

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université « Dr. Moulay Tahar » de Saïda

FACULTE DES SCIENCES

DEPARTEMENT DE BIOLOGIE



Mémoire présenté en vue de l'obtention

Du diplôme de Master en : **Biologie**

Option: **Microbiologie Appliquée**

Par

Kheddaoui Houssam Abdelkader et Djafri Mebaraka

Etude microbiologique de différents vinaigres produits traditionnellement par fermentation microbienne.

Soutenu devant le jury composé de :

Président	Benreguiég Mokhtar	MCA	Université de Saïda
Examineur	Halla Noureddine	MCB	Université de Saïda
Promoteur	Ghellai Lotfi	MCA	Université de Saïda

2019-2020

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail :

A mes très chers parents qui m'ont soutenu au long de ces années, avec leur affection et leur amour et surtout leur présence dans les moments les plus difficiles, que Dieu leurs offres une bonne santé et longue vie.

A mes très chers frères.

A ma très chère sœur.

A toute ma famille.

A mes chères amies.

A toute la promotion de biologie 2019/2020 et surtout la spécialité microbiologie.

Houssam

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail :

*A mes très chers parents avec tout mes
remerciement et ma gratitude pour leur
amour et leur soutien.*

A mon frère Mohamed

Et mes sœurs.

A mon ange Nour el houda.

A mes amis.

A toute ma famille.

Mebarka

Remerciements

Je remercie Dieu ``الله`` de nous avoir donné le courage et la force pour sa bienveillance.

Nous exprimons notre profonde gratitude et remerciement particulièrement à notre promoteur de mémoire, Monsieur le docteur **Lotfi GHELLAI**, de l'Université de Saïla, pour avoir accepté de nous encadrer, son encadrement constant et consciencieux, son aide et ses conseils précieux et pour sa gentillesse durant toute la période de la préparation de ce mémoire.

Nous tenons à exprimer nos sincères gratitude et remerciements à

Monsieur le docteur **Mokhtar BENREGUIEG**, pour avoir accepté de présider le jury et de juger notre travail.

Monsieur le docteur **Noureddine HALLA**, pour avoir accepté d'examiner et de juger notre travail.

L'ensemble du personnel de laboratoire du département de biologie et laboratoire d'hygiène et laboratoire d'EPSP nord pour leurs aides.

Nous sommes très reconnaissants à toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

Enfin nous remercions tous les enseignants et le personnel du département de biologie, qui ont contribué à notre formation de la première année jusqu'à ces jours.

ملخص

الهدف من هذه الدراسة هو التصنيع التقليدي ودراسة بعض المتغيرات الميكروبيولوجية لأربعة أنواع خل ناتجة عن التخمر الميكروبي لأربع فواكه مختلفة (التين الشوكي ، التين الشائع ، الرمان ، السفرجل). تم إجراء تخمير مزدوج كحولي و خلي تلقائيًا في درجة حرارة الغرفة. كانت الميكروبات المستخدمة في هذا التخمر موجودة بشكل طبيعي في الثمار المستخدمة. كان وقت التخمر مختلفًا لكل فاكهة ، 27 و 36 يومًا للتين الشوكي والتين الشائع على التوالي و 90 يومًا للرمان والسفرجل. تم فصل الخل الذي تم الحصول عليه يدويًا وتخزينه في الظلام وإخضاعه لبعض التحليلات الميكروبيولوجية.

لون الخل الذي تم الحصول عليه يعتمد على الفاكهة التي أتى منها؛ كانت رائحتهم حامضة و حادة. ومذاقهم خلي. في المجموع ، تم اختيار 5 سلالات من الخميرة بناءً على المعايير المورفولوجية. بالنسبة لبكتيريا حمض الخليك ، وفقًا للخصائص الثقافية والمورفولوجية والفسولوجية والكيميائية الحيوية ، من بين 11 سلالة بكتيرية معزولة ، من المحتمل أن تكون 8 سلالات تنتمي إلى أجناس *Acetobacter* و *Gluconobacter*.
الكلمات المفتاحية :

التخمر الميكروبي، فواكه، خل، خمائر، بكتيريا حمض الخليك.

R ésum é

L'objectif de cette étude était la fabrication traditionnelle et l'étude de quelques paramètres microbiologiques de quatre vinaigres provenant de la fermentation microbienne de quatre fruits différents (Figue de Barbarie, Figue Commune, Grenade et Coing). Une double fermentation alcoolique et acétique a été faite spontanément à température ambiante. Les microbes ayant servi à cette fermentation étaient naturellement présents dans les fruits utilisés. La durée de fermentation était différente pour chaque fruit, 27 et 36 jours pour la Figue de Barbarie et la Figue commune respectivement et 90 jours pour la Grenade et le Coing. Les vinaigres obtenus ont été manuellement séparés, conservés à l'abri de la lumière et soumis à quelques analyses microbiologiques.

La couleur du vinaigre obtenu dépendait du fruit dont il est issu ; leur odeur était aigre et forte, et un goût acétiques. Au total, 5 souches de levures ont été sélectionnées en se basant sur les critères morphologiques. Pour les bactéries acétiques, selon les caractères culturels, morphologiques, physiologiques et biochimiques, parmi 11 souches bactériennes isolées, 8 souches appartenaient probablement aux genres *Acetobacter* et *Gluconobacter*.

Mots clés :

Fermentation microbienne, fruits, Vinaigre, levures, bactéries acétiques.

Summary

The objective of this study was the traditional manufacture and study of some microbiological parameters of four vinegars resulting from the microbial fermentation of four different fruits (Prickly Pear, Common Fig, Pomegranate and Quince). A double alcoholic and acetic fermentation was carried out spontaneously at room temperature. The microbes used for this fermentation were naturally present in the fruits used. The fermentation time was different for each fruit, 27 and 36 days for the prickly pear and the common fig respectively and 90 days for the pomegranate and the quince. The vinegars obtained were manually separated, stored in the dark and subjected to some microbiological analyzes.

The color of the vinegar obtained depended on the fruit from which it came; their smell was sour and sharp, and tasted like acetic. In total, 5 yeast strains were selected based on the morphological criteria. For acetic bacteria, according to cultural, morphological, physiological and biochemical characteristics, among 11 bacterial strains isolated, 8 strains probably belonged to the genera *Acetobacter* and *Gluconobacter*.

Keywords:

Microbial fermentation, fruits, Vinegar, yeasts, acetic bacteria.

Table des matières

Introduction	1
Synth èse bibliographique	
Chapitre I : G énéralit és sur quelques fruits commestibles	
1. Figue de Barbarie (<i>Opuntia ficus-indica L</i>)	2
1.1. Biologie du figuier de Barbarie.....	2
1.2. Nomenclature.....	3
1.3. Syst ématique de la plante.....	3
1.4. Description du fruit.....	3
1.4.1. Composition biochimique du fruit.....	4
1.4.2. Utilisation du fruit.....	6
2. Figue (<i>Ficus carica L</i>).....	7
2.1. Biologie du figuier.....	7
2.2. Nomenclature.....	8
2.3. Syst ématique de la plante.....	8
2.4. Description du fruit.....	9
2.4.1. Composition biochimique du fruit.....	9
2.4.2. Utilisation du fruit.....	14
3. La grenade (<i>Punica granatum L</i>).....	15
3.1. Biologie du grenadier.....	15
3.2. Nomenclature.....	16
3.3. Syst ématique de la plante.....	16
3.4. Description du fruit.....	17
3.4.1. Composition biochimique du fruit.....	17
3.4.2. Utilisation du fruit.....	18

4. Le coing (<i>Cydonia oblonga</i> Miller).....	19
4.1. Biologie du coingassier.....	19
4.2. Nomenclature.....	20
4.3. Systématique de la plante.....	20
4.4. Description du fruit.....	20
4.4.1. Composition biochimique de fruit.....	21
4.4.2. Utilisation du fruit.....	23

Chapitre II : Vinaigres de fruits

1. Définition du vinaigre.....	24
2. Types de vinaigre.....	24
3. Composition du vinaigre.....	25
4. Fabrication du vinaigre traditionnel.....	25
4.1. La fermentation alcoolique.....	26
4.2. La fermentation acétique.....	26
5. Microorganismes impliqués dans la production de vinaigre.....	26
5.1. Levures.....	26
5.2. Bactéries acétiques (AB).....	27
6. Utilisations du vinaigre.....	28
7. Propriétés antimicrobiennes des vinaigres.....	28
7.1. Activité antimicrobienne contre les mycobactéries.....	28
7.2. Activité antimicrobienne contre les bactéries pathogènes d'origine alimentaire.....	29
7.3. Activité antimicrobienne contre les maladies animales.....	29
7.4. Activité antimicrobienne contre les infections des plaies pseudomonales.....	30
7.5. Activité antimicrobienne contre quelques bactéries Gram négatif.....	30

Matériel et Méthodes

1. Matériel végétal.....	32
2. Matériel biologique.....	32
3. Procédure de fermentation.....	33
4. Séparation du vinaigre.....	33
5. Analyses organoleptiques.....	34
6. Analyses microbiologiques.....	34
6.1. Isolement des levures.....	34
6.2. Identification des levures.....	35
6.3. Isolement et purification des bactéries acétiques.....	36
6.4. Pré-identification des bactéries acétiques.....	36
6.4.1. Etudes des caractères culturaux.....	37
6.4.2. Etudes des caractères morphologiques.....	37
6.4.3. Etudes des caractères biochimiques.....	38

Résultats et Discussion

1. Fabrication traditionnelle de vinaigre par voie microbienne	41
2. Résultats des analyses organoleptiques du vinaigre.....	43
3. Résultat d'isolement et purification des levures.....	46
4. Résultat d'identification des levures.....	48
5. Résultats d'isolement et purification des colonies des bactéries acétiques.....	51
6. Résultats des examens microscopiques des colonies obtenues après isolement.....	54
7. Résultats de la pré-identification des bactéries acétiques.....	56
7.1. Résultats de test suroxydons.....	56
7.2. Résultats de test de catalase.....	58
7.3. Résultats de test Hoyer.....	58
7.4. Résultats de pouvoir cétogène.....	59
7.5. Résultats de test de formation d'acide gluconique.....	59
7.6. Résultats Test de formation d'acide céto-gluconique.....	60

7.7. Test de pigmentation.....	61
7.8. Test de cellulose.....	62
Conclusion.....	65
R é f é r e n c e s B i b l i o g r a p h i q u e s	
Annexes	

Liste des abréviations

m :	mètre
cm:	Centimètre
pH:	potentiel d'Hydrogène
g:	gramme
%:	Pourcentage
mg:	Milligramme
kJ:	kilojoules
kcal:	kilocalorie
µg:	Microgramme
UI:	Unités Internationales
Kg:	kilogramme
ml:	millilitre
PC:	Protéine de liaison à la fibronectin
nd:	non-detected
USDA:	United States Department of Agriculture
FW:	Fresh Weight
Na:	Sodium
K:	Potassium
Ca:	Calcium
Mg:	Magnésium
Fe:	Fer
P:	Phosphore
Cu:	Cuivre
Zn:	Zinc
Mn:	Manganèse
Co:	Monoxyde de carbone
Cr:	Chrome
Ni:	Nickel
EMP:	Embden-Meyerhof-Parnas
AB:	Acid Bacteria
µm:	micromètre

EHEC:	<i>Enterohemorrhagic Escherichia coli</i>
EPEC:	<i>Enteropathogenic Escherichia coli</i>
°C:	D égre Celsius
h:	heure
mm:	milim étre
Gr:	Grossissement
Cat+:	catalase positif
Cat-:	catalase n égatif
TSS:	Taux Solide Soluble
T °:	T émoins

Liste des figures

Figure 1: Figuier de Barbarie et ces différentes parties.....	2
Figure 2: fruit du figuier.....	8
Figure 3: Les différentes parties du grenadier.....	16
Figure 4: Fruit de coing.....	20
Figure 5: Fruits récoltés.....	32
Figure 6: l'isolement des levures.....	35
Figure 07: fermentation traditionnelle de la figue de Barbarie (FB), figue Commune (FC), grenade (Gr) et le coing (Co).....	43
Figure 08: fin de la fermentation traditionnelle de la figue de Barbarie (FB), figue Commune (FC), grenade (Gr) et le coing (Co).....	43
Figure 09 : vinaigres de fruit avant clarification.....	44
Figure 10: vinaigres de fruit après clarification.....	44
Figure 11: Aspect macroscopique des colonies levuriennes isolées de différents types de vinaigres de fruit.....	46
Figure 12: la purification des souches de levures.....	48
Figure 13: observation microscopique a l'état frais de levures isolées. Grossissement x40.....	49
Figure 14: observation microscopique après coloration au bleu de méthylène de levures isolées. Grossissement x100.....	50
Figure 15: Aspect macroscopique des bactéries obtenues après isolement sur milieu Frateur.....	52
Figure 16: Aspect des colonies des bactéries acétiques après purification sur milieu Frateur.....	53

Figure 17: aspect microscopique des souches bactériennes isolées après coloration de gram grossissement (100XG).....	54
Figure 18: Résultats du test de pouvoir suroxydant.....	57
Figure 19: Résultats de testbculture sur milieu Hoyer.....	58
Figure 20: Test de pouvoir cétogène.....	59
Figure 21: Test de formation d'acide gluconique.....	60
Figure 22: Test de formation d'acide cétogluconique.....	61
Figure 23: Test de pigmentation.....	62
Figure 24: Résultats de test de production de cellulose.....	63

Liste des tableaux

Tableau 1: Composition brute du fruit du figuier de barbarie (g /g) de matière sèche).....4	4
Tableau 2: Composition des fibres du fruit du figuier de barbarie (% des fibres totales)...5	5
Tableau 3: Composition des hydrates de carbone du fruit du figuier de Barbarie (% de matière sèche).....5	5
Tableau 4: Composition minérale du fruit du figuier de barbarie (mg/100 g de matière sèche).....5	5
Tableau 5: Composition en acides aminés des figues fraîches et sèches.....10	10
Tableau 6: Composition en vitamines des figues fraîches et sèches.....12	12
Tableau 7: Composition en minéraux des figues fraîches et sèches.....13	13
Tableau 8: Composition nutritionnelle principale des fruits de coing et de pomme («Jonathan») en 100 g de poids frais.....21	21
Tableau 9: La teneur en vitamines de 100 g de coing frais et de pomme («Jonathan»)....22	22
Tableau 10: Teneur en éléments minéraux dans 100 g de coing et de pomme («Jonathan»).....23	23
Tableau 11: Durée de fermentation traditionnelle des quatre types de vinaigres de fruits.....41	41
Tableau12: Critères organoleptiques des vinaigres de fruit.....44	44
Tableau13: les caractéristiques morphologiques de différentes colonies des levures isolées.....47	47
Tableau 14: les critères cultureux des colonies obtenues après isolement sur milieu Frateur.....51	51
Tableau 15: Caractéristiques morphologiques des souches bactériennes isolées.....55	55
Tableau 16: Résultats de pré-identification des souches isolées.....56	56

INTRODUCTION



Introduction

L'arboriculture fruitière fait partie intégrante de la vie économique et sociale de l'Algérie. Ce grand pays, de par sa position géographique et ses diverses conditions pédoclimatiques, a en effet le privilège de mettre en culture plusieurs espèces fruitières et de produire des fruits frais tout au long de l'année (**Bensalah et Korib, 2015**).

Les procédés biotechnologiques de transformation des aliments mettent en oeuvre des microorganismes vivants dont l'activité métaboliques permet les transformations désirées (traditionnellement dites fermentations) ou des enzymes, catalyseurs naturels issus des plantes ou des microorganismes, capables d'accélérer les transformations biochimiques [(**Bauer et al., 2010**) ; (**Oulad Belkhir, 2016**)].

La production de vinaigre à petite échelle exploite la teneur naturelle des fruits en sucre (glucose, fructose) à travers un processus de fermentation en deux phases. Dans la première phase le sucre est transformé en éthanol, un produit qui accompagne la croissance dans des conditions anaérobies de divers types de levures sur des substrats renfermant des sucres. Dans la seconde phase, l'alcool est transformé en acide acétique, qui à son tour est un métabolite accompagnant la croissance en milieu aérobie des bactéries acétifiantes dans des milieux renfermant de l'éthanol (**Manfred, 2001**).

L'objectif de ce travail, est l'utilisation de différents variétés de fruits (Figue de Barbarie, Figue Commune, Grenade, Coing) comme substrats de double fermentation pour la production traditionnelle de quatre types de vinaigres, l'isolement et l'identification de quelques souches de levures et bactéries acétiques provenant de ces vinaigres.

SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE



Chapitre I : Généralités sur quelques fruits comestibles

1. Figue de Barbarie (*Opuntia ficus-indica* L) :

1.1. Biologie du Figuier de Barbarie :

La poire de cactus ou figue de Barbarie, membre de la famille des *cactacées* [(Reyes Aguero *et al.*, 2005) ; (Nebbache *et al.*, 2009)], est originaire des régions arides et semi-arides du Mexique et a été introduite en Afrique du Nord au XVII^e siècle [(Griffiths, 2004) ; (Nebbache *et al.*, 2009)].

Le figuier de Barbarie (**Figure 1**) est une plante arborescente robuste de 3 à 5 m de hauteur, possède un tronc épais et ligneux et une organisation en articles aplatis, de forme elliptique ou ovale de couleur vert-mat, ayant une longueur de 30 à 50 cm, une largeur de 15 à 30 cm et une épaisseur de 1.5 à 3cm appelés cladodes ou raquettes [(Wallace et Gibson, 2002) ; (Schweizer, 1997) ; (Temagoult, 2017)], sont couverts de petites arêtes d'épines et de glochides blancs. Ses fleurs, marginales sur le sommet des cladodes, sont hermaphrodites, de couleur jaune et deviennent rougeâtres à l'approche de la sénescence de la plante. Ses fruits sont des baies charnues ovoïdes ou piriformes pourvues d'épines. Ils sont généralement verdâtres ou jaunes à maturité. La pulpe est toujours juteuse de couleur jaune-orangé rouge ou pourpre, parsemée de nombreuses petites graines [(Sutton *et al.*, 1981) ; (Leuttge, 1993) ; (Habibi, 2004)].

La plantation du figuier de Barbarie a été considérablement étendue dans la région du sud de l'Afrique (1772), l'Inde (1780), les Philippines (1695), la Chine (1700) et l'Indochine (1790) [(Briha, 2012) ; (Benattia, 2017)].



Figure 1: figuier de Barbarie et ces différentes parties [(Neffar, 2012) ; (Temagoult, 2017)].

1.2. Nomenclature :

- **Français** : nopal, figuier d'inde, raquette (Ghédiraet Goetz, 2018).
- **Anglais** : prickly pear, Indian fig, Barbary-fig, Indian-fig, tuna cactus.
- **Arabe** : الهندي, الهندية, صبير التين الهندي .

1.3. Systématique de la plante :

La classification systématique ayant été initiée en Suède, par Carl Von Linné les premiers scientifiques font néanmoins référence à des espèces européennes, comme le terme « *cactus* » qui vient du grec « *kaktos* », désignant le chardon. De même, *figus indica* signifie clairement la figue des indes. Le terme *Opuntia* a probablement un rapport aux « *Opunties* », ou « *Opunces* » peuple de la Grèce antique, de la région de Bœotie [(Anaya-Perez, 2001) ; (Benattia, 2017)].

La position systématique du figuier de Barbarie est la suivante [(Wallace, 1997) ; (Benattia, 2017)] :

Règne : *Plantae*.

Sous règne : *Tracheobionta*.

Embranchement : *Phanérogames*.

Sous Embranchement : *Magnoliophyta*.

Classe : *Magnoliopsida*.

Sous classe : *Caryophyllidae*.

Ordre : *Opuntiales*.

Famille : *Cactaceae*.

Sous-famille : *Opuntioideae*.

Tribu : *Opuntieae*.

Genre : *Opuntia*.

Sous-genre : *Platyopuntia*.

Espèce : *Opuntia ficus indica* (L).

1.4. Description du fruit :

C'est une grosse baie charnue et ovoïde ou piriformes, uniloculaires de 4 à 8 cm, de couleur variant du jaune clair au rouge violacé est lui aussi revêtu de piquants [(Schweizer, 1997) ; (Temagoult, 2017)]. La pulpe est juteuse et sucrée, rouge ou jaune, qui contient de nombreuses petites grains [(Maaoui, 2014) ; (Temagoult, 2017)]. Ils sont en général consommés frais, très rafraîchissants et nutritifs. Ils se caractérisent par rapport

aux autres fruits par un pH relativement d é v é pH ≈ 5.6 [(Askar *et al.*, 1981) ; (Stintzing *et al.*, 2001) ; (Habibi, 2004)].

Environ 300 graines pour un fruit de 160 g, le poids de la baie varie de 67 g à 216 g, Offrant un large spectre de couleurs, blanche (*muscarda*), jaune (*sulfarina*) et rouge (*sanguina*). Les compos és rouges sont les b éacyanines et les jaunes sont les b éaxanthines [(Neffar, 2012) ; (Temagoult, 2017)].

1.4.1. Composition biochimique du fruit:

La composition du fruit, mentionn ée dans les **tableaux 1, 2, 3 et 4**, montre que le fruit est une source de prot énes, fibres, min éraux et hydrates de carbone. La quantit é des prot énes varie de 5,3 % à 11,3%. Elle est plus basse que celle enregistr ée chez les l é gumineuses mais comparable à celle des cereals [(Lamghari El Kossori *et al.*, 1998) ; (Bhira, 2012)].

Tableau 1: Composition brute du fruit du figuier de Barbarie (g /g) de mati ère s èche) [(Lamghari El Kossori *et al.*, 1998) ; (Bhira, 2012)].

	Pulpe	Griane	Ecorce
Amidon	4,55	5,35	7,12
Prot énes	5,13	11,8	8,3
Lipides	0,97	6,77	2,43
Cendres	8,5	5,9	12,1
Fibres	20,5	54,2	40,8
Hydrates de carbone	58,3	1,59	27,6

Tableau 2: Composition des fibres du fruit du figuier de Barbarie (% des fibres totales) [(Lamghari El Kossori *et al.*, 1998) ; (Bhira, 2012)].

	Pulpe	Graine	Ecorce
Hémicellulose	15,5	9,95	20,8
Cellulose	14,2	83,2	71,4
Pectines	70,3	6,69	7,71
Lignines	0,01	0,19	0,06

Tableau 3: Composition des hydrates de carbone du fruit du figuier de Barbarie (% de matière sèche) [(Lamghari El Kossori *et al.*, 1998) ; (Bhira, 2012)].

	Pulpe	Graine	Ecorce
Saccharose	0,22	0	2,36
Glucose	35	0	21
Fructose	29,6	0	2,89

Tableau 4: Composition minérale du fruit du figuier de Barbarie (mg/100 g de matière sèche) [(Lamghari El Kossori *et al.*, 1998) ; (Bhira, 2012)].

	Pulpe	Graine	Ecorce
Ca	0,163	285	2090
Mg	76,1	208	322
Na	7,77	<0,83	<0,85
K	559	275	3430

P	0,03	110	0,064
Fe	16,5	12,1	8,31
Cu	<0,78	<0,83	<0,85
Zn	1,55	4,16	1,7
Mn	6,99	<0,83	72,9
Mo	<0,31	<0,33	<0,34

1.4.2. Utilisation du fruit :

Le figuier de Barbarie est l'exemple typique pour la mise en valeur des zones arides et semi-arides, cette espèce appartient aux plantes les plus utilisées dans différents domaines notamment en médecine traditionnelle (**Benattia, 2017**).

- **Usage alimentaire :**

Les fruits sont appréciés et donnent lieu à plusieurs produits, La pulpe et le jus sont les utilisations les plus communes et domestiques du figuier de barbarie, Une autre possibilité est la production des jus concentrés qui manifestent une bonne stabilité microbiologique. La confiture est un autre produit qui peut être préparé à partir du fruit. Les fruits déshydratés sont une autre forme comestible du produit [(**Saenz, 2000**) ; (**Benattia, 2017**)].

- **Usage cosmétique :**

Dans le Continent Américain le figuier de barbarie est utilisé pour ses vertus cosmétiques. Les femmes berbères utilisaient l'huile pour cicatriser et pour protéger leur peau du vent brûlant du désert. Les Indiennes préparaient du savon et des onguents à base de mucilage des raquettes et de jus des figues de barbarie. Elles préservaient de la même manière leur visage agressé par le soleil [(**Briha, 2012**) ; (**Benattia, 2017**)].

▪ **Usage fourrager :**

La production de fourrage constitue la deuxième grande utilisation du cactus indien. Plusieurs espèces et variétés ont été sélectionnées pour cette fin en Amérique Latine (Benattia, 2017).

