitre IV: Résultats et discussions</i>		
Tableau (IV.1)	Quelques paramètres physico-chimiques des deux vinaigres obtenus.	49
Tableau (IV.1)	Rendement en vinaigre.	49

Liste des figures

<i>Chapitre I: Matières alimentaires pour la production de vinaigre</i>		
Figure (I.5)	Structure anatomique générale d'une pomme	8
<i>Chapitre II: Le Vinaigre</i>		
Figure(II.1)	La méthode d'orléanse	16
Figure (II.2)	Méthode générateur	19
Figure (II.3)	Procédé de fermentation submergé	21
<i>Chapitre III: Matériels et méthodes</i>		
Figure (III.1)	Echantillons de fruits.	28
Figure (III.2)	Etapas de préparation du jus de fruits	29
Figure (III.3)	Production du vinaigres par une double fermentation	30
Figure (III.4)	Le diagramme représente le processus du fermentation alcoolique	31
Figure (III.5)	Le diagramme représente le processus de fermentation acétique	31
Figure (III.6)	Fermentation alcoolique	32
Figure (III.7)	Fermentation acétique.	32
Figure(III.8)	Etapas du processus de séchage	34
Figure (III.9)	Processus d'étalonnage en acidité totale .	35
Figure (III.10)	Processus d'étalonnage en acidité fixe .	36
Figure (III.11)	Etapas qui spécifient la valeur des cendres	38
Figure (III.12)	Contrôle de la valeur du pH	38
Figure(III.13)	Processus de mesure d'indice de réfraction	39
<i>Chapitre IV: Résultats et discussions</i>		
Figure (IV.1)	Pourcentage de matière sèche totale au cours de la fermentation traditionnelle des variétés Boskoop rouge et de la golden	42

Figure (IV.2)	Evolution l'acidité totale au cours de la fermentation traditionnelle des variétés Boskoop rouge et de golden	42
Figure (IV.3)	Evolution l'acidité constante au cours de la fermentation traditionnelle des variétés Boskoop rouge et de golden	43
Figure (IV.4)	Evolution l'acidité volatilité au cours de la fermentation traditionnelle des variétés Boskoop rouge et de golden	44
Figure (IV.5)	La cendre au cours de la fermentation traditionnelles des variétés Boskoop rouge et de golden	45
Figure (IV.6)	Evolution du pH au cours de la fermentation traditionnelle des variétés Boskoop rouge et de golden	46
Figure (IV.7)	Evolution du °Brix au cours de la fermentation traditionnelle de variété Boskoop rouge et de golden	47
Figure (IV.8)	Evolution de l'acide acétique formé et la réduction des sucres dans milieu fermentation	48

Liste des abréviations

Abréviations	Désignation
Es	Extrait sec total
A_C	Acidité total
A_F	Acidité fixe
A_V	Acidité volatile
Cend	Cendres
pH	PH-mètre
m_1	La masse en grammes de la capsule vide
m_2	La masse en gramme de la capsule contenant
P_0	La masse en grammes de la capsule vide
P_1	La masse en grammes de la capsule contenant les cendres
V	Le volume en ml de la solution d'hydroxyde de sodium utilisée dans la titration
D_F	Double fermentation
°Brix	Taux de solides solubles

Introduction générale

Introduction générale

L'acide acétique est produit à la fois par synthèse et par fermentation bactérienne. La production synthétique dépend principalement de produits stockés dérivés du pétrole de tels que le méthanol, l'acétaldéhyde, le butane ou l'éthylène. Aujourd'hui, la voie biologique ne représente qu'environ 10 % de la production mondiale [1]. Il reste important pour la production de vinaigre, car de nombreuses lois mondiales sur la pureté des aliments indiquent que le vinaigre utilisé dans les aliments doit être d'origine biologique. Le vinaigre, qui est principalement une solution diluée d'acide acétique à 4-6% est directement utilisé comme agent aromatisant des aliments, aussi comme conservateur alimentaire [2]. Parmi les matières biologiques, on trouve des fruits riches en sucres, notamment des pommes, des raisins et des dattes.....etc .

Ce dernier est obtenu par une double fermentation, premièrement la fermentation alcoolique (anaérobie) par l'intervention de levure essentiellement *Saccharomyces* ou le sucre de fruits est transformé en alcool éthylique, par la suite la fermentation acétique (aérobie) par l'intervention des bactéries acétiques essentiellement *Acetobacter* où l'éthanol est oxydé en acide acétique.[3]

L'objectif de ce travail, est l'utilisation des variétés de la golden et boskoop rouge comme substrat de double fermentation pour la production de vinaigre et la comparaison des propriétés physico-chimiques de l'extrait.

Le travail porte quatre parties essentielles :

- ✓ **La première partie** : matières alimentaires pour la production de vinaigre
- ✓ **La deuxième partie** : le vinaigre.
- ✓ **La troisième partie** : matériels et méthodes.
- ✓ **Quant à la quatrième partie, elle est constituée en trois étapes :**
 - Préparation de jus de fruits.
 - La production du vinaigre de fruits par double fermentation.
 - Analyse physico- chimique de vinaigre de fruits.

{ 2 }

La partie bibliographique

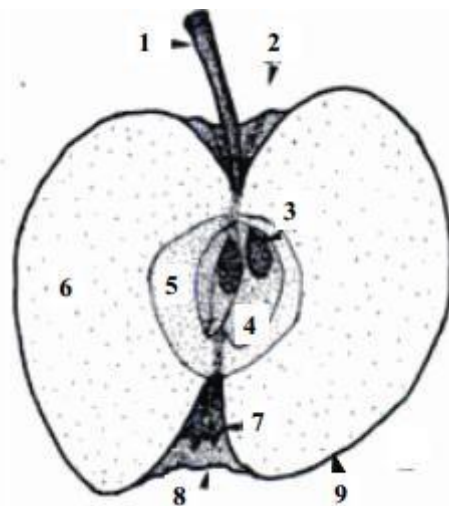
*Chapitre I : Matière
alimentaire pour la production de
vinaigre*

I.1. La golden :

I.1.1. Le pommier :

Le pommier est un angiosperme appartenant à la famille des Rosacées, sous famille des Maloïdées (arbres fruitiers à pépins) et au genre *Malus*. La golden est considérée généralement comme une baie contenant des pépins. A maturité, ce fruit est constitué extérieurement de trois zones figure (I.5):

- le pédoncule et la cuvette pédonculaire.
- a cuvette oculaire et l'œil.
- la partie globuleuse qui s'étend entre les deux zones précédentes [15]



- 1: pédoncule**
2: cuvette pédonculaire
3: pépin
4: loge ovarienne
5: cœur
6: parenchyme cortical
7: œil
8: cuvette oculaire
9: épiderme

Figure (I.1) : Structure anatomique générale d'une pomme [15]

I.1.2. Composition de pomme :

La golden fraîche est un fruit de composition variée (tableau 2) principalement constitué d'eau (85,6%), et de glucides (13,8%) [16]. Elle est particulièrement riche en fibres avec une teneur moyenne de 2,4g/100g, en sels minéraux, vitamines et acides organiques. Il est important de noter que ce tableau ne présente que la composition chimique moyenne du fruit et que celle-ci est susceptible d'être modifiée en fonction des variétés, du degré de maturité des fruits, de ses conditions de production et de stockage. Par ailleurs, la golden est reconnue comme un produit ayant des bienfaits pour la santé car en plus de sa teneur élevée en fibres, des composés phénoliques sont présents en grande quantité dans sa chair et dans sa peau (180 mg équivalent acide gallique/100g fruit frais) [17].

Tableau(I.1) : Composition moyenne d'une pomme à maturité. [16]

Composition pour 100 g de fruit frais					
Composants (g)	Minéraux : (mg)		Vitamines et provitamines (mg)		Lipides (g)
Eau 85,6	Calcium	6	Vit A	3×10^{-3}	Ac gras saturés totaux
Protéines 0,26	Cuivre	0,027	Vit C	4,6	14:0 : 1×10^{-3}
Lipides 0,17	Fer	0,12	Vit B-6	$4,1 \times 10^{-2}$	16:0 $2,4 \times 10^{-2}$
Glucides 13,81	Magnésium	5	Choline, total	3,4	18:0 3×10^{-3}
Fibres 2,4	Phosphore	11	Vit E, α -tocopherol	18×10^{-2}	Ac gras mono insaturés totaux
Acides organiques 0,6	Potassium	107	Folate	3×10^{-3}	18:1 7×10^{-3}
	Sodium	1	Vit K	$2,2 \times 10^{-3}$	Ac gras poly insaturés totaux
	Zinc	0,04	Riboflavine	$2,6 \times 10^{-2}$	18:2 $4,3 \times 10^{-2}$
			Thiamine	$1,7 \times 10^{-2}$	18:3 9×10^{-3}
			β -carotene (μ g)	27×10^{-3}	
			β -cryptoxanthine	11×10^{-3}	
			Luteine + zeaxanthine (μ g)	29×10^{-3}	

I.1.3. Avantages thérapeutiques de pomme :

Les pommes ne sont pas simplement une joie de sa teneur en sucre , vitamines et sels en fait un aliment utile pour le corps humain parmi les avantages thérapeutiques des pommes parmi d'eux:

- Aide à prévenir l'intoxication alimentaire .
- Aide à réduire la pression artérielle .
- Protège centre le diabète.
- Protège le cœur des maladies.
- Aide à brûler les graisses[18]

I.1.4. Caractéristiques générales des variétés :

A) Fuji KiKu 8 :

Variété originaire du Japon, c'est une mutation de la Fuji sélectionnée par Alois Braun, pépin-iériste du Tirol du sud, obtenue en 1990. Arbre au port demi dressé, de forte vigueur, productif maissujet à l'alternance. Les fruits, d'une forme arrondie à demi-élevée et souvent irrégulière, sont demoyen à gros calibre, striés rouge rubis à lenticelles en étoile. La chair, très croquante, est d'une couleur blanc-verdâtre, juteuse et très sucrée mais peu acidulée et peu parfumée. La récolte se fait à partir de la deuxième décade d'octobre (+20-25 jours par rapport à la Golden Delicious).

B) Pinova:

Variété créée par l'Institut de Recherche du Fruit de Dresde (Allemagne) en 1986. Issue du croisement de la Clivia et de la Golden Delicious. L'arbre, de vigueur moyenne, a une production régulière et abondante. Les fruits sont de moyen calibre et homogènes, de forme tronconique élevée et de couleur rouge carmin sur fond jaune. Leur chair est blanc jaunâtre, juteuse, ferme, sucrée, légèrement acidulée et agréablement parfumée et équilibrée. Sa récolte coïncide avec celle de la Golden Delicious.

C) Falstaff:

Variété obtenue en Grande Bretagne par la Station Expérimentale de East Malling. Arbre de moyenne vigueur, productif et régulier. Les fruits, d'un calibre moyennement gros et de forme plutôt sphérique, sont de couleur rouge strié sur fond jaune et caractérisés par des bosselures de la peau. La chair, d'une couleur jaunâtre, est ferme, juteuse, avec un bon rapport entre acidité et sucres

Sa récolte coïncide avec celle de la Golden Delicious.

D) Goldrush:

Variété américaine obtenue en 1973 par un croisement de la Coop et de la Golden Delicious. Arbre légèrement dressé, demi-spur, modérément vigoureux et peu ramifié. Les fruits, d'un calibre moyen et de forme tronconique, ont une couleur vert-jaunâtre persistante avec un lavis bronzé et des lenticelles liées assez distinctes. La chair, juteuse de couleur blanchâtre et d'excellente texture, a une saveur épicée et une forte teneur en sucres et en acides.

La récolte se fait à partir de la troisième décennie d'octobre (+30-35 jours par rapport à la Golden Delicious).

E) Topaz:

variété sélectionnée par la Station Expérimentale de Strizovice en République Tchèque par un croisement de la Rubin et de la Vanda en 1984.

Arbre moyennement vigoureux à faible, à mise à fruits rapide. Les fruits, rustiques et aplatis, sont de couleur rouge-orangé strié sur fond jaune avec une certaine rugosité au niveau de la cuvette pédonculaire.

La chair, de coloration crème, est ferme et croquante, de texture demi-grossière, juteuse, aromatique, douce mais de type acidulée. La récolte se fait à partir de la deuxième à la troisième décennie de septembre (une à deux semaines après la Golden Delicious) [19]

Chapier II : Le vinaigre

II.1. Vinaigre:

II.1.1. Historique:

La production de vinaigre a une longue histoire dans le monde entier a évolué au fil des siècles d'un art et de l'artisanat dans un processus de fermentation contrôlée aujourd'hui. De nombreux manuscrits médiévaux (13^{ème}-15^{ème} siècle) avec des médicaments liées à l'alchimie, ou recettes de cuisine rapport sur le commerce et la pratique de la production de vinaigre. En Europe, jusqu'à la première moitié du 16 siècle, vinaigre a été principalement faite de vin (en tant que source d'éthanol) dans les ménages. Vers 1600, mauvaises récoltes de raisins et des conditions climatiques plus froides a conduit à un commutateur pour infuser du vinaigre d'hydromel, cidre de golden et surtout de la bière ; aussi la production passée de ménages aux brasseries de vrai vinaigre, généralement situés dans les villes. Telle était la situation commercial établi jusqu'au 19 siècle, mais ensuite il a changé radicalement, en raison de l'évolution scientifique et technologique. L'invention de la colonne de distillation continue et la disponibilité des matières premières bon marché. (le sucre de betterave, la mélasse, les pommes de terre, le maïs, ...) pour produire l'alcool distillé a mené la levure, genièvre et les usines spirits à produire aussi le vinaigre d'alcool. Le néerlandais réputé (Clusius, Boerhaave), le français (Pasteur, Lavoisier) et l'allemand (Kutzing, Liebig) les scientifiques a résolu en attendant les secrets de fermentation de vinaigre. Basé sur les conclusions de Louis Pasteur depuis 1858, un bouillon contenant de l'alcool de 10-14 %, de sels d'ammonium et une levure autolysed, pourrait être fait fermenter anaérobie par les bactéries d'acides acétiques dans le vinaigre dans le haut rendement. Le processus de vinaigre basé d'alcool de cette fermentation est maintenant dans le monde entier appliqué. Les vinaigres de fruit dominant en Europe, pendant que les vinaigres de céréale sont typiques pour l'Asie. Les marques de vinaigre de spécialité augmentent de nouveau. En plus des microbiologistes japonais (Asai, Yamada...) aussi les microbiologistes des universités belges (Frateur de Louvain; le Pâturage de De de Gand) contribué au 20^{ème} siècle beaucoup à la taxinomie, la physiologie et la génétique des bactéries acides acétiques. Vinaigre la production est effectivement un exemple agréable d'industriels la biotechnologie avant la lettre, en évoluant de la petite échelle la culture de surface dans les barriques (le processus d'orléans) via la culture de cellule immobilisée (Boerhaave/Schuzenbach/ Frings le processus) ou l'état solide à actuellement à grande échelle (100 m³) submergé (acétate) processus de fermentation. Dans le plus les cas, un vinaigre de graine (non défini mélangé) la culture de démarreur sont essentiels pour obtenir une marque de vinaigre désirée jusqu'à aujourd'hui! [20]

II. 1.2. Définition:

Le vinaigre est un produit obtenu en partant du vin ou de produits très variés (raisins secs, miel, cidre) lequel est rendu acide par la production spontanée d'acide acétique de formule CH_3COOH . La fermentation du vinaigre est dite acétique. En effet, le vinaigre est le fruit de la transformation de l'alcool éthylique sous l'action conjuguée de l'oxygène de l'air et d'un champignon unicellulaire proche des levures, *Mycoderma aceti* : dans des conditions d'acidité limitées, à certaines concentrations en alcool et en présence de composés nutritifs telles les protéines présentes dans le vin (matières azotées, phosphate de magnésium et de potasse)[21].

