

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



**Université de Tlemcen**  
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et Sciences de la Terre et de  
l'Univers

**Département d'Agronomie**

**MEMOIRE**

Présenté par

AISSA Manel ET TALAH Ibrahim Zakaria

*En vue de l'obtention du*

**Diplôme de MASTER**

En sécurité agro-alimentaire et assurance de qualité

**Thème :**

Etude sur le vinaigre et sa fabrication à partir des pommes

**Soutenu le : 16/10/2024**

**Devant le jury d'examen composé par :**

**Présidente : Mme Youcefi F**

**M.C.A**

**Université de Tlemcen**

**Encadrant : Mr Nehar Benameur**

**M.C.A**

**Université de Tlemcen**

**Examineur : Mr TefianiChoukri**

**M.C.A**

**Université de Tlemcen**

**Année universitaire :**

**2023-2024**

# *Remerciements*

*بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ*

*قال الله تعالى: (لئن شكرتم لأزيدنكم)*

*Louange à Dieu, le Très-Haut, le Tout-Puissant, de nombreux remerciements bons et bénis, et nous le remercions beaucoup, dont la grâce et le don ont été*

*Généreux, nous le louons parce qu'il nous a rendu facile ce que nous voulions, nous a aidés à achever ce travail et a atténué les difficultés pour nous.*

*Il nous a facilité les ennuis et nous a fait figurer parmi ses justes serviteurs.*

*Si la gratitude est un moyen d'exprimer des sentiments d'appréciation, de gratitude et de gratitude, alors j'avance*

*Un grand merci au le Professeur "Ben AneurNehar ", pour avoir aimablement supervisé ce travail*

*Et pour tous les précieux avis et le temps précieux qu'il m'a accordé, ce qui m'empêche de le rembourser*

*Vraiment.*

*J'adresse également mes remerciements aux professeurs qui ont aimablement lu et discuté cette thèse.*

*Enfin, nous n'oublions pas tous ceux qui ont contribué à la réussite de ce travail et tous ceux qui ont tendu la main.*

*De quelque manière que ce soit, même avec une parole aimable, louange à Dieu, Seigneur des mondes.*

## *Dédicace*

*Je te dédie le fruit de mes efforts.*

*Qu'est-ce que Dieu Tout-Puissant a dit à leur sujet : (واخفض لهما جناح الذل من الرحمة وقل رب ارحمهما كما ربياني صغيرا) السراء-14-*

*À celle qui m'a fait une couronne d'or qui serait sa plus haute priorité. À celle que je préfère à moi-même, et pourquoi pas, puisqu'elle s'est sacrifiée pour moi et n'a ménagé aucun effort pour me rendre heureux. Sous ses pieds et honorée dans son cher livre. À celle qui, si je lui donnais les trésors du monde, ne remplirait pas ses droits, à Rihanna, mon cœur est « ma mère ».*

*À mon guide à une époque où le guide était perdu, à mon modèle de vie, à celui qui s'est privé pour me donner, à celui qui a porté les soucis et la misère du monde pour que nous puissions avoir une place et honneur parmi les gens, à celui qui a bravé les difficultés pour nous amener là où nous sommes, à la lumière et à la fierté de ma vie, à « mon cher père », que Dieu prolonge son âge.*

*À la parure de ma vie et à la source de mon inspiration, à ceux dont l'amour coule dans mes veines, mes frères et ma sœur, « Ali », « Rihab », « Seif Allah », à mes amis, que ce soit sur le chemin de l'école ou en dehors, "Malak", "Farah".*

*Aux deux familles, Aïssa et Ben Adda, en tous lieux, grands et petits. À tous ceux dont ma langue a oublié les paroles et dont mon cœur se souvient. À tous ceux qui ont eu un grand mérite en m'aidant à accomplir ce travail dans tous les domaines.*

*AISSA MANEL*

## *Dédicace*

*A mes chers parents*

*Pour tous leurs sacrifices, leur amour, leur tendresse, leur soutien et leurs prières tout au long de mes études, Je vous dédie ce travail en témoignage de mon profond amour. Puisse Dieu, le tout puissant, vous préserver et vous accorder santé, longue vie et bonheur.*

*A mon cher frère, Ismail*

*Et ma chère sœur, Fatima*

*Pour leur appui et leur encouragement*

*A toute ma famille pour leur soutien tout au long de mon parcours universitaire,*

*A mes chers amis*

*Que ce travail soit l'accomplissement de vos vœux tant allégués, et le fruit de votre soutien infaillible,*

*Merci d'être toujours là pour moi*

*Talah Ibrahim Zakaria*

## Table des matières

Remerciements.....	I
Dédicace.....	II
Liste des tableaux.....	VI
Liste des figures.....	VII