▪ **Usage médical :**

En Australie et en Afrique du Sud, l'effet hypoglycémique des "Nopalitos" est utilisé dans le traitement des diabètes non dépendants de l'insuline. Le mucilage isolé des raquettes permet de réduire le cholestérol total dans le sang [(Habibi, 2004) ; (Benattia, 2017)].

▪ **Usage agronomique :**

Dans le figuier de Barbarie rien n'est à jeter. Que ce soient les résidus des raquettes ou des fruits, chaque partie de la plante constitue un excellent fertilisant. Par sa présence, aide à la régénération des sols épuisés par la culture. Il fixe les terrains ravinés par les pluies ou sujets aux éboulements, il stabilise les terres sablonneuses et les dunes des rivages maritimes (Benattia, 2017).

2. Figue (*Ficus carica* L) :

2.1. Biologie du Fiquier :

Ficus carica L., un arbre à feuilles caduques appartenant à la famille des *Moracées*, est l'un des premiers arbres fruitiers cultivés dans la région nord de la Méditerranée [(Lodhil *et al.*, 1969) ; (Slatnar *et al.*, 2011)].

Les figuiers sont largement distribués dans toute la Turquie près de la mer Noire, de la région de Marmara, des régions côtières égéennes et méditerranéennes, du sud de l'Anatolie et des vallées intérieures de l'Anatolie centrale [(Polat et Caliskan, 2008) ; (Çalışkan et Polat, 2012)]. Il est maintenant cultivé principalement dans la région méditerranéenne, de la Turquie à l'Est à l'Espagne et au Portugal à l'Ouest ; il est également cultivé commercialement dans certaines parties des États-Unis et du Chili et, dans une faible mesure, en Inde, en Arabie saoudite et au Japon (Patil *et al.*, 2010).

Le figuier est un arbre volumineux, vigoureux et de grande longévité. Il est généralement conduit en forme d'arbuste de 2 à 5 m. de hauteur, mais en conduite libre il peut dépasser 10 ou 12 m [(Vidaud, 1997) ; (Benettayeb, 2018)]. L'écorce des rameaux

est gris plus ou moins rugueux, portant des bourgeons peu ou pas velus constitués de deux stipules couvrant une dizaine d'ébauches de feuilles [(Vidaud, 1997) ; (Meziant, 2014)]. Les feuilles du figuier sont caduques, alternes, palmatilobées, avec trois à sept lobes sinués-dentés. Elles sont vert-clair à vert foncé, épaisses, dotées d'un solide pétiole et sans parfum particulier. Leur face supérieure est sombre et rugueuse au toucher, alors que leur face inférieure est claire, pubescente et à nervation plus apparente. Les poils sont crochus, éparses ou denses. Les feuilles, les rameaux et les fruits immatures renferment un suc laiteux caustique, allergisant et riche en ficine, appelé le latex [(Gerber, 2010) ; (Benettayeb, 2018)].

Le Fiquier Commun est une espèce gynodioïque, morphologiquement monoïque (avec des fleurs mâles et des fleurs femelles à style court ou long dans le même sycone) mais fonctionnellement dioïque [(Armstrong, 2006) ; (Benettayeb, 2018)]. Le fruit du figuier (Figure 2), pousse à l'aisselle des feuilles, solitaire ou par paire, sessile ou accroché à un pédoncule (jusqu'à 3 cm de long) et se présente sous différentes formes et tailles [(Lim, 2012) ; (Meziant, 2014)].



Figure 2 : Fruit du Fiquier [(Haesslein et Oreiller, 2008) ; (Boulkara et Brahim, 2018)].

2.2. Nomenclature:

- **Arabe :** التين.
- **Anglais :** Common Fig, Fig.
- **Français :** Carique, Fiquier Commun (Al-Snafi, 2017).

2.3. Systématique de la plante :

Embranchement : *Spermaphytes.*

Sous/Embranchement : *Angiospermes.*

Classe : *Dicotylédones.*

Sous/classe : *Apétale, série des apétales unisexués.*

Ordre : *Urticale.*

Famille *Moracées.*

Genre : *Ficus*.

Espèce : *Ficus carica* Linné [(La rousse agricole, 2007) ; (Bensalah et Korib, 2015)].

2.4. Description du fruit :

Le terme, «fruit sans fleur » donné à la figue donne une indication quant à sa forme Alambiqué. Les figues contiennent nombreuses graines, chacune représentant techniquement un fruit minuscule, modeste et intérieurement féminin, la figue cache ses fleurs dans son fruit [(Lansky et Helena, 2011) ; (Bouakkaz, 2013)].

Les figues sont l'aboutissement de nombreux fruits à semence unique et atteignent une taille de 3 à 5 centimètres. Ils sont verts pendant leur croissance et deviennent violets ou bruns une fois qu'ils mûrissent (Bilal *et al.*, 2014).

2.4.1. Composition biochimique du fruit :

- **Les glucides :** Après l'eau, les glucides sont les constituants les plus abondants dans les fruits, représentant entre 50 et 80% du poids sec. Les carbohydrates sont des réserves d'énergie et des unités de construction des parois cellulaires. Produits de la photosynthèse, les glucides simples ou « sucres » sont aussi d'importants facteurs de la qualité sensorielle. Une portion de 100 g de figues fraîches fournit une énergie équivalente à 231 KJ (54 Kcal). La même portion de figues sèches apporte 952 KJ (224 Kcal) [(Favier *et al.*, 1993) ; (Meziant, 2014)]. L'essentiel de cette énergie est d'origine glucidique puisque les lipides ne fournissent que 2% environ de l'énergie totale [(Vinson, 1999) ; (Meziant, 2014)].
- **Les protéines et les acides aminés :** Les protéines représentent moins de 1% du poids des fruits frais. Lim (2012) ; Meziant (2014) a rapporté que la figue fraîche contient 0,75 g/100 g de protéines, alors que les figues sèches sont plus concentrées en protéines (environ 3 g/100 g). Aucune précision n'est mentionnée quant à la nature des protéines présentes dans la figue. D'après la composition avancée par Lim (2012), les teneurs en acides aminés « acides » sont plus élevées que celles des autres acides aminés contenus dans la figue, qu'elle soit fraîche ou sèche (tableau 5).

Tableau 5: Composition en acides aminés des figes fraîches et sèches [(Lim, 2012) ; (Meziant, 2014)].

Acide aminé	Figue fraîche (mg/100g)	Figue sèche (mg/100g)
Acide aspartique	176	645
Acide glutamique	72	295
Alanine	45	134
Arginine	17	77
Cystine	12	36
Glycine	25	108
Histidine	11	37
Isoleucine	23	89
Leucine	33	128
Lysine	30	88
Méthionine	6	34
Phénylalanine	18	76
Proline	49	610
Sérine	37	128
Thréonine	24	85
Tryptophane	6	20
Tyrosine	32	41
Valine	28	122

Totale	0,64g/100g	2,75g/100g
---------------	------------	------------

- **Les lipides** : Malgré leur faible teneur dans les fruits, les lipides ont une influence fondamentale sur la durée de stockage, les propriétés organoleptiques et la valeur nutritionnelle. Les lipides de la figue se concentrent surtout dans les akènes [(Kolesnik *et al.*, 1987) ; (Meziant, 2014)].

Lim (2012) ; Meziant (2014) a rapporté une teneur de 0,3 g de matière grasse totale pour 100 g de poids frais, et une teneur de 0,93 g/100 g de figues sèches.

Kolesnik *et al.*, (1987) ; Meziant (2014) ont identifié une trentaine de composés lipidiques appartenant aux classes des lipides neutres, glycolipides et phospholipides dans la figue. Les lipides neutres Constituent la plus grande fraction lipidique 47,5 à 84,5 % selon la variété Les principaux composés neutres sont les triacylglycérols 44,5 à 51% des lipides neutre totaux, les stérols libres environ 10% et estérifiés 12,2 à 15,4% et les glycolipides 9,5 à 45,5% des lipides totaux.

- **Les fibres alimentaires** : La figue contient les deux types de fibres (solubles et insolubles). **Lim (2012) ; Meziant (2014)** a rapporté une teneur de 2,9 g de fibres totales pour 100 g de figues fraîches, et 9,8 g pour 100 g de figues sèches.

L'étude effectuée par **Ramulu et Rao (2003) ; Meziant (2014)** a montré que la figue fraîche contient 5 g de fibres alimentaires pour 100 g de matière fraîche, dont 2,6 g de fibres insolubles et 2,4 g de fibres solubles (48% des fibres totales). Il est intéressant de noter que les aliments riches en fibres solubles sont connus pour leur effet hypoglycémique et hypocholestérolémique *in vivo* sur les animaux ainsi que sur les humains.

Vinson (1999) ; Meziant (2014) a mentionné que 100 g de figues sèches contiennent 12,21 g de fibres totales : 8,74 g de fibres insolubles et 3,47 g de fibres solubles.

- **Les vitamines** : Le contenu de la figue en vitamines hydrosolubles et liposolubles est bien documenté La majorité des études montrent que la figue est une bonne source de vitamines du groupe B, mais ce n'est pas le

cas pour la vitamine C. Les vitamines liposolubles sont aussi présentes dans la figue avec une dominance des vitamines E et K (**tableau 6**) (**Meziant, 2014**).

Selon **Guvenc et al., (2009)** ; **Meziant (2014)**, le fruit entier contient les vitamines K1 (4,05 µg/100 g), D2 (0,2 µg/100 g) et D3 (3,57 µg/100 g), l'α-tocophérol (0,35 µg/100 g), le γ-tocophérol (0,9 µg/100 g) et le δ-tocophérol (0,20 µg/100 g).

Tableau 6 : composition en vitamines des figues fraîches et sèches [(**Lim, 2012**) ; (**Meziant, 2014**)].

Vitamines	Figue fraîche (pour 100g)	Figue sèche (pour 100g)
Vitamine C	2 mg	1,2 mg
Thiamine (B1)	0,06 mg	0,085 mg
Riboflavine (B2)	0,05 mg	0,082 mg
Niacine (PP)	0,4 mg	0,619 mg
Acide pantothénique (B5)	0,3 mg	0,434 mg
Pyridoxine (B6)	0,113 mg	0,106 mg
Folates totaux	6 µg	9 µg
Choline totale	4,7 mg	15,8 mg
Vitamine A	142 UI	10 UI
Vitamine E (α-tocophérol)	0,11 mg	0,35 mg
β-tocophérol	-	0,01 mg
γ-tocophérol	-	0,37 mg
δ-tocophérol	-	0,01 mg
Vitamine K (phylloquinone)	4,7 µg	15,6 µg
β-carotène	85 µg	6 µg

Lutéine et zéaxanthine	9 µg	32 µg
-------------------------------	------	-------

- **Les minéraux :** La figue contient un taux de cendres de 0,66 g/100 g de figues fraîches et 1,86 g/100 g de figues sèches (Lim, 2012) ; Meziant (2014). Ce fruit est considéré comme une bonne source de minéraux surtout le potassium et le calcium (tableau 7). En plus des minéraux déjà cités, Favier *et al.*, (1993) ; Meziant (2014) ont rapporté la présence de l'Iode dans la figue a raison de 1,5 µg/100 g de figue fraîche et de 4 µg/100 g de figue sèche. Ils ont noté aussi la présence du Fluor dans la figue fraîche 20 µg/100 g.

Tableau 7: Composition en minéraux des figues fraîches et sèches [(Lim, 2012) ; (Meziant, 2014)].

Constituant	Figue fraîche (mg/100g)	Figue sèche (mg/100g)
Potassium (K)	232	680
Calcium (Ca)	35	162
Phosphore (P)	14	67
Magnésium (Mg)	17	68
Sodium (Na)	1	10
Fer (Fe)	0,37	2,03
Zinc (Zn)	0,15	0,55
Cuivre	0,07	0,287
Manganèse (Mn)	0,128	0,510
Sélénium (Se)	0,2 µg/100 g	0,6 µg/100 g

- **Les acides organiques :** Les figues contiennent l'acide citrique comme acide organique majoritaire, l'acide malique en quantités appréciables et l'acide acétique sous forme de traces (Belitz *et al.*, 2009). Selon Favier *et al.*,

(1993) ; Meziant (2014), une faible quantité d'acide phytique (9 mg/100 g) est aussi présente dans la figue.

- L'étude menée par Pande et Akoh (2010) ; Meziant (2014) a révélé que la figue fraîche contient en plus des acides organiques cités l'acide oxalique 17,9 mg/100 g, l'acide ascorbique 14,2 mg/100 g et l'acide succinique 10,2 mg/100 g.

2.4.2. Utilisation du fruit :

▪ Usage médicale :

La fonction principale d'un figuier est de produire de délicieux fruits, nourrissants à l'état frais ou sec, ou en faisant parti d'une préparation salée ou sucrée. Consommé cru, le fruit a un effet laxatif, diurétique, anti-inflammatoire, hypo-cholestérolémique, antidiabétique, anti-cancer et immuno-modulateur [(Chawla *et al.*, 2012) ; (Meziant, 2014)].

La figue fraîche traite l'anémie et les troubles hépatiques et soigne la toux irritante et les bronchites [(Kahrizi *et al.*, 2012) ; (Meziant, 2014)]. La pulpe soulage la douleur, traite les aphtes et les abcès gingivaux. La figue sèche associée à l'acide acétique est utilisé pour soigner les gonflements et les tumeurs [(Lansky et Paavilainen, 2011) ; (Meziant, 2014)].

Les figues sèches en pâte traitent les brûlures et l'eczéma, soulagent les hémorroïdes et les crampes abdominales [(Lansky et Paavilainen, 2011) ; (Meziant, 2014)]. Les fruits séchés en décoction soignent la rougeole et la variole [(Lansky et Paavilainen, 2011) ; (Meziant, 2014)]. Le jus du fruit mélangé avec le miel contrôle l'hémorragie [(Patil et Patil, 2011) ; (Meziant, 2014)].

▪ Usage alimentaire :

Les figues sont utilisées pour la fabrication de beaucoup de produits alimentaires tels que la confiture, les fruits confits, les boissons alcoolisées, etc. Les figues grillées ont été aussi transformées en café (café viennois) [(Vaughan et Geissler, 2009) ; (Meziant, 2014)]. Les confiseries pour diabétiques dépourvues de sucre sont fabriquées à base de figues sèches [(Raj et Joseph, 2011) ; (Meziant, 2014)]. Pour résister au froid de l'hiver, les habitants des régions montagneuses consomment les figues sèches trempées dans l'huile d'olive.

3. La grenade (*Punica granatum L.*) :

3.1. Biologie du grenadier :

La grenade (*Punica granatum L.*) appartient à la famille des *Punicacées* et est l'un des plus anciens fruits comestibles connus [(Damania, 2005) ; (Ranade *et al.*, 2009)]. Le grenadier a une large répartition géographique qui s'étend de l'Iran à l'Himalaya dans le Nord de l'Inde, et est cultivé depuis l'Antiquité dans les régions méditerranéennes d'Asie, d'Afrique et d'Europe [(Behzadi Shahrabaki, 1998) ; (Ebrahimi *et al.*, 2010)].

Le grenadier forme naturellement un arbrisseau ou un sous-arbrisseau [(Faria et Calhau, 2010) ; (Douaouri, 2018)]. Un arbre adulte peut atteindre entre 5 et 10m de haut, touffu [(Hollande *et al.*, 2009); (Douaouri, 2018)], très ramifié depuis la base du tronc et il est plus ou moins épineux (Figure 3, A). Le tronc est tortueux, à écorce grisâtre qui se ramifie en branches irrégulières, légèrement épineuses au sommet. Généralement, sa durée de vie est extrêmement longue [(Morton, 1987) ; (Fawole et Opara, 2013) ; (Douaouri, 2018)].

Punica granatum est une espèce à feuilles caduques [(Hollande *et al.*, 2009) ; (Douaouri, 2018)]. Elles sont de forme oblongues, opposées ou sous opposées, luisantes, étroites, entières et non stipulées, de 3 à 7cm de long et de 2cm de large selon les cultivars [(Hmid, 2013) ; (Douaouri, 2018)]. Au stade juvénile, les feuilles sont de couleur rougeâtre puis à la maturité elles deviennent verdâtres [(Ashton, 2006) ; (Hollande *et al.*, 2009) ; (Teixeira da Silva *et al.*, 2013) ; (Douaouri, 2018)].

À maturité, les fleurs sont d'un rouge éclatant, pourpre ou grenat selon les variétés mesurant 3cm de diamètre et ayant cinq à huit pétales, souvent davantage sur les plantes cultivées (Figure 3, B). Leur nombre est généralement l'équivalent du nombre de sépales d'après les auteurs Hollande *et al.*, (2009) ; Hmid (2013) ; Teixeira da Silva *et al.*, (2013) ; Pande et Akoh (2016) ; Douaouri (2018).

Le fruit du grenadier, la grenade (Figure 3, D), est un balauste, baie complexe [(Chakass *et al.*, 2007) ; (Douaouri, 2018)] presque ronde et charnue de la taille d'une pomme ou d'une orange. Elle mesure entre 6 et 12 cm de large alors que le poids varie entre 200 et 650 grammes [(Holland *et al.*, 2009) ; (Pande et Akoh, 2016) ; (Douaouri, 2018)].



Figure 3 : Les différentes parties du grenadier. (A) l'arbre du grenadier. (B) bourgeon floral. (C) fleurs du grenadier. (D) les grenades. (E) l'intérieur d'une grenade montrant la membrane, le m éscarpe et les arilles [(Originale, 2015) ; (Douaouri, 2018)].

3.2. Nomenclature :

- **Nom scientifique :** *Punica granatum* (Hmid, 2014).
- **Nom français :** grenadier.
- **Nom anglais :** pomegranate.
- **Nom arabe :** رمان

3.3. Syst ématique de la plante :

La classification APG III (2009) situe le grenadier comme suit (Douaouri, 2018) :

Clade : *Angiospermes.*

Clade : *Dicotyl édones vraies.*

Clade : *Rosid ées.*

Ordre : *Myrtales.*

Famille : *Lythraceae.*

Genre : *Punica.*

Esp èce : *Punica granatum.*

3.4. Description du fruit :

Le fruit, globuleux à peau épaisse, de 15 à 20 cm de diamètre, d'une couleur jaune à un rouge grenat, avec un calice persistant [(Sheets *et al.*, 1994) ; (Boussalah, 2010)]. C'est une baie renfermant de nombreuses graines recouvertes de pulpe rouge acidulée et sucrée, constitue la partie comestible de la Grenade [(Iserin, 2001) ; (Fabre et Ermosilla, 2008) ; (Boussalah, 2010)].

3.4.1. Composition biochimique du fruit :

Le fruit grenade se compose de trois parties : les graines, le jus, et les écorces [(Lansky et Newman, 2007) ; (Bendjabeur, 2012)].

La partie comestible du fruit de grenade 50% se compose 40% des arilles (jus) et 10% des graines. Les arilles contiennent 85% eau, 10% sucres totaux, principalement fructose et glucose, et 1.5% pectine, acides organiques tels que l'acide ascorbique, l'acide citrique, et l'acide malique, et les composés bioactifs tels que les composés phénoliques et les anthocyanines, du potassium, du phosphore et des minéraux, ainsi que diverses vitamines dont une forte teneur en vitamine C : 20 mg pour 100g. Sa composition est proche de celle des organes [(Joannet, 2009) ; (Viuda-Martos *et al.*, 2010) ; (Bendjabeur, 2012)].

La plupart des analyses chimiques des grenades se sont focalisées sur le jus, la peau, le péricarpe et l'huile de pépins. Le jus contient de grandes quantités de tanins hydrolysables, notamment des ellagitanins (acide gallique et acide ellagique), des anthocyanines (cyanidine, delphinidine, péargonidine) ainsi que des acides phénoliques (acide ellagique, acide caféique et acide chlorogénique). Le péricarpe est également riche en tanins hydrolysables (remarque : Le péricarpe est la peau entourant le pépin, l'« arille ». Le pépin n'est que la partie interne blanche et dure ; les sacs rouges juteux comestibles, incluant le pépin, sont appelés arilles). En pressant le fruit entier, on obtient un jus bien plus riche en polyphénols. On trouve aussi de la lutéoline, de la quercétine, du kaempférol et de la narigénine dans les peaux [(Storey, 2007) ; (Bendjabeur, 2012)].

L'huile de pépins est composée à environ 63,5 % d'acide punicique, un acide gras trans à 18 atomes de carbone (dont la structure rappelle celle de l'acide linoléique conjugué). Le pépin contiendrait en outre la plus forte concentration d'œstrone du règne végétal, environ 17 mg/kg de graines séchées [(Storey, 2007) ; (Bendjabeur, 2012)].

3.4.2. Utilisation du fruit :

▪ Utilisation alimentaire:

La partie comestible de la grenade constitue environ 52% du poids du fruit [(Abbasi *et al.*, 2008) ; (Boussalah, 2010)]. Les grenades sont consommées de préférence fraîches ou en jus de grenadine rafraîchissant [(Oukabli, 2004) ; (Boussalah, 2010)]. La teneur en jus se situe autour de 35 à 50 ml/100 g de graines. C'est un fruit riche en vitamine C et en éléments minéraux [(Oukabli, 2004) ; (Boussalah, 2010)]. Dans certains pays, comme l'Iran, le jus de grenade est une boisson très populaire [(Morton, 1987) ; (Boussalah, 2010)].

▪ Utilisation industrielle:

Tannage du cuir:

Toutes les parties de l'arbre ont été utilisées comme sources de tannins lors du tannage des peaux. L'écorce du tronc contient 10 à 25% de tanins et était autrefois très utilisée dans la production du cuir au Maroc. L'écorce des racines contient 28% de tanins, les feuilles 11%, et l'écorce du fruit 26% [(Lloyd, 1897) ; (Morton, 1987) ; (Boussalah, 2010)].

Teinture et colorant :

L'écorce du fruit et les fleurs sont utilisées pour teindre le textile. L'écorce de la grenade, a été utilisée en Inde comme une teinture depuis les temps les plus anciens [(Lloyd, 1897) ; (Morton, 1987) ; (Boussalah, 2010)]. De l'encre a été produit à partir des feuilles en les macérant dans du vinaigre [(Morton, 1987) ; (Boussalah, 2010)].

▪ Utilisation médicinale:

Le grenadier, qui dit-on a fleuri dans le Jardin d'Eden, a été largement utilisé en médecine traditionnelle dans de nombreuses cultures [(Lansky *et al.*, 2000) ; (Boussalah, 2010)]. La grenade est considérée comme un fruit complet dans le Coran. L'ancienne science médicale indienne Ayurveda la a identifiée comme une plante médicinale [(Kulkarni *et al.*, 2004) ; (Boussalah, 2010)].

Dans le monde, la plus célèbre utilisation a été celle d'un vermifuge ou agent ténicide, tueur et expulseur des vers intestinaux. Les alcaloïdes contenus dans les racines, l'écorce de l'arbre et l'écorce du fruit induisent le relâchement du ténia et de son emprise

sur la paroi intestinale, ce qui facilite son expulsion [(Lansky *et al.*, 2000) ; (Boussalah, 2010)].

D'autres utilisations ont été mentionnées dans la littérature : empêcher la fécondation et avorter, traitement des morsures de serpent, du diabète, de la lèpre et des brûlures [(Lansky *et al.*, 2000) ; (Boussalah, 2010)].

4. Le coing (*Cydonia oblonga* Miller) :

4.1. Biologie du coingassier :

Le coing (*Cydonia oblonga* Miller) est une espèce originaire du sud-ouest de l'Europe et de l'Asie mineure [(Westwood *et al.*, 1982) ; (Erdogan *et al.*, 2012)]. Il appartient à la famille des rosacées (Erdogan *et al.*, 2012).

Le cognassier (**Figure 4**) est un petit arbre à feuilles caduques, mesure 5 à 8 m de hauteur et 4 à 6 m de large. Les cognassiers forment en plus de beaux arbustes, fleurissant en moins de mai et qui méritent une place au soleil dans le jardin [(Calle-plant, 2001) ; (Beddour et Belrechid, 2018)]. Les jeunes rameaux sont tomenteux, les feuilles sont alternes simples de 6 à 11 cm de long, à bord pubescent. Les fleurs à cinq pétales blanc-rosé ont 4 à 5 cm de diamètre, et donneront naissance aux coings [(Petersen *et al.*, 2017) ; (Beddour et Belrechid, 2018)].

Les fruits immatures de coing sont verts et cotonneux en surface la plupart des variétés perdent ce voile cotonneux avant la fin de l'automne lorsque le fruit change de couleur et devient jaune doré serin, rugueuse et duvetée présentant une chair ferme [(Leclerc, 1984) ; (Beddour et Belrechid, 2018)].



Figure 04 : Fruit de Coing (Postman, 2009).

4.2. Nomenclature :

- Arabe : السفرجل
- Anglais : Quince.
- Français : Cognassier, Coing [(Potsman, 2009) ; (Al-Snafi, 2016)].

4.3. Systématique de la plante :

Royaume : *Plantae*.