Tableau(II.1): Les caractéristiques physico-chimiques de l'acide acétique (vinaigre acide).[22]

Acide acétique	Point de fusion (°C)	Masse volumique (g/ml)	Point d'ébullition (°C)	Pression de vapeur (Pa)	Solubilité (eau)
CH_3COOH	16.6	1.0492	117.9	11	Miscible

II. 1.3. Composition du vinaigre

Le principal constituant du vinaigre est l'acide acétique. Les composés secondaires, tel que l'acide tartrique, l'acide succinique et les matières azotées proviennent de la matière première utilisée, des nutriments ajoutés au milieu réactionnel et de l'eau de dilution.

Par contre, d'autres composés se forment au cours de la fermentation acétique tel que l'acétate d'éthyle qui contribue à la saveur du vinaigre.

Le vinaigre est constitué de plusieurs autres composés tels que :

- Alcool résiduel 0.5%.
- Acétate d'éthyle.
- Composés volatils.
- Butylène, glycol, acétone[23]

II. 1.4.Réglementation:

- En France, l'appellation «vinaigre» est strictement réglementée pour éviter les fraudes, un décret français [24] stipule notamment que :
- La dénomination «vinaigre» est réservée aux produits obtenus par le procédé biologique de la double fermentation alcoolique et acétique de denrées et boissons d'origine agricole ou de leurs dilutions aqueuses.
- ✓ La teneur en alcool résiduel des vinaigres est limitée à 1.5% en volume.
- ✓ La teneur acétique minimale des vinaigres est de 6 g/100 ml.[25]
- La teneur totale en acide exprimée en acide acétique des vinaigres de vin est fixée au minimum de 50 grammes par litre. Cette teneur est au minimum de 50 grammes par litre pour les autres vinaigres.
- La teneur totale en acide des vinaigres ne doit pas dépasser la quantité que l'on peut obtenir par fermentation biologique.
- La teneur en alcool résiduel des vinaigres exprimée en volume est limitée à :
 - ✓ 1% pour les vinaigres de vin.
 - ✓ 0.5% pour les autres vinaigres.
 - ✓ La teneur minimale en extrait sec soluble à l'exclusion des sucres, du sel d'ajout est fixée à 1.3 g par 1000 ml pour 1% d'acide acétique pour les vinaigres de vin et à 2 grammes par 1000 ml pour 1% d'acide acétique pour les vinaigres de vin de fruits.
 - ✓ Les concentrations maximales des contaminants tolérés dans les vinaigres sont déterminées comme suit .
 - ✓ Contaminants As et Pb concentrations 1 g/l; contaminants (Cu + Zn) et Fe concentrations 10 g/l. [26]

II.1.5. Les différents types de vinaigre:

Le type de vinaigre prédominant aux États-Unis est le vinaigre blanc ou distillé. Le vinaigre est généralement décrit en termes de force du grain, le grain, étant dix fois le pourcentage d'acide.

Selon la société Crisco, les variétés varient considérablement d'un pays à l'autre. Certains des vinaigres les plus populaires et leurs caractéristiques sont illustrés ci-dessous [27] :

- ❖ **Vinaigre de mélasse** ce vinaigre est préparé à partir de sirop de sucre ou de mélasse. Il sert à tirer parti des sous-produits de l'industrie du sucre, mais n'est pas largement utilisé. [28]

- ❖ **Vinaigre balsamique** est de couleur brune avec un goût sucré. Il est fabriqué à partir de raisin blanc terbbino et vieilli dans des fûts de bois divers. Certains vinaigres balsamiques raffinés ont plus de 100 ans.
- ❖ **Vinaigre de malt** est très populaire en Angleterre. Il est fabriqué à partir d'orge et purée de céréales fermentées et aromatisé avec des bois tels que le hêtre ou le bouleau. Il a un goût consistant et est souvent servi avec du poisson et des frites.
- ❖ **Vinaigre blanc** est fabriqué à partir du vinaigre distillé. Le terme distillé est trompeur, car le vinaigre n'est pas distillé mais il est fabriqué à partir d'alcool distillé.
- ❖ **Le vinaigre distillé** est un vinaigre dur à base de grains et est généralement incolore. Il est utilisé uniquement pour le décapage.
- ❖ **Le vinaigre de canne** est fabriqué à partir de canne à sucre fermentée et a un goût très doux, riche et sucré. Il est le plus couramment utilisé dans la cuisine philippine.
- ❖ **Le vinaigre de noix de coco** a une faible acidité, un goût de moisi et un arrière-goût unique. Il est utilisé dans beaucoup de plats thaïlandais.
- ❖ **Vinaigre de dattes** : les dattes peuvent être utilisées comme matière première de choix pour la production de vinaigre vu leur richesse en sucres.
- ❖ **Vinaigre du vin** : le vinaigre du vin est un produit constitué de solution aqueuse riche en acide acétique, et résulte d'une fermentation acétique spontanée ou imposée du vin. Le vinaigre du vin est un vinaigre de couleur blanchâtre, jaunâtre ou rouge suivant la couleur du vin dont il provient. Il est d'une odeur agréable. L'odeur est d'autant plus développée lorsque le vinaigre est conservé longtemps en fût avant d'être livré à la consommation. La saveur est de fabrication acide et ne produit pas de sensation désagréable à la longue. [27]
- ❖ **Le vinaigre d'alcool** est un vinaigre obtenu par fermentation acétique à partir d'alcool de distillation.
- ❖ **Le vinaigre (de vin) de fruits, le vinaigre (de vin) de petits fruits et le vinaigre de cidre** sont des vinaigres obtenus à partir de vin de fruits ou de vin de petits fruits ou de cidre par fermentation acétique, la concentration maximale prévue pour les acides volatils dans la matière première pouvant toutefois être dépassée. Ces vinaigres peuvent aussi être préparés à partir de fruits. [29]

II. 1.6. Les utilisations du vinaigre dans l'industrie alimentaire :

L'utilisation du vinaigre pour aromatiser les aliments est séculaire qu'il soit produit naturellement lors de la fermentation ou ajouté intentionnellement, le vinaigre retarde la croissance microbienne et confère des propriétés sensorielles à de nombreux aliments. Il a été utilisé comme médicament, agent de décapage et peut être directement consommé sous forme diluée en tant que boisson. Dans l'industrie alimentaire, le vinaigre est principalement utilisé comme acidulant, mais il contient également de nombreuses autres applications pour le traitement des aliments. On en trouve dans des centaines de produits transformés, notamment des vinaigrettes, de la mayonnaise, la moutarde, du ketchup, du pain et des produits de boulangerie, des conserves, des marinades et la baisse actuelle de la consommation de vin a favorisé une augmentation de la production de vinaigre [30].

Le vinaigre est un ingrédient de cuisine important et un moyen de réduire les aliments, surtout en été, ce qui augmente la consommation de vinaigre chaque année.

Il est prévu de conclure que la quantité de production de vinaigre acétique est importante, ce qui indique la consommation du citoyen et cela est dû aux matériaux fabriqués à partir de vinaigre pour produire des dattes... pour être saisonnier, cela augmente la consommation du citoyen du vinaigre acétique et ce type de vinaigre est très nocif car il contient de l'acide acétique de 5% conformément au décret exécutif no 319-96 de l'article 02. L'utilisation de l'acide acétique dans la fabrication du vinaigre ou son addition au produit ne doit pas entraîner de corrosion ou une inflammation de la main, voir annexe 1.

Cela signifie que le vinaigre est nocif pour le corps humain.

II.1.7. Technologie du vinaigre:

La technique d'élaboration du vinaigre traditionnelle est basée sur une double fermentation combinée: anaérobie et aérobie. Cette bioconversion utilise des levures et des bactéries acétiques présentes naturellement dans jus fruits. Celles-ci entraînent une production d'éthanol qui est transformé en acide acétique. C'est un procédé où les deux réactions biotechnologiques se déroulent au même temps, bien que les exigences des organismes unicellulaires mis en jeu diffèrent en matière d'oxygène.: [32]

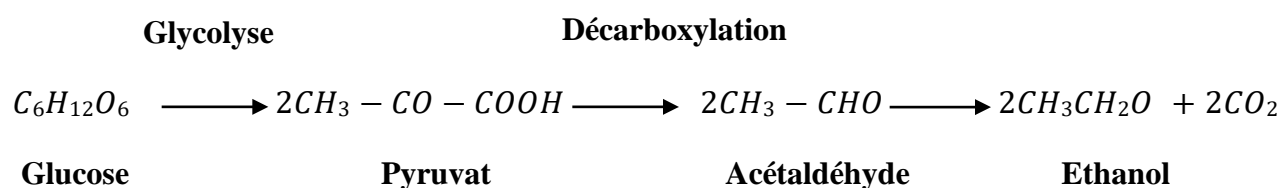
Anaérobie

Aérobie



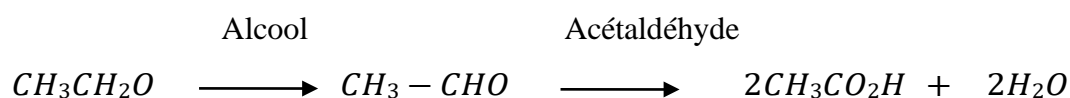
II.1.7.1. Fermentation alcoolique:

La fermentation alcoolique se déroule en milieu anaérobie. Elle est assurée par des levures du genre *Saccharomyces* qui sont présentes naturellement sur la datte. Elle est principalement basée sur la transformation des sucres, essentiellement glucose et fructose, qui pénètrent dans la cellule de la levure par diffusion facilitée et subissent une phosphorylation aboutissant à la fin de la fermentation à l'alcool éthylique, mais aussi sur la production de différents composé qui accompagnent cette production alcoolique[33], [34], et jouant un rôle organoleptique majeur sur la qualité du produit La réaction se déroule selon l'équation suivante :



II.1.8.2. La fermentation acétique:

La fermentation acétique assurée par les acétobacters qui oxydent l'éthanol en acide en présence d'oxygène[33]. Elle met en jeu des déshydrogénases membranairesliées à des cytochromes selon la réaction suivante:



II. 1.9.Méthode de production:

Les méthodes de production de vinaigre peuvent aller des méthodes traditionnelles utilisant des fûts en bois (processus Orléans)à culture en surface (processus générateur) à la fermentation submergé.[35]le vinaigre est un ingrédient important dans de nombreux produits alimentaires.[36]le besoin grandes quantités de vinaigre exige des systèmes de fermentation industriels capables de produire des volumes contrôlables de manière fiable. De nombreux dispositifs techniques ont été développés pour améliorer la production industrielle de vinaigre.[37]

II. 1.9.1. La méthode d'orléans:

Le processus d'orléans est l'une des méthodes les plus anciennes et les plus connues pour la production de vinaigre. C'est un processus lent et continu, qui est originaire de la France. Le vinaigre de haute qualité est utilisé comme une culture de départ, auquel on ajouté du vin toutes les semaines. Le vinaigre est fermenté en futs grandes de capacité (200 litres). Environ 65 à 70 litres du vinaigre de

haute qualité est ajouté au fut avec 15 litres de vin. Après une semaine, de 10 à 15 litres supplémentaires de vin sont ajoutés, ce qui est répété à intervalles hebdomadaires. Après environ quatre semaines, le vinaigre peut être retirés du tonneau (10 à 51 litres par semaine) car davantage de vin est ajouté pour remplacer le vinaigre. L'un des problèmes rencontrés avec cette méthode est celle de savoir comment ajouter plus de liquide au canon sans déranger le tapis bactérien flottant. Ceci peut être surmonté en utilisant un tube de verre qui atteint le fond du canon. Additionnel le liquide est versé dans le tube et ne gêne donc pas les bactéries. Les copeaux de bois sont parfois ajoutés au baril fermentant pour aider à soutenir le tapis bactérien.

A) Etape de fabrication:

- 1) Les barils en bois sont mis sur leurs cotés. Les bungholes sont percés en face supérieure et branchés avec des bouchons. Les trous sont également percés dans les extrémités des barils.
- 2) L'alcool est versé dans le canon par des entonnoirs à long terme inséré dans les bungholes. La mère de vinaigre est ajoutée à ce stade. Le baril est rempli à un niveau juste en dessous des trous sur les écrans sont placés sur les trous pour empêcher les insectes de se faire dans les barils.
- 3) Les barils remplis sont autorisés à s'asseoir pendant plusieurs mois. La température ambiante est maintenue à environ 85 °F (29 °C). Les échantillons sont prises périodiquement en insérant un spigot dans les trous la téraux et en détecteurs de réglage. Lorsque l'alcool est converti en vinaigre, il est tiré à travers le spigote. Environ 15% du liquide est laissé dans le baril pour mélanger avec le prochain lot[38].