<b>Introduction .....</b>	<b>1</b>
---------------------------	----------

### Chapitre 1 Généralité sur le vinaigre

<b>1 Historique : .....</b>	<b>3</b>
-----------------------------	----------

<b>2 Définition et réglementation : .....</b>	<b>3</b>
---	----------

<b>3 Les types de vinaigre : .....</b>	<b>4</b>
--	----------

3.1 vinaigre de vin : .....	4
-----------------------------	---

3.2 vinaigre de cidre : .....	5
-------------------------------	---

3.3 vinaigre de riz : .....	5
-----------------------------	---

3.4 vinaigre balsamique : .....	5
---------------------------------	---

3.5 vinaigre de malt : .....	6
------------------------------	---

3.6 Autres types de vinaigre : .....	6
--------------------------------------	---

<b>4 L'utilisation de vinaigre : .....</b>	<b>7</b>
--	----------

4.1 Utilisation culinaire : .....	7
-----------------------------------	---

4.2 Utilisation médicales : .....	7
-----------------------------------	---

4.3 Utilisation domestique : .....	7
------------------------------------	---

4.4 Autre utilisation : .....	8
-------------------------------	---

<b>5 Les composition de vinaigre : .....</b>	<b>8</b>
--	----------

<b>6 Qualité et exigences du vinaigre algérien : .....</b>	<b>9</b>
--	----------

6.1 Critères physico-chimiques: .....	9
---------------------------------------	---

6.2 Exigences spécifiques pour le vinaigre algérien: .....	10
--	----

<b>7</b>	<b>Fabrication de Vinaigre :</b> .....	<b>10</b>
7.1	Fermentation alcoolique : .....	10
7.2	Fermentation acétique : .....	11
<b>8</b>	<b>Processus de Fabrication :</b> .....	<b>12</b>

## **Chapitre 2 : Les Pommes**

<b>Introduction :</b> .....	<b>14</b>	
<b>1</b>	<b>Origine de la pomme :</b> .....	<b>14</b>
<b>2</b>	<b>Les facteurs écologiques en Algérie :</b> .....	<b>15</b>
<b>3</b>	<b>La consommation dans le monde :</b> .....	<b>16</b>
<b>4</b>	<b>Production et consommation mondiale :</b> .....	<b>16</b>
4.1	Production mondiale : .....	16
4.2	Consommation par région : .....	16
4.3	Formes de Consommation : .....	16
<b>5</b>	<b>La consommation en Algérie :</b> .....	<b>17</b>
<b>6</b>	<b>Production de pomme :</b> .....	<b>17</b>
6.1	Production annuelle : .....	17
6.2	Variétés cultivés : .....	17
<b>7</b>	<b>La consommation :</b> .....	<b>17</b>
7.1	Habitude alimentaire : .....	18
7.2	Accessibilité économique : .....	18
7.3	Sensibilisation et promotion : .....	18
<b>8</b>	<b>La description botanique des pommes :</b> .....	<b>18</b>
8.1	Arbre : .....	19
8.2	Feuille : .....	19
8.3	Fleurs : .....	19

8.4	Fruits :.....	19
8.5	Grains : .....	19

### **Chapitre 3 : Méthodes et analyse**

<b>Introduction :</b> .....	<b>24</b>
<b>1 Matériel et Méthodes :</b> .....	<b>24</b>
1.1 Matériel :.....	24
1.2 Méthodes : .....	24
1.2.1 Etape 1 : Préparation les 6 expériences.....	24
1.2.2 Etape 2 : les analyse .....	28
1.2.3 Etape 3 : Filtration .....	31

### **Chapitre 4 : Résultats**

<b>1 Résultats :</b> .....	<b>33</b>
<b>Discussion.....</b>	<b>36</b>
<b>Conclusion générale .....</b>	<b>40</b>

## Liste Des Figures

Figure n° 1 : vinaigre de vin.....	4
Figure n° 2: vinaigre de cidre .....	5
Figure n° 3: vinaigre de riz.....	5
Figure n° 4: vinaigre balsamique .....	6
Figure n° 5: vinaigre de malt.....	6
Figure n° 6 : Structure chimique de l'acide acétique (google).....	8
Figure n° 7:Diagramme de Fabrication de vinaigre .....	11
Figure n° 8:Anatomie de la pomme (google).....	20
Figure n° 9 :Les etapes de preparation le vinaigre de pomme .....	25
Figure n° 10: la levure.....	25
Figure n° 11:vinaigre de cidre (fabriqué à l'étranger France).....	26
Figure n° 12:les références étapes de préparation les 6 expériences .....	27
Figure n° 13 :La dernière étape pour les mettre dans une étuve .....	28
Figure n° 14:Solution NAOH (Aissa2024) .....	28
Figure n° 15:les différent étape d'acidité totale .....	29
Figure n° 16: Alcoomètre.....	30
Figure n° 17: Thermomètre glass .....	30
Figure n° 18: Filtration.....	31