Division : *Magnoliophyta*.

Classe : *Magnoliopsida*.

Ordre : *Rosales*.

Famille : *Rosacées*.

Sous-famille : *Maloideae*.

Genre : *Cydonia*.

Espèce : *Cydonia oblonga* [(USDA, 2009) ; (Al-Snafi, 2016)].

4.4. Description du fruit :

Le Coing est un gros fruit à pépins jaune, très d'ûr, riche en arômes et en pectines, qui permet de réaliser d'excellentes gelées et pâtes de fruits. On l'utilise également pour la

réalisation de liqueurs, mais on peut également le consommer salé farci comme le poivron ou dans des tajines ou des ragoûts (Anonyme 01).

4.4.1. Composition biochimique de fruit :

La composition nutritionnelle du coing est comparée à celle de la pomme, un proche parent de cette culture fruitière mais consommée en grande quantité. Toutes les données sont exprimées pour 100 g de poids frais de fruits entiers selon **B r ó et Lindner (1999) ; Hegedus (2018) (tableau 8)**.

Les teneurs en énergie, en protéines, en acides, en glucides, en cendres et en fibres des coings sont plus élevées que celles des pommes, tandis que les coings contiennent moins d'eau (**Hegedus, 2018**).

Tableau 8 : Composition nutritionnelle principale des fruits de coing et de pomme («Jonathan») en 100 g de poids frais (**B r ó et Lindner, 1999 ; Hegedus, 2018**).

	Énergie (kj)	Prot éine (g)	Acide (g)	Glucides (g)	Eau (g)	Cendre (g)	Fibre (g)
Pomme	130	0,4	0,4	0,7	90,5	0,4	1,3
Coing	176	0,6	0,9	9,1	86,9	0,6	1,9

La teneur en pectines des fruits variait entre 1,75 et 3,51 g / 100 g PC, et le cultivar 'Hruškovita' a accumulé les pectines en plus grande quantité [(**Rop et al., 2011**) ; (**Hegedus, 2018**)]. La pectine de coing avait une teneur galacturonique élevée 78% et un degré de méthoxylation d'environ 60% correspondant à une pectine méthoxyle moyenne-élevée [(**Forni et al., 1994**) ; (**Hegedus, 2018**)].

La teneur en vitamine C du coing est presque deux fois plus élevée que celle de la pomme [(**B r ó et Lindner, 1999**) ; (**Hegedus, 2018**)] (tableau 9), tandis que d'autres auteurs ont signalé des quantités presque identiques d'acide ascorbique dans les coings et les pommes (13 et 12 mg / 100 g, respectivement) [(**Souci et al., 2002**) ; (**Hegedus, 2018**)].

Selon **B r ó et Lindner (1999) ; Hegedus (2018)**, la pomme contient plus de la plupart des vitamines, tandis que **Souci et al., (2002) ; Hegedus (2018)** ont déterminé des quantités presque identiques de vitamines dans les deux cultures fruitières.

Tableau 9 : La teneur en vitamines de 100 g de coing frais et de pomme («Jonathan») selon **B r ó et Lindner (1999)** et **Souci et al., (2002)** ; **Hegedus (2018)**.

Vitamin		Dimenssion B r ó and Lindner (1999) Souci et al., (2002)				
			Pomme	Coing	Pomme	Coing
R étinol	A	µg	0.0	0.0	5.7	5.5
Carot ène		mg	0.05	nd	0.04	0.03
Calcif érol	D	µg	0	0	nd	nd
Tocoph érol	E	mg	0.60	nd	0.49	nd
Thiamine	B ₁	µg	50	25	35	30
Riboflavine	B ₂	µg	50	25	32	30
Niacine	B ₃	mg	0.5	0.2	0.3	0.2
Acide pantoth énique	B ₅	mg	0.09	nd	0.10	nd
Pyridoxine	B ₆	mg	0.070	nd	0.103	nd
Biotine	B ₇	µg	1.0	nd	4.5	nd
Acide folique	B ₉	µg	6.0	nd	7.5	nd
Cyanocobalamine	B ₁₂	µg	0.0	0.0	nd	nd
Acide ascorbique	C	mg	5	10	12	13

Pour les cultivars tchèques, la teneur en vitamine C du coing variait de 50 à 80 mg / 100 g de fruits intacts (chair et pelure ensemble). Les fruits du cultivar «Muškátová» contenaient la quantité la plus élevée, $79,31 \pm 2,01$ g / 100 g FW d'acide ascorbique [(**Rop et al., 2011**) ; (**Hegedus, 2018**)]. Cette valeur est définitivement supérieure à celles spécifiées dans le tableau 2 ou par rapport à la valeur de référence USDA de 15 mg [(**USDA, 2012**) ; (**Hegedus, 2018**)].

Le coing est une source plus riche en éléments minéraux que la pomme. La quantité résumée des éléments minéraux mesurés est presque deux fois plus élevée dans le coing que dans les pommes (**tableau 10**) (**Hegedus, 2018**).

Tableau 10 : Teneur en éléments minéraux dans 100 g de coing et de pomme («Jonathan») [(B r óet Lindner, 1999) ; (Hegedus, 2018)].

	Dimension	Pomme	Coing
Na	mg	2.0	9.2
K	mg	112	189
Ca	mg	5.5	66.0
Mg	mg	6	10
Fe	mg	0.3	1.1
P	mg	8	25
Cu	mg	0.028	0.006
Zn	mg	0.046	0.013
Mn	mg	0.037	0.002
Co	mg	0.001	nd
Cr	mg	0.002	nd
Ni	mg	0.011	Nd
Quantité totale	mg	133.9	300.3

Le parfum unique du coing est attribuable à la composition spécifique de son huile essentielle [(Schreyen *et al.*, 1979) ; (Tsuneya *et al.*, 1983) ; (Hegedus, 2018)]. dans laquelle les composés caractéristiques étaient censés être des lactones et oxydes monoterpéniques [(Tsuneya *et al.*, 1983) ; (Hegedus, 2018)]. Au début des années 90, **Lutz *et al.*, (1991) ; Hegedus (2018)** ont indiqué la présence de glucosides monoterpéniques dans le coing, qui étaient censés être les précurseurs présumés des lactones et des oxydes.

4.4.2. Utilisation du fruit :

Peu utilisé frais car de saveur âcre et de consistance dure. On peut le laisser sur l'arbre jusqu'à complète maturation pour permettre une meilleure consommation. Le coing est surtout utilisé pour la confection de compotes, marmelades, gelées et confitures. Sa grande proportion en pectines permet la fabrication de pâtes de fruits (**Anonyme 02**).

Chapitre II : Vinaigres de fruits

1. Définition du vinaigre

Le vinaigre est un liquide adapté pour la consommation humaine ; produit à partir du matériel approprié d'origine agricole, renfermant dans sa composition de l'amidon et/ou des sucres, il contient une quantité indiquée d'acide acétique obtenu par le processus du double fermentation, alcoolique et acétique [(Tesfaye *et al.*, 2002) ; (Boukhiar, 2009)].

Le vinaigre est le résultat d'une double réaction chimique. La première consiste à transformer un sucre en alcool (fermentation alcoolique) ; et la seconde à transformer cet alcool en acide acétique (fermentation acétique). En d'autres termes, le "vin-aigre" est un vin qui a tourné. Cette double réaction se produit naturellement au contact de l'oxygène, quel que soit le type d'alcool utilisé (vin produit à partir de raisin, cidre, alcool de riz, etc.) (Alix, 2019).

2. Types de vinaigre :

Les variétés de vinaigre varient considérablement d'un pays à l'autre. Certains des vinaigres les plus populaires et leurs caractéristiques sont présentés ci-dessous (Moussaoui et Necib, 2019) :

- **Vinaigre balsamique** : il est de couleur brune avec une saveur aigre-douce. Il est fabriqué à partir du raisin Trebbiano blanc et vieilli en fûts de différents bois. Certains vinaigres balsamiques gourmets ont plus de 100 ans.
- **Le vinaigre de canne** : est fabriqué à partir de canne à sucre fermentée, il a une saveur très douce et riche-sucrée. Il est le plus couramment utilisé dans la cuisine philippine.
- **Le vinaigre de champagne** : Il est élaboré à partir d'un vin blanc sec de raisins de Chardonnay ou de Pinot Noir (qui sont tous deux utilisés pour Champagne).
- **Le vinaigre de cidre** : est fabriqué à partir de pommes et est le vinaigre le plus populaire utilisé pour la cuisson aux États-Unis.
- **Le vinaigre de noix de coco** : est faible en acidité, avec une saveur de moisi et un arrière-goût unique. Il est utilisé dans de nombreux plats thaïlandais.
- **Le vinaigre distillé** : est un vinaigre dur à base de céréales et est généralement incolore. Il est préférable de l'utiliser uniquement pour le décapage.

- **Le vinaigre de malt** : est très populaire en Angleterre. Il est fabriqué à partir d'orge fermenté et de purée de céréales et aromatisé avec des bois tels que le hêtre ou le bouleau. Il a une copieuse saveur et est souvent servi avec du poisson et des frites.
- **Le vinaigre de vin de riz** : est fabriqué par les Chinois depuis plus de 5 000 ans. Il existe trois types de vinaigre de vin de riz : le rouge (utilisé comme trempette pour les aliments et comme condiment dans les soupes), blanc (utilisé principalement dans les plats aigre-doux) et noir (commun dans les sautés et les vinaigrettes).
- **Le vinaigre de xérès** : est vieilli à la pleine chaleur du soleil dans des fûts en bois et a un goût de noisette.
- **Le vinaigre de vin** : peut être fabriqué à partir de vin blanc, rouge ou rosé. Ces vinaigres font les meilleures vinaigrettes.
- **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.

3. Composition du vinaigre :

Quelle que soit son origine (vinaigre d'alcool, de cidre, de vin ...), le vinaigre affiche toujours à peu près la même composition (Alix, 2019) :

- 90% d'eau.
- Entre 5 et 8 % d'acide acétique, C'est cet acide qui est responsable de la saveur piquante du vinaigre et de la plupart de ses bienfaits pour la santé
- Un peu d'alcool, sous forme de traces.
- Divers éléments, dont la teneur varie en fonction des vinaigres.

Dans le vinaigres de cidre par exemple, on trouve des acides aminés, des enzymes, des vitamines (B et D), des oligo-éléments et des minéraux (calcium, chlore, fer, fluor, magnésium, potassium, phosphore, silicium, sodium, soufre, bore...).

4. Fabrication du vinaigre traditionnel :

La technique d'élaboration du vinaigre traditionnel est basée sur une double fermentation combinée anaérobie et aérobie. Cette bioconversion utilise des levures et des

bactéries acétiques présentes naturellement dans la matière première. 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 moment, bien que les exigences des organismes unicellulaires mis en jeu diffèrent en matière d'oxygène [(Ould El Hadj *et al.*, 2001)].

4.1. La fermentation alcoolique :

La fermentation alcoolique consiste en une biotransformation des jus de fruits ou toute solution sucrée en vin et fait intervenir des phénomènes physiques, biochimiques et biologiques complexes. Elle consiste en la transformation par les levures, principalement *Saccharomyces cerevisiae* des sucres du moût, principalement le glucose et le fructose en éthanol et en dioxyde de carbone [(Nancy, 2008) ; (Mounir *et al.*, 2016)].

4.2. La fermentation acétique :

La fermentation acétique est un processus biochimique où l'éthanol est oxydé en acide acétique par le biais de bactéries acétiques dans des conditions stricts d'aérobiose, elle nécessite donc une très forte aération. Les bactéries acétiques n'interviennent que si la teneur en alcool est faible, leur action peut être favorisée par l'intervention de levures qui oxydent l'éthanol et font donc baisser sa concentration [(Guiraud, 1998) ; (Tesfaye *et al.*, 2002) ; (Boukhiar, 2009)].

5. Microorganismes impliqués dans la production de vinaigre :

Après la préparation des matières premières, les processus de fermentation alcoolique et d'acéification jouent un rôle clé dans la production de vinaigre. Selon les facteurs environnementaux (température, pH, activité de l'eau) ou les nutriments (sources de carbone) et la diversité microbienne présente dans la matière première, différentes biotransformations pourraient avoir lieu. Les espèces microbiennes impliquées dans les fermentations peuvent aller des levures et des bactéries lactiques aux moisissures et. Les microorganismes impliqués dans l'élaboration des vinaigres sont principalement les levures et les. Le premier étant responsable de la fermentation alcoolique et le second nécessaire à l'acéification [(Nanda *et al.*, 2001) ; (Haruta *et al.*, 2006) ; (Wu *et al.*, 2010) ; (Bhat *et al.*, 2014)].

5.1. Levures :

La réaction chimique globale est présentée comme : Les levures sont les microorganismes les plus importants pendant la fermentation alcoolique car elles influencent la

6. utilisations du vinaigre :

- **Les vertus " thérapeutique du vinaigre" (Benahmed, 2007) :**

Le vinaigre a d'abord été un produit thérapeutique.

Chez les Romains et chez les Grecs, on versait un trait de vinaigre dans l'eau pour en éliminer les impuretés et pour la rendre rafraîchissante.

En 1720, les médecins frictionnent de vinaigre antiseptique les victimes de la grande peste pour les guérir.

Au XVIII^e siècle, les dames de la cour de Versailles utilisent le vinaigre pour leurs bains, leurs toilettes et leurs soins.

Le vinaigre est un acide, ce qui lui permet d'être un bon détartrant. Il est aussi utilisé comme désodorisant.

On attribue au vinaigre (surtout s'il n'est pas pasteurisé) une multitude de vertus : soulager les piqûres, les brûlures, maux de tête, maux de gorges, de même que les douleurs musculaires.

- **Utilisation en cuisine :**

Le vinaigre ne contient pas de protéines, pas de matières grasses, pas de vitamines et peu de glucides. Il est très peu calorique.

Il sert de condiment. Il permet d'élaborer vinaigrettes, mayonnaises et moutarde.... Le vinaigre est un ingrédient essentiel des marinades. Les Babyloniens et les

Egyptiens s'en servaient comme agent de conservation et l'aromatisaient avec des herbes.

Il empêche l'oxydation des fruits et légumes. Il est utilisé dans l'industrie de l'alimentation du bétail pour tuer les bactéries et les virus avant la réfrigération.

Le vinaigre donne aux plats une saveur aigre-douce (**Benahmed, 2007**).

7. Propriétés antimicrobiennes des vinaigres :

7.1. Activité antimicrobienne contre les mycobactéries:

Le vinaigre est utilisé depuis des milliers d'années comme désinfectant commun, et s'il peut tuer les mycobactéries, les bactéries les plus résistantes aux désinfectants, il peut s'avérer être un biocide largement efficace et économique avec une utilité potentielle dans

les établissements de soins de santé et les laboratoires, en particulier dans les pays pauvres en ressources (Cortesia *et al.*, 2014).

Selon Cortesia *et al.*, (2014), ils ont découvert fortuitement que l'acide acétique tue les mycobactéries et ensuite ils ont montré qu'il s'agit d'un agent mycobactéricide efficace, même contre le complexe *Mycobacterium abscessus*, très résistant et cliniquement important.

D'après ces chercheurs, Les résultats suggèrent que l'acide acétique peut être un agent bactéricide efficace et économique pour *M. tuberculosis* et les *mycobactéries non tuberculeuses*, bien que le temps d'exposition de 20 à 30 minutes requis pour obtenir une destruction optimale soit plus long que les 5 minutes recommandées pour certains bactéricides commerciaux.

7.2. Activité antimicrobienne contre les bactéries pathogènes d'origine alimentaire :

L'action antibactérienne du vinaigre peut être classée dans les deux types suivants : l'action bactériostatique, à savoir l'inhibition de la croissance bactérienne, et l'action bactéricide, c'est-à-dire la réduction du nombre de cellules viables. Pour l'antisepsie alimentaire, les deux actions sont importantes (Entani *et al.*, 1998).

Selon ces auteurs, le vinaigre eu un effet bactéricide sur les bactéries pathogènes d'origine alimentaire, y compris EHEC O157: H7. Cette action contre EHEC O157: H7 a été augmentée de manière synergique par le chlorure de sodium mais a été atténuée avec du glucose. Pour les souches EHEC (O157: H7, O26: H11, O111: HNM), la différence dans le taux d'inactivation due au vinaigre parmi les souches utilisées était faible, bien qu'une souche entéro-pathogène *E. coli* (EPEC) O111: K58: H- soit plus sensible, tuée plus rapidement que les souches EHEC. Le taux d'inactivation dû au vinaigre était constant quelle que soit la taille de l'inoculum. Cependant, il différait considérablement selon la phase de croissance des cellules, où les cellules de la phase de croissance logarithmique étaient plus sensibles et plus facilement tuées que les cellules de la phase stationnaire. L'activité bactéricide du vinaigre augmente avec la température.

7.3. Activité antimicrobienne contre les maladies animales :

Plusieurs acides organiques présentant des propriétés bactéricides et légèrement virulicides sont utilisés comme désinfectants en santé animale et dans l'industrie

alimentaire. L'acide acétique peut réduire sensiblement les titres du virus de la fièvre aphteuse présent sur les surfaces contaminées ; on l'utilise pour combattre les bactéries dans les établissements de conditionnement de la viande (**Kahrs, 1995**).

Plusieurs acides organiques présentant des propriétés bactéricides et légèrement virulicides sont utilisés comme désinfectants en santé animale et dans l'industrie alimentaire. L'acide acétique peut réduire sensiblement les titres du virus de la fièvre aphteuse présent sur les surfaces contaminées ; on l'utilise pour combattre les bactéries dans les établissements de conditionnement de la viande [(**HINTON et al., 1985**) ; (**Kahrs, 1995**)].

7.4. Activité antimicrobienne contre les infections des plaies pseudomonales :

Selon **Sloss et al., (1993)**, L'acide acétique a été utilisé par voie topique à des concentrations comprises entre 0,5% et 5% pour éliminer *Pseudomonas aeruginosa* des brûlures ou des plaies des tissus mous de 16 patients. Des études in vitro ont indiqué la sensibilité de *P. aeruginosa* à l'acide acétique ; toutes les souches présentaient une concentration inhibitrice minimale de 2%. *P. aeruginosa* a été éliminée des plaies de 14 des 16 patients dans les deux semaines suivant le traitement. L'acide acétique s'est révélé être un agent peu coûteux et efficace pour éliminer *P. aeruginosa* des brûlures et des plaies des tissus mous.

D'après **Nagoba et al., (2008)**, il est établi que l'acide acétique à 3% est un agent topique non toxique, peu coûteux et efficace pour l'élimination efficace de *P. aeruginosa* du site d'infection superficielle. C'est la meilleure alternative lorsque l'infection est causée par de multiples souches résistantes aux antibiotiques et en cas de pénurie d'options thérapeutiques.

7.5. Activité antimicrobienne contre quelques bactéries Gram négatif:

En général, les bactéries à Gram négatif comme *Shigella sonnei*, *Salmonella spp*, *E. coli*, *P. aeruginosa* et *Yersinia enterocolitica* sont plus sensibles aux acides organiques (acide acétique, acide citrique) que les bactéries à Gram positif comme *S. aureus* et *L. monocytogenes*. Les parois cellulaires très réticulées des bactéries à Gram positif réduiraient la diffusion des acides organiques dans la cellule et limiteraient ainsi leur action antimicrobienne (**Fong et al., 2011**).

Les propriétés antimicrobiennes du vinaigre et du jus de citron sont attribués respectivement à leur teneur en acide acétique et en acide citrique. On suppose que ces acides organiques traversent la membrane cellulaire des bactéries et que la libération de protons (H⁺) dans les cellules entraîne leur mort. Comme la croissance de nombreux organismes pathogènes est inhibée lorsque le pH du milieu est inférieur à 4,6, ces acides organiques, dont le pH est de 2 à 3, sont souvent ajoutés aux aliments comme conservateurs (**Fong *et al.*, 2011**).

MATÉRIEL ET MÉTHODES



Matériel et Méthodes

1. Matériel végétal :

Les échantillons de fruits ont été récoltés à partir de différents sites comme suit :

- ✓ Les fruits de la Figue de Barbarie (*Opuntia ficus-indica L*) ont été récoltés en mois de septembre 2019 dans la région de Djebarat de la wilaya de Saïda.
- ✓ Les fruits de Figue commune (*Ficus carica L*) ont été récoltés en mois de septembre 2019 dans la région d'Ain El Hadjar de la wilaya de Saïda.
- ✓ Les fruits de Grenade (*Punica granatum*) ont été récoltés en mois d'octobre 2019 dans la wilaya d'El Bayadh.
- ✓ Les fruits de Coing (*Cydonia oblonga Miller*) ont été récoltés en mois d'octobre 2019 au niveau du site universitaire d'Ain El Hadjar de la wilaya de Saïda.



Figure 05 : Fruits récoltés.

FB : Figue de Barbarie ; **FC:** Figue Commune ; **Gr :** Grenade ; **Co :** Coing.

2. Matériel biologique :

La fabrication du vinaigre est un processus à double fermentation nécessitant les microorganismes (*saccharomyces cerevisiae et acéobacter aceti*) comme starter. Ces microorganismes peuvent être présents dans la nature (fruits, air, vin...). Pour amorcer le processus de fermentation on s'est basé principalement sur la microflore supposée être déjà présente naturellement sur les fruits utilisés comme substrats pour la fermentation.

3. Procédure de fermentation :

Dans cette étude on a opté pour une fermentation de type traditionnelle, les étapes qui suivent ont été subjectivement choisies :

- ✓ **Figue de Barbarie:** le triage et le lavage à l'eau de robinet, les fruits ont été épluchés et broyés. Le broyat obtenu a été réparti sur trois bouteilles en verre, les orifices des deux premières bouteilles ont été couverts à l'aide d'une compresse pour empêcher le dépôt d'insectes et favoriser la présence d'oxygène ; un ballon en plastique vide a été placé sur l'orifice de la troisième bouteille pour contrôler le déroulement de la fermentation à travers le gaz de dioxyde de carbone éliminé dans le milieu.
- ✓ **Figue commune:** Après le triage et le lavage, les fruits ont été divisés en deux lots :
 - lot1 : fruits découpés en petits morceaux.
 - lot2 : fruits entiers.

Ces fruits ont été répartis sur des bouteilles en verre, à raison de deux bouteilles par lot. L'une scellée par un bouchon en plastique et l'autre débouchée sur un ballon en plastique vide.

- ✓ **Grenade :** Après le triage et le lavage, les fruits ont été épluchés puis les graines ont été séparées et mises dans deux bouteilles en verre, l'une fermée par un bouchon en plastique et l'autre débouchée sur un ballon en plastique vide.
- ✓ **Coing :** Après le triage et le lavage, les fruits ont été découpés en petits morceaux puis mis dans deux bouteilles en verre, l'une fermée par un bouchon en plastique et l'autre débouchée sur un ballon en plastique vide.

Toutes les bouteilles contenant les fruits servant de substrats pour la fermentation ont été maintenues à l'abri de la lumière à température ambiante pendant un temps prolongé. Les bouteilles ont été visuellement examinées tout au long du processus de fermentation.

4. Séparation du vinaigre:

Pour chaque échantillon de fruit, la solution liquide formée dans le substrat au bout d'une double fermentation (alcoolique puis acétique), a été récupérée et répartie sur quatre flacons en verre. Cette solution acide ayant une forte odeur aigre correspond au vinaigre.

Pour chaque type de vinaigre, la moitié de la quantité obtenue a été soumise à une double centrifugation pendant 10 min à 3500 rpm pour éliminer les impuretés et obtenir un vinaigre limpide ; l'autre moitié trouble a été maintenue telle qu'elle est.

Ces vinaigres ont été conservés à 4°C et à l'abri de la lumière jusqu'à utilisation ultérieure.

5. Analyses organoleptiques :

Tous les vinaigres obtenus ont été soumis aux tests organoleptiques. Ces analyses ont porté sur le goût, la couleur, l'aspect et l'odeur.

6. Analyses microbiologiques:

La production du vinaigre nécessite l'approvisionnement en souches capables de réaliser la fermentation alcoolique (levures) et la fermentation acétique (bactéries acétiques) (Ejemni et Mejri, 2006).

L'objectif de cette partie expérimentale était l'isolement et l'identification des souches de levures et bactéries acétiques à partir de ces vinaigres traditionnellement fabriqués.

6.1. Isolement des levures:

La technique d'isolement consiste à prélever 0,2 ml du vinaigre (solution mère) et 0,1 ml des dilutions (10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3}) à l'aide d'une pipette Pasteur pour ensemercer en surface par râseau un milieu Sabouraud coulé dans une boîte de Pétri. Les boîtes sont incubées à 30 °C, pendant 48 heures (**Figure 6**).