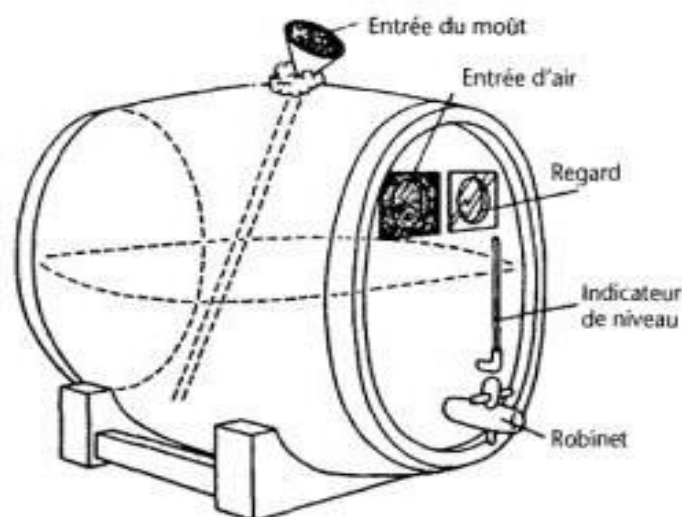


Figure (II.2): La méthode d'orléans.[39]

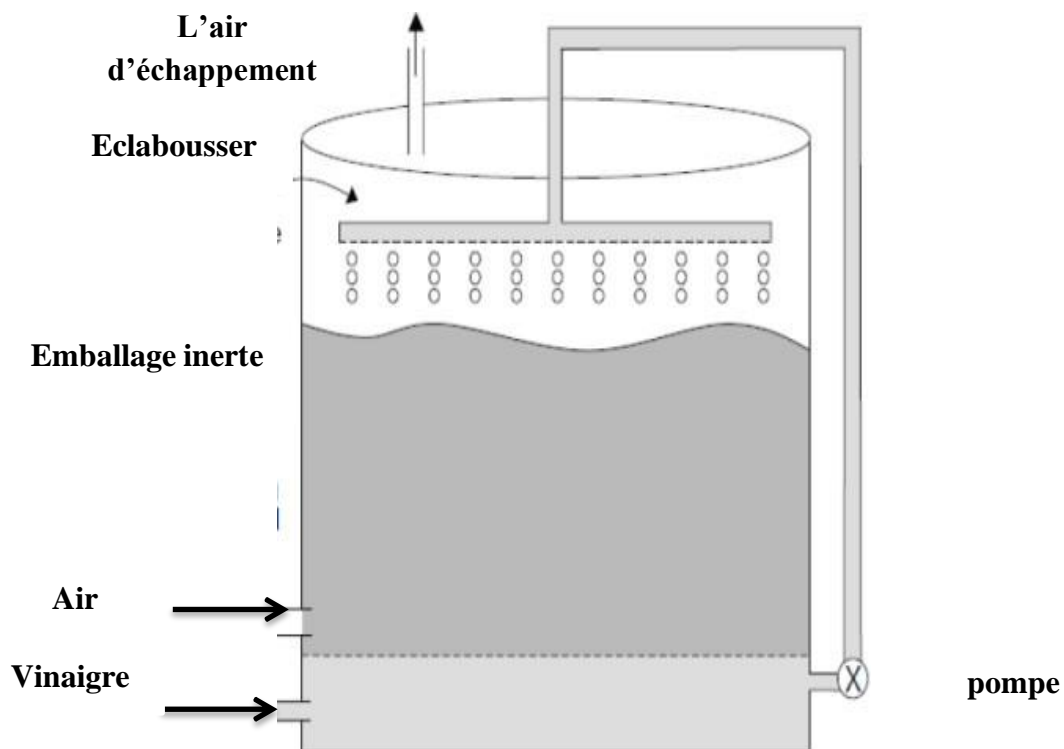
II.1.9.2. Méthode de générateur : [40]

Le processus d'orléans étant lent, d'autres méthodes ont été utilisées. adapté pour essayer d'accélérer le processus. Cette méthode utilise un générateur (Figure 2), qui est un réservoir vertical rempli de copeaux de bois de hêtre copeaux et munis de dispositifs permettant à la solution alcoolique de ruisseler à travers les copeaux dans lesquels les bactéries d'acide acétique sont en vin. Les générateur de différentes tailles (15 pied de diamètre et 20 pied de longueur) sont utilisés. Le générateur est constitué d'un réservoir cylindrique avec un faux inférieur au support de hêtre de bois ou de matériau similaire qui aidera à augmenter le flux d'air de ce fond qui a une sortie en haut. Un mélange est préparé qui est constitué d'un solution ajustée d'alcool acidifiée avec de l'acide acétique et des nutriments spéciaux pour la croissance des bactéries acides acétiques. Ce dernier, des espions de l'acétobacre de genre, sont inoculés dans les cavaux en bois de hêtre. Le mélange est appliqué dans une auge de la chambre et laissé tomber sur les cavalages. Le mélange est recueilli qu fond du générateur et est réaménagé sur les cautions entraînant une oxydation plus d'oxydation de l'alcool jusqu'à ce que le vinaigre de la résistance désirée soit obtenue. L'oxydation de l'alcool par les bactéries peut entraîner le développement des température assez les tuez. Pour maintenir la température jusqu'à 25 à 30°C, Les bobines de refroidissement doivent être fournies. La méthode de générateur est plus rapide par rapport aux autres méthodes et le vinaigre peut être produit dans une période de 10 jours. Cette méthode est généralement utilisée pour fabriquer un vinaigre distillé. Après la collecte du processus de distillation vinaigre a lieu pour concentrer le produit.

A) Etapes de fabrication :

- 1) Les grandes vases de chêne sont remplies de copeaux de bois de hêtre vinaigre, de charbon ou de pâte à raisin. Le produit d'alcool est versé dans le dessus de la tva et s'éloigne lentement dans les remplissages.
- 2) L'oxygène est autorisé dans les vases de deux façons. On est à travers les bungholes qui ont été perforés dans les cotés des cuves. Le second est à travers les fonds perforés de cuves. Un compresseur d'air souffle l'air à travers les tours.
- 3) Lorsque le produit d'alcool atteint le fond de la tva, habituellement dans une période de plusieurs jours à plusieurs semaines, il a converti en vinaigre. Il est versé du fond de la tva dans les réservoirs de stockage. Le vinaigre produit dans cette méthode a une teneur en acides acétique très élevée, souvent aussi élevée que 14% et doit être dilué avec de l'eau pour apporter son contenu acétique à une gramme de 5 à 6%.
- 4) Pour produire du vinaigre distillé, le liquide dilué est versé dans une chaudière et apporté à son point d'ébullition. Une vapeur se lève du liquide et est recueillie dans un condenseur. Il refroidit ensuite et devient de nouveau liquide. Ce liquide est ensuite mis en bouteille

comme vinaigre distillé[40].



Figieur (II.3) : Méthode de générateur[38]

II.1.9.3. Procédé de fermentation submergé :

Submergé dans la méthode de fermentation submergée un réservoir rempli d'alcool est pompé avec de l'oxygène et maintenu à température chaude. Principalement utilisé pour produire des vinaigres de vin, ce processus a été développé dans les années 1950 en utilisant des réservoirs appelés acétateurs. Le vin est maintenu à une température comprise entre 26 et 38 degrés centigrade pendant les nutriments et l'air sont pompés dans le mélange. La méthode de fermentation submergée est couramment utilisée dans la production de vinaigres de vin. Les systèmes de vinaigre submergés sont utilisés par des sociétés qui produisent de grandes quantités de vinaigre avec une teneur élevée d'acide acétique. Les systèmes de traitement de vinaigre submergés travaillent avec l'aération continue du liquide. Les bactéries vinaigres flottent dans le liquide et ne produisent pas de vinaigre. Utilisation de ce système, il n'y a pas de mince dans la machine et le vinaigre prêt est exceptionnellement propre et typique. Deux systèmes sont utilisés:

A) Les systèmes de turbine :

Travaillent avec une turbine au bas du réservoir et amener l'air dans le liquide. Ces machines à turbine peuvent être contrôlées automatiquement avec un système électronique :

Le vinaigre est pompé hors de la machine lorsqu'il est prêt et est ensuite rempli de vin. Ces systèmes conviennent aux producteurs qui prévoient faire plus de 50 000 litres de vinaigre par an.

B) Les système air venturi :

Sont plus petits et moins chers que les systèmes de turbine. Le traitement est effectué avec un système de pompage dans un réservoir en acier inoxydable fermé. L'air est mis dans le liquide avec une buse d'air venturi, qui amène l'air dans le liquide pompé. Les bulles d'air ont la même taille comme les bulles de turbines. Le temps de traitement des systèmes de venturi est d'environ 30% plus longtemps que les systèmes de turbine, mais c'est mieux pour la qualité, en raison de la réduction de la vache, mais pas de dégustation. Comme les dégustations ont montré, les vinaigres de ces machines sont toujours meilleurs et fructueux.

Le changement est effectué après le contrôle manuel de la teneur en acides acétique avec une pompe ou avec la pompe à l'intérieur de la machine. Le remplissage est effectué avec une pompe externe. Ces machines sont très compétitives et sont disponibles à partir de 20 litres remplissage jusqu'à 600 litres remplissage. Au moment où le système de traitement de plus courant pour les petits et moyens de vinaigre du monde entier.

A) Etapes de fabrication :

- 1) Planets de production sont remplies de grands réservoirs en acier inoxydable appelés acétérieurs. Les acétants sont équipés de pompes centrifuges dans le fond que la pompe adé la bulle dans le réservoir de la même manière qu'une pompe aquarieuse fait.
- 2) Comme la pompe étouffe l'alcool, les nutriments acétozymes sont via dans le réservoir. Les nutriments déclenchent la croissance de l'acétobàtre sur les bulles d'oxygène. Un chauffage dans le réservoir maintient la température entre 80 et 100 °F (26-38°C).
- 3) En cas d'heures, le produit d'alcool a été converti vinaigre. Le vinaigre est pirpe à partir des acéterts à une machine à filre à plaques et à l'emballage. Les plaques en acier inoxydable appuient à l'alcool à travers des filtres de papier pour enlever tous les sédiments, généralement environ 3% du produit total. Les sédiments sont rincés dans un drain pendant que le vinaigre filtré se déplace vers la station de dilution[41].

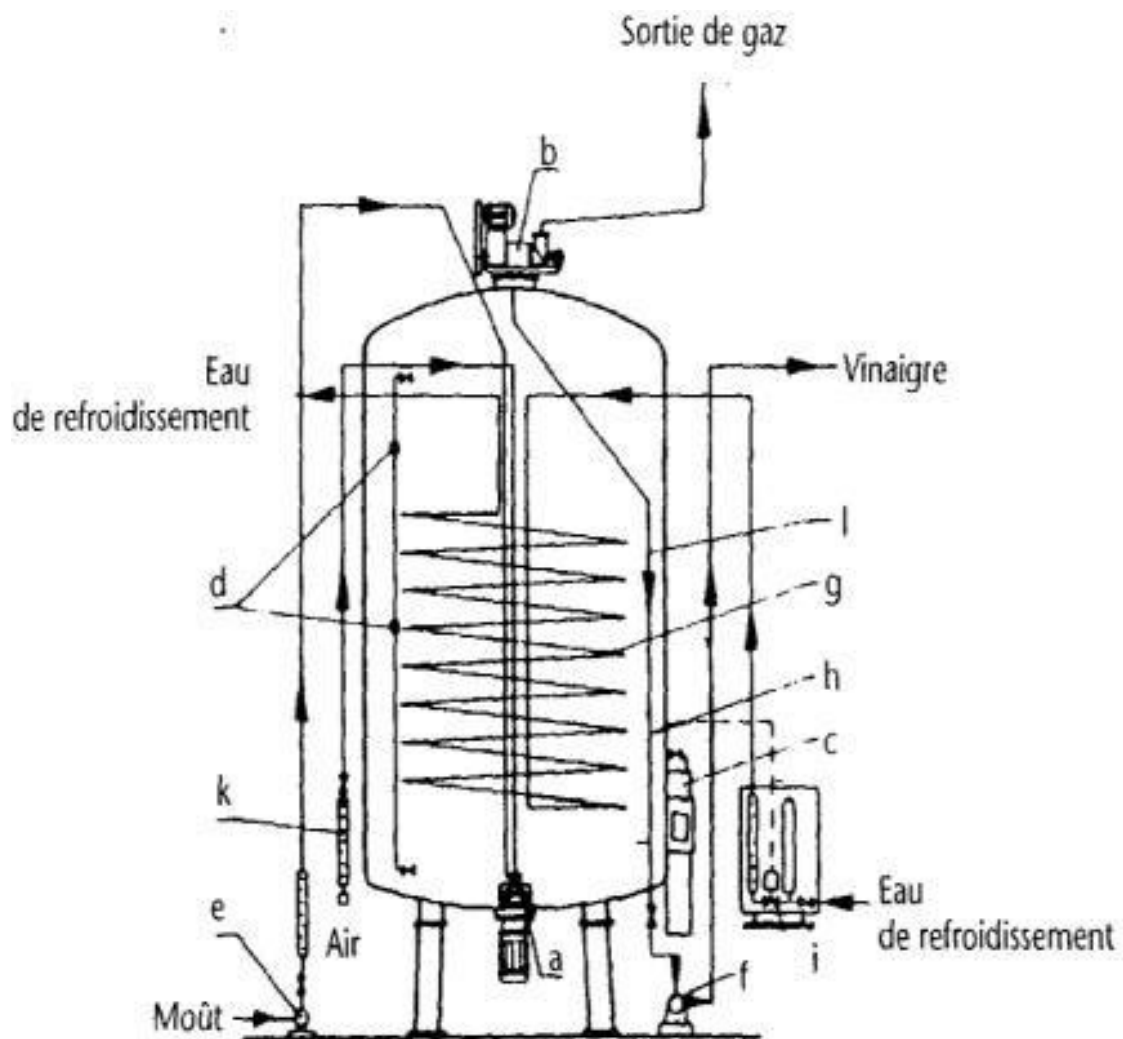


Figure (II.4) : Procédé de fermentation submergé.[39]

II.1.10. Les vertus du vinaigre:

D'après certaines recherches, le vinaigre serait un des aliments les plus sains au monde et reconnu très tôt pour ses étonnantes propriétés bienfaitantes. Il contribue à la régulation de la glycémie et de pression sanguine, aide à la digestion et il stimule l'absorption du calcium. Il a été prouvé également qu'il réduit la fièvre, qu'il favorise l'extraction des substances toxiques corporelles, qu'il facilite les régimes alimentaires et qu'il agit comme désinfectant.