## Liste Des Tableaux

Tableau n° 1 : récapitulatif des principaux composants chimiques du vinaigre (journal officiel algérien 1998 décret exécutif n°92-65 du 12 février 1998).....	9
Tableau n2 °:Classification botanique de la pomme.....	20
Tableau n° 3:Classification des pommes basé sur les principales variétés et leurs caractéristiques .....	21
Tableau n° 4:Classification chimique des pommes.....	22
Tableau n° 5: Table des calculs de la quantité d'alcool dans chaque expérience. ....	30
Tableau n° 6: La température finale de fermentation.....	30

---

# Introduction

---

La quantité estimée de vinaigre produits dans le monde mise a par la chine et l'ex URSS à plus de 1600 millions de litres à partir de l'acide acétique. Cette production provient multitude de vinaigre à savoir : vinaigre d'alcool, de cidre, de vin, de poirée, de betterave... **(Divies1989)**.

Le vinaigre est un condiment acide largement utilisé qui peut être fabriqué naturellement par fermentation ou artificiellement en laboratoire. Il est produit selon un procédé en deux étapes impliquant la production d'éthanol à partir d'une source de glucides par des levures, suivie de l'oxydation de l'éthanol en acide acétique par des bactéries de l'acide acétique **(Gan-Lin Chen 2020)**. Il possède une riche histoire d'applications culinaires et médicinales, notamment pour le marinage, les vinaigrettes et le traitement des plaies **(Perumpuli 2021)**. Le choix de la matière première, telle que les fruits, les céréales ou les boissons alcoolisées, détermine le type, la qualité et la saveur du vinaigre ( **Perumpuli 2021**). Le vinaigre est connu pour ses différents types de vinaigre, tels que le vinaigre de riz, le vinaigre noir, le vinaigre balsamique, le vinaigre de céréales et le vinaigre de fruits, chacun offrant des saveurs et des bienfaits uniques pour la santé. Riche en acide acétique, le vinaigre est une source de composés bioactifs tels que les acides organiques, les polyphénols et les mélanoidines, qui contribuent à ses bienfaits physiologiques tels que la régulation du métabolisme des lipides et ses propriétés antioxydants. Le vinaigre a été utilisé pour la cuisson, le nettoyage et la conservation, et il présente des avantages pour la santé en raison de sa teneur en vitamines et minéraux **(Avinash 2019)**.

Le vinaigre a une importance historique et culturelle dans la cuisine algérienne. Le vinaigre, dérivé de diverses sources fermentescibles, fait partie de la civilisation humaine depuis des siècles, bien avant les documents **(Leng Yun-wei2009)**. Il est considéré comme un agent aromatisant, un conservateur et même une boisson saine dans certaines régions **(Lisa Solieri 2009)** **(Paolo Giudici Emilia2009)**. La FAO/OMS définit le vinaigre comme un liquide propre à la consommation humaine produit par double fermentation, à partir de sources telles que les pommes, les raisins et les céréales **(Hubert 2009)**. Les diverses fonctions du vinaigre incluent la stérilisation, la promotion du métabolisme et le renforcement de l'immunité, ce qui en fait un ingrédient polyvalent dans les traditions culinaires algériennes.

Le but de notre travail est de faire un essai au laboratoire pour fabriquer vinaigre a partir les pommes.

Notre mémoire est structuré en :

Chapitre 1 : généralité sur le vinaigre.

Chapitre 2 : généralité sur le pommes.

Chapitre 3 : méthodes et analyse.

Résultats.

Discussion.

Conclusion.

---

# **Chapitre 1 Généralité sur le vinaigre**

---

## 1 Historique :

Le vinaigre à une longue histoire qui remonte depuis de 10000ans. Les babyloniens (ancienne Egyptien) sont les premiers fabriqués le vinaigre à base de vin du palme depuis 5000ans avant J-C. L'ancienne civilisation l'on utilisé comme un condiment d'agent de conservation et même à des fins médicale (**bourgeois et larpent, 1996**). Suivant les idées de Fabroni et Chaptal, le botaniste Persson en 1922, pensait que le voile qui se formait à la surface du vin laissé à l'extérieur était responsable de la production de vinaigre. Il croyait avoir rencontré un champignon et l'avait nommé *Mycodermaaceti* (**Hyperlink, 2005**). Il faudra cependant attendre Pasteur et ses célèbres Mémoires de la fermentation acétique, publiés en 1864, pour enfin comprendre le véritable mécanisme de son élaboration. Le vinaigre n'est rien d'autre que le produit de l'alcool oxydé par l'oxygène de l'air sous l'action de la bactérie en fermentation acétobacter. Louis Pasteur a identifié scientifiquement cinq critères nécessaires à sa production qui sont : la pureté de l'acide acétique, la fermentation correcte, l'absence de germe pathogène, la clarté et l'absence de sédiments, le gout et l'arôme.