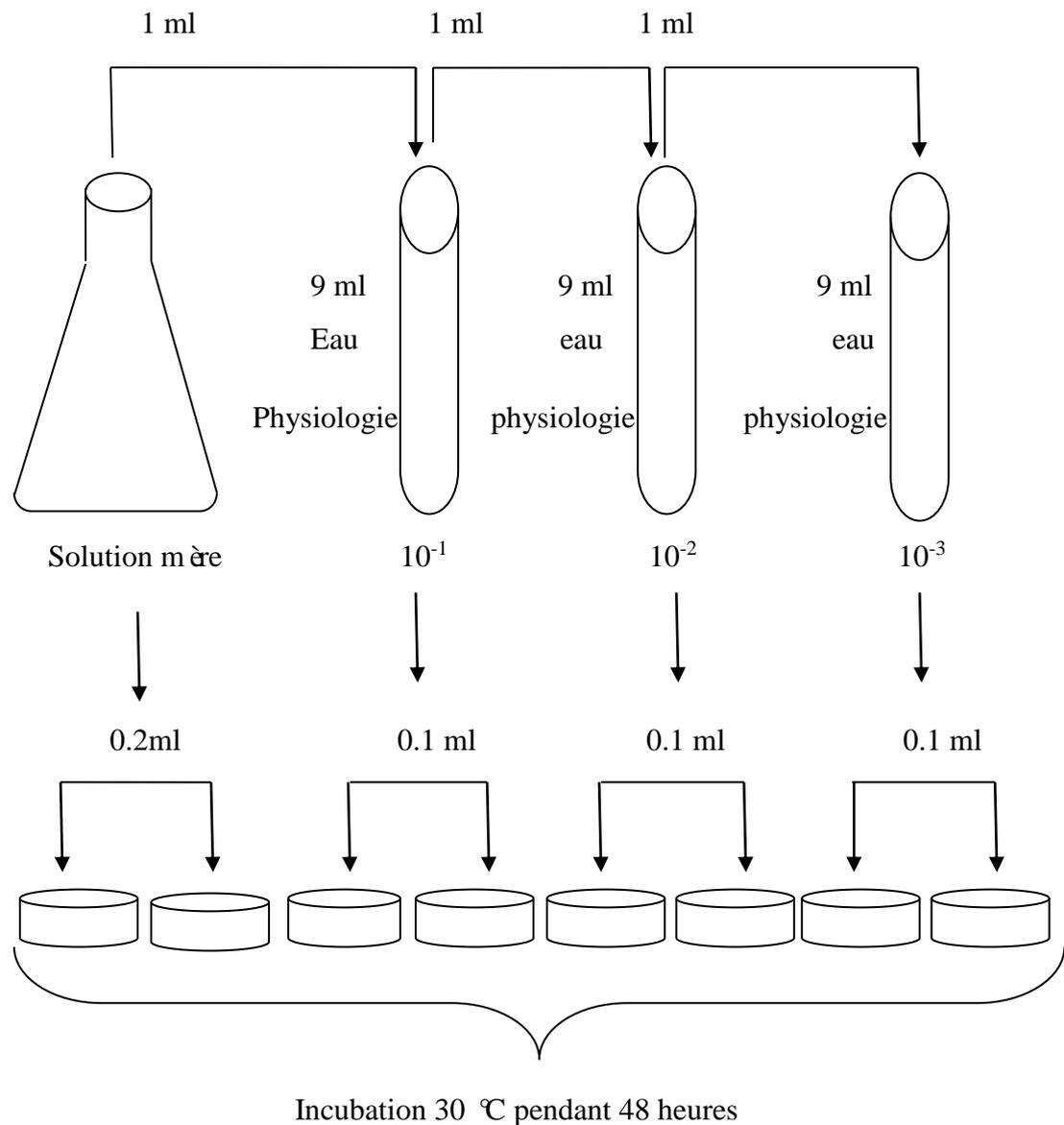


Figure 6: l'isolement des levures.

Des levures a été fait par l'isolement successifs sur milieu Sabouraud, les colonies isolés ont été ensemencés en stries à la surface de milieu Sabouraud, en fin sont incubé à 30 °C pendant 48h.

Les colonies de levures soupçonnées ont été purifiées par encensemencements en stries successifs sur milieu Sabouraud. Les souches purifiées ont été repiquées sur milieux solides en tubes inclinés puis conservées à 4 °C pour être identifiées ultérieurement.

6.2. Identification des levures :

L'identification des levures fait appel à des caractères cultureux et morphologiques, à la sexualité et à des critères physiologiques [(Guiraud et Galzy, 1980) ; (Bacha, 2008)].

Dans cette étude on s'est basé seulement sur les caractéristiques morphologiques.

Ces caractères sont étudiés par examens microscopiques qui sont effectués sur les cultures ayant permis l'étude des caractères cultureux. Les examens ont lieu à partir du milieu liquide et du milieu solide au bout de 3 jours et de 1 mois (Bacha, 2008).

L'observation microscopique à l'état frais se fait à grossissement x10 puis x40. L'étude microscopique permet de définir la forme, l'arrangement et le mode de divisions des cellules ainsi que de mesurer leur taille [(Guiraud et Galzy, 1980) ; (Bacha, 2008)].

L'observation microscopique des lames colorées au bleu de méthylène se fait à grossissement x100 avec huile d'immersion.

La reproduction végétative peut se faire par bourgeonnement ou scissiparité ou quelque fois combinaison des deux [(Bouix et Leveau, 1993) ; (Bacha, 2008)]. Certaines levures se reproduisent végétativement par scissiparité. Il y a formation d'un septum sans aucune construction de la paroi de la cellule. Quand le processus est terminé les cellules filles peuvent se séparer (Bacha, 2008).

6.3. Isolement et purification des bactéries acétiques :

La technique d'isolement consiste à prélever 0.2 ml de solution mère et 0.1 ml de la dilution (10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3}) à l'aide d'une pipette pasteur pour ensemercer en surface par râseau sur un milieu Frateur coulé dans une boîte de Pétri. Les boîtes sont incubées à 30 °C pendant 48 heures.

Pour assurer la pureté de souches isolées, on fait des isolements successifs sur milieu Frateur et incubé à 30 °C pendant 48 heures.

Pour conservé les souches isolées, on ensemencées les colonies issues des derniers isolement sur des tubes inclinés contenant milieu Frateur, après l'incubation à 30 °C pendant 48 heures on à conserve à 04 °C.

6.4. Pré-identification des bactéries acétiques:

L'identification des souches pures des bactéries acétiques, fait appel à des caractères cultureux, morphologique et physiologiques. Elle se fait en réalisant une galerie de tests biochimiques [(Aboulala, 2008) ; (Frouhat et Drid, 2017)].

6.4.1. Etudes des caractères culturels :

Il s'agit de noter l'aspect des cultures en milieu solide gélosé de Frateur [(Tekkouk, 1997) ; (Frouhat et Drid, 2017)]. On notera la forme, la couleur, la taille et l'aspect des colonies [(Aboulala, 2008) ; (Frouhat et Drid, 2017)].

6.4.2. Etudes des caractères morphologiques :

Cette étude s'effectue par examen microscopique. Elle permet d'observer la morphologie des cellules, leur taille, le mode de multiplication, leur mode de groupement et des caractères structuraux (mobilité) [(Guiraud, 2003) ; (Bachi et Bensayah, 2017)].

Cette étude comprend des examens microscopiques à l'état frais, puis des examens microscopiques après coloration sur frottis fixés (coloration de gram) [(Guiraud, 2012) ; (Frouhat et Drid, 2017)].

6.4.2.1. Aspect microscopiques :

Elles sont effectuées sur des lames de verre ordinaire (76×26×1,2 mm) propre, on utilise des lamelles couvrir-objets très fines. Les préparations microscopiques utilisées sont de deux types: Etat frais et frottis [(Aboulala, 2008) ; (Frouhat et Drid, 2017)].

6.4.2.2. Etat frais :

Une goutte de suspension bactérienne est déposée au centre de la lame, propre puis on dispose la lamelle sur l'échantillon de façon que la lamelle forme un angle égal à 45 °C pour éviter la formation des bulles d'air. Observer avec une goutte d'huile à immersion avec un grossissement (Gr x10 ou Gr x40) [(Guiraud, 2012) ; (Frouhat et Drid, 2017)].

6.4.2.3. Frottis :

La réalisation du frottis nécessite d'avoir un frottis fixé (la cellule est morte), soit par de l'alcool durant 5 minutes et rinçage à l'eau ou plus classiquement en effectuant une fixation simple à l'eau et à la flamme (Bachi et Bensayah, 2017).

Pour cette étape, sur une lame on dépose une goutte d'eau stérile, puis ajouter à l'aide d'une anse de platine stérilisée une goutte des colonies isolées qu'il faut étaler et fixer à la chaleur à environ 40 °C pendant 10 à 15 minutes [(Guiraud, 2003) ; (Bachi et Bensayah, 2017)].

6.4.2.4. Coloration de Gram :

C'est la coloration de Gram. Les différentes étapes de cette coloration consistent :

- ✓ Coloration par le violet de gentiane, en laissant agir durant 30 secondes à 1 minute.

- ✓ Rincer à l'eau déminéralisée.
- ✓ Recouvrir les lames par le lugol et laisser agir 20 secondes.
- ✓ Rincer à l'eau déminéralisée.
- ✓ On peut réaliser une deuxième fois l'opération identiquement pour plus de sécurité.
- ✓ Décoloration (rapide) à l'alcool : verser quelques gouttes d'alcool ou un mélange alcool-acétone sur la lame inclinée obliquement, et surveiller la décoloration (5 à 10 secondes).
- ✓ Rincer sous un filet d'eau déminéralisée ; Le filet d'eau doit être clair à la fin de la décoloration.
- ✓ Recoloration à la fuchsine, il faut laisser agir de 30 secondes à 1 minute.
- ✓ Laver doucement à l'eau déminéralisée.
- ✓ Sécher la lame à l'air libre.
- ✓ Observer avec une goutte d'huile à immersion objective 100 (grossissement x100) [(Guiraud, 2012) ; (Frouhat et Drid, 2017)].

6.4.3. Etudes des caractères biochimiques:

Les tests physiologiques et biochimiques sont portés sur :

6.4.3.1. Test de pouvoir suroxydant :

Le pouvoir suroxydant est mis en évidence sur milieu de Carr. Le virage au jaune du vert de bromocrésol pour le genre *Gluconbacter*, et le virage au jaune puis réversion au bleu-vert du vert de bromocrésol pour le genre *Acetobacter* [(Guiraud, 2012) ; (Frouhat et Drid, 2017)].

6.4.3.2. Test de catalase :

La catalase permet la dégradation de l'eau oxygénée qui résulte de l'oxydation, par l'oxygène de l'air. Une goutte d'eau oxygénée est placée sur une lame et un peu de culture en milieu solide y est répartie, un dégagement gazeux abondant sous forme de mousse ou de bulles traduit la décomposition de l'eau oxygénée sous l'action de la catalase selon la réaction suivante : $H_2O_2 \longrightarrow H_2O + \frac{1}{2} O_2$ [(Guiraud, 1998) ; (Bachi et Bensayah, 2017)].

S'il y a formation de bulle d'air, la bactérie possède la catalase dont catalase positive (cat+), au cas contraire c'est-à-dire pas formation de bulle observables, la bactérie ne possède pas l'enzyme donc elle est catalase négative (cat-) [(Guiraud, 2003) ; (Bachi et Bensayah, 2017)].

6.4.3.3. Culture en présence d'ammonium comme seule source d'azote et de 3% d'éthanol :

La culture se réalise en utilisant le milieu liquide de Hoyer-Frateur. L'incubation se fait avec une faible quantité de bactéries, trois gouttes de suspension bactériennes. Le milieu est incubé à 30 °C, pendant une période allant de 2 à 14 jours. Le développement est comparé à celui d'un milieu témoin sans ammonium [(Guiraud, 2012) ; (Frouhat et Drid, 2017)]. Le développement est traduit par la turbidité (Tekkouk, 1997) ; (Frouhat et Drid, 2017)].

6.4.3.4. Pouvoir cétonique:

Certaines bactéries acétiques peuvent transformer le glycérol en dihydroxyacétone, qui peut être mise en évidence par la liqueur de Fehling. Un milieu gélifié au glycérol est coulé en boîte de pétri etensemencé. Après 48 heures d'incubation à 30° C, la surface du milieu est recouverte de liqueur Fehling. Un halo d'oxyde de cuivre rouge se développe autour des colonies à pouvoir cétonique [(Guiraud, 2012) ; (Frouhat et Drid, 2017)].

6.4.3.5. Formation d'acide gluconique à partir du glucose :

Le test de formation d'acide céto-gluconique à partir de glucose par des bactéries acétiques se réalise en utilisant le milieu de Haynes. Après l'ensemencement des souches dans les tubes qui contiennent le milieu, on les incube à une température de 30 °C pendant 48 heures. La révélation se fait à l'aide du réactif de Bénédict avec 10 minutes de chauffage au bain-Marie à 100 °C. Il apparaît un précipité rouge orangé [(Guiraud, 2012) ; (Frouhat et Drid, 2017)].

6.4.3.6. Formation d'acide céto-gluconique:

Le test de formation d'acide céto-gluconique à partir de glucose par des bactéries acétiques se réalise en utilisant le milieu de Haynes. Après l'ensemencement des souches dans les tubes, on les incube à une température de 30 °C pendant 48 heures. La révélation se fait à l'aide du réactif de Bénédict avec 10 minutes de chauffage au bain-Marie à 100 °C. Il apparaît un précipité rouge orangé [(Guiraud, 2003) ; (Bachi et Bensayah, 2017)].

6.4.3.7. Présence d'un pigment sur le milieu d'isolement:

Certaines souches de bactéries acétiques possèdent un pigment rose ou brun. Pour mettre en évidence cette pigmentation on utilise un milieu glucose carbonate solide ; les souches sont ensemencées et incubées à 30 °C, pendant 48 heures. On note la présence ou l'absence de pigmentation [(Guiraud, 2003) ; (Bachi et Bensayah, 2017)].

6.4.3.8. Production de cellulose :

Elle est mise en évidence sur le bouillon pour bactéries acétiques est incubé à une température de 30° C pendant 48 heures. Il y a une formation d'une pellicule à la surface du milieu, est prélevée et placée dans une capsule ou sur une lame et recouvert de réactif iodé (lugol), puis l'acide sulfurique à 60%. Le développement d'une couleur bleue signifie une production de cellulose [(Guiraud, 2012) ; (Frouhat et Drid, 2017)].

RÉSULTATS ET DISCUSSION

Résultats et Discussion

1. Fabrication traditionnelle de vinaigre par voie microbienne:

L'objectif de cette partie expérimentale était la fabrication de quatre types de vinaigres traditionnels en utilisant quatre substrats différents. Les substrats utilisés comme milieux de culture étaient les fruits suivants : figue de Barbarie, figue commune, grenade et coing.

La transformation de ces fruits en vinaigre a été faite par fermentation immergée, de type discontinu, en se servant de la microflore déjà présente naturellement dans ces fruits.

Le **tableau 11** représente les données chronologiques du procédé de fermentation traditionnelle des quatre types de vinaigres de fruits produits:

Tableau 11 : Durée de fermentation traditionnel des quatre types de vinaigres de fruits.

Type de vinaigre	début de fermentation	fin de fermentation	Durée de fermentation
vinaigre de figue de Barbarie (<i>Opuntia ficus-indica L</i>)	26/09/2019	23/10/2019	27 jours
vinaigre de figue commune (<i>Ficus carica L</i>)	30/09/2019	6/11/2019	36 jours
vinaigre de grenade (<i>Punica granatum L</i>)	29/10/2019	29/01/2020	90 jours
vinaigre de coing (<i>Cydonia oblonga Miller</i>)	29/10/2019	29/01/2020	90 jours

Il ressort du **tableau 11** que les 04 types de fruits présentent des durées de fermentation différentes, on remarque que les vinaigres de figue de Barbarie et figue

commune se forment plus rapidement par rapport aux vinaigres produits par le coing et la grenade.

Cette différence peut être due à plusieurs facteurs, notamment la température, la composition chimique et microbiologique du fruit et la quantité d'eau dans le fruit.

Au cours de la fermentation (**Figure 7**) on observe un léger gonflement du ballon placé à l'orifice de la bouteille. Ce gonflement est dû à la transformation du sucre, contenu dans le fruit, en alcool avec dégagement de gaz CO₂ et formation de liquide au fond des bouteilles, C'est la **fermentation alcoolique**. Cette étape nécessite principalement la présence de *Saccharomyces cerevisiae* responsable de la conversion du glucose et fructose en éthanol et en dioxyde de carbone.

Au fur et à mesure que le procédé de fermentation alcoolique progresse, le CO₂ se dégage et s'accumule dans le ballon. L'éthanol se forme dans le substrat, en présence d'oxygène, les bactéries acétiques prennent le relais, cet éthanol est alors transformé en acide acétique.

Le CO₂ commence à s'épuiser progressivement et le ballon se dégonfle (**Figure 8**). Le dégonflement complet du ballon nous a servi comme indicateur pour récupérer le liquide formé au bout de la fermentation.

La fermentation dans le cas des vinaigrieres traditionnelles est un processus combiné, en même temps il y a production d'alcool et oxydation de celui-ci en acide acétique. C'est un ensemble de réactions dont plusieurs souches microbiennes interviennent. Parfois, les conditions de fermentation en vinaigrierie traditionnelle telle qu'une anaérobiose, diminue le pouvoir fermentaire des *acéobacters* [(Ould EL-Hadj *et al.*, 2001) ; (Abaidi et Otmani, 2017)].



Figure 7 : fermentation traditionnelle de la figue de Barbarie (FB), figue Commune (FC), grenade (Gr) et le coing (Co).



Figure 8: fin de la fermentation traditionnelle de la figue de Barbarie (FB), figue Commune (FC), grenade (Gr) et le coing (Co).

2. Resultats des analyses organoleptiques du vinaigre:

Le vinaigre de chacun des quatre fruits obtenu après une double fermentation microbienne a été divisé en deux parties, la première partie c'est le vinaigre non centrifugé donc non clarifié et la deuxième partie a subi une double centrifugation donc c'est le vinaigre clarifié. L'ensemble de ces vinaigres a été soumis à des analyses organoleptiques et physicochimiques.

Généralement, à l'opposition des vinaigres industriels, les vinaigres produits par voie traditionnelle ont souvent un aspect trouble car ayant un taux de solides solubles (TSS) plus important. Les vinaigres non clarifiés étaient troubles de couleur foncée (**figure 9**), après centrifugation ces vinaigres deviennent plus limpides (**figure 10**).

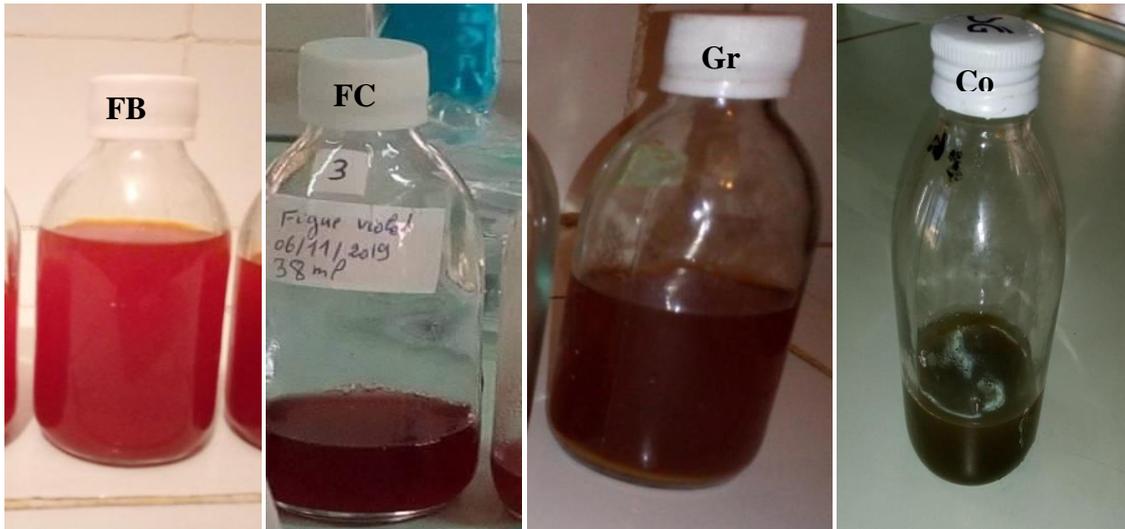


Figure 09 : vinaigres de fruit avant clarification.

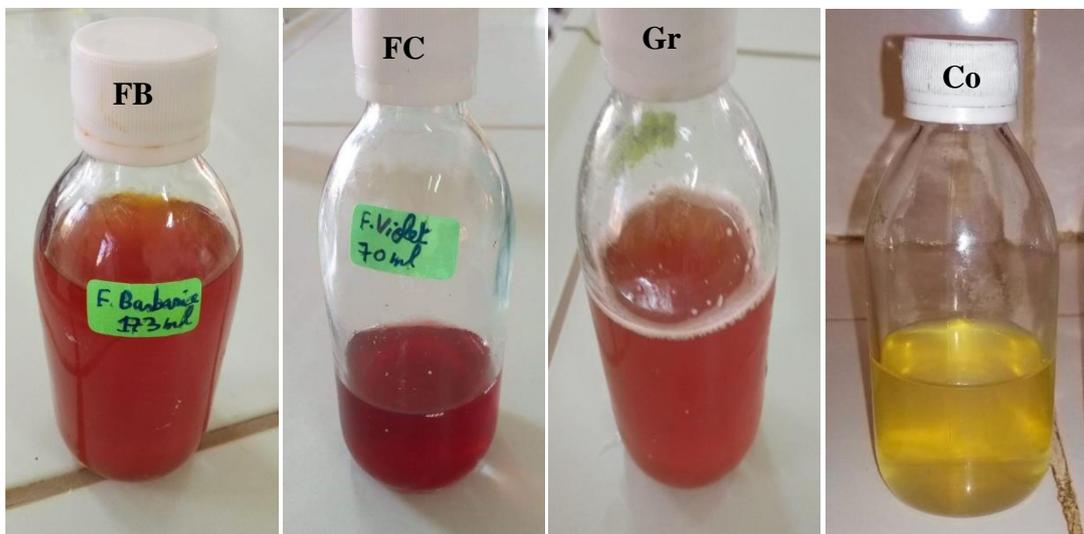


Figure 10: vinaigres de fruit après clarification.

FB : Figue de Barbarie ; FC : Figue Commune ; Gr : Grenade ; Co : Coing.

Le **tableau12** ci-dessous regroupe les résultats des examens organoleptiques des vinaigres obtenus dans cette étude:

Tableau12: Critères organoleptiques des vinaigres de fruit.

Vinaigres		Avant clarification	Après clarification
Couleur	FB	Rouge fonce.	Rouge mod éré
	FC	Rouge très Fonce	Rouge fonce mod éré

	Gr	Rouge très foncé	Rouge modéré
	Co	Jaune très foncé (Ton olive)	Jaune modéré
Gout	FB	Acide	Acide
	FC	Acide	Acide
	Gr	Acide	Acide
	Co	Acide	Acide
Aspect	FB	Trouble	Claire
	FC	Trouble	Claire
	Gr	Trouble	Claire
	Co	Trouble	Claire
Odeur	FB	Acétique	Acétique
	FC	Acétique	Acétique
	Gr	Acétique	Acétique
	Co	Acétique	Acétique

Après clarification des vinaigres, ces derniers changent de couleur tandis que le goût et l'odeur restent les mêmes.

Le changement de la couleur et de l'aspect après la clarification est dû à l'élimination des traces de bactéries acétiques, des levures, et les colloïdes présents dans le vinaigre [(Gullo *et al.*, 2006) ; (Ejemin et Mejri, 2006)].

Au cours de la conservation du vinaigre à l'abri de la lumière, une matière visqueuse s'est formée dans le liquide. Cette substance mucilagineuse est cohérente qui paraît glissante et gonflée quand on la touche, reçu le nom de mère de vinaigre et qui détermine fermentation acide ou acétique

3. Résultat d'isolement et purification des levures:

La **Figure 11** représente l'aspect macroscopique des colonies des levures des différents types de vinaigres de fruits (figue de Barbarie, figue violet, coing, grenade) ensemencés sur milieu sabouraud, après 72 heures d'incubation à 30 °C.