En fait, la consommation de vinaigre pendant les repas accroît le sentiment de plénitude, ce qui réduit la quantité d'aliments consommés.[42]

De plus, les résultats très encourageants présentés par Rengaswamy Sankaranarayanan et son équipe du centre international de recherche sur le cancer (CIRC) de Lyon, ayant développé une technique très peu onéreuse et efficace de dépistage du cancer du col de l'utérus à base d'acide

acétique, composant du vinaigre. En effet, le cancer de l'utérus est une maladie très peu dépistée et encore moins soignée dans les pays pauvres (question de moyens). Cette technique consiste en un examen visuel du col après application d'acide acétique dilué à 3 ou 5%. Les lésions, annonciatrices de futurs cancers, apparaissent alors temporairement blanches. Sur un échantillon de 31 343 femmes, 3 088 se sont vu proposer des examens supplémentaires après apparition de ces marques blanches, et 1 874 présentaient effectivement des lésions cancéreuses. Ce test mené de 2000 à 2003 a permis de diminuer l'incidence du cancer de 25% par rapport à un groupe contrôlé de 31 000 femmes .[43]

L'intérêt principal du vinaigre de riz, de cidre et des graines, en générale vient de leurs très grande richesse en minéraux comme le phosphore, le calcium, le soufre, le magnésium, le fer, le fluor, le silicium, le bore, en vitamines, en acides aminés essentiels, en enzymes et en pectines. Cette composition riche fait de lui un puissant reminéralisant naturel et lui donne aussi de nombreuses vertus thérapeutiques. Bien entendu il n'y a aucun danger à consommer régulièrement du vinaigre de cidre et sa consommation à dose modérée ne provoque, comme beaucoup pourrait le croire, aucune brûlure d'estomac ni d'ulcère. Bien au contraire sa richesse en enzyme lui permet d'agir avec efficacité contre les bactéries intestinales tout en régulant l'acidité gastrique. Il est donc très bon contre les brûlures d'estomac, les intoxications alimentaires.[44]

Au XVII^{ème} siècle, le vinaigre est recommandé pour le soin des animaux, en applications locales, pour soigner les lésions buccales de peste bovine, de fièvre aphteuse ou de clavelée, ou en potion pour soigner la morve.[45]

La partie Expérimentale

Chapitre III : Matériel et méthodes

III.1. Matériels et méthodes:**III.1.1. Appareils et Produits:****A).Produits:**

Produit de laboratoire d'usage courant, y compris :

Tableau (III.1):Les produits chimique.

Produits	Formule	Propriétés
Eau distillée	H ₂ O	M=18g/mol Production par BIOCHEM Chemopharma
Acide sulfurique	H ₂ SO ₄	M=98g/mol Production par par BIOCHEM Chemopharma
Dichromate de potassium	<i>k₂Cr₂O₇</i>	M=294.185g/mol Production par par BIOCHEM Chemopharma
Solution d'hydroxyde de sodium	NaOH	M= 39.99g/mol Production par BIOCHEM Chemopharma
Solution chlorure de sodium	NaCl	M=58.44g/mol Production par BIOCHEM Chemopharma
Phénol phthalein	<i>C₂₀H₁₄O₄</i>	M=318.323g /mol Production par BIOCHEM Chemopharma
Éthanol	<i>C₂H₅OH</i>	M=46g/mol ,96% Production par Scharlau

B).Appareils:

Matériel de laboratoire d'usage courant, y compris :

Tableau(III.2): Appareils et Instruments.

Appareils	Caractéristiques
Plaque chauffante	AREX 350°C
pH - mètre	HANNA 211
Balance analytique	Shanghai Sunrise Instrument précision 0.0001g)
Four électrique (four de séchage)	UN 110 mammart
Four électrique (four à combustion)	30-3000°C Nabertherm

Poêle à bois	/
Réfractomètre	NOVEX HOLLAND
Capsules en platine	70mm de diamètre et 25mm de hauteur

III.1.2. Matériaux biologiques:

La levure de boulangerie sèche, *Saccharomyces cerevisiae* est utilisée. Elle est conservée dans un endroit frais et sec. Cette souche est utilisée pour fermentation alcoolique. [46]

III.1.3. Matériel végétal:

III.1.3.1. Choix de la variété :

Le matériel végétal est constitué de deux échantillons: Boskoop rouge et golden de la région de Bouhmama .Ces échantillons ont été sélectionnés car ils contenaient une certaine quantité de sucre et leur capacité de fermentation .la figure(III.1)



Figure(III.1):Echantillons de fruits

III.2. La méthodologie :

Elles se rapportent aux expériences suivantes :

1- Obtenez du jus de fruit .

2- Obtenir un liquide

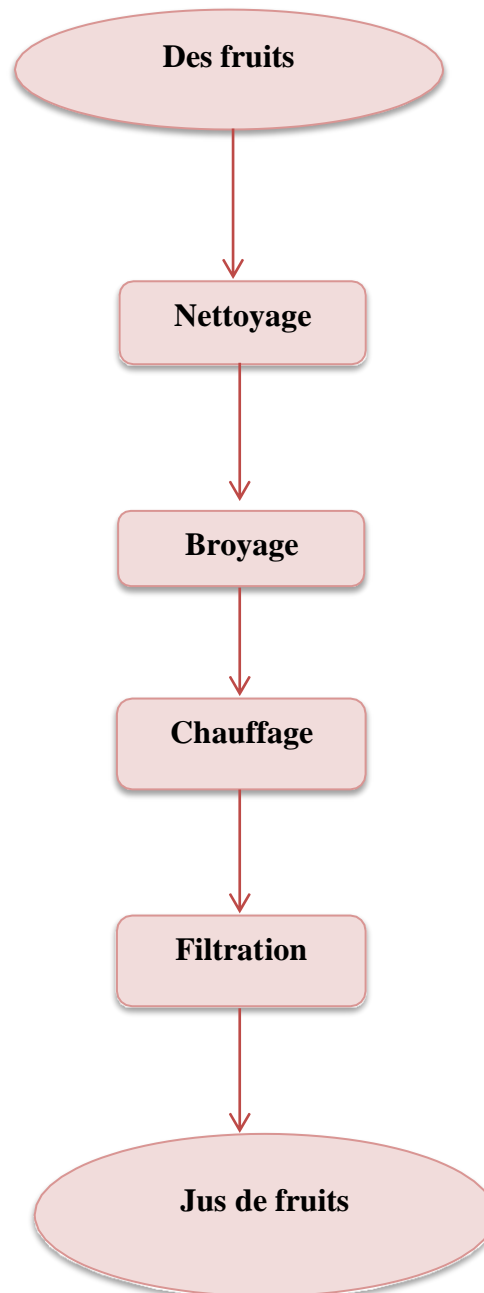
alcoolisé.

3- Vinaigre traditionnel.

4- Analyse physico-chimique vinaigre traditionnel.

III.2.1. Préparation de jus de fruits:

Extraction du jus de fruit nous avons mis 175 g de fruits après avoir enlevé les impuretés .On broyé ces fruits et nous avons ajouté 350 ml d'eau distillée dans un récipient fermé à une température ne dépassant pas 70 ° C pendant 4 heures sous agitation continue, puis filtrés avec un chiffon à pores fins pour les éliminer des impuretés et des fibres grossières pour obtenir du pur jus de fruit . la figure (III.2) illustre étape de préparation du jus de fruits



Figure(III.2):Etapes de préparation du jus de fruits.[47]

III.2.2. Phases et étapes de la production du vinaigre de fruits par double fermentation :

Fermentation alcoolique consiste à transformer les sucres fermentescibles en anaérobie par des levures en alcool et gaz carbonique avec dégagement de calories l'alcool se transforme ensuite en vinaigre en conditions aérobies [48]selon la réaction suivant :



Le schéma suivant (Figure III.3) synthétise la procédure suivie.

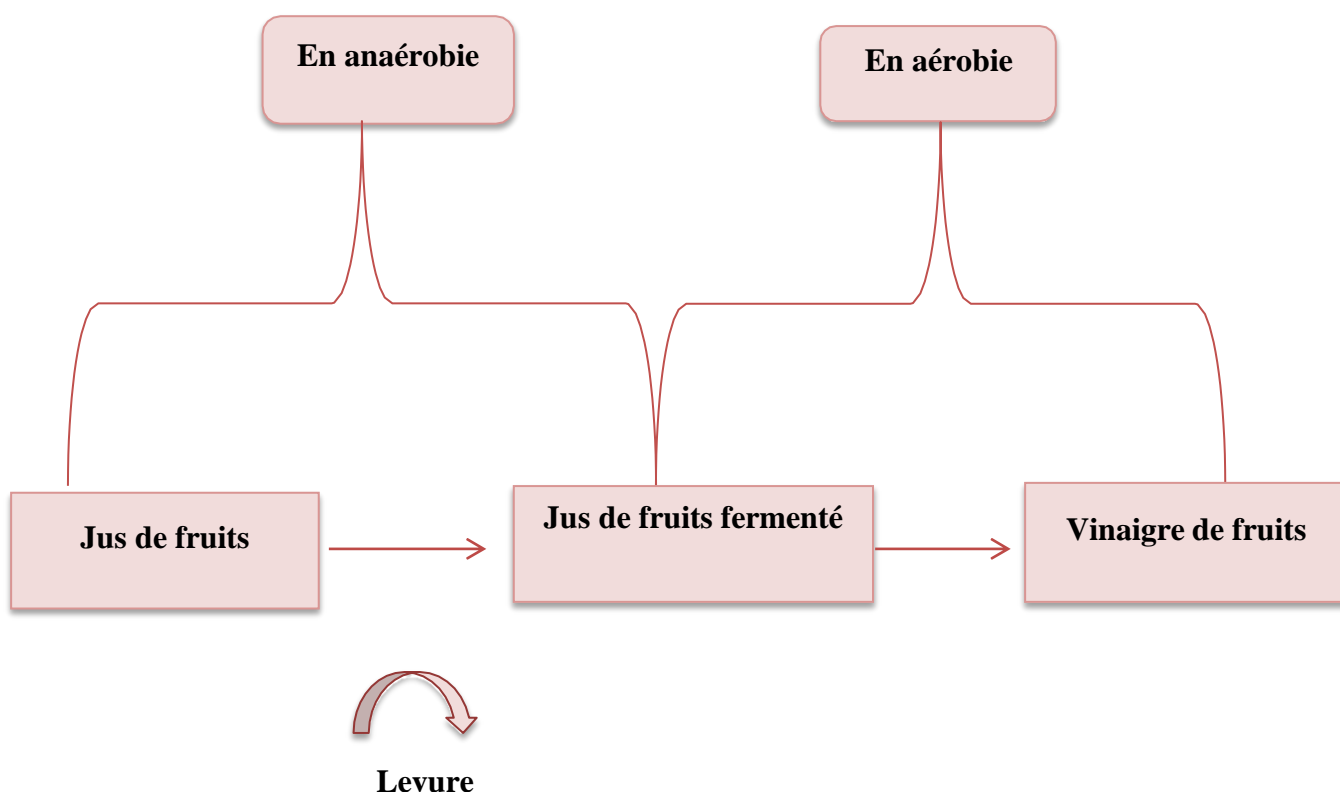
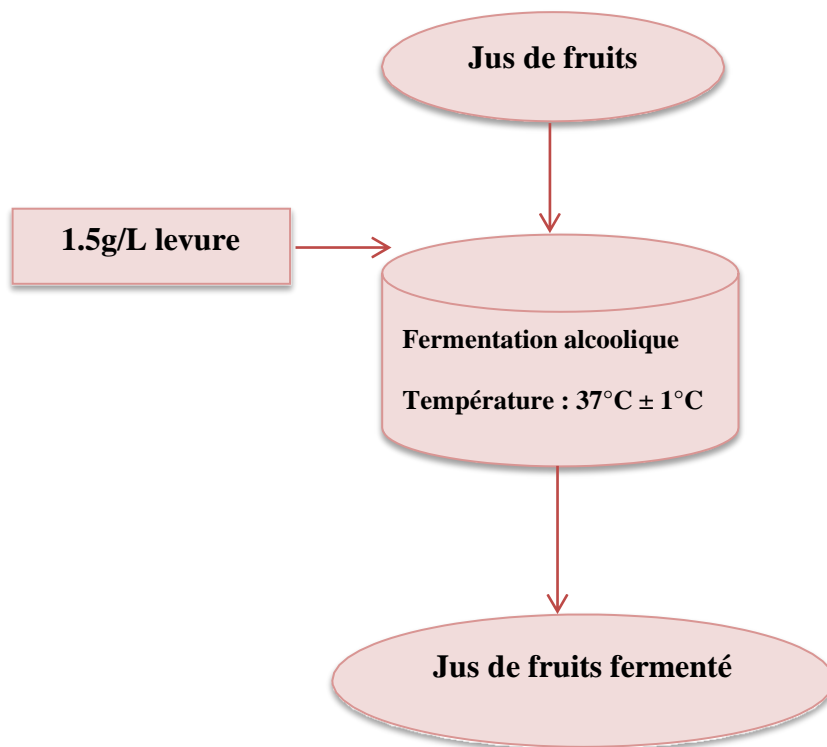


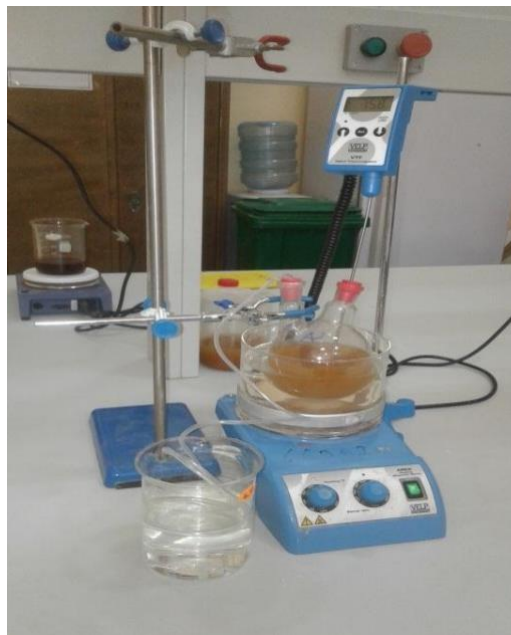
Figure (III.3): Production du vinaigre par une double fermentation.[47]

III.2.2.1. Fermentation alcoolique de jus de fruits:

La fermentation alcoolique du jus de fruits a été réalisée par la levure de pain (1.5 g levures /1L du jus), dans un ballon fermé pendant 74 heures et il est laissé à la température ambiante pendant 17 jours .Ce procédé est utilisé pour l'épuisement des sucres, il se caractérise par dégagement du CO_2 , ainsi permettant d'atteindre un taux maximal d'alcool. L'organigramme suivant (Figure III.4) illustre le processus de fermentation alcoolique.



Figure(III.4): Le diagramme représente le processus de fermentation alcoolique.



Figure(III.5) :Fermentation alcoolique.