## 2 Définition et réglementation :

Le vinaigre est un produit obtenu par fermentation du vin ou de l'alcool avec de l'acide acétique. De par sa nature acide (pH=3), il est utilisé comme condiment ou conservateur. Dans la législation française, le terme « vinaigre » désigne exclusivement les produits obtenus par fermentation acétique de boissons ou de dilutions alcooliques et contenant au moins 6 % d'acide acétique (**décret du 28 juillet 1908 modifié par décret du 28 mars 1924**). Le vinaigre est produit grâce à l'action d'Acétobacter.

D'après les modifications apportées par le décret du 28 juillet 1908 et le décret du 28 mars 1924, la France emploie le mot « vinaigre » pour décrire le produit obtenu par la fermentation acétique de boissons ou de dilutions alcooliques, avec une teneur en acide acétique d'au moins 6 %. Selon GUIRAUD (1998), l'Acétobacter est responsable de la fabrication du vinaigre. Selon la loi algérienne, le vinaigre de vin doit avoir une teneur d'acide acétique d'au moins 6%, tandis que les autres vinaigres doivent en contenir 5% (**JORA, 1998**)

Le vinaigre est un liquide acide et aigre produit par la fermentation de matières premières riches en sucres ou en alcools. Il est couramment utilisé dans la cuisine comme

# Chapitre 1 : Généralité sur le vinaigre

---

assaisonnement, agent de conservation et marinade. Le vinaigre peut être fabriqué à partir d'une grande variété de matières premières, ce qui donne lieu à différents types de vinaigres avec des saveurs et des arômes distincts.

Le nom « vinaigre » est réservé à liquides spécialement préparés à partir d'un certain matériau aliments appropriés contenant de l'amidon et/ou du sucre, selon processus biologique de double fermentation alcoolique en acide acétique, utilisations de l'acide acétique acide pyroligneux, acide minéral et lies fabrication de vinaigre et son ajout à ces produits .Selon la législation algérienne, comme le codex alimentaire la teneur d'acide acétique est à moins 6% pour le vinaigre de vin et pour les autres vinaigre contenir 5% **(journal officiel Algérien'1998)**.

### 3 Les types de vinaigre :

Il existe de nombreux types de vinaigre, chacun ayant son propre goût et ses propres utilisations. Voici quelques-uns des types de vinaigre les plus courants:

#### 3.1 vinaigre de vin :

Le vinaigre de vin est fabriqué à partir de vin rouge ou blanc fermenté, qui constitué une solution aqueuse riche en acide acétique **(Borraï, 1963)**. Il est l'un des vinaigres les plus courants et est utilisé dans une variété de plats



**Figure n° 1 : vinaigre de vin( Ref 1)**

## 3.2 Vinaigre de cidre :

Le vinaigre de cidre est fabriqué à partir de cidre de pomme. Ce vinaigre est plein de matière pectique (**Bouaziz 2009**). Il a un goût aigre-doux et est souvent utilisé dans les vinaigrettes, les marinades et la tonique santé.



Figure n° 2: vinaigre de cidre (Ref 2)

## 3.3 vinaigre de riz :

Le vinaigre de riz est fabriqué à partir de riz fermenté, après l'hydrolyse de l'amidon. Il a un goût doux et légèrement aigre et est souvent utilisé dans la cuisine asiatique (**Diviees 1989**).



Figure n° 3: vinaigre de riz (Ref3)

## 3.4 vinaigre balsamique :

Originaire d'Italie, le vinaigre balsamique est fabriqué à partir de moût de raisin. Il existe des variétés traditionnelles vieilles qui sont plus coûteuses et des versions moins chères pour un

usage quotidien. Il a un goût sucré et sirupeux et est souvent utilisé comme condiment pour les salades, les fromages et les desserts (Pierre vican-2008)



**Figure n° 4: vinaigre balsamique(Ref4)**

### **3.5 Vinaigre de malt :**

Le vinaigre de malt est fabriqué à partir d'orge malt fermenté il a une saveur prononcée et légèrement sucrée. Il est couramment utilisé dans la cuisine britannique pour les poissons frits et les frites. Les vinaigres de céréales sont surtout produits dans les pays scandinaves, en Grande-Bretagne et aux États-Unis. (Pierre vican 2008).