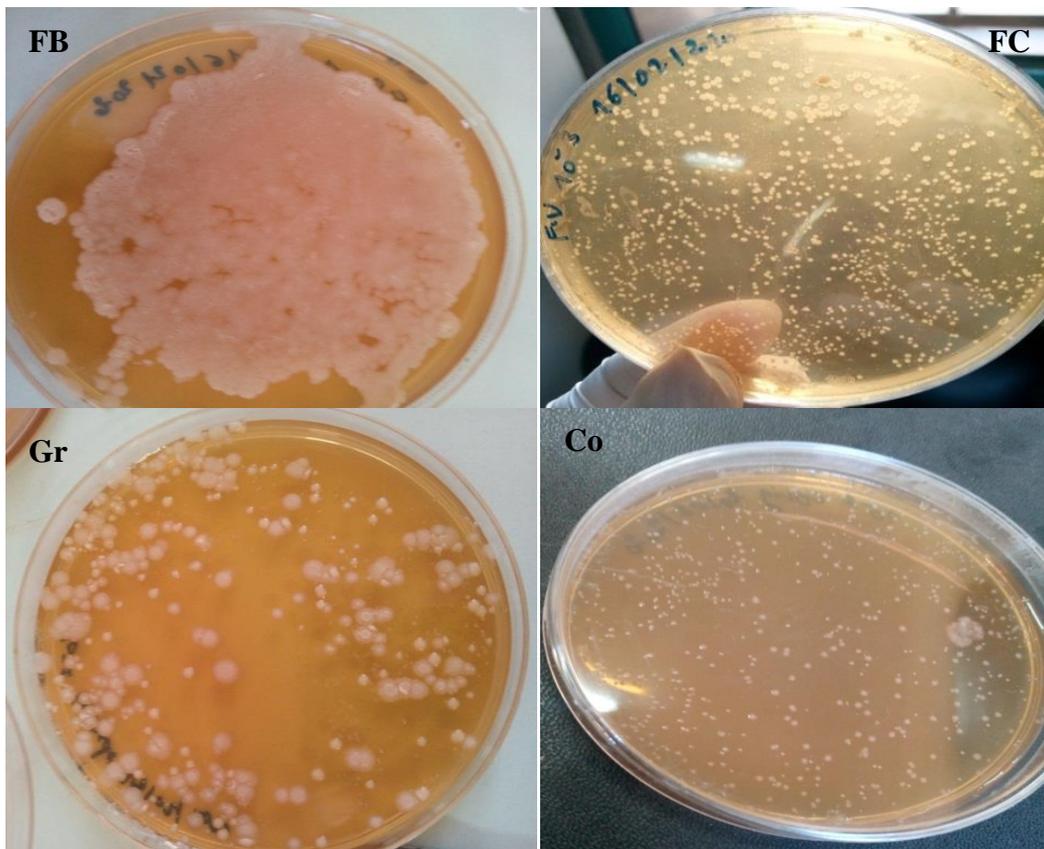


Figure 11 : Aspect macroscopique des colonies levuriennes isolées de différents types de vinaigres de fruit.

FB : Figue de Barbarie ; **FC** : Figue Commune ; **Gr** : Grenade ; **Co** : Coing.

Les caractéristiques morphologiques de différentes colonies des levures isolées, ont été notées dans le **tableau 13**.

Tableau13 : les caractéristiques morphologiques de différentes colonies des levures isolées.

Type de vinaigre	Type de colonie
Vinaigre de figue de Barbarie	Colonie de grande taille, rugueuse, de couleur blanchâtre.
Vinaigre de figue Commune	Colonie de petite taille, lisse, de couleur blanchâtre.
Vinaigre de grenade	Colonie de grande taille, rugueuse, de couleur blanchâtre.
	Colonie de petite taille, lisse, de couleur blanchâtre.
Vinaigre de coing	Colonie de petite taille, lisse, de couleur blanchâtre.

Selon les résultats du **tableau 13** deux principaux types de colonies levuriennes apparaissent, il y'a des colonies de grande taille rugueuse de couleur blanchâtre, et des colonies de petite taille lisse de couleur blanchâtre.

Selon une étude réalisée par **Bouzegag. (2007)** sur les levures isolées à partir du vinaigre, les colonies levuriennes ont été classées en deux catégories, celles issues du types 1 sont lisses présentant une couleur crème brunâtre. Celles du type 2 sont de forme rugueuse ayant une coloration jaunâtre.

, les propriétés morphologiques des colonies varient avec les espèces de levures, mais aussi peuvent intervenir les conditions de culture (température, pH, milieu....) [(**Bouzegag, 2007**) ; (**Guiraud et Galzi, 1980**)]. De même pour **Leclerc et al., (1983)** Les colonies rugueuses sont formées par les levures ayant séjournées longtemps dans les milieux de culture ou isolées après plusieurs passages en cultures ou par les levures traditionnelles domiciliaires des ateliers de fermentation.

Les résultats de la purification des souches isolées sont montrés dans la **figure 12** suivant:

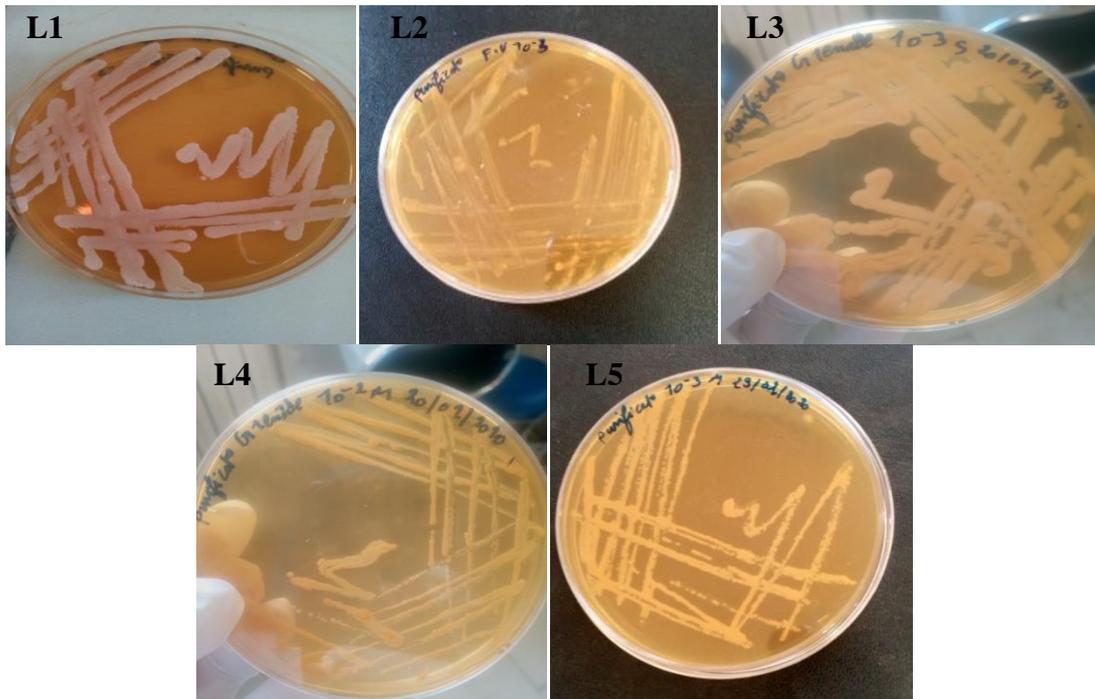


Figure 12: la purification des souches de levures.

L1: souche de levure de Figue de Barbarie (Colonie de grande taille, rugueuse, de couleur blanchâtre).

L2 : souche de levure de Figue Commune (Colonie de petite taille, lisse, de couleur blanchâtre).

L3 : souche de levure de grenade (Colonie de petite taille, lisse, de couleur blanchâtre).

L4 : souche de levure de grenade (Colonie de grande taille, rugueuse, de couleur blanchâtre).

L5 : souche de levure de coing (Colonie de petite taille, lisse, de couleur blanchâtre).

4. Résultat d'identification des levures :

L'examen microscopique des levures isolées à l'état frais au grossissement (40XG) et après coloration par bleue de méthylène au grossissement (100XG) sont montrés dans la **Figure13**et **14** suivant :

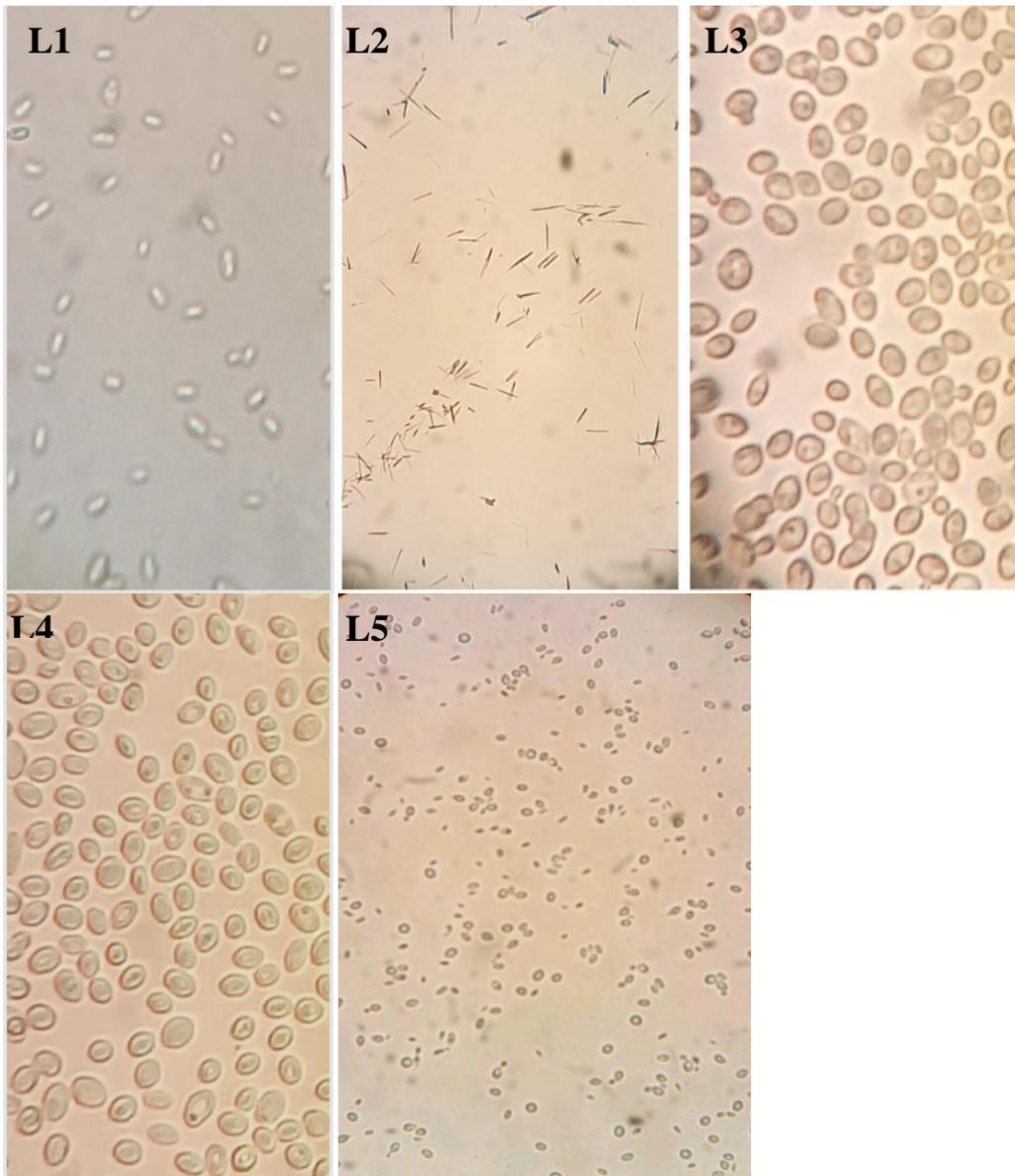


Figure 13 : observation microscopique a l' état frais de levures isol ées. Grossissement x40.

L1 : souche de levure de Figue de Barbarie (Colonie de grande taille, rugueuse, de couleur blanchâtre).

L2 : souche de levure de Figue Commune (Colonie de petite taille, lisse, de couleur blanchâtre).

L3 : souche de levure de grenade (Colonie de petite taille, lisse, de couleur blanchâtre).

L4 : souche de levure de grenade (Colonie de grande taille, rugueuse, de couleur blanchâtre).

L5 : souche de levure de coing (Colonie de petite taille, lisse, de couleur blanchâtre).

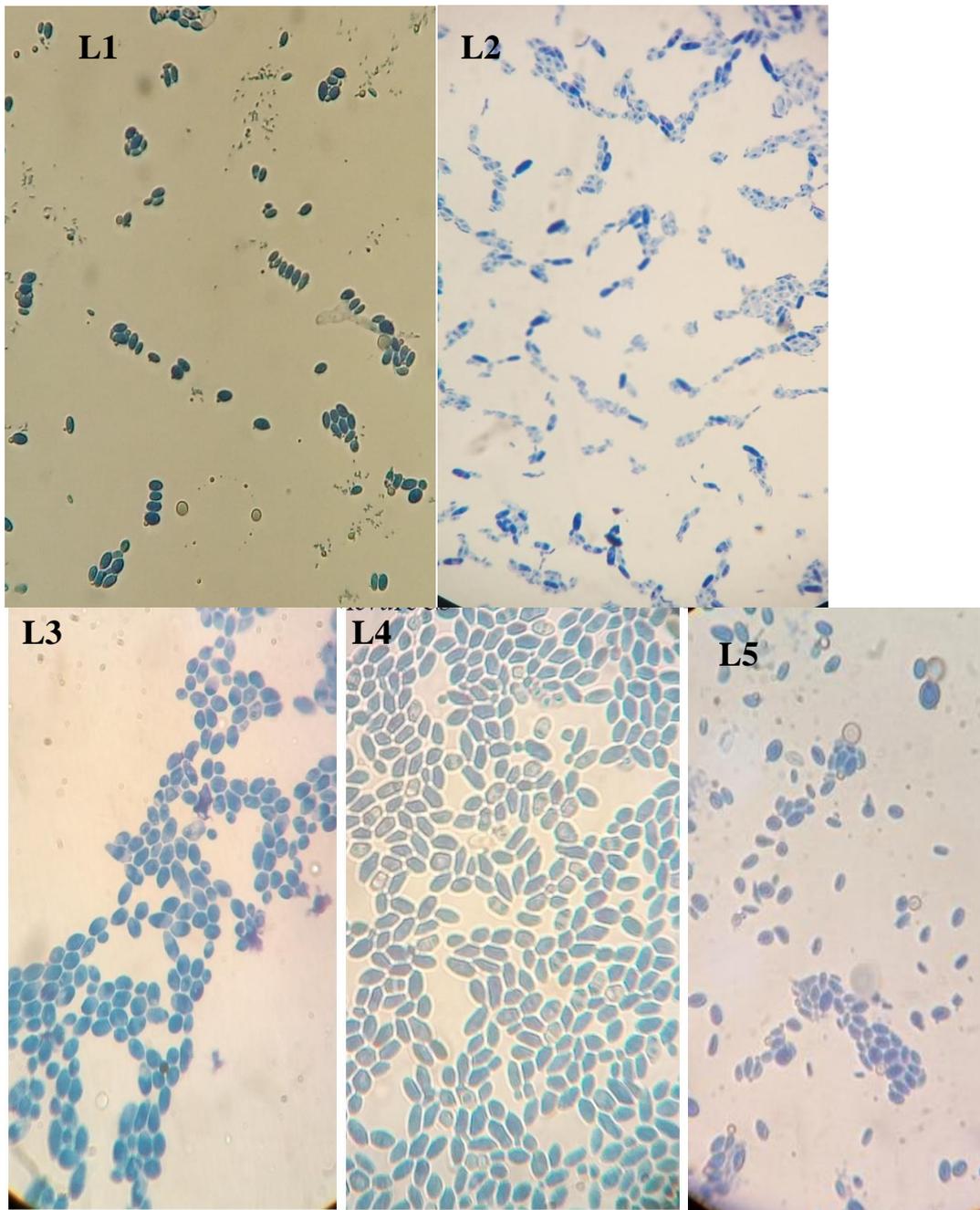


Figure 14 : observation microscopique après coloration au bleu de méthylène de levures isolés. Grossissement x100

L'examen microscopique des souches de levures isolées, nous a permis d'observer des formes ovoïdes. Groupées en amas, mais aussi en chaînette ou en paires sous forme de bourgeonnement.

L'observation au microscope des lames colorées au bleu de méthylène nous a permis de définir les formes : sphériques, ovoïdes, allongées, cylindriques, en forme de citron ou triangulaire (**Larpent, 1991**) ; (**Bacha, 2008**).

5. Résultats d'isolement et purification des colonies des bactéries acétiques :

Les résultats d'isolement des bactéries acétiques à partir des échantillons des vinaigres traditionnels des fruits (Figue de Barbarie, Figue violet, coing, Grenade), se basent sur les critères culturels obtenus sur milieu Frateur, sont résumés dans le **tableau 14**.

Tableau 14 : les critères culturels des colonies obtenues après isolement sur milieu Frateur.

Colonies Echantillons	Forme	Couleur	Aspect	Taille
Vinaigre de Figue de Barbarie	Ronde régulière	Blanchâtre	Rugueuse	Petite
Vinaigre de Figue Commune	Ronde régulière	Brune	Lisse	Petite
	Ronde irrégulière	Blanchâtre	Lisse	Moyenne
	Ronde régulière	Orange	Lisse	Moyenne
	Ronde régulière	Blanchâtre	Lisse	Moyenne
Vinaigre de Grenade	Ronde régulière	Blanchâtre	Rugueuse	Petite
	Ronde irrégulière	Blanchâtre	Rugueuse	Petite
Vinaigre de Coing	Ronde régulière	Brune	Lisse	Petite

	Ronde irrégulière	Orange	Lisse	Moyenne
	Ronde irrégulière	Blanchâtre	Lisse	Moyenne
	Ronde régulière	Jaunâtre	Lisse	Petite

D'après les résultats des isolations des bactéries acétiques sur milieu Frateur, on observe que les colonies obtenues sont des différents critères culturels, ces critères ont varié pour les colonies d'un même type de vinaigre et entre les quatre types de vinaigre.

Les colonies obtenues présentent deux types de formes, ronde régulière et ronde irrégulière avec une taille varie entre petite et moyenne. Leur couleur varient entre blanchâtre, brune, orange et jaunâtre (**Figure 15**).

Selon **Bachi et Bensayeh (2017)**, À l'issue des résultats de culture des échantillons de vinaigre cultivar Hamraya N°1 et N°2 sur le milieu sélectif Frateur, des colonies avec différents critères culturels sont obtenues, ces critères ont varié pour les colonies d'un même échantillon et pour celles provenant des deux types d'échantillons.

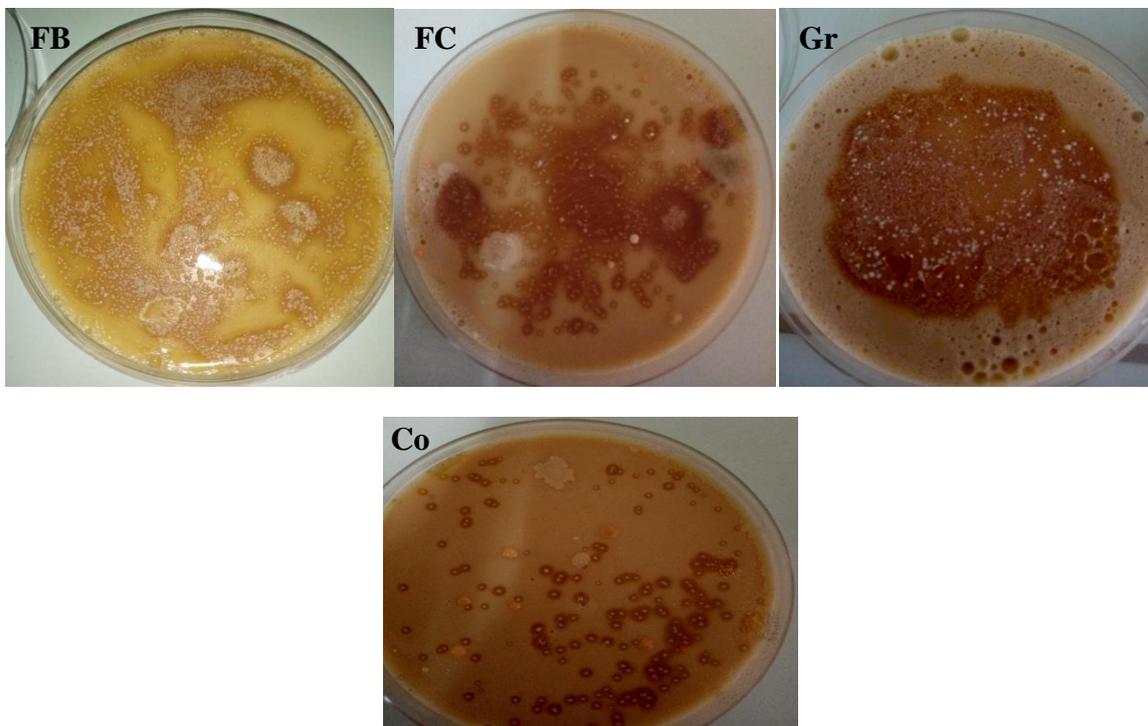


Figure 15 : Aspect macroscopique des bactéries obtenues après isolement sur milieu Frateur. **FB** : Figue de Barbarie ; **FC** : Figue Commune ; **Gr** : Grenade ; **Co** : Coing.

Pour assurer la pureté des colonies obtenues après isolement en fait des purifications successives sur milieu Frateur par la méthode de stries (**Figure 16**).