III.2.2.2. Fermentation acétique:

L'objectif de cette étape est d'obtenir du vinaigre de fruits afin que nous puissions mettre la quantité de jus de fruit fermenté dans un récipient fermé avec une couverture qui permet l'entrée de

l'air et éviter l'entrée d'insectes nous l'avons laissé pendant 36 jours . Comme indique dans la figure (III.6).

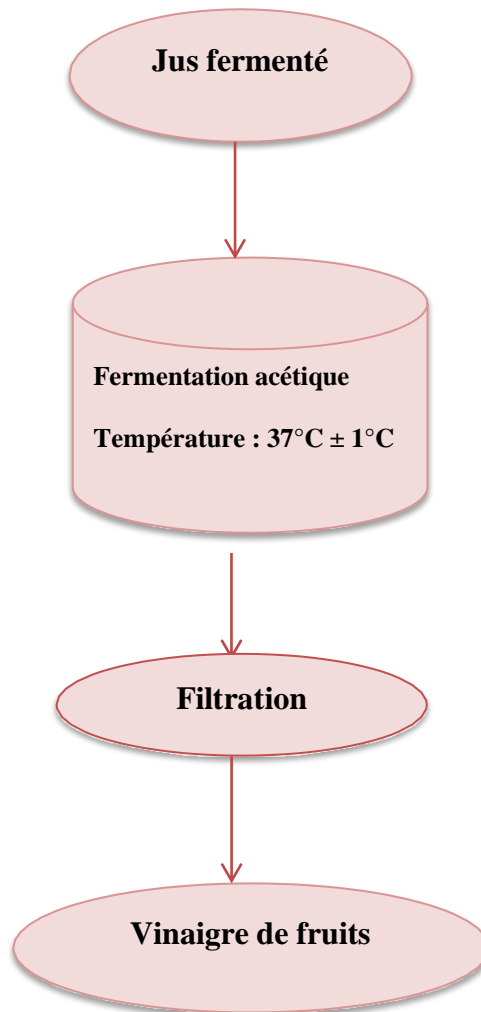


Figure (III.6): Le diagramme représente le processus de fermentation acétique.



Figure (III.7) : Fermentation acétique.

II.3. Analyse physico-chimique du vinaigre de fruits :

III.3.1. Définition de l'informateur :

Le Centre algérien situé pour contrôle de la qualité et colis dans 8 mai 1945 El-Oued de la direction du commerce pour effectuer des analyses physico-chimique et microbiologiques des produits suivants :

- Produits alimentaires.
- Matériaux industriels.

III.3.2. Pourcentage de matière sèche totale :

➤ **Définition :**

On appelle extrait sec total l'ensemble de toutes les substances qui, dans les conditions décrites, ne se volatilisent pas et ne subissent pas d'altérations.

➤ **Principe :**

Evaporation de l'échantillon, séchage dans une étuve et pesage.

1- Méthode de travail :

- 2- Prendre 10 ml de jus de fruits fermentés par pipette pour le deux échantillon dans de capsule .
- 3- Puis nous avons chauffé les échantillons dans une poêle à bois 100 °C.
- 4- Après terminant du processus de chauffage, on garder les capsules dans le four électrique pour séchage pendant 2 heure et 30 minutes à 110 °C, puis mettre la capsule pour éliminer l'humidité pendant 30 minutes.
- 5- Peser capsules après enlèvement l'humidité [48].

➤ **Calcul du rapport de matière sèche :**

La teneur en extrait sec total, exprimée en g/l, est donnée par :

$$ES = 100(m_2 - m_1)$$



Figure (III.8): Etapes du processus de séchage.

III.3.3. Détermination de la teneur en acidité totale:

➤ **Définition :**

On appelle acidité totale d'un vinaigre l'acidité titrable en présence de phénolphtaléine en solution alcoolique, comme indicateur.

➤ **Principe :**

Neutralisation des acides de l'échantillon par une solution alcaline.

➤ **Méthode de travail :**

- 1- Peser 2 g de NaCl et mettre dans 100 ml d'eau distillée pour obtenir la solution NaOH 0,5 N.
- 2- Prélever 10 ml d'échantillons de jus de fruits fermentés placé à Erlène .
- 3- Ajouter dans chaque échantillon 5 gouttes de phénol
- 4- Calibrer chaque échantillon individuel avec NaOH solution 0,5 N avec agitation pour obtenir une couleur rose clair et stabilité pendant 30 secondes et enregistrement volume égale V_{NaO} [49].

➤ **Calcul de l'acidité totale :**

La teneur en acidité totale, exprimée en grammes d'acide acétique par l de l'échantillon, est donnée par :

$$AC_T = \frac{V.M.N}{P_e} = \frac{V \times 0.5 \times 60.05}{P_c} = \frac{V.30}{P_e}$$



Figure) III.9(: Processus d'étalonnage en acidité totale .

III.3.4. Détermination de la teneur en acidité fixe :

➤ **Définition :**

On appelle acidité fixe d'un vinaigre l'ensemble de ses acides fixes (non volatils), titrés en présence de phénolphtaléine en solution alcoolique comme indicateur.

➤ **Principe :**

Elimination des substances volatiles du vinaigre, par évaporation. Neutralisation des acides (non volatils) du résidu, en solution aqueuse, par une solution alcaline.

➤ **Méthode de travail :**

- 1- Prendre 5 ml de NaOH de concentration de 0,5 N on préparé à l'avance . Et continu par l'eau distillée à 100 ml pour obtenir 0.1 N.
- 2- Prendre 10 ml jus de fruit fermentée à Erlène.
- 3- Puis nous avons chauffer les échantillons dans poêle à bois 100 °C.
- 4- Ajouter (5 ml à 10 ml) d'eau distillée sur échantillon sèche puis chauffer deuxième fois à sécher les échantillons répètes le processus 5 fois.
- 5- Après terminant du processus du séchage , Ajouter 180 ml d'eau (bouillie et refroidis) avec 5 gouttes de phénol phtalien .
- 6- Calibrer le mélange de chaque échantillon individuel avec un NaOH 0.1 N avec agitation obtenir une couleur rose clair et on stable pendant 10 secondes.
- 7- Et enregistrer volume égale V_{NaOH} [50].

➤ **Calcul de l'acidité fixe :**

La teneur en acidité fixe, exprimée en grammes d'acide acétique par l de l'échantillon, est donnée par :

$$A_F = \frac{V.M.N}{P_e} = \frac{V \times 0.1 \times 60.05}{10}$$

$$A_F = 0.6V$$



Figure) III.10(: Processus d'étalonnage en acidité fixe.

III.3.5. Détermination de la teneur en acidité volatile :

➤ **Définition :**

Par convention, on appelle acidité volatile d'un vinaigre la différence entre l'acidité totale et l'acidité fixe.

➤ **Principe :**

Calcul de la différence entre l'acidité totale et l'acidité fixe, exprimée en grammes d'acide acétique par l.

➤ **Méthode de travail :**

Après avoir calculé l'acidité constante et l'acidité totale nous concluons une acidité volatile[51].

➤ **Calcul de l'acidité volatile :**

La teneur en acidité volatile, exprimée en grammes d'acide acétique par l de l'échantillon , est donnée par :

$$A_V = A_T - A_F$$

III.3.6. Détermination de la teneur en Cendres :

➤ **Définition :**

On appelle cendres d'un vinaigre l'ensemble des produits de l'incinération du résidu d'évaporation d'un volume connu du vinaigre, conduite de façon à obtenir la totalité des cations (à l'exception de l'ammonium) sous la forme de carbonates et autres sels minéraux anhydres.

➤ **Principe :**

Incineration de l'extrait du vinaigre conduite entre 500 °C et 550 °C jusqu'à la Combustion complète du carbone.

➤ **Méthode de travail :**

- 1- Prélever 20 ml d'échantillons de jus de fruits fermentés et mettez dans des capsules pesé l'avance.
- 2- Nous chauffons les échantillons jusqu'à 100 ° C.
- 3- Garder les capsules dans un four électrique (four de combustion) à 525 °C.
- 4- Après 5 minutes nous sortir les capsules refroidir et ajouter 5 ml d'eau distillée et le chauffage dans poêle à bois à 100 ° C.
- 5- Après chauffage, placer les capsules dans four de combustion température de 525 ° C pendant 10 minutes.
- 6- Gardez les capsules à l'appareil de déshumidification à 30 minutes, ensuite peser les capsules après combustion[52].

➤ **Calcul la valeur des cendres :**

La teneur en cendres, exprimée en g/l, est donnée par :

$$Cend = 50(p_1 - p_0)$$

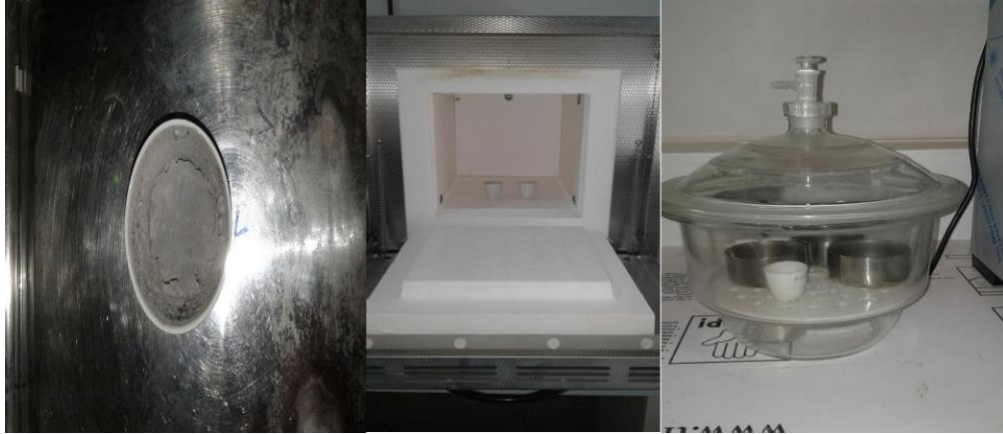


Figure)III.11(: la valeur des cendres.

III.3.7. Contrôle de la valeur du pH :

Trempez l'appareil pH dans Bicher contient sur jus de fruits fermentée pour mesuré le valeur de pH.



Figure (III.12):Contrôle de la valeur du pH

III.3.8 .Détermination de taux de solides solubles (°Brix) :

➤ Définition :

La valeur °Brix est la valeur lue par le réfractomètre qui nous donne le pourcentage des sucres dans le produit[53].

➤ **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. [54].

➤ **Méthode de travail :**

- 1- Placer une goutte de liquide sur la surface du prisme.
- 2- Abattre de deuxième prisme sur le premier, ce qui permet d'obtenir une couche uniforme de liquide.
- 3- En dirigeant le réfractomètre vers une source lumineuse.
- 4- On verra se dessous sur l'échelle deux zones.
- 5- La limite entre deux zones indique la grandeur de la réfraction [53] .



Figure) III.13):Processus de mesure d'indice de réfraction

III.4.Calcul du rendement en vinaigre :

A partir des valeurs volume en acide produit en fonction du initial consommé le rendement en vinaigre est calculé selon la formule suivante :

$$(\%) = \frac{\text{volume de produit au vinaigre}}{\text{volume initial de jus de fruit}}$$

Chapitre IV : Résultats et discussions

IV.1. Double fermentation jus de fruit :

IV.1.1. Fermentation alcoolique :

Lors de la fermentation alcoolique, on peut observer:

- Un dégagement de gaz carbonique.
- Une augmentation de la température du milieu.
- Une accentuation de la couleur.
- Un changement d'odeur et de saveur, au début le liquide est sucré et à mesure de la fermentation, il devient de plus en plus alcoolisé et acide.
- Une augmentation du volume, dû à l'augmentation de la température et au gaz carbonique qui s'échappe.

IV.1.2. Fermentation acétique :

Lors de la fermentation acétique, on peut observer:

- Un changement d'odeur et de saveur, au début le liquide est alcoolique et à mesure de la fermentation, il devient de plus en plus acide.
- Une diminution de température du milieu.
- L'apparition de la couche d'eau.
- Stabilité de la couleur du milieu.

IV.2. Analyse physico-chimique du vinaigre de fruits :

Après 56 jours de fermentation, nous avons mesurer les propriétés physico-chimiques du vinaigre et obtenu les résultats suivants.

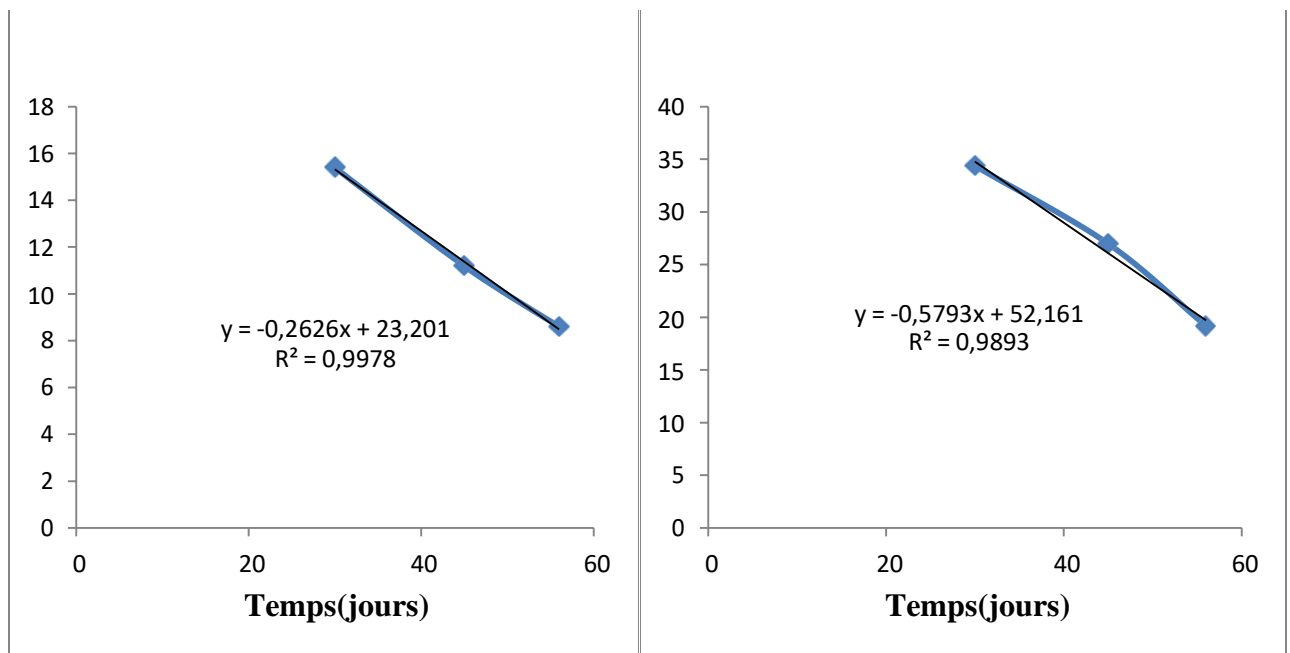
IV.2.1. Pourcentage de matière sèche totale :

Dans la figure (IV.1), nous observons une diminution significative du pourcentage de matière sèche totale.