**Figure n° 5: vinaigre de malt (Ref5)**

### **3.6 Autres types de vinaigre :**

Il existe de nombreux autres types de vinaigre, tels que le vinaigre de miel, le vinaigre de grenade et le vinaigre de figueetc. Qui sont utilisés dans des cuisines spécifiques ou pour des préparations culinaires particulières.

### 4 L'utilisation de vinaigre :

Le vinaigre est un ingrédient polyvalent qui est largement utilisé dans de nombreuses applications culinaires, de nettoyage et même dans certains usages médicaux voici quelques de ces utilisations:

#### 4.1 Utilisation culinaire :

Le vinaigre est utilisé comme un assaisonnement pour rehausser la saveur des plats. Il est souvent utilisé dans les vinaigrettes pour les salades, les marinades pour les viandes et les légumes, et les sauces (**Larpen, 1996**). Il est aussi un excellent conservateur alimentaire qui permet à prolonger la durée de conservation la viande, des poissons, des légumes, des fruits .... (**Divies et Dacho, 1996**). Il est également utilisé pour déglacer les viandes et les légumes.

#### 4.2 Utilisation médicales :

Un médecin américain, le Dr Jarvis, a popularisé l'utilisation du vinaigre comme remède. Le vinaigre peut être appliqué sur les piqûres d'insectes pour soulager les démangeaisons et réduire l'inflammation, les brûlures légères en appliquant doucement sur la zone affectée (**Arab et Guezzoun, 2003**). Il est aussi stimulant de l'appétit et facilite la digestion. Il calme les douleurs de l'estomac. Il est bon pour la rate. Il guérit la jaunisse. Le vinaigre doit consommer sans exagération (**Arab et Guezzoun, 2003**).

#### 4.3 Utilisation domestique :

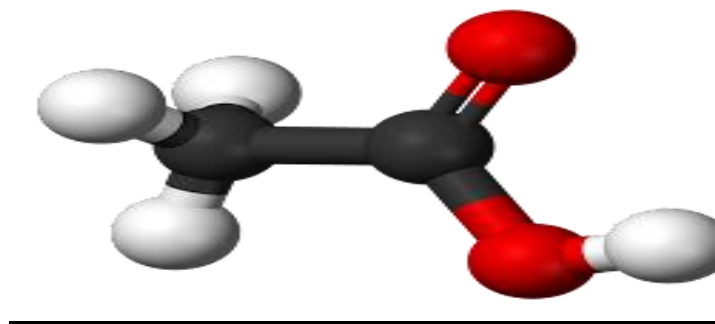
Le vinaigre est considéré comme un produit de nettoyage comme le sol, les vitres, les miroirs, les robinets ...etc. Il utilise comme un désodorisant, pour désodoriser les espaces, comme les réfrigérateurs, les placards, les tapis, les chaussures... etc. Aussi est un détartrant qui est efficace pour éliminer le tartre et les dépôts minéraux. Il peut être utilisé pour nettoyer les bouilloires, les cafetières, les pommeaux de douche, les robinets...etc. (**Grelon, 2005**).

### 4.4 Autre utilisation :

- Nettoie le tartre des appareils électroménagers.
- Venir à bout de la cellulite.
- Poli les objets chromés.
- Contre les mauvaises herbes.
- Élimine le tartre de l'aquarium.
- Remède efficace contre les champignons.
- Remède écologique contre les microbes.

### 5 Les composition de vinaigre :

Le principal composant du vinaigre est l'acide acétique. L'acide acétique est un composé organique de formule chimique  $\text{CH}_3\text{COOH}$ .



**Figure n° 6 : Structure chimique de l'acide acétique (pubchem)**

Les composés secondaires, tels que l'acide tartrique, l'acide succinique et les substances azotées, proviennent des matières premières utilisées et des nutriments ajoutés au milieu réactionnel et à l'eau de dilution (**Cheung 2012**).

**Tableau n° 1 : récapitulatif des principaux composants chimiques du vinaigre (journal officiel algérien 1998 décret exécutif n°92-65 du 12 février 1998)**

Composant	Concentration
Eau	90-95%
Acide acétique	4-8
Arsenic	1mg/kg
Plomb	1mg/kg
Total cuivre et zinc	1mg/kg
Fer	1mg/kg
Autres acide	0,1-1%
Esters	0,1-1%
Alcool	<1%
Minéraux	0,1-1%
Autre composant	0,1-1%

### 6 Qualité et exigences du vinaigre algérien :

En Algérie, la qualité du vinaigre se base sur la NF V 03-001 "Vinaigre - Méthodes d'analyse et critères de composition". Cette norme reprend les exigences générales du Codex alimentaires pour le vinaigre, ainsi que des exigences spécifiques pour le vinaigre algérien.