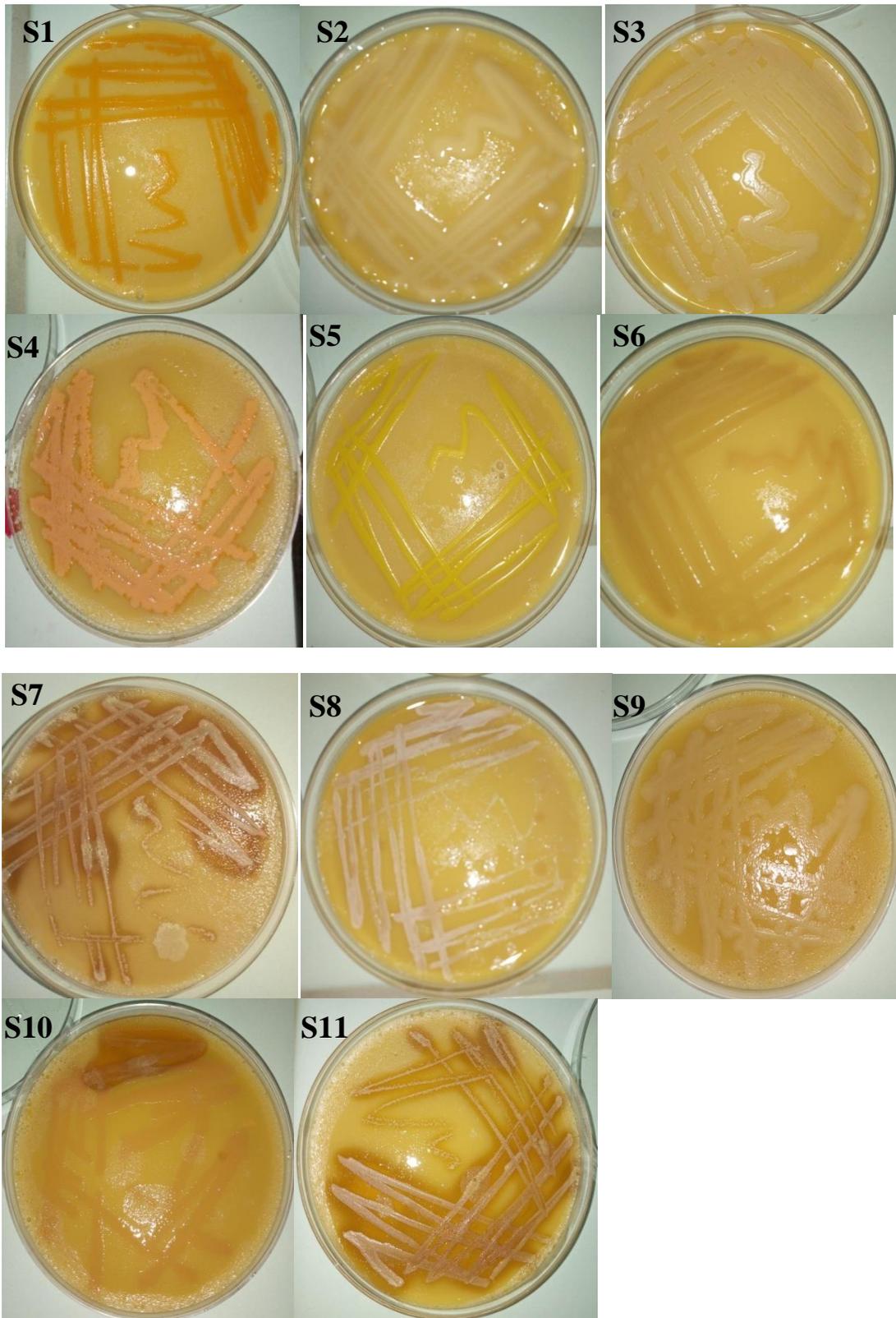


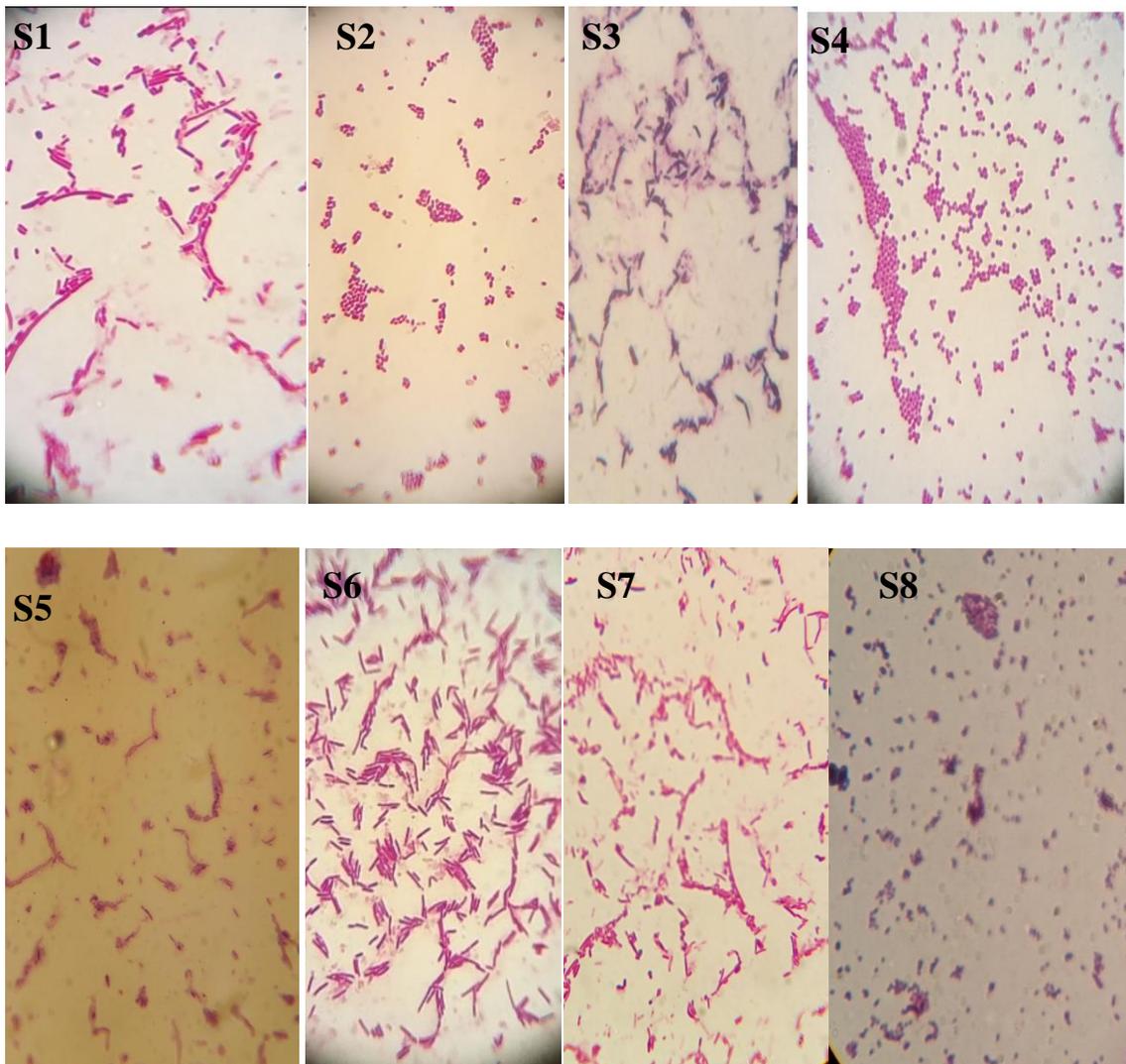
Figure 16 : Aspect des colonies des bactéries acétiques après purification sur milieu Frateur.

S1 : figue Commune (colonie orange), **S2** : figue Commune (colonie blanche régulier), **S3** : figue Commune (colonie blanche irrégulier) ; **S4** : coing (colonie orange), **S5** : coing (colonie jaune), **S6** : coing (colonie maron). **S7** : grenade (colonie blanche régulier), **S8** : grenade (colonie blanche irrégulier), **S9** : coing (colonie blanche), **S10** : figue Commune (colonie maron), **S11** : figue de Barbarie (colonie blanche régulier).

6. Résultats des examens microscopiques des colonies obtenues après isolement :

Selon l'observation microscopique à l'état frais, certaines souches sont mobiles et l'autre est immobile.

Suite à l'examen microscopique des souches isolées après coloration de Gram (**Figure 17**), on observe que les souches apparaissent en forme de bacille et coccobacille et certain souche sont de forme de coque,leur couleur et variable entre rose (gram négatif) et violette (gram positif) et le mode de regroupement sont isolé ou en chaîne et certain sont en amas.



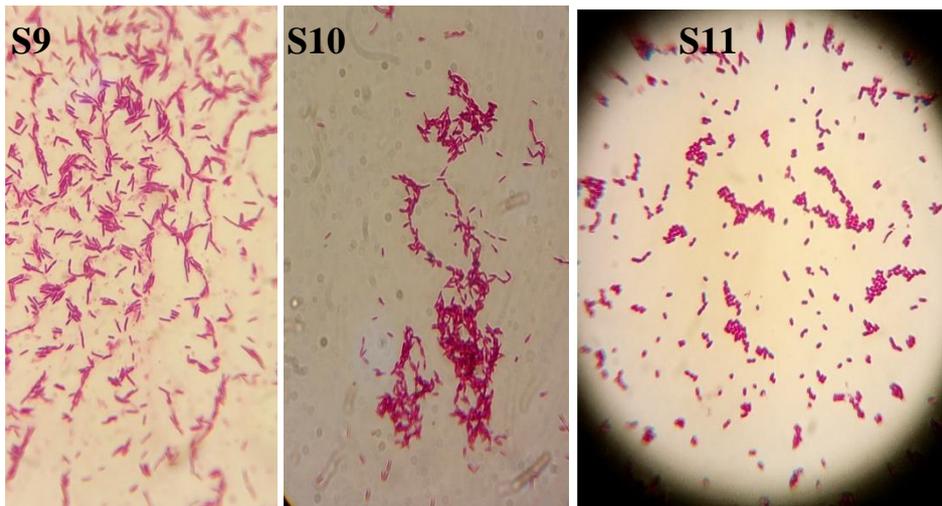


Figure 17: aspect microscopique des souches bactériennes isolées après coloration de gram grossissement (100XG).

Pour **Frouhat et Drid (2017)**, L'examen microscopique des souches à l'état frais, montre que les bactéries sont mobiles. Après coloration de Gram, les bactéries apparaissent sous microscope en forme de coccobacille de taille variable. Leur couleur rose indique que ce sont des Gram négatifs. Elles se regroupent en amas, en chaîne, isolées, ou en diplobacilles, ces résultats sont proches à nos résultats.

Les résultats obtenus après l'examen microscopique sont résumés dans le **tableau 15** suivant :

Tableau 15: Caractéristiques morphologiques des souches bactériennes isolées.

souche	couleur	Morphologie de la cellule	Mode de regroupement	Coloration de gram	La mobilité
S1	orange	Bacille	Isolées ou chainettes	Negative	immobile
S2	Blanchâtre régulier	cocci	Isolées ou chainettes ou en amas	Negative	mobile
S3	Blanchâtre irrégulier	bacille	Isolées ou chainettes	Positif	mobile
S4	orange	cocci	Isolées ou chainettes	Negative	immobile
S5	jaune	Bacille	Isolées ou chainettes	Negative	mobile
S6	brune	bacille	Isolées ou chainettes	Negative	immobile

S7	Blanchâtre régulier	bacille	Isolées ou chaînettes	Negative	immobile
S8	Blanchâtre irrégulier	cocci	Isolées ou en amas	Positif	immobile
S9	Blanche	bacille	Enchaînées	Negative	immobile
S10	brune	bacille	Isolées ou enchaînées	Negative	mobile
S11	blanche	cocobacille	Isolées ou en chaînettes	negative	mobile

7. Résultats de la pré-identification des bactéries acétiques :

7.1. Résultats de test suroxydons :

Selon la clé dichotomique proposée par Frateur, cette identification fait appel à des caractères culturels, morphologiques et physiologiques, et en réalisant une galerie de tests biochimiques (**Bachi et Bensayeh, 2017**).

Les résultats de la pré-identification des souches isolées à partir des échantillons des vinaigres des fruits (figue de Barbarie, figue Commune, grenade, coing), sont présentés dans le **tableau 16** suivant :

Tableau 16 : Résultats de pré-identification des souches isolées.

tests \ Souches	Souches										
	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11
Pouvoir suroxydants	-	-	-	-	+	-	+	+	-	-	-
Test de catalase	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Culture sur milieu Hoyer (NH₄)	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-
Pouvoir cétogène	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Formation d'acide gluconique	-	+	+	+	-	-	+	+	+	+	+

Formation d'acide cétogluconique	-	+	-	-	-	+	-	-	/	/	/
Test de pigmentation	+	+	-	+	-	+	-	-	-	-	-
Cellulose	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Les résultats de la pré-identification des souches isolées dans ces vinaigres sur milieu carr (**Figure 18**), montre que les souches (S5, S7, S8) ont un virage de vert de bromocrésol au jaune après incubation 48 heures, c'est-à-dire ces bactéries sont du genre *acétobacter*, ce genre a une capacité d'oxyder acide acétique en CO₂ et H₂O.

Et pour les autres souches (S1, S2, S3, S4, S6, S9, S10, S11), on n'observe aucun changement de couleur de milieu de carr, alors ces souches n'est pas des bactéries acétique des genre *acétobacter*.

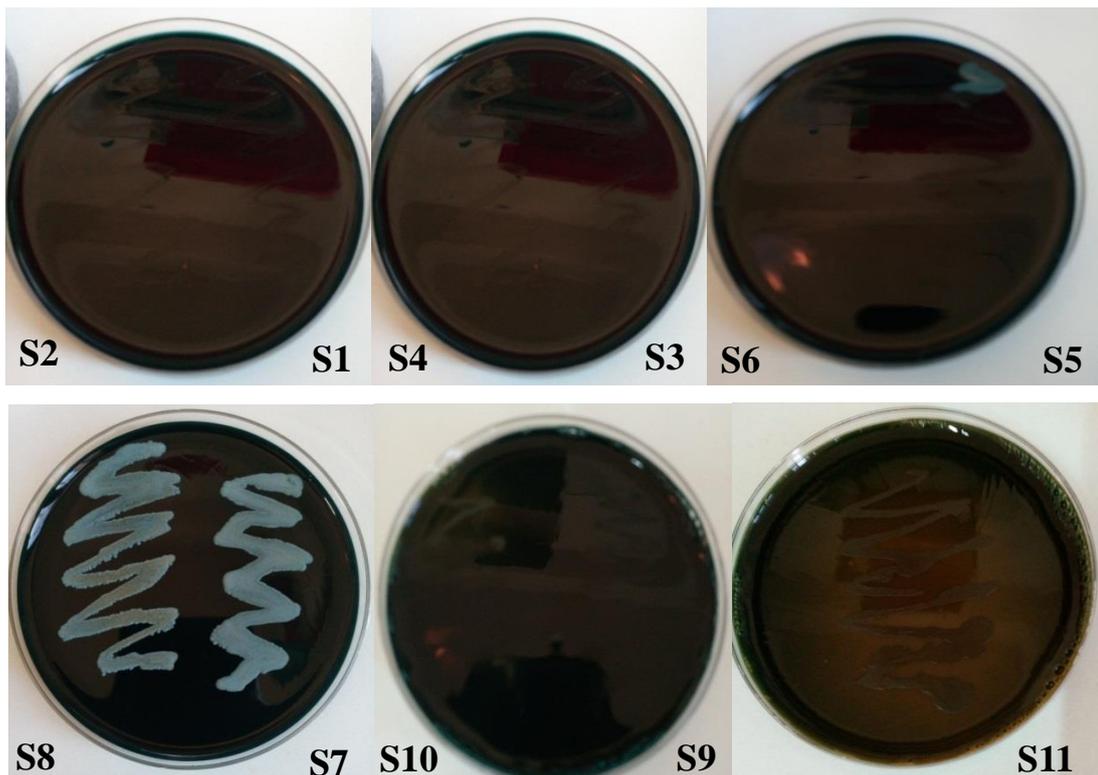


Figure 18 : Résultats du test de pouvoir suroxydant.

L'ensemencement des souches sur milieu Carr montre que les souches (S1, S2 et S3) ont un virage de vert de bromocrésol au jaune après 48h, c'est-à-dire que le milieu devient acide par l'oxydation d'éthanol en acide acétique, puis une réversion au bleu après

96 h, donc il y a une suroxydation d'acides acétique en CO₂ et H₂O. On ne conclue que ces souches sont des genres d'*Acétobacter* (Frouhat et Drid, 2017).

Selon **Bachi et Bensayeh (2017)**, Pour les deux souches 01 et 02, on remarque le virage de couleur au jaune après 24h puis la réversion au vert après 48 h. On conclue que ces souches semblent appartenir au genre *Acetobacter*.

7.2. Résultats de test de catalase :

Après la réalisation du test catalase, on n'observe que tous les souches isolés sont des catalase positif.

Pour **Frouhat et Drid (2017)**, Les réactions de la catalase pour les souches (S₁, S₂ et S₃) sont des positive.

La recherche de la catalase est un test fondamental pour l'identification des souches, après la réalisation du test catalase, nos souches d'*Acétobacter* sont de catalase positive (production d'O₂ et l'apparition de bulles) (**Bachi et Bensayah, 2017**).

7.3. Résultats de test Hoyer :

Les résultats de la culture sur milieu hoyer pendant 72h à 30 °C (**Figure 19**), montre que les souches (S₇ et S₈) sont des Hoyer+, ces souches sont capable de l'utilisation des ammoniacaux comme source d'azote.

Les autres souches (S₁, S₂, S₃, S₄, S₅, S₆, S₉, S₁₀, S₁₁) sont des hoyer – donc n'est pas capable de l'utilisation de ammoniacaux comme source d'azote.

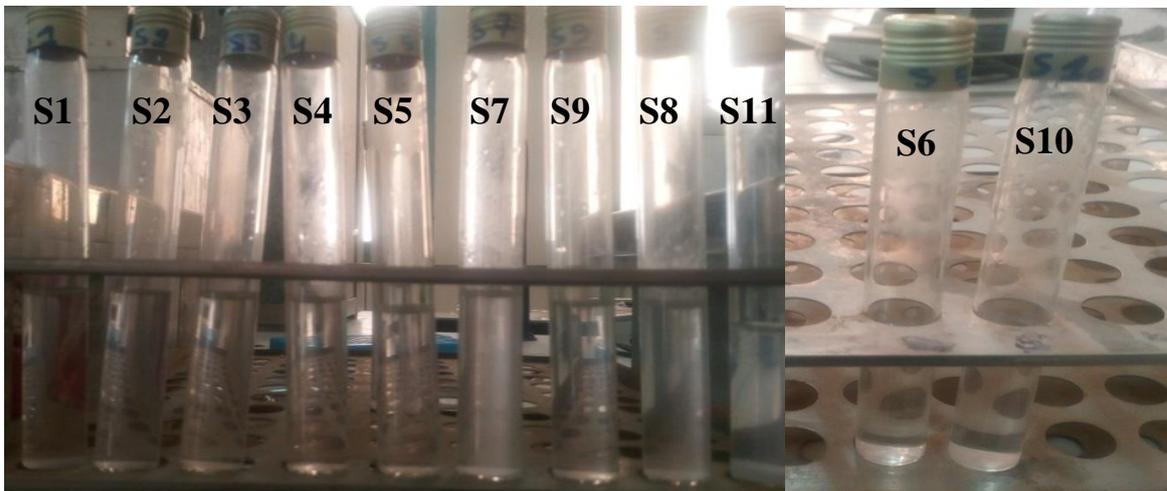


Figure 19 : Résultats de test de culture sur milieu Hoyer.

Selon **Bachi et Bensayeh (2017)**, Pour la culture sur milieu de Hoyer pendant 72h à 30°C, test de l'utilisation des sels ammoniacaux comme source d'azote les résultats montre que les deux souches sont de Hoyer+.

7.4. Résultats de pouvoir cétogène :

Les résultats de l'incubation des souches 48 heures pendant 30 °C sur milieu gélose au glycérol puis l'addition de liquide de fehling (**Figure 20**), on remarque aucune formation d'un halo rouge autour des colonies. Donc toutes ces souches ne possèdent pas de pouvoir cétogène.

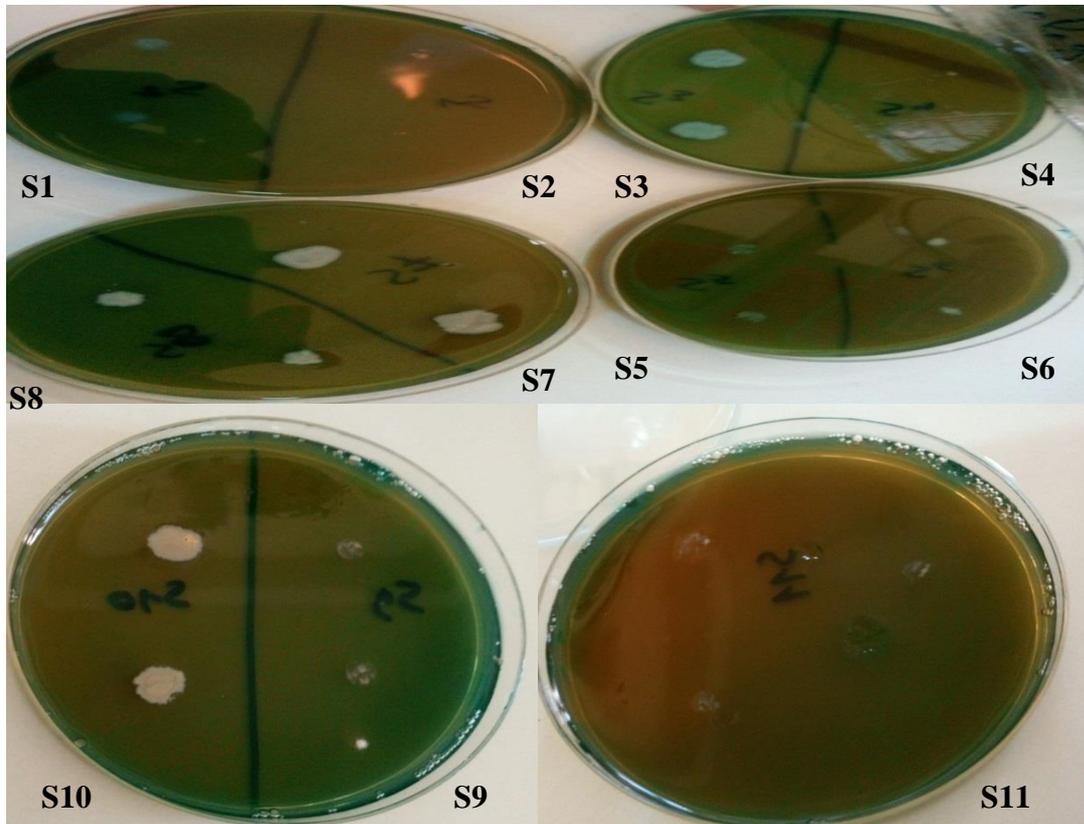


Figure 20 : Test de pouvoir cétogène.

7.5. Résultats de test de formation d'acide gluconique :

Après l'ensemencement des souches isolées sur milieu glucosé carbonaté et l'incubation 30 °C pendant 48 heures (**Figure 21**), on n'observe les zones claires apparaissent autour des colonies des souches (S2, S3, S4, S7, S8, S9, S10, S11) et n'apparaissent pas pour les souches (S1, S5, S6).

Bachi et Bensayeh (2017), la formation d'acide gluconique à partir de glucose. Après 48 h d'incubation des deux souches isolées ensemencées sur milieu glucosé carbonaté solide, les zones claires n'apparaissent pas autour des colonies, donc les deux souches ne prouvent pas produit l'acide gluconique.

Pour **Frouhat et Drid (2017)**, certains isolats d'*Acetobacter* du vinaigre traditionnel de dattes (Hamraya et D'chet Daglet-Nour) d'Ouargla, le test de formation

d'acide gluconique à partir du glucose sur milieu glucose carbonate de calcium donne un résultat négatif.

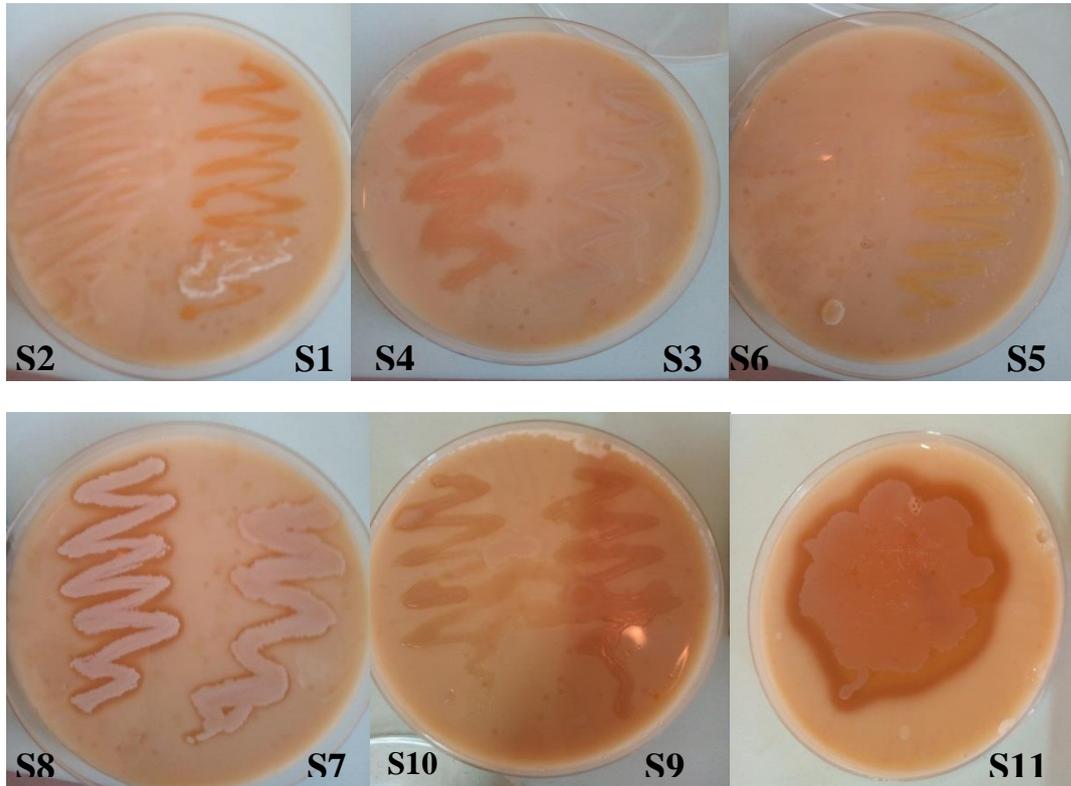


Figure 21 : Test de formation d'acide gluconique.

7.6. Test de formation d'acide céto-gluconique :

Les résultats de test de formation d'acide céto-gluconique (**Figure 22**), montre que les souches (S2 et S6) il y'a de capacité de formation d'acide céto-gluconique parce que nous n'observons un précipité rouge orangé par contre les autres souches nous n'observons pas un précipité rouge orangé il n'y'a pas de formation d'acide céto-gluconique.

Bachi et Bensayeh (2017), Le résultat de formation de l'acide céto-gluconique montre que les deux souches d'*Acétobacter* n'ont pas la capacité de produire cet acide car après l'ensemencement des souches dans les tubes, et incubation à une température de 30°C pendant 48 heures. La révélation à l'aide du réactif de Bénédict avec 10 minutes de chauffage au bain-Marie à 100°C nous n'observons pas un précipité rouge orangé.

Selon **Frouhat et Drid (2017)**, Les souches isolées sont ensemencées sur milieu Haynes liquide. Après 48 heures d'incubation à 30°C, une révélation est poursuivie à l'aide de réactif de Bénédict avec 10 minutes de chauffage au bain-Marie à 100°C. On n'observe

pas une apparition d'un précipité orange. Donc il n'y a pas de formation d'acide cétogluconique.