La pourcentage de matière sèche totale diminue après 30 jours de fermentation jusqu'à 34.4 pour de golden et de Boskoop rouge sont de 15.4.

Après 56 jours de milieux fermentés, la pourcentage de matière sèche totale est réduite à 8.6 pour la golden, le Boskoop rouge diminuant de 19.2.

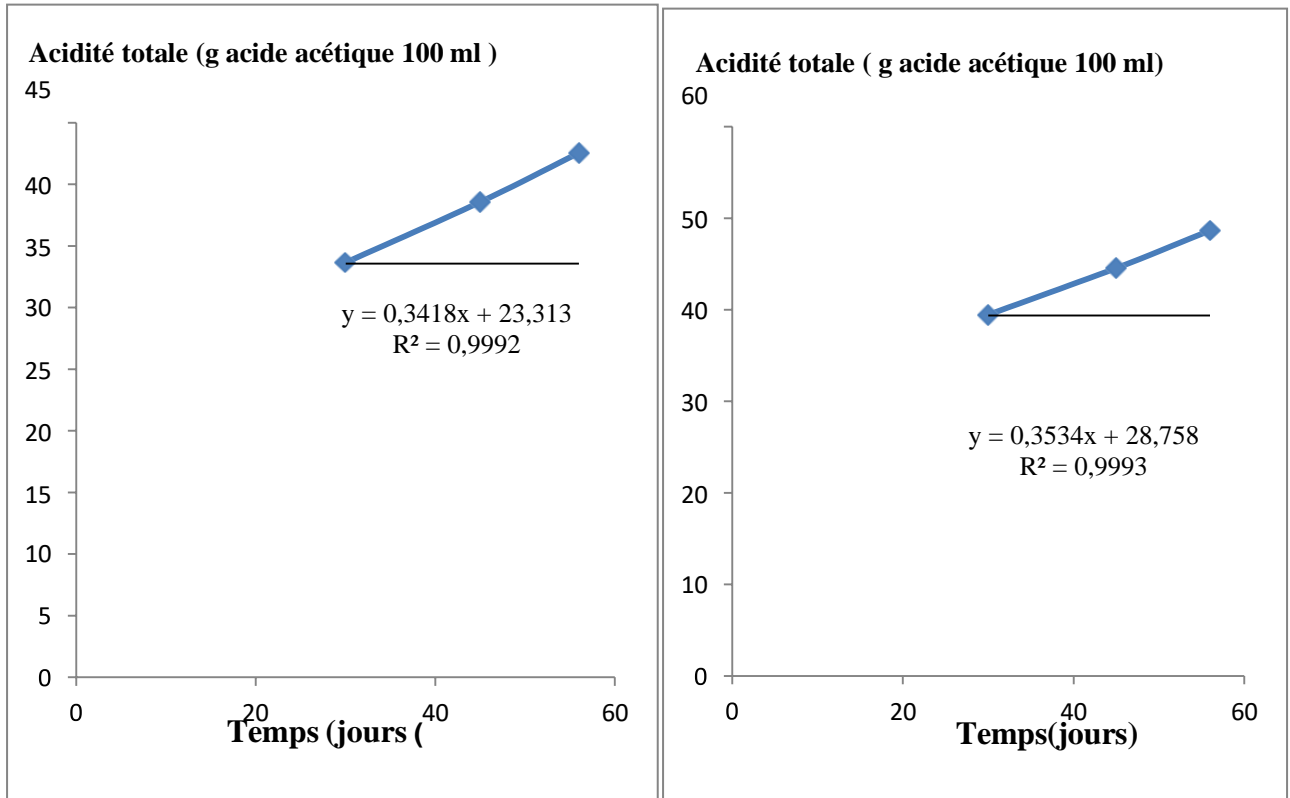
Par décret le pourcentage minimaux de matière sèche totale qui soluble vinaigre Boskoop rouge .accepté en le valeur de décret mais le vinaigre de golden on trouvé le valeur on convergence plus élevé jours[55] .



La figure (IV.1) : Pourcentage de matière sèche totale au cours de la fermentation traditionnelle des variétés Boskoop rouge et de golden .

IV.2.2. Evolution acidité totale :

La courbe de l'acidité totale sur 56 jours permet de tracer les informations suivantes :



La figure (IV.2) : Evolution l'acidité totale au cours de la fermentation traditionnelle des variétés Boskoop rouge et de golden .

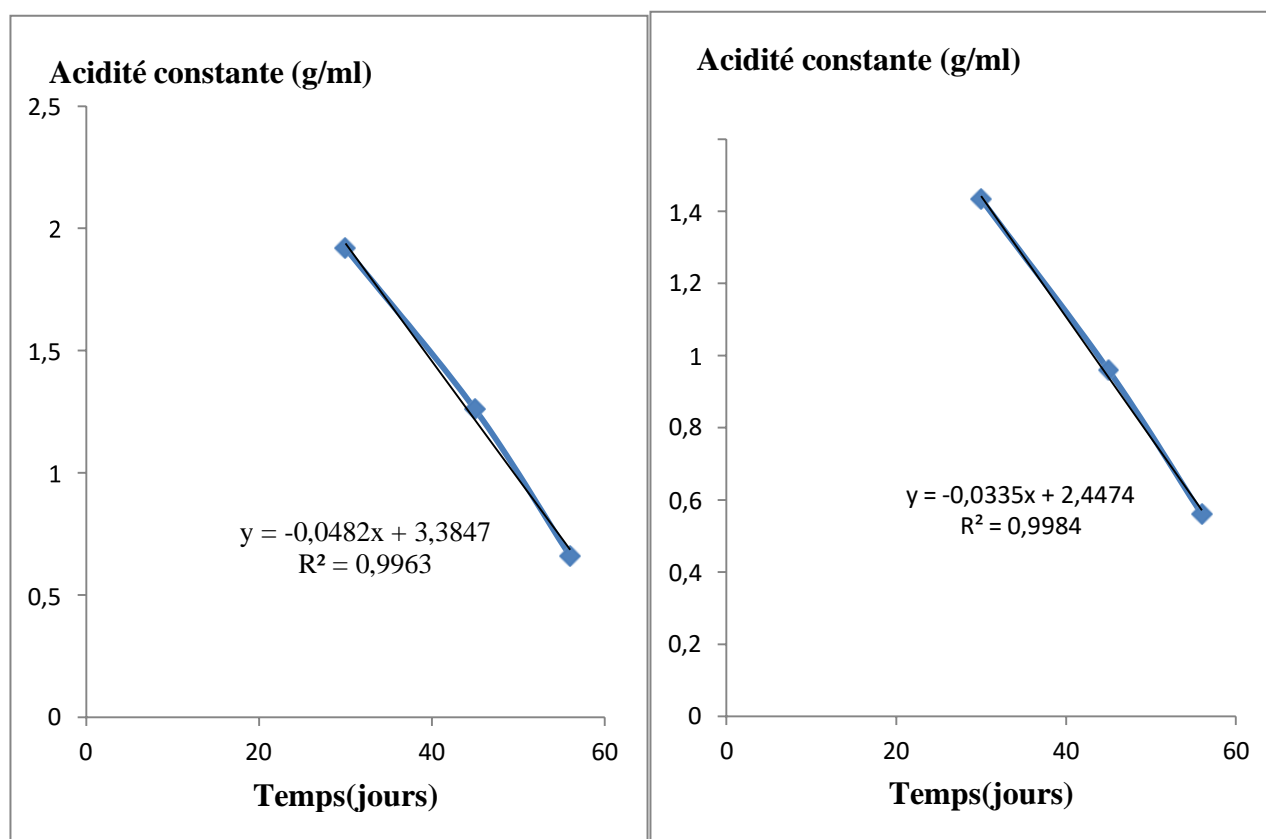
La teneur maximale en acide acétique de Boskoop rouge 42.54% et la golden 48.63% après 56J

La teneur minimale en acide acétique de Boskoop rouge 33.63% et la golden 39.42% après 30J . les milieux réactionnels constituent un milieu favorable pour le développement des acidophiles.

Fournit décret sur le pourcentage de l'acidité totale de vinaigre de golden l'approbation de la norme ,mais le vinaigre de boskoop se trouve en le valeur augmenter par le jour de fermentequi convergent par le valeur de décret exécutif algérien[55].

IV.2.3. Evolution acidité fixe :

La courbe de l'acidité totale sur 56 jours permet de tracer les informations suivantes :



La figure (IV.3) : Evolution l'acidité constante au cours de la fermentation traditionnelles des variétés Boskoop rouge et de golden .

Dans la courbe de fermentation, nous observons une diminution significative de la valeur acidité constante .

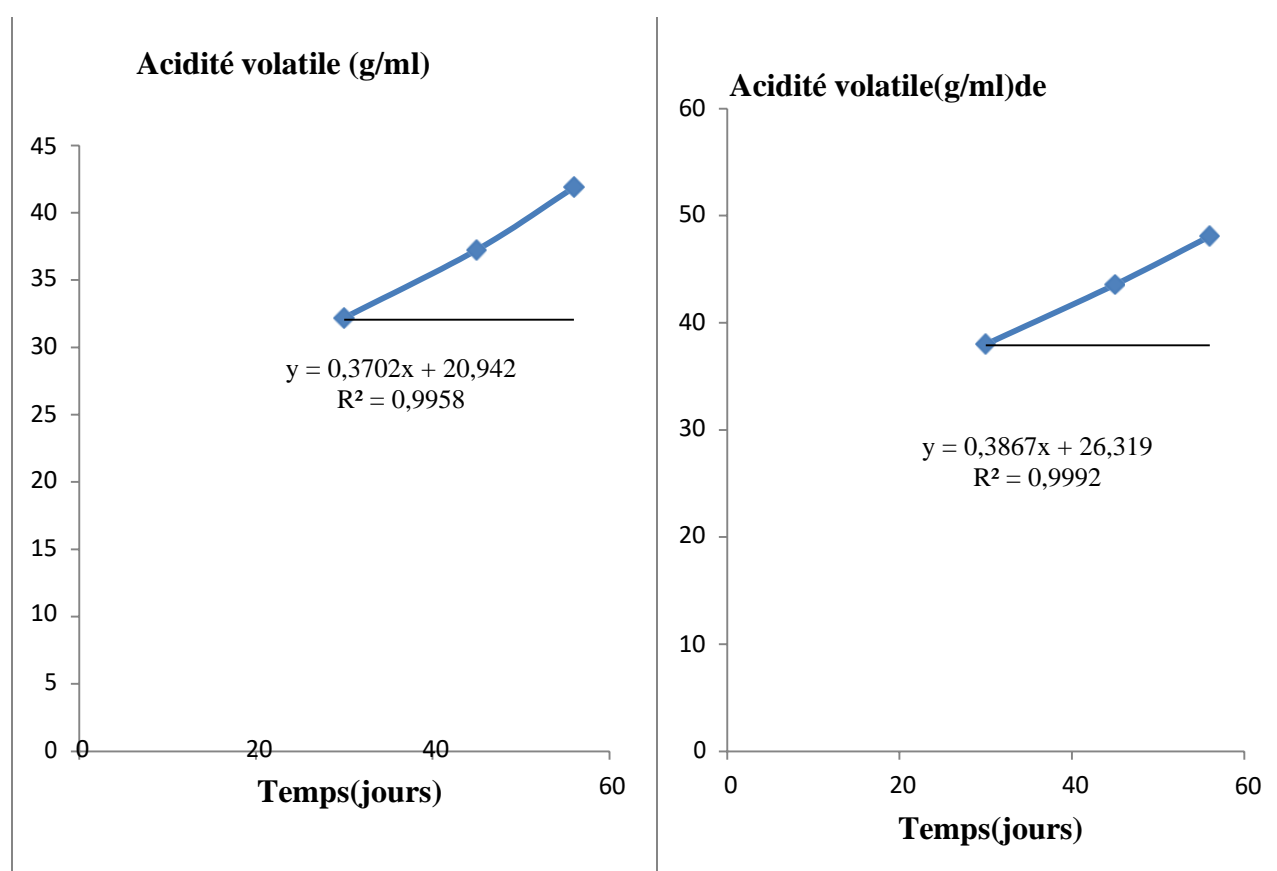
La valeur de l'acidité constante diminue après 30 jours de fermentation jusqu'à 1.92 pour lesde golden, mis l'acidité constante de Boskoop rouge est de 1.434.

Après 56 jours de milieux fermentés, la valeur de l'acidité constante est réduite à 0.66 pour les de golden, tandis que le Boskoop rouge diminué de 0.56.

Fournit décret sur le pourcentage de l'acidité constante dans le vinaigre de golden le valeur augmente par le temps de fermente mais le valeur de vinaigre de Boskoop rouge il approbation de la norme[55].

IV.2.4. Evolution acidité volatile :

Après avoir calculé l'acidité constante et l'acidité totale nous produisons une acidité volatile. la courbe suivante montre la valeur de l'acidité volatile après 56 jours de fermentation .



La figure (IV.4) : Evolution l'acidité volatilité au cours de la fermentation traditionnelle des variétés Boskoop rouge et de golden .

Dans la courbe ,on observe une augmentation continue de la valeur de l'acidité volatile pendant les jours de fermentation.