#### 6.1 Critères physico-chimiques :

- **Acidité** : Le vinaigre doit avoir une teneur en acide acétique d'au moins 4%.
- **Couleur** : Le vinaigre doit être limpide et exempt de particules en suspension.
- **Densité** : La densité du vinaigre est généralement comprise entre 1,00 et 1,05 g/ml.
- **Teneur en alcool** : Le vinaigre ne doit pas contenir plus de 0,5% d'alcool en volume.
- **Présence de contaminants** : Le vinaigre doit être exempt de contaminants tels que les pesticides, les métaux lourds et les bactéries.
- **Critères organoleptiques**
- **Odeur** : Le vinaigre doit avoir une odeur caractéristique et agréable, exempte d'odeurs étrangères.

- **Goût** : Le vinaigre doit avoir un goût aigre-doux équilibré, sans goût amer ou piquant.

### 6.2 Exigences spécifiques pour le vinaigre algérien :

- **Matière première** : Le vinaigre algérien doit être fabriqué à partir de matières premières d'origine algérienne.
- **Processus de fabrication** : Le processus de fabrication du vinaigre algérien doit respecter les bonnes pratiques d'hygiène et de fabrication.
- **Étiquetage** : L'étiquetage du vinaigre algérien doit être conforme à la réglementation nationale.

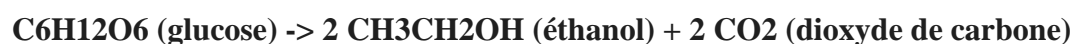
## 7 Fabrication de Vinaigre :

La fabrication du vinaigre est un processus simple qui repose sur la double fermentation en deux étapes :

### 7.1 Fermentation alcoolique :

La fermentation alcoolique est un processus biologique par lequel des sucres sont transformés en alcool éthylique (éthanol) et en dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>) par des micro-organismes, principalement des levures. Cette levure est le saccharomyce à une T° ambiante pendant quelques jours. Ce processus se déroule en l'absence d'oxygène, (milieu anaérobies). Le glucose et le fructose sont les sucres essentiels de transformation qui pénètrent dans la cellule de levure par diffusion facilitée et subissent une phosphorylation conduisant à la fin de la fermentation avec l'alcool éthylique. (**Bourgeois 1989 ,Larpen 1991**). Environ 30 à 35% de source de carbone est transformé en biomasse cellules, ainsi que 50% des glucides sont transformé en éthanol. Le reste du sucre est utilisé pour la production d'énergies. (**Hoda 2010**)

L'équation bilan de la fermentation alcoolique est la suivante :



## 7.2 Fermentation acétique :

La fermentation acétique est un processus biologique par lequel l'alcool éthylique (éthanol) est transformé en acide acétique (vinaigre) par des bactéries acétiques (**acétobacters**). Ce processus se déroule en présence d'oxygène (**Bourgeois, Larpent, 1996**). La température optimale pour la fermentation acétique se situe entre 20 et 32 °C (**Guiraud 2003**). Et cela produit avec réaction d'acide à PH optimale entre 4 et 6. Le processus de l'acétification se poursuit jusqu'à l'épuisement du milieu en alcool. Les seuls additifs autorisés sont : le sel, le sucre, le miel, les aromates et les arômes naturels. La coloration n'est admise que pour les vinaigres d'alcool et seulement avec du caramel (E 150) (**Journal Officiel de la République Algérienne 1998**).

Equation bilan de la fermentation acétique :