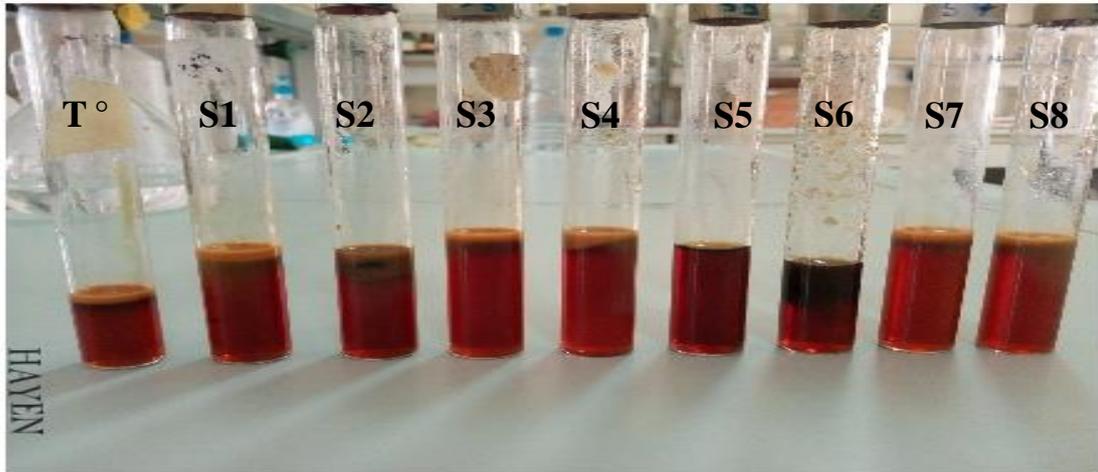


Figure 22 : Test de formation d'acide cétogluconique.

7.7. Test de pigmentation :

Le résultat de test de pigmentation, montre que les souches (S1, S2, S4, S6) produisent de pigment sur milieu glucose carbonate solide après 48 heures d'incubation (**Figure 23**), et les autres souches (S3, S5, S7, S8, S9, S10, S11) n'ont pas de pigment.

Bachi et Bensayeh (2017), montre que les deux souches (S1 et S2) n'ont pas de pigment sur milieu glucose carbonate solide après 48 h d'incubation à 30°.

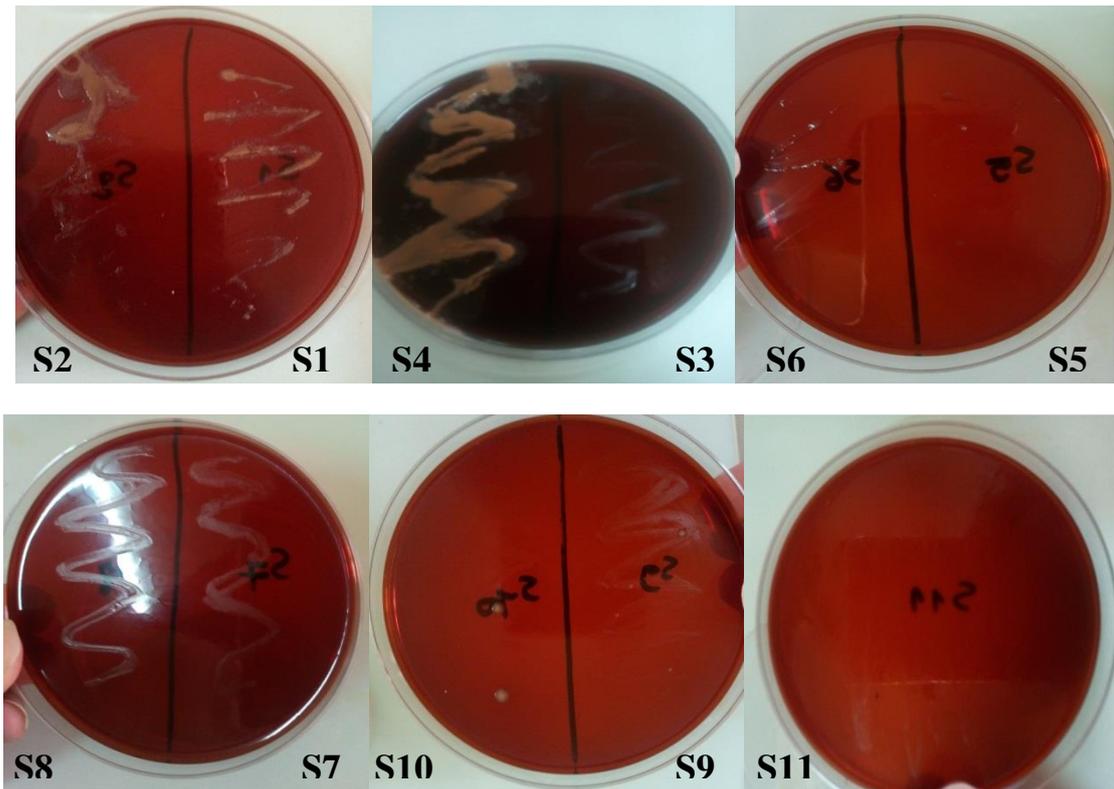


Figure 23: Test de pigmentation

7.8. Test de cellulose :

Les résultats de test de production de cellulose présentent un résultat négatif pour toutes les souches (S1, S2.....S11), ces souches ne possèdent pas de capacité de production de cellulose.

Bachi et Bensayeh (2017), pour la production de la cellulose et après l'incubation nous observons l'apparition d'une pellicule à la surface de milieu mais lorsque nous ajoutons Lugol avec l'acide sulfurique, nous ne observons aucun changement, donc pas de développement des fibres de couleur bleue. Ceci indique qu'il n'y a pas la production de cellulose pour les deux souches. Concernant la production de cellulose chez (S1, S2 et S3), on a observé le développement d'une pellicule blanche, après l'addition de lugol puis l'acide sulfurique, on n'a pas obtenu des fibres de couleur blanches donc il n'y a pas de production de cellulose.



Figure 24 : Résultats de test de production de cellulose.

La recherche et l'identification des bactéries acétiques à partir des échantillons du vinaigre traditionnel de dattes de cultivar Dagelt-Nour et Hachef Dagelt-Nour, à faire ressortir

3 souches qui ont été pré-identifiées et classées comme *Acetobacter aceti sub sp aceti* Selon la clé dichotomique de Frateur et le Manuel Bergy de classification dans la 8^{ème} édition (Bachi et Bensayeh 2017).

D'après les résultats de la recherche et la pré-identification des bactéries acétiques à partir du vinaigre des fruits (Figue de Barbarie, Figue Commune, Grenade, Coing) qui pr ésent dans le **tableau 16** et la clé dichotomique qui pr ésent dans (**Annex 02**), nos souches isol ées sont pr é-identifier comme suivant :

- **S1 :** *Gluconobacter oxydans subsp melanogenes.*
- **S3 :** *Gluconobacter oxydans subsp industrius.*
- **S5 :** *Acetobacter pasteurianus (A . pasteurianus subsp ascendens =A.ascendens).*
- **S6 :** *Gluconobacter oxydans subsp melanogenes.*
- **S7 :** *Acetobacter pasteurianus (A.pasteurianus subsp estunensis).*
- **S9 :** *Gluconobacter oxydans subsp industrius.*
- **S10 :** *Gluconobacter oxydans subsp industrius.*
- **S11 :** *Gluconobacter oxydans subsp industrius.*

En ce qui concerne les autres souches (S2, S4, S8) sont des bactéries de forme cocci, Il diffère des bactéries acides par sa forme. Cependant, il existe certaines similitudes en ce qui concerne les caractères physiologiques et chimiques.

Nous en concluons qu'il peut y avoir un autre type de bactéries autres que les bactéries acides qui ont un rôle dans le processus de fermentation acétique.

La recherche et la pré-identification des bactéries acétiques à partir des échantillons du vinaigre traditionnel des fruits (figue de Barbarie, figue violette, grenade, coing), à faire ressortir 8 souches qui ont été identifiées et classées comme suivant: *Gluconobacter oxydans* subsp *melanogenes*, *Gluconobacter oxydans* subsp *industrius*, *Acetobacter pasteurianus* (*A. pasteurianus* subsp *ascendens* = *A. ascendens*), *Acetobacter pasteurianus* (*A. pasteurianus* subsp *estunensis*) selon les caractères morphologiques, physiologique et les tests chimiques et aussi selon clé dichotomique de Frateur.

Selon **Frouhat et Drid (2017)**, la recherche et l'identification des bactéries acétiques à partir des échantillons du vinaigre traditionnel de dattes de cultivar Dagelt-Nour et Hachef Dagelt-Nour, à faire ressortir 3 souches qui ont été pré-identifiées et classées comme *Acetobacter aceti* sub sp *aceti* Selon la clé dichotomique de Frateur et le Manuel Bergy de classification dans la 8^{ème} édition.

Pour **Bachi et Bensayeh (2017)**, D'après les résultats des tests, de la recherche et la pré-identification des bactéries acétique à partir des échantillons du vinaigre traditionnel de dattes du cultivar de Hamraya, on fait ressortir deux souches qui ont été pré-identifiées et classées souche 1 ; *Acetobacter aceti* sub sp *aceti* et souche 2 ; *Acetobacter aceti* sub sp *aceti*.

CONCLUSION



Conclusion

Les résultats obtenus dans cette étude portant sur l'élaboration du vinaigre traditionnel par voie microbienne à partir de quatre types de fruits (Figue de Barbarie, Figue Commune, Grenade, Coing) et caractérisation microbiologique de celui-ci, ont montré que ces vinaigres présentent une durée de fermentation différente située entre 27 à 90 jours. Ces vinaigres avaient une odeur aigre et un goût acétiques.

05 types de colonies de levures ont été isolées à partir des quatre vinaigres produits, selon l'identification morphologique, ces levures généralement ovoïdes, étaient de tailles différentes avec mode de regroupement varié (en paire, en chaînette, en amas).

Les résultats d'isolement des bactéries acétiques sur milieu Frateur a révélé la présence de onze types de colonies, Ces colonies étaient de différentes tailles et de couleurs variées (Blanchâtre, Brune, Orange, Jaunâtre).

La pré-identification des bactéries acétiques s'est basée sur les caractères morphologiques et biochimiques, huit colonies ont été identifiées en tant que bactéries acétiques faisant partie du genre *Gluconobacter* et *Acetobacter*.

Nous souhaitons que cette étude ait l'opportunité d'être complétée ultérieurement par la concrétisation d'autres objectifs (cités en dessous) qu'on s'était fixés en amont :

- Détermination de la composition chimique des vinaigres traditionnellement produits.
- Étude et modification des paramètres influençant la fermentation.
- tests de l'activité antimicrobienne de ces vinaigres.

**RÉFÉRENCES
BIBLIOGRAPHIQUES**



Références

Abbasi H, Rezaei K et Rashid L (2008). Extraction of Essential Oils From the Seeds of Pomegranate Using Organic Solvents and Supercritical CO₂. *J Am Oil Chem Soc.* **85**: 83–89.

Aboulala S (2008). Recherche et identification de quelques souches de bactéries acétiques issues de vinaigre traditionnel de datte, et l'étude d'une propriété technologique : pouvoir acidifiant. Mémoire de la fin d'étude pour l'obtention diplôme d'ingénieur d'état en biotechnologie.

Abaidi S, Otmani K (2017). Caractérisation de quelques paramètres physico-chimiques et biochimiques du vinaigre de datte de la variété *Tinissine* de la région d'El Oued. Mémoire de Master en Biochimie Appliquée. Université Echahid Hamma Lakhdar -El OUED. Algérie

Al-Snafi AE (2016). The medical importance of *Cydonia oblonga*- A review. *IOSR Journal Of Pharmacy.* **6** (6) : 87-99. Issue2.

Al-Snafi AE (2017). Nutritional and pharmacological importance of *Ficus carica*- A review. *IOSR Journal Of Pharmacy.* **7** (3) : 33-48.

Askar A, El-Samahy SK (1981). *Dtsch. Lebensm.-Rundsch.* **77** (8) : 279-281.

Armstrong WP (2006). Sex determination & life cycle of *Ficus carica* L.

[<http://www2.palomar.edu/users/warmstrong/pljun99b.htm> (consulté le 24 /12/2017)].

Anaya-Perez MA (2001). History of the use of *Opuntia* as forage in Mexico. In : Mondragon- Jacobo and S. Perez-Gonzalez (Eds), *Cactus (Opuntia spp) as forage. FAO plant production and protection.* p.169.

Ashton R (2006). The Incredible Pomegranate : Plant and Fruit. *Third Millennium Publishing.* p. 1-118.

Bacha A (2008). Production et étude de l'activité de l'invertase produite par la levure. *Saccharomyces cerevisiae* sur substrat à base de datte. Mémoire de Magister en science agronomique. Université El Hadj Lakhdar Batna. Algérie.

Bauer J, Badoud R, Lédiger J, Eturnaud A (2010). Science et technologie des aliments « principes de chimie des constituants et de technologie des procédés ». 1^{er} édition. Presses polytechniques et universitaires romandes. Lausanne.

Bachi H, Bensayah S (2017). Recherche et identification de quelques souches de bactéries acétiques issues du vinaigre traditionnel des dattes du cultivar Hamraya : Etude de la thermo-tolérance. Mémoire de Master en microbiologie fondamentale et appliquée. Université Kasdi Merbah Ouargla. Algérie.

Behzadi Shahrabaki H (1998). Genetic diversity of pomegranate genotypes in Iran, Nashr Amoozesh Keshavarzi, Tehran, Iran (in persian).

Benahmed DA (2007). Etude et optimisation d'un processus de fabrication traditionnelle du vinaigre à partir de deux variétés de dattes communes cultivées dans le sud algérien. Mémoire de Magister en Génie Alimentaire. Université M'hamed Bougara Boumerdes. Algérie.

Bendjabeur S (2012). Evaluation du pouvoir antioxydant et antimicrobien des extraits végétaux (cas de la grenade *Punica granatum L.*) en vue de leur utilisation alimentaire. Mémoire de Magister en Sciences Agronomiques. Ecole Nationale Supérieure Agronomique El-Harrach. Algérie.

Bensalah A, Korib H (2015). Contribution à l'étude de quelques variétés de Figuier dans la région de Tlemcen. Mémoire de Master en agronomie. Université Abou Bekr Belkaid Tlemcen. Algérie.

Benattia Fk (2017). Analyse et application des extraits de pépins de Figues de Barbarie. Thèse de Doctorat en chimie. Université Abou Bekr Belkaid Tlemcen. Algérie.

Beddour L, Belrechid F (2018). Elaboration d'un yaourt brassé au coing. Mémoire de Master en Science Alimentaire. Université A. MIRA Bejaia. Algérie.

Benettayeb ZE (2018). Intitulé Caractérisation moléculaire et morphologique du figuier (*Ficus carica L.*) d'Algérie. Thèse doctorat en science. Université Mohammed Boudiaf Oran. Algérie.

Bhat SV, Akhtar R, Tawheed A (2014). An Overview on the Biological Production of Vinegar. *International Journal of Fermented Foods*. **3** (2) : 139-155.

Briha O (2012). Potentialités thérapeutiques d'*Opuntia ficus-indica* au Maroc et Tunisie. T

Bouix M, Leveau JY (1993). Microbiologie industrielle. Les micro-organismes d'intérêt

industriel. Ed. Technique et documentation-Lavoisier-Apria. Paris, 523 P hèse de doctorat en pharmacie. Université Mohamed V Rabat. Maroc.

Bouzegag H (2007). Recherche et identification des souches de levures types sahariens issus des dattes et Du vinaigre traditionnelle de dattes. Mémoire de Master en Microbiologie. Université Kasdi Merbah Ouargla. Algérie.

Boukhiar A (2009). Analyse du processus traditionnel d'obtention du vinaigre de dattes tel qu'appliqué au sud algérien : essai d'optimisation. Mémoire de Magister en Technologie Alimentaire. Université M'Hamed Bougara Boumerdes. Algérie.

Boussalah N (2010). Propriétés antioxydants de deux variétés de grenade (*Punica granatum* L.) de la région de Bejaïa. Mémoire de Magister en Contrôle de Qualité Université Abderrahmane Mira Bejaïa. Algérie.

Boukara MA, Brahimi A (2018). Extraction de la ficine de l'espèce *Ficus carica* et étude de ses caractéristiques biochimiques et de son effet antimicrobien sur quelques espèces bactériennes pathogènes. Mémoire de master en Biochimie Appliquée. Université des Frères Mentouri Constantine. Algérie.

Bouakkaz S (2013). Métabolites secondaires du figuier *Ficus Carica* L., Isolement, identification structurale, dosage par HPLC couplée à la spectrométrie de masse et activités biologiques. Thèse de doctorat en Science chimique. Université 8 mai 1945 de Guelma. Algérie.

Bó Gy & Lindner K (1999). Tápányagtáblázat. Medicina. Budapest.

Çalışkan O, Polat AA (2012). Morphological diversity among fig (*Ficus carica* L) accessions sampled from the Eastern Mediterranean Region of Turkey. *Turk J Agric For.* **36:** 179-193.

Chawla A, Kaur R, Sharma AK (2012). *Ficus carica* Linn: A Review on its Pharmacognostic, Phytochemical and Pharmacological Aspects. *International Journal of Pharmaceutical and Phytopharmacological Research.* **1** (4) : 215-232.

Chakass MA, Carbonnier-Jarreau MC, Verhille AM, Reduron JP (2007). Étude palynologique de trois variétés du grenadier (*Punica granatum*) au Liban. *Acta Botanica Gallica.* **154** (1) : 27-42.

Cortesia C, Vilchère C, Bernut A, Contreras W, Gómez K, de Waard J, Jacobs WR, Kremer L, Takiff H (2014). Acetic Acid, the Active Component of Vinegar, Is an Effective Tuberculocidal Disinfectant. *mBio*. **5** (2):13-14.

Damania AB (2005). The pomegranate : Its origin, folklore, and efficacious medicinal properties. In Nene YL (Ed.) *Agriculture heritage of Asia – Proceedings of the International Conference*, Asian Agri History Foundation, Secunderabad, India. pp. 175-183.

Douaouri NH (2018). Contribution à une étude phytothérapeutique, anti inflammatoire et antioxydant du grenadier (*Punica granatum* L.) – Etude in vivo. Thèse de Doctorat. Université Abdelhamid Ibn Badis de Mostaganem. Algérie.

Ebrahimi S, Sayed-Tabatabaei BE, Sharifnabi B (2010). Microsatellite isolation and characterization in pomegranate (*Punica granatum* L). *IRANIAN JOURNAL of BIOTECHNOLOGY*. **8** (3) : 156-163.

Ejemni M, Mejri S (2016). Valorisation des écarts de triage de dattes. Cas d'application : production biologique du vinaigre. Acte des 13emes Journées Scientifiques sur les Résultats de la Recherche Agricoles – Hammamet. Tunis. 14 & 15 Décembre. 2006.

Entani E, Asai M, Tsujihata S, Tsukamoto Y and Ohta M (1998). Antibacterial action of vinegar against food-borne pathogenic bacteria including *Escherichia coli* O157 :H7. *Journal of Food Protection*. **61** (8) : 953–959.

Erdoğan T, Gönenç T, Hortoğlu ZS, Demirci B, Başer KHC and Kivçak B (2012). Chemical Composition of the Essential Oil of Quince (*Cydonia Oblonga* Miller) Leaves. *Med Aromat Plants*.**1**(8). DOI:10.4172/2167-0412.1000e134.

Favier JC, Ireland-Ripert J, Laussucq C, Feinberg M (1993). Répertoire général des aliments. Tome 3 : table de composition des fruits exotiques, fruits de cueillette d'Afrique. Editions ORSTOM et Tech & Doc, INRA. pp. 31-34.

Fabre B et Ermosilla V (2008). Utilisation d'un extrait de grenadier pour le maintien de la coloration capillaire. Fascicule de brevet européen. Bulletin 2008/01.

Faria A, Calhau C (2010). Pomegranate in human health : An overview. *In Bioactive Foods in Promoting Health*. Chapter 23, p. 551-563.

Fawole OA, Opara UL (2013). Developmental changes in maturity indices of pomegranate fruit : A descriptive review. *Scientia Horticulturae*. **159**: 152-161.

Forni E, Penci M, Polesello A (1994). A preliminary characterization of some pectins from quince fruit (*Cydonia oblonga* Mill.) and prickly pear (*Opuntia ficus indica*) peel. *Carbohydr. Polym.* **23**: 231–234.

Fong D, Gaulin C, Lê M, Shum M (2011). Efficacité des agents antimicrobiens de substitution pour la désinfection des surfaces dures. Centre de collaboration nationale en santé environnementale.

Frouhat A, Drid A (2017). Recherche et identification de quelques souches des bactéries acétiques issues du vinaigre traditionnel de datte du cultivar Deglet-Nour : Etude de la thermotolérance. Mémoire de Master en Microbiologie fondamentale et Appliquée. Université Kasdi Merbah-Ouargla. Algérie.

Garcia-Garcia I, Santos-Duenas IM, Jimenez-Ot C, Jimenez-Hornero JE and Bonilla-Venceslada JL (2009). Vinegar Engineering. In : Solieri, L., Giudici, P. (Ed.) *Vinegars of the World*. 97-120. Italy : Springer-Verlag.

Gerber HJ (2010). Tree Training and Managing Complexity and Yield in Fig (*Ficus carica* L). Master of Science in Agriculture (Horticultural Science) at the University of Stellenbosch. p 104.

Ghédira k, Goetz P (2018). Figuier de barbarie : *Opuntia ficus-indica* (Cactaceae). *Phytothérapie*. **16** : 374-378.

Griffiths P (2004). The origins of an important cactus crops, *Opuntia ficus indica* (Cactaceae) : new molecular evidence. *Am. J. Bot.* **91** : 1915-1921.

Gonzalez N, Hierro M, Poblet N, Rozes A, Mas and Guillamon JM (2004). Application of molecular methods for the differentiation of acetic acid bacteria in red wine fermentation. *Journal of Applied Microbiology*. **96** : 853-860.

GIRAUD J, GALZY 1980. L'analyse microbiologique dans les industries agro-alimentaires. Les éditions de l'usine nouvelle. Paris : 70-73.

Guiraud J, Galzy P (1980). L'analyse microbiologique dans les industries alimentaires. Ed. les éditeurs de l'Usine Nouvelle. Paris .236 P.

Guiraud JP (1998). Microbiologie alimentaire. Edition DUNOD, Paris, 615 p.

Guiraud J (2003). Microbiologie alimentaire. Ed. RIA Dunod. Paris. p270, 300.

- Gullo M et al (2006).** Caractérisation of acetic acid bacteria in traditional balsamic vinegar. In International journal of food microbiology. **106** : 209-212. Issue 2.
- Guvenc M, Tuzcu M, Yilmaz O (2009).** Analysis of fatty acid and some lipophilic vitamins found in the fruits of the *Ficus carica* variety picked from the Adiyaman District. *Research Journal of Biological Sciences*. **4** (3) : 320-323.
- GUIRAUD JP (2012).** Microbiologie alimentaire. Ed .Dunod. Paris, 267-270p.
- Habibi Y (2004).** Contribution à l'étude morphologique, ultrastructurale et chimique de la figue de barbarie. Les polysaccharides pari éaux : caract érisation et modification chimique. Th èse de Doctorat en chimie organique. Universit é Joseph Fourier Grenoble I. France, et Universit éCadi Ayyad Marrakech. Maroc.
- Hegedús A, Papp N & Stefanovits-Bányai É (2018).** A review of nutritional value and putative health-effects of quince (*Cydonia oblonga* Mill.) fruit.
- Hinton M, Linton AH & Perry FG (1985).** Control of *salmonella* by acid disinfection of chicks' food. *Vet. Rec*, **116** (18) : 502.
- Hmid I (2013).** Contribution A La Valorisation Alimentaire de La Grenade Marocaine (*Punica Granatum L.*) : Caracterisation Physicochimique, Biochimique Et Stabilite De Leur Jus Frais. Th èse de doctorat. Université d'Angers. France et Université de Béni Mellal. Maroc.
- Morton JF (1987).** Pomegranate. In : Fruits of Warm Climates. Julia F. Morton, Miami, FL, p. 352–355.
- Holland D, Hatib K, Bar-Ya'akov I (2009).** Pomegranate : Botany, Horticulture, Breeding. *Horticultural Reviews*. **35** : 127- 191.
- Iserin P (2001).** Encyclop édie des Plantes Médicinales : identification, pr éparation, soin. 2 ème édition, Larousse. 335 p. ISBN : 2-03-560252-1.
- Joannet H (2009).** De la grenade et du grenadier. Equinoxe (Nature carr és). *Saint-Remy-de Provence*. p 158.
- Kahrs RF (1995).** Principes g énéraux de la d ésinfection. *Rev. sci. tech. Off. int. Epiz.* **14** (1) : 123-142.
- Kahrizi D, Molsaghi M, Faramarzi A, Yari K, Kazemi E, Farhadzadeh AM, Hemati S, Hozhabri F, Asgari H, Chaghamirza K, Zebarjadi A, Yousofv N (2012).** Medicinal Plant in Holy Quran. *American Journal of Scientific Research*. (42) : 62-71.