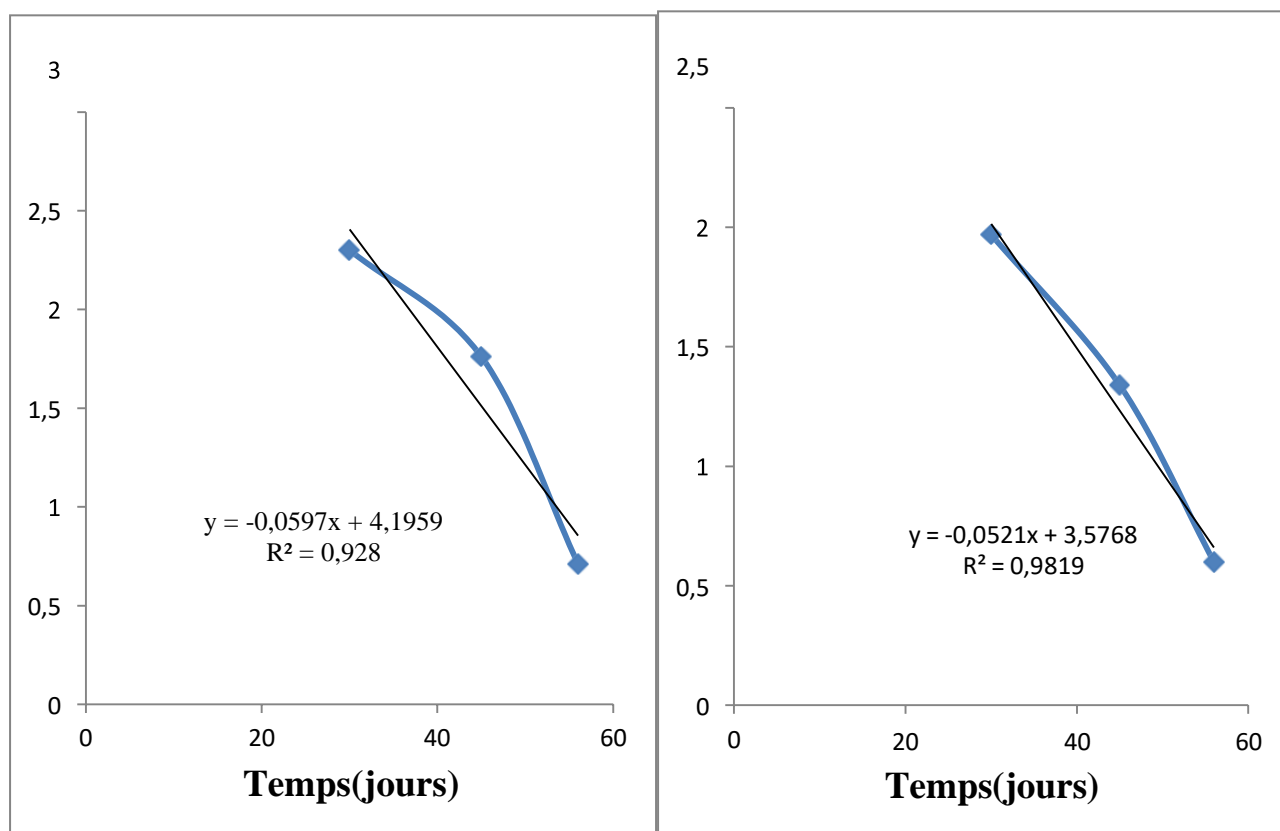
La teneur maximale en acide acétique de Boskoop rouge est de 41.88% et la golden est de 48.07% après 56 jours.

La teneur minimale en acide acétique Boskoop rouge est de 32.2% et la golden est de 37.99% après 30 jours .les milieux réactionnels constituent un milieu favorable pour le développement des acidophiles.

Fournit décret sur le pourcentage de l'acidité volatile dans vinaigre de Boskoop rouge augmente par le temps le fermentation , l'approche à valeur approuvé mais vinaigre de golden il trouve le valeur de l'acidité approuvé de la norme[55].

IV.2.5. Spécification la valeur de la cendre :

La courbe le cendre sur 56 jours permet de tracer les informations suivantes :



La figure (IV.5) :La cendre au cours de la fermentation traditionnelles des variétés Boskoop rouge et de golden.

Dans la courbe de fermentation , nous observons une diminution significative de la valeur totale des cendres au centre.

La valeur des cendre diminue après 30 jours jusqu'à 2.3 pour

La golden s, mis les cendres deBoskoop rouge est de 1.97.

Après 56 jours de milieux fermentés, la valeur des cendres est réduite à 0.71 pour la golden, le Boskoop rouge diminue est de 0.6.

Fournit décret sur le pourcentage de la cendre dans vinaigre de Boskoop rouge il approbation de la norme mais le vinaigre de golden l'approche valeur approbation de décret plus élevé jours[55].

IV.2.6. Evolution pH :

La variation du pH au cours de la fermentation est illustrée par la courbe de la figure (IV.6).

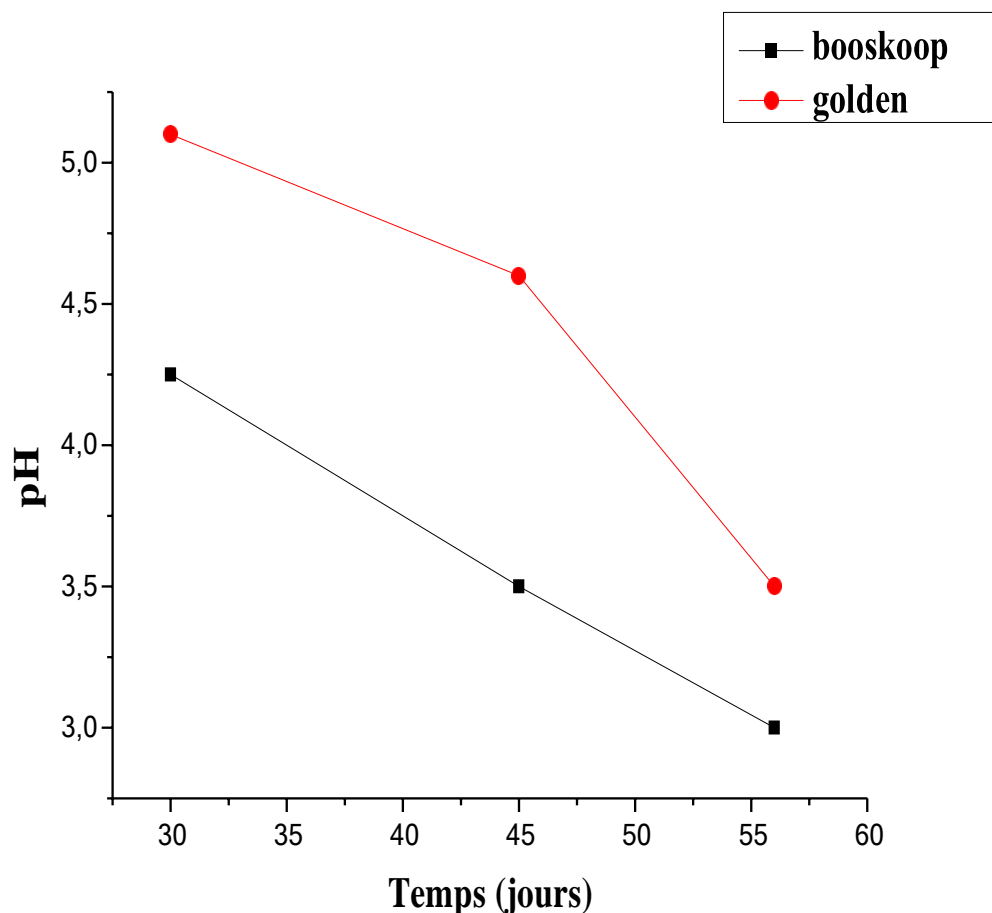


Figure (IV.6) : Evolution du pH au cours de la fermentation traditionnelle des variétés Boskoop rouge et de golden .

La mesure du pH informe sur l'évolution de l'acidité du milieu en fonction du métabolisme micro-organismes . Ce qui est très important à noter à partir de ces résultats après 30 jours de fermentation sont la valeur du pH pour le milieu réactionnel boskoop 4.25 pour de golden 5.1 La mesure du pH au bout de 56 jours fermentation dans les deux milieux de fermentation pour vinaigre boskoop 3 et de golden 3.5.

L'abaissement du pH reflète l'activité des levures et les moisissures dans les deux liquides de fermentation. les milieux réactionnels constituent un milieu favorable pour le développement des acidophiles.

IV.2.7. Détermination de taux de solides solubles (°Brix) :

La variation du °Brix au cours de la fermentation est représentée dans la figure (IV-7).

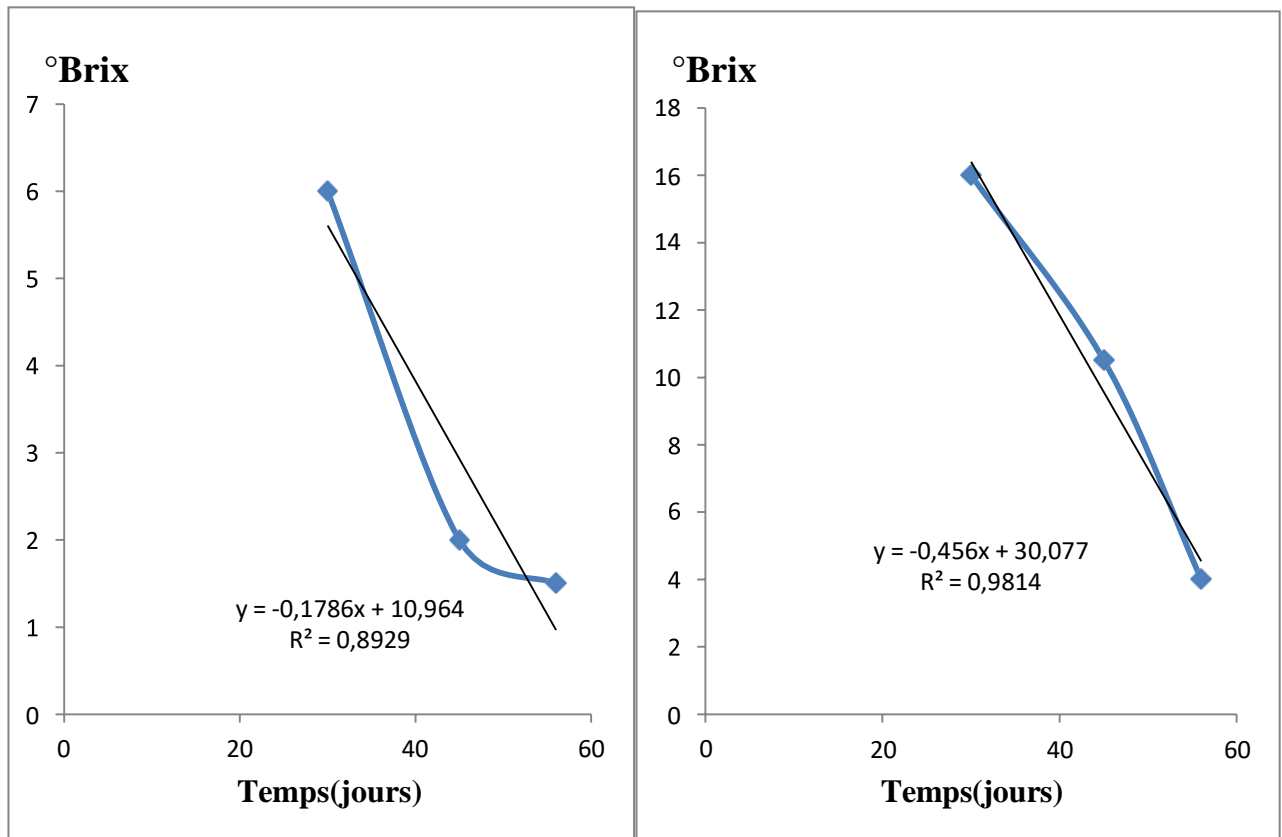


Figure (IV. 7) : Evolution du °Brix au cours de la fermentation traditionnelle de variétés boskoop et de golden

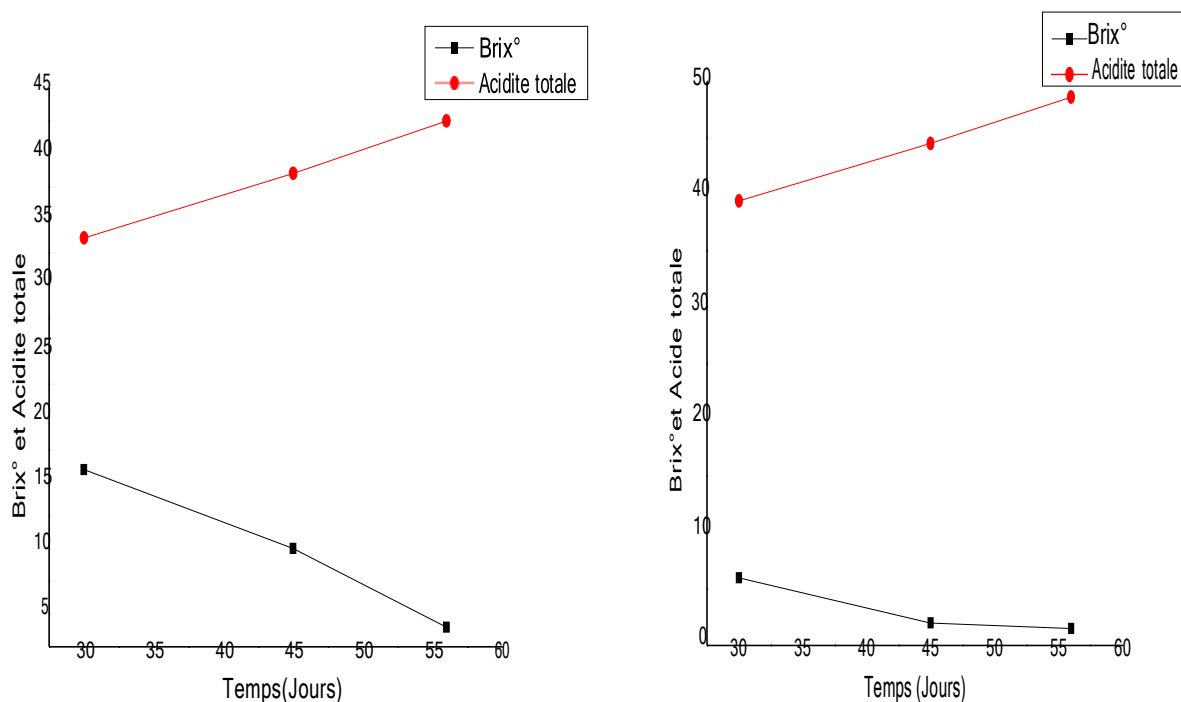
Dans la courbe de fermentation , nous observons une diminution significative de la valeur en sucres totaux au milieu pendant les jours de fermentation.

Les deux courbes montrent la valeur du sucre restant après avoir passé 30jours dans la golden 6 comme pour la valeur de la boskoop du sucre 16.

Après 56 jours de fermentation , nous notons une diminution significative du nombre total du sucre pour les pommes diminue de 1.5 tandis que celle des Boskoop rouge diminue de 4%.Cela indique que la fermentation du milieu dans le processus d'évolution.

IV.3. Evolution de l'acide acétique formé et la réduction des sucres dans milieu :

La rapport de l'acidité et de la teneur en sucre à la courbe de fermentation est illustré par la courbe de figure (IV.8) .