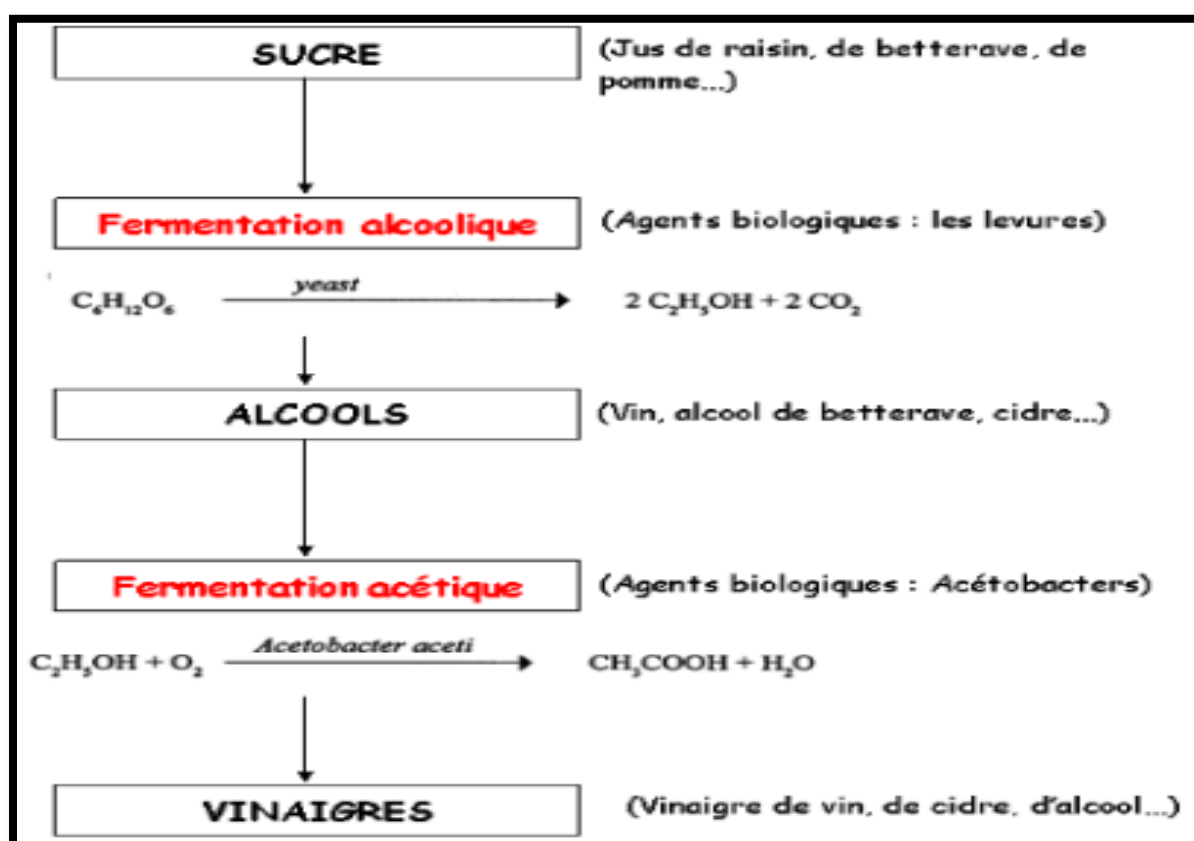
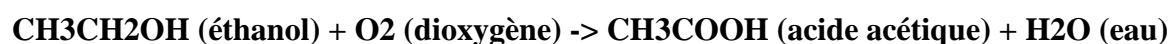
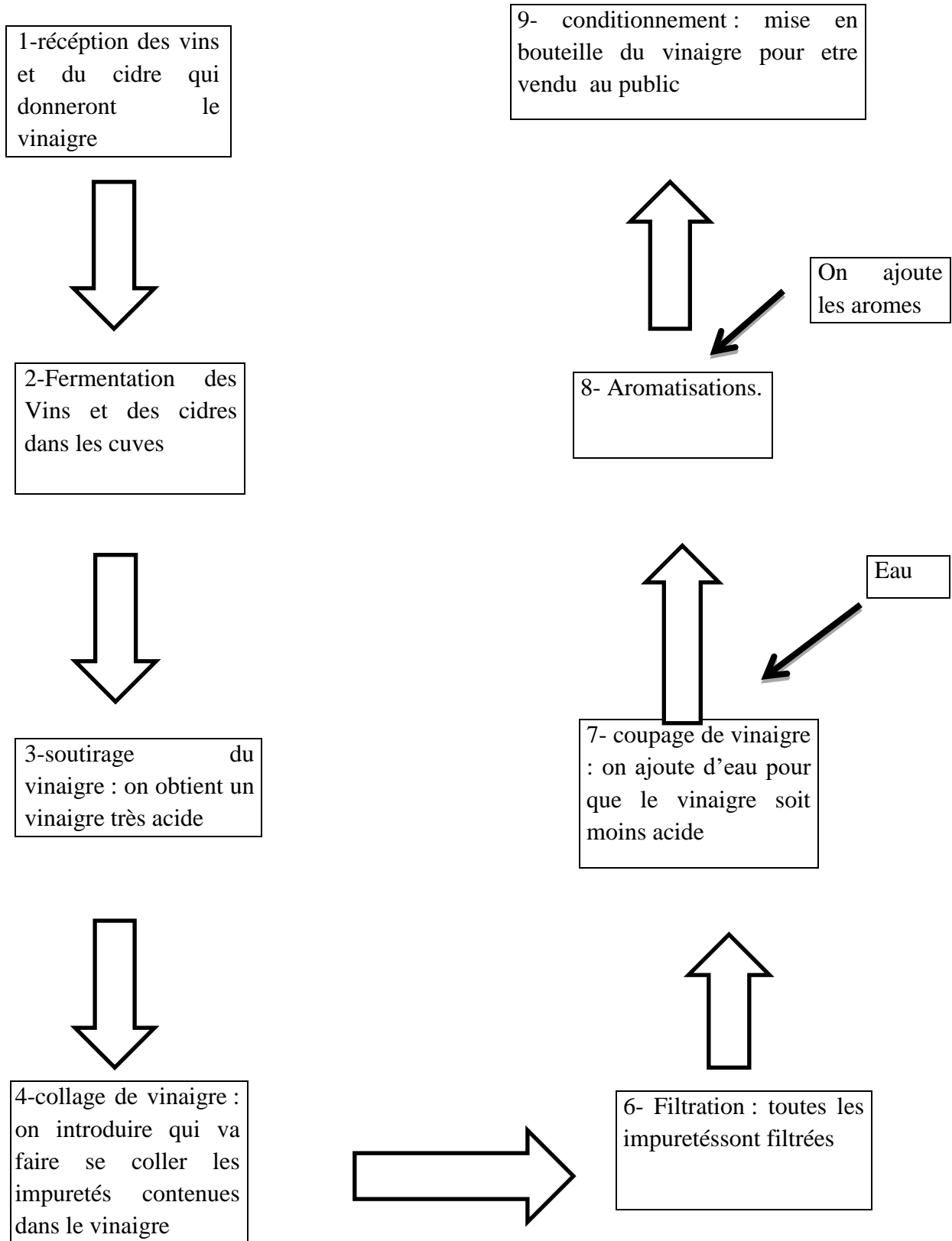