Khaled B, Atmani A, Sekhri L, Tabchouche A, kamel K, Kadi F, Douadi O, Zahi I (2014). Biocatalytic Preparative Methods of Asymmetric Alcohols using Figs (*Ficus carica*). *World Journal of Environmental Biosciences*. **8** (2) : 67-70.

Kolesnik AA, Kakhniashvili TA, Zherebin YL, Golubev VN et Pilipenko LN (1987). Lipids of the Fruit of *Ficus Carica*. Plenum Publishing Corporation. pp 394-397.

Kulkarni AP, Aradhya SM, et Divakar S (2004). Isolation and identification of a radical scavenging antioxidant : punicalagin from pith and carpellary membrane of pomegranate fruit. *Food Chemistry*. **87** : 551–557.

Larpent JP (1991). Biotechnologie des levures. Ed. Masson. Paris, 426 p.

Lamghari ElKossori R, Villaume C, El Boustani E, Sauvaire Y, M ĩean L (1998). Composition of pulp, skin and seeds of prickly pear fruit (*opuntia ficus indica* sp). *Plant Foods for Human Nutrition*. **52** : 263-270.

Lansky E, Shubert S et Neeman I (2000). Pharmacological and therapeutic properties of pomegranate. In : **Melgarejo-Moreno P (ed.), Mart ńez-Nicol ńs JJ (ed.), Mart ńez-Tom ń J (ed.)** Production, processing and marketing of pomegranate in the Mediterranean region : Advances in research and technology, Zaragoza : CIHEAM-IAMZ, 2000. 253 p. ISBN 2-85352-214-8.

Lansky EP, & Newman RA (2007). Punica granatum (pomegranate) and its potential for prevention and treatment of inflammation and cancer. *Journal of Ethnopharmacology*. **109** : 177–206.

Lansky EP, Helena MP (2011). Figs The Genus Ficus Traditional Herbal Medicines for Modern Times. Volume 9, by Taylor and Francis Group, LLC New York USA.

Leclerc H et al (1983). Microbiologie g ńn ńrale .doin ńditeurs paris : 27-36.

Leclerc H, Ed (1984). Les Fruits de France.

Lefief-Delcourt A (2019). Des Secrets Du Vinaigre. Le Grand Livre. Leduc.s Editions. Boulevard Raspail. Paris – France. ISBN : 979-10-285-1341-2.

Leuttge U (1993). *New Phytologist*. **125** (1) : 59-71.

Lim TK (2012). Edible medicinal and non-medicinal plants : *Ficus carica*. *Moraceae*. Volume 3, Fruits. Edition Springer Sciences Media B.V. pp 362-376.

Lodhil F, Bradley MV, Crane JC (1969). Auxins and gibberellin-like 430 substances in parthenocarpic and non-parthenocarpic syconia of *Ficus carica L.*, CV. King. *Plant Physiol.* **44** : 555–561.

Lloyd JU (1897). *Punica granatum*. The western druggist, Chicago. 9 p.

Lutz A, Winterhalter P & Schreier P (1991). Isolation of a glucosidic precursor of isomeric marmelo oxides from quince fruit. *Tetrahedron Lett.* **32** : 5943–5944.

Manfred W (2011). Production de vinaigre à partir de matières premières secondaires. *Infogate*.

Maaoui M (2014). Atlas : plantes ornementales des ZIBAN. Edition CRSTRA, station de bio ressources El outaya. 341p.

Mbungu C, Tshimenga K, Nsambu P, Muptu Tshibadis T, Muwawa J and Mputu Kanyinda JN (2016). Qualité microbiologique, caractéristiques Biochimiques et Physico-Chimiques d'un vinaigre artisanal à base des mangues jetées. *International Journal of Innovation and Applied Studies.* **17** (3) : 947-953.

Meziant L (2014). Etude de l'effet du séchage sur les caractéristiques physico-chimiques et l'activité antioxydante de neuf variétés de figues (*Ficus carica L.*). Mémoire de Magister en Alimentation et Technologie Alimentaire. Université AbdErrahmane Mira de Bejaia. Algérie.

Morton J (1987). Pomegranate. In : Fruits of warm climates. Miami. Florida. p. 352–355.

Mounir M, Belgri M, Lahnaoui S, Hamouda A, Thonart P, Delvigne F, Ismaili Alaoui M (2016). Maîtrise de la fermentation alcoolique sous stress éthanolique, thermique et osmotique de la souche *Saccharomyces cerevisiae YSDNI* en vue de la préparation du vinaigre de fruits. *Rev. Mar. Sci. Agron. V. 4* (2) : 86-95.

Moussaoui k, Necib S (2019). Comparaison des propriétés physicochimiques du vinaigre de pomme et de datte (Degla-Beida). Mémoire de Master en Génie chimique. Université Echahid Hamma Lakhdar El Oued. Algérie.

Nancy N (2008). Etude des interactions entre *Saccharomyces cerevisiae* et *Oenococcus oeni* : impact sur la réalisation de la fermentation malolactique en cultures séquentielles et mixtes. Institut National Polytechnique de Toulouse.

Nagoba B, Wadher B, Kulkarni P, Kolhe S (2008). Acetic acid treatment of pseudomonas wound infections. *Eur J Gen Med.* **5** (2) : 104-106.

Nebbache S, Chibani A, Chadli R, Bouznad A (2009). Chemical composition of opuntia *ficus-indica (L)* Fruit. *African Journal of Biotechnology*. **8** (8) : 1623-1624.

Neffar S (2012). Etude de l'effet de l'âge des plantations de figuier de Barbarie (*Opuntia ficus indica L. Miller*) sur la variation des ressources naturelles (sol et végétation) des steppes algériennes de l'Est. Cas de Souk- ahras et Tébessa. Thèse de Doctorat en biologie végétale. Université Badji Mokhtar Annaba. Algérie. 236 p.

Ould El Hadj MD, Sebihi AH, Siboukeur O (2001). Qualité Hygienne et Caractéristiques Physico-Chimiques du Vinaigre Traditionnel de Quelques Variétés de Dattes de la Cuvette d'Ouargla. *Rev. Energ. Ren. : Production et Valorisation – Biomasse*. pp.87-92.

Oukabli A (2004). Le Grenadier : Des Variétés Performantes pour la Culture. Bulletin mensuel d'information et de liaison du PNTTA. MADRPM/DERD. **123** : 1-4.

Oulad Belkhir A (2016). Fabrication de la levure de boulangerie à base des rebusts des dattes Ghers. Mémoire de Master en biotechnologie végétale. Université Kasdi Merbah Ouargla. Algérie.

Patil Vikas V, Bhangale SC, Patil VR (2010). Evaluation Of Anti-Pyretic Potential Of *Ficus Carica Leaves*. *International Journal of Pharmaceutical Sciences Review and Research*. **2** (10).

Patil VV, Patil VR (2011). *Ficus carica Linn.-An Overview*. *Research Journal of Medicinal Plant*. **5** (3) : 246-253.

Pande G, Akoh CC (2016). Pomegranate Cultivars (*Punica granatum L.*). *In Nutritional Composition of Fruit Cultivars*. Chapter 26, p. 667-689.

Petersen MA, Mathiesen IL and Toldam-Andersen TB (2017). Quince as a source of interesting aromas in fruit wine. In Proceedings of the Chrom. Food Forum. p. 36-37.

Postman J (2009). *Cydonia oblonga* : The Unappreciated Quince. *Arnoldia* **67** (1) : 2-9.

Prevot AR (1961 à Traité de systématique bactérienne. Tomel. Ed. Dunod. Paris. P 61, 64.

Pretorius IS (2006). Tailoring wine yeast for the new millennium : novel approaches to the ancient art of winemaking. *Yeast*. **16** : 675-729.

Ramulu P, Rao PU (2003). Total, insoluble and soluble dietary fiber contents of Indian fruits. *Journal of Food Composition and Analysis*. (16) : 677–685.

Ranade SA, Rana TS and Narzary D (2009). SPAR profiles and genetic diversity amongst pomegranate (*Punica granatum* L.) genotypes. *Physiol. Mol. Biol. Plants*. **15** (1).

Raj SJ, Joseph B (2011). Pharmacognostic and phytochemical properties of *Ficus carica* Linn –An overview. *International Journal of Pharm Tech Research*. **3** (1) : 08-12.

Reyes Aguero JA, Aguirre-Riveran JR, Hernandez HM (2005). Systematic Notes and a detailed description of *Opuntia ficus-indica* (L.) MILL (*Cactaceae*). *Agrociencia*. **39** : 395-408.

Rop O, Balik J, Řezniček V, Jurikova T, Škardova P, Salaš P, Sochor J, Miček J & Kramařova D (2011). Chemical characteristics of fruits of some selected quince (*Cydonia oblonga* Mill.) cultivars. *Czech J. Food Sci*. **29** : 65–73.

Saenz C (2000). Processing technologies : An alternative for cactus pear (*Opuntia* spp.) fruits and cladodes. *J. of Arid Envir*. **46** : 209-225.

Schreyen L, Dirinck P, Sandra P & Schamp N (1979). Flavor analysis of quince. *J. Agr. Food Chem*. **27** : 872–876.

Schweizer M (1997). Docteur Nopal, le m édecin du Bon Dieu. Clamecy ; PARIS (France). Imprimerie Laballery.81 p.

Sheets MD, Du Bois ML, et Williamson JG (1994). The Pomegranate. HS, 44: 1-3. Horticultural Sciences Department, Florida Institute of Food and Agricultural Sciences. University of Florida. Original publication date April 1994. Revised April 2004. Reviewed December 2008.

Sloss JM, Cumberland N, Milner SM (1993). Acetic acid used for the elimination of *Pseudomonas aeruginosa* from burn and soft tissue wounds. *J Army Med Corps*. **139** : 49-51.

Slatnar A, Klancar U, Stampar F, Veberic R (2011). Effect of Drying of Figs (*Ficus carica* L.) on the Contents of Sugars, OrganicAcids, and Phenolic Compounds. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. p621.

Stintzing FC, Schieber A (2001). Eur. Food Res. *Technol*. **212** (4) : 396-407.

Storey T (2007). La grenade, le fruit médicament. *NEXUS* n °51. pp. 46-54.

Sutton BG, Ting IP, Sutton R (1981). *Plant Physiol.* **68** (3) : 784-787.

Souci SW, Fachmann W & Kraut H (2008). Food composition and nutrition tables. Taylor and Francis. London.

TEKKOUK F (1997). Recherche, isolement et caractérisation de souches d'*Acétobacter* D'origine locale. Thèse ING.INFS/AS. Ouargla. 6-13p.

Tesfay W, Morales ML, Garcia-Parrilla Troncoso AM (2002). Wine vinegar : technology, authenticity and quality evaluation. *Journal of Trends in Food Science & Technology.* **13** : 12-21.

Teixeira Da Silva JA, Rana TS, Narzary D, Verma N, Meshram DT, Ranade SA (2013). Pomegranate biology and biotechnology : a review. *Scientia Horticulturae.* **160** : 85–107.

Temagoult A (2017). Caractérisation et Transformation de la Figue de Barbarie (*Opuntia Ficus Indica L.*), Elaboration d'une Confiture et d'une Gelée Extra. Mémoire de Magister en Technologie Alimentaires. Université Hadj Lakhdar 1 Batna. Algérie.

Tsuneya T, Ishihara M, Shiota H & Shiga M (1983). Volatile components of quince fruit (*Cydonia oblonga* Mill.). *Agr. Biol. Chem.* **47**: 2495–2502.

USDA (2009). Germplasm Resources Information Network-(GRIN). National Germplasm Resources Laboratory, Beltsville, Maryland.
[<http://www.arsgrin.gov/cgi-bin/npgs/html/taxon.pl?12779> [5 February 2009].

U.S.Department of Agriculture, Agricultural Research Service (2012). USDA National Nutrient Database for Standard Reference, Release 25.
[<http://www.ars.usda.gov/ba/bhnrc/ndl>] .

Vaughan JG, Geissler CA (2009). The New Oxford Book of Food Plants. Edition Oxford University Press Inc. 249 p.

Vidaud J (1997). Le figuier monographie du CTIFL. France. p267

Vinson JA (1999). The Functional Food Properties of Figs. *Cereal Foods World. American Association of Cereal Chemists.* **44** (2) : 82-87.

Viuda-Martos M, Ruiz-Navajas Y, Fernández-López J, Sendra E, Sayas-Barberá E, & Pérez-Álvarez José A (2011). Antioxidant properties of pomegranate (*Punica granatum L.*) bagasses obtained as co-product in the juice extraction. *Food Research International*. **44** (2011) : 1217–1223.

Wallace RS, Gileson AC (1997). Evolution and systematic. Biology and Uses. P.S. Nobel Ed. 1997. pp1-21.

Wallace RS, Gibson AC (2000). Cacti evolution and systematic. In: Cacti, Biology and Uses. Pp.1-21 (Nobel, P.S. Ed.). University of California Press, Berkeley, California, United States of America.

Westwood MN, Westwood NH, Rallo L, Luis RR (1982). Fruticultura de zonas templadas. Mundi-Prensa, Madrid.

Anonyme 01 :

[https://www.lefigaro.fr/jardin/fiche_plante_/2018/02/15/3001120180215_FICFIG_00073-cognassier-l-arbre-a-confitures.php],[https://www.lefigaro.fr/jardin/fiche_plante/2018/02/15/30011-20180215FICFIG00073_-cognassier-l-arbre-a-confitures_.php.]
(Consult éle 20 janvier 2020).

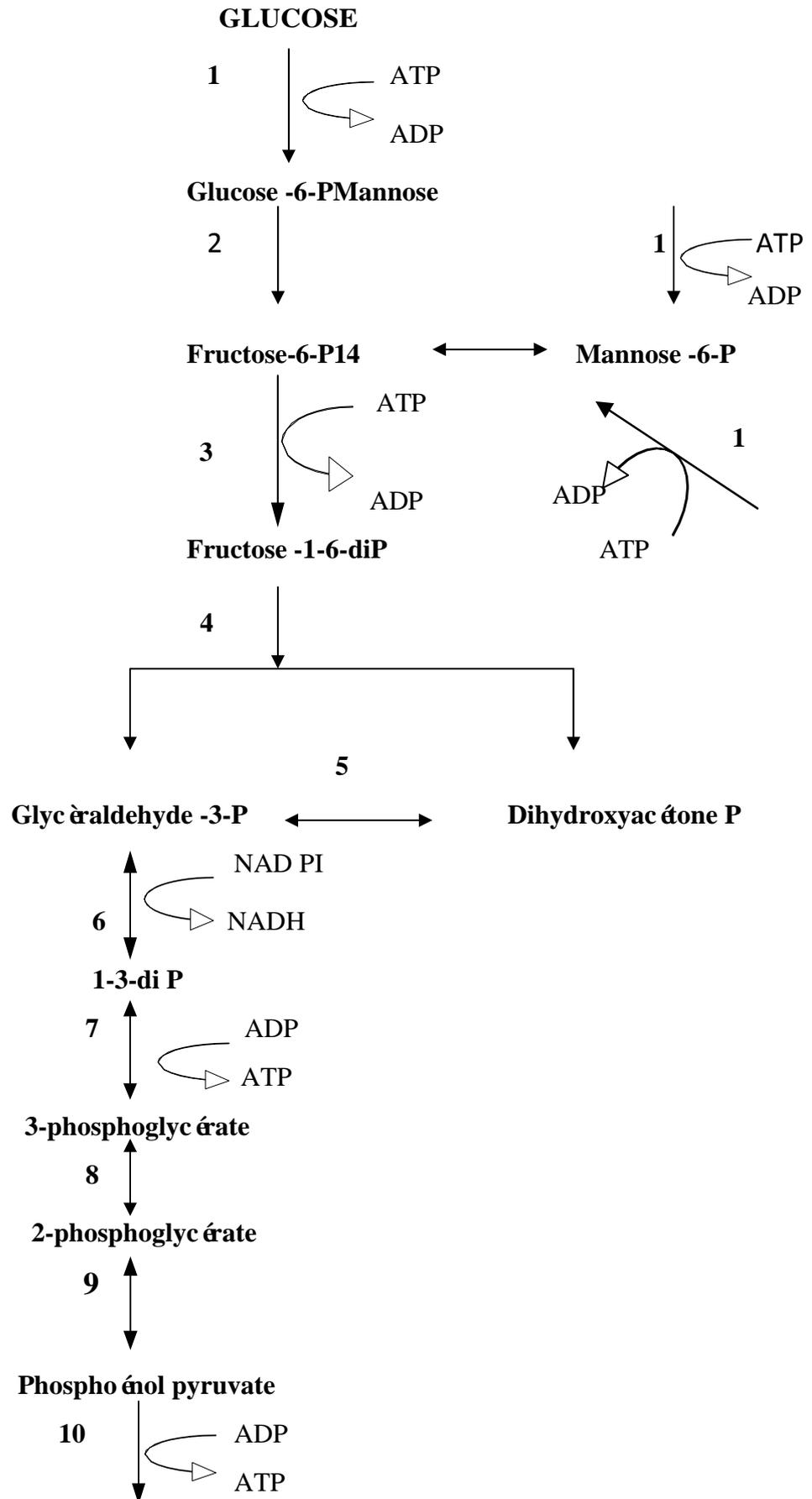
Anonyme 02 :

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2442536/> (consult éle 20 janvier 2020).

ANNEXES



Annexe 1 : VOIE d'EMBDEN- MEYERHOF



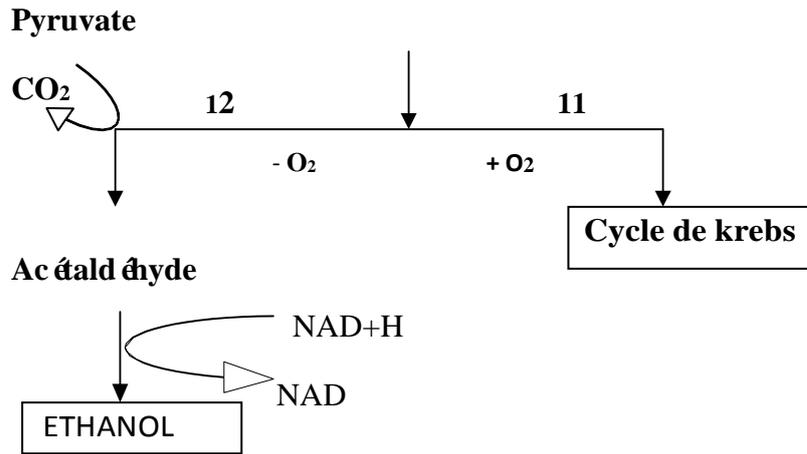


Schéma de la voie d'EMBDEN- MEYERHOF pour le Glucose, Mannose et le Fructose.

Annexe 2: Clédichotomique

Une clé de détermination simplifiée permet l'identification des souches obtenues:

1- pas de pouvoir suroxydant : *Gluconobacter oxydans*

Selon Frateur :

- ✓ pas de pigment sur milieu glucosé:
 - température optimale 18-21 °C : *G. oxydans subsp oxydans* ;
 - température optimale 30-35 °C : *G. oxydans subsp industrius*;
- ✓ pigment rose :
 - température optimale 18-21 °C : *G. oxydans subsp suboxydans*,
 - température optimale 30-35 °C : *G. oxydans subsp melanogenes*

2- pouvoir suroxydant : *Acetobacter*

2-1 catalase - :

2.1.1 Culture sur milieu Hoyer + : *A. pasteurianus* ou *A. peroxydans*

2.1.2. Culture sur milieu Hoyer - : *A. pasteurianus* ou *A. subsp peroxydans* ou

A. paradoxum

2.2 Catalase + :

2.2.1. pouvoir cétogène + :

- pigment brun (*A. liquefaciens*) (*A. aceti subsp liquefaciens*);
- pas de pigment:
 - culture sur milieu Hoyer + (*A. aceti*) (= *A. aceti subsp aceti*) ;
 - culture sur milieu Hoyer –
 - o cellulose + : (*A. aceti subsp xylinum*);
 - o cellulose – : (*A. pasteurianus*) (*A. aceti subsp orleanensis* = *mesoxydans*)

2.2.2. Pouvoir cétogène - :

- ✓ culture sur milieu Hoyer +
 - cellulose + : (*A. pasteurianus*) (*A. pasteurianus subsp estunensis*)
 - cellulose – : (*A. pasteurianus*) (*A. pasteurianus subsp lovaniensis*) (= *A. lovaniense*);

✓ Culture sur milieu Hoyer - :

- A.gluconique + (*A.pasteurianus*) (*A.pasteurianus* subsp *pasteurianus*)
- A.gluconique - (*A. pasteurianus*) (*A. pasteurianus* subsp *ascendens* =*A.Ascendens*).

Annexe 3 : Milieux de culture

1. Milieu sabouraud:

Sabouraud d'hydrate	65g
Eau distill ée	1000 ml

-Stérilisation à l'autoclave a 120C° pendant 15 min.

2. Milieu Frateur :

Extrait de levure	30 g
Carbonate de calcium	20 g
Agar	20 g
Eau distill ée	1000 ml

-Apr ès st érilisation (autoclavage) à 110 °C pendant 10 min le milieu est lassai refroidir jusqu'à 45°C, puis on ajoute 100 ml d'alcool éthyliques à 15%.

3. Milieu de care :

Extrait de levure	30 g
Agar	20 g
Vert de bromocresol	1 ml
L'eau distillée	1000 ml

-Apr ès st érilisation (autoclavage) à 110 °C pendant 10 min le milieu est lassai refroidir jusqu'à 45°C, puis on ajoute 100 ml d'alcool éthyliques à 20%.

3. Milieu g ðos éau glyc érol: test de pouvoir c étog ène

Extrait de levure	30 g
Glyc érol	30 g
Agar	20 g
L'eau distillée	1000 ml

-Autoclavage pendant 15°C durant 10 min le milieu lassai refroidir jusqu'à 45°C. le milieu ainsi refroidis, on ajoute 100 ml d'alcool éthyliques à 15%.

4. Milieu de tests de Hoyer:

Sulfate d'ammonium	1 g
Phosphate dibotassique	0.1 g
Phosphate monopotassique	0.9 g
Sulfate de magnésium	0.025 g
Perchlorure de fer	0.02 ml
L'eau distillée	1000 ml

-Repartir ce milieu en tubes a essai (09ml) puis en autoclave 15 min a 120C °.

- Avant l'emploi, ajouter dans chaque tube de milieu 1 ml d'une solution stérilisée par filtration d'éthanol a 30%.

5. Milieu test de pigmentation:

Extrait de levure	30 g
Carbonate disodique anhydre	20 g
Glucose	20 g
Agar	20g
L'eau distillée	1000 ml

-Avant l'emploi autoclave a 120C° pendant 15 min.

6. Milieu gélosé carbonaté solide (milieu de test d'acide gluconique) :

Extrait de levure	10 g
Carbonate de calcium	20 g
Glucose	100 g
Agar	25 g
L'eau distillée	1000 ml

-Après stérilisation (autoclavage) à 110 °C pendant 10 min le milieu est lassai refroidir jusqu'à 45°C, puis on ajoute 100 ml d'alcool éthyliques à 15%.

7. Milieu de Hayenes (milieu test de formation d'acide cétogluconique):

Extrait de levure	1 g
Peptone	1,5 g
Phosphate dipotasuime	1 g
Glucose	40 g
L'eau distillée	100 ml

-Stérilisation à l'autoclave a 120C° pendant 15 min.

8. Bouillon pour les bactéries (milieu teste de production de cellulose).

Extrait de levure	10 g
Carbonate de calcium	20 g
Glucose	100 g
L'eau distillée	1000 ml

-Repartir en tubes àessais 09 à10 ml de ce milieu.

- Stérilisation à l'autoclave a 120C° pendant 15 min.

Annexe 4 : Réactifs

Bleue de méthylène:

Bleu de méthylène.....1g

Eau distillée.....1000ml

Violet de gentiane:

Phénol..... 2.0 g

Violet de gentiane..... 1.0 g

Éthanol à 90°..... 10 ml

Eau distillée..... 100 ml

Lugol:

Iodure de potassium..... 2.0 g

Iode métalloïde..... 1.0 g

Eau distillée 300 ml

Alcool (éthanol)

Fuschine de ziehl:

Fuchine basique..... 1.0 g

Phénol..... 5.0 g

Éthanol à 90°.....10 ml

Eau distillée100 ml

Réactif de Bénédict:

Sulfate de cuivre1,7 g

Carbonate disodique anhydre.....10 g

Citrate de sodium.....17,3 g

Eau distille.....100 ml