La figure (IV.8): Evolution de l'acide acétique formé et la réduction des sucres dans le milieu fermenté.

Nous observons à travers la courbe que la valeur du sucre et de l'acidité sont opposées, ce qui montre que le centre de fermentation se développe.

La faible valeur de l'acidité totale dans la courbe après 30 jours de fermentation boskoop est de 39.42% et la valeur maximale du sucre résiduel est de 16.

La valeur maximale de la tendance globale de l'acidité après 56 jours est de 48.63% et la diminution du nombre total de sucres de 4.

Dans le cas des pommes faible l'acidité totale est de 39.42% et la valeur maximale du sucre résiduel est de 6 après 30 jours.

Après 56 jours de fermentation des golden , la valeur maximale de l'acidité totale était de 48.63% et le nombre total de sucres total avait diminué de 8.6.

IV.4. Paramètres physico-chimiques des vinaigre obtenus :

Le tableau (IV.1) récapitule les caractéristiques physico-chimiques des vinaigre recueillis après 56 jours de fermentation .

Tableau (IV.1) : Quelques paramètre physico-chimiques des deux vinaigres obtenus.

Paramètres	Vinaigre Boskoop rouge	Vinaigre la pomme
pH	3	3.5
Cendre	0.6	0.71
Brix°	4	1.5
Acidité totale	42.54	48.63
Acidité constante	0.66	0.56
Acidité volatilité	41.97	47.97
Matière sèche	19.2	8.6

Globalement les paramètres analysés sont identiques pour les deux vinaigres à l'exception la matière sèche plus de Boskoop rouge et plus de cendres dans la golden .

Concernant les valeurs en matière sèche, le vinaigre de Boskoop rouge présente une teneur relativement plus élevée égale à 19.2 % par rapport à celui de la golden 8.6% .

De plus , les valeurs obtenues dans la différentes solutions de vinaigres sont très importantes même après la filtration . Cette forte teneur en matière sèche peut provenir essentiellement de la richesse des vinaigres étudiés en sucres 4% pour le vinaigre de Boskoop rouge et 1.5 % pour le vinaigre de golden .

IV.5. Calcul des rendements (Après 56 jours de fermentation) :

Le rendement obtenu en vinaigre pour chaque essai illustrés dans le tableau (IV.2) :

Tableau (IV.2) : Rendement en vinaigre.

Variétés	Volume initial (ml)	Volume produit (ml)	Rendement (%)
La golden	350	300	85.71
Boskoop rouge	350	262	74.85

Conclusion générale

Conclusion générale

L'objectif de ce travail, est l'utilisation des variétés de la golden et boskoop rouge comme substrat de double fermentation pour la production de vinaigre et la comparaison les propriétés physico-chimiques de l'extrait. Pour réaliser cette étude, nous avons commencé par une préparation du jus de la golden et de la boskoop, puis on a appliquée une double fermentation, la première acétique et la deuxième alcoolique pour produire du vinaigre ; à la fin nous avons effectué des analyses physicochimiques sur le vinaigre obtenu.

Après 56 jours de fermentation, nous avons mesuré les propriétés physico- chimiques du vinaigre ; le pourcentage de matière sèche totale est réduit à 8.6 pour la golden, le Boskoop rouge diminuant de 19.2.

La teneur maximale en acide acétique de Boskoop rouge 42.54% et la golden 48.63%

La teneur minimale en acide acétique de Boskoop rouge 33.63% et la golden 39.42%

La mesure du pH au bout de 56 jours fermentation dans les deux milieux de fermentation pour le vinaigre boskoop 3 et de golden 3.5.

On espère par ce modeste travail de contribuer à l'étude de la production du vinaigre à partir du pomme.

Références bibliographiques

Sites web :

[1] Ragsdale, S. W., Pierce, E. 2008, "Acetogenesis and the Wood-Ljungdahl pathway of CO₂ fixation." *Biochimica et Biophysica Acta - Proteins and Proteomics*. 1784(12), pp. 1873–1898. <https://doi.org/10.1016/j.bbapap.2008.08.012>

[2] Ho, C. W., Lazim, A. M., Fazry, S., Kalsum, U., Zaki, H. H., Lim, S. J. 2017, "Varieties, production, composition and health benefits of vinegars: A review." *Food Chemistry*. 221, pp. 1621-1630. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.10.12>

[16] USDA. 2008. sur <http://www.ars.usda.gov>.

Références en langues étrangères :

[3] Par Richard et Geneviève Marietta, avril - mai 2014, le vinaigre, *NATURE&PROGRÈS* N°97,p.42.

[4] Munier. P, 1973, La datte. In: " Le palmier-dattier". Paris (France) : Maisonneuve et Larose, P 209, 141-150.

[5] Peyron. G et GAY. F, 1988, Contribution à l'évaluation du patrimoine génétique Egyptien : Phénologie du palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L). CIRAD-DSA.

[6] Dowson. V B W et Aten. A, 1963 , Composition et maturation. Récolte et conditionnement des dattes, Collection FAO, Rome, cahier N°72 : 1-394.

[7] Espird. E, 2002, Introduction à la transformation industrielle des fruits. Ed, Tech et Doc Lavoisier. P 360.

[8] Buelguedj. M, 2001, Caractéristiques des cultivars de dattes dans les palmeraies du Sud-Est Algérien, INRAA El-Harrach N° 11, Alger, P 289

[10] Selslest G, 1990, Les progresses à réaliser en matière de stockage du froid en Algérie dans Algérie verte , vol 13 ,p.14-17.

[11] Estanove, 1990, P,ote technique: Valorisation de la datte. In Options méditerranéennes, série A, N°11. Systèmes agricoles oasiens. Ed. CIHEAM,1990,PP 301- 318.

[14] Touzi, A.,7991, 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.

[15] Bondou, P. 1992. Maladies de conservation des fruits à pépins. Pommes et poires, Editions INRA.

[17]Brat P., George S., Bellamy A., Chaffaut L. D., Scalbert A., Mennen L., Arnault N.et Amiot M. J. 2006. "Daily Polyphenol Intake in France from Fruit and Vegetables." *J. Nutr.* 136(9) :2368-2373.

[19]MORGAN DIEMOZ et IVAN BARREL , NOUVELLES VARIÉTÉS DE POMMES , *L'Institut Agricole Régional* , 5 nouvelles ,p3-4.

- [20] **Maria Gullo**, September. 15-19.5172, acetic acid bacteria, Fourth International conference on ACETIC ACID BACTERI, VINAGER AND OTHER PRODUCTS, Taiyuan.Por .china,, Vol.4, p.1.
- [21] **Samuel Chapin**,2011, vinaigre un concentré d'astuces pour maison, Votre santé votre beauté, Groupe Eyrolles, ISBN , p.30.
- [22] **Professeur Chadli** ,(2013). « Microbiologie alimentaire, chapitre fermentation acétique »
- [23] **Follman .H**,2004, Acetic-acid.chapiter.3.
- [24]Décret Francais N°88-1207du décembre 1998.potant application de loi du 1^{er} Août1988. Modifiée sur les fraudes et falsifications en matière de produits ou de services en ce qui concerne les vinaigres. *J.O.F*
- [25] **Anonyme**, 2002,statistique agricoles superficieses et productions. Ministère de l'Agriculture et du développement rural. Série A palmiers dattier, pp5-6.
- [26] Journal officiel de la république Algérienne, " Arrêté sur le vinaigre ",Vol.18N°17 , 29-mars 1998.
- [27] **Suman Vikas Bhat1, Rehana Akhtar1 and Tawheed Amin**, Dec.2014, **An Overview on the Biological Production of Vinegar** , International Journal of Fermented Foods, India ,v.3.n.2, PP- 145-146.
- [28] **Peter Raspor and Duš san Goranovič**, 2008, Biotechnological Applications of Acetic Acid Bacteria ,Critical Reviews in Biotechnology, 28:101–124, pp112-113.
- [29] Commission du *Codex Alimentarius* ,« Norme régionale révisée pour le vinaigre » (2000).
- [30] De Ory, I., Romero, L.E and Cantero, D. 2002. Optimum starting-up protocol of pilotscale acetifer for vinegar production. *Journal of Food Engineering* 52: 31-37
- [32] **BOURGEOIS C. M, LARPENT J. P**,1990, Microbiologie alimentaire. Tome II les fermentations alimentaires .Ed technique et documentation. Paris:121-140.**BOURGEOIS CM** et **LEVEAU**, Techniques d'analyse et de contrôle microbiologique. Volume III ,Ed.technique et documentation, APRIA, Paris, p67.
- [33] **LARPENT J.P**,1991, Biotechnologie des levures. Ed. Masson, Paris, 97.
- [34] **Morales, M.L, Gustavo, A., Gonzalez, J.A and Troncoso, A.M**,2001,Multivariate analysis of commercial and laboratory produced sherry wine vinegar :Influence of acetification and aging. *Journal of Food Technology* 212:676-682.
- [35] **De-Ory, L., Romero, L.E and Cantero**, 1999, Maximum yield acetic acid fermenter, *Bioprocess Engineering* 21:187-190.
- [36] **Tesfaye.W, Morales. M.L., Garcia-Praila, MC. And Troncoso, AM**, 2002,Wine vinegar: technology, authenticity and quality evaluation. *Trends in Food Science and Technology* 13:12-21 AM.

- [37] **Aladár Vidra¹, Áron Németh**,05 October 2017,Bio-produced Acetic Acid: A Review ,
eriodica Polytechnica Chemical Engineering, 62(3) , pp249-250.
- [38] **Bourgeois, C.M., Larpent, J.-P.**, 1996. Microbiologie Alimentaire: aliments fermentés et
fermentations alimentaires (Tome 2). Edition Techniques et documentations 623.
- [39] **Shimelis Admas Emire**,Novembre.2012, Vinegar Production Technology-An Overview,
BEVERAGE and FOOD WORLD, Vol.1,pp.30-31.
- [40] **Maria Gullo, Elena Verzelloni, Matteo Canonic**,2014, Aerobic Submerged ferment actionby
acetic acid bacteria for vinegar production ,Process Biochemistry, Vol.49 ,pp.173-175.
- [41] **Anonyme**,2007, (Document Agriculture et Agroalimentaire Canada),Le marché mondial du
vinaigre, possibilités pour les exportateurs canadiens de vinaigre. Agriculture et Agroalimentaire,
Canada , p.16.
- [42]**L.D.**, Septembre 2007 ; Du vinaigre pour sauver des vies. Revue de Biotribune « Springer 2007
», Vol. 23 trimestriel septembre, pp. 4.
- [43] **Xu Qingping, Tao Wenyi, Ao Zonghua**, 2007. Antioxidant activity of vinegar mélanoidines.
journal of Food Chemistry, Vol. 102,pp. 841-849.
- [44] **Blancou, J., Vin-Niveaux, P.** , 2006. Relations historiques et anecdotiques sur les anciens
traitements par les plantes des maladies infectieuses et parasitaires des animaux. Journal of
Phytotherapie, N° 2 , pp. 74-82.
- [45]**A. Boulal, B. Benali, M. Moulay et A. Touzi**, 2010 „*Transformation des Déchets des Dattes
de la Région d’Adrar en Bioéthanol*“, Rev des Energies Renouvelables, Vol. 13. N°3, pp. 455 -
465.
- [46]**F. Kaidi et A. Touzi**,21.Novembre.2014, Production de Bioalcool à Partir des Déchets de
Dattes, *Production et Valorisation – Biomasse, (2001) 75-78* ,p.77.
- [47]**A. Boulal 1***, **Z. Benbrahim 2**, **B. Benali 1** et **S. Ladjel 2**, eçu le 27 Janvier 2013 – accepté le
29 Septembre 2013, 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 del’Algérie,
Revue des Energies Renouvelables Vol. 16 N°3,p44.
- [48] OENO 57-2000 ,Chapitre VI, VINAIGRES DE VIN - DETERMINATION DE LA TENEUR EN
EXTRAIT SEC TOTAL.
- [49] OENO 52-2000, Chapitre I, VINAIGRES DE VIN – DETERMINATION DE LA TENEUR EN
ACIDITE TOTALE.
- [50] OENO 53-2000, Chapitre II ,VINAIGRES DE VIN - DETERMINATION DE LA TENEUR EN
ACIDITE FIXE.

ANNEXE

[51] OENO 54-2000 ,Chapitre III ,VINAIGRES DE VIN - DETERMINATION DE LA TENEUR EN ACIDITE VOLATILE.

[52] OENO 58-2000, Chapitre VII, VINAIGRES DE VIN - DETERMINATION DE LA TENEUR EN CENDRES.

[53] TOUNKARA, LS¹BEYE, C¹CISSE , N¹LAURENT,L² DIOP , D¹ ,2011 , Réduction des pertes post-récolte de la mangue par la production de vinaigre, LES BROCHURES DU FNRAA ,Sénégal,N° 01 .

[54] NF V-05-109 Décembre1970. "produits de l'agriculture. Produits dérivés des fruits et des légumes. Détermination conventionnelle du residu sec soluble ," Méthode réfractométrique.

Résumé

Le but de notre mémoire est le développement des quelques produits manufacturés, envalorisant ces deux produits (golden et Boskoop rouge), cette dernière à une valeur marketing faible dans la préparation de vinaigre naturel à partir de la fermentation de jus de golden et deBoskoop rouge dans un moment de 56 jours, dans une température ambiante à travers la température secondaire. au première étape, une fermentation alcoolique dans un milieu an aérobie, pour le deuxième étape oxydation alcoolique dans un milieu aérobie .

Dunant la comparaison des analyses physico-chimique du vinaigre de golden et de Boskoop rouge, on a obtenu à des résultats près des normes algériennes pour le vinaigre de Boskoop rouge, mis de vinaigre de golden approbation du décret.

Et dunant notre suivi de l'acide acétique constitué et du sucre resté du golden et de boskoop fermenté à travers le prélèvement et la mesuré de l'indice de réfraction où les résultats ont montré que le pourcentage du vinaigre de jus de golden fermenté est de 48.63% et acidité totale de 42.54% pour le jus de Boskoop rouge , et la diminution de la somme totale de pourcentage du sucre de 6% à 1.5% pour °Brix la golden et de 16 % à 4% de vinaigre de Boskoop rouge.

Et duant ces résultat, on a montré qu'on peut produire le vinaigre , en utilisant le jus du golden et le jus de Boskoop rouge, et on peut améliorer la qualité , en utilisant des mécanismes de fermentation rapides .

Mots-clés: pomme, Boskoop rouge, Fermentation alcoolique, Oxydation alcoolique, Acidité totale , °Brix.