Figure n° 7: Diagramme de Fabrication de vinaigre (Addad rawida & Ouahiani soumia)

## 8 Processus de Fabrication :



---

---

## **Chapitre 2 :Les Pommes**

---

---

### **Introduction :**

La pomme (*Malus Domestica*) est l'un des fruits les plus cultivés et consommés au monde. Originaire d'Asie centrale, plus précisément des montagnes du Kazakhstan, la pomme a été cultivée et hybridée depuis des milliers d'années pour produire une multitude de variétés adaptées à divers climats et goûts. **(Zohary, Hopf, 2000).**

Les pommes appartiennent à la famille des Rosaceae, qui inclut également d'autres fruits populaires tels que les poires, les prunes et les cerises. Le genre *Malus* comprend plusieurs Les pommes sont non seulement appréciées pour leur goût sucré et leur croquant, mais elles sont également reconnues pour leurs nombreux bienfaits pour la santé **(Juniper, & Mabberley,(2006))**. Elles sont riches en fibres alimentaires, notamment la pectine, et contiennent une variété de vitamines et de minéraux, comme la vitamine C et le potassium **(Boyer, Liu,2004)**. De plus, les pommes sont une source importante d'antioxydants, tels que les flavonoïdes et les acides phénoliques, qui contribuent à la protection contre les maladies chroniques.

Les pommes jouent un rôle essentiel dans de nombreuses cultures et cuisines à travers le monde. Elles sont consommées fraîches, cuites dans des desserts, transformées en jus, cidres et vinaigres, et intégrées dans des plats salés. Leur polyvalence et leur longue durée de conservation en font un fruit de choix dans le commerce mondial des fruits. **(S. Apple Association2023)**

### **1 Origine de la pomme :**

L'origine de la pomme, en particulier de la pomme cultivée (*Malus x Domestic*), remonte à l'Asie centrale, en particulier le long de la route de la « Route de la soie »**(Zohary, Hopf, 2000)**. Des études génomiques ont révélé que la pomme cultivée a évolué à la suite d'événements d'hybridation impliquant *Malus sieversii* d'Asie centrale et des espèces sauvages le long de la Route de la soie **(Juniper, 2007)**.

La tribu des pommiers (*Maleae*) de la famille des rosacées est probablement issue d'une hybridation entre les ancêtres de différentes tribus de la sous-famille des amygdaloideae, ce qui confirme l'hypothèse d'une hybridation étendue **(Clade Richard 2022)**

L'analyse phylogénétique des génomes du chloroplaste indique que les pommes cultivées ont des liens ancestraux avec *M.sylvestris* et *M. sieversi*, confirmant ainsi le rôle important de l'Asie centrale dans l'histoire évolutive de la pomme (**Awais Khan**).

### 2 Les facteurs écologiques en Algérie :

Les facteurs écologiques liés à la culture de la pomme en Algérie sont déterminants pour le succès des vergers. Plusieurs éléments doivent être pris en compte pour garantir une production optimale :

1. **Climat et Environnement** : La culture du pommier en Algérie est principalement concentrée dans les régions à climat tempéré, comme Médéa, Batna, Khenchela, Blida et Tiaret. Ces zones bénéficient de conditions climatiques favorables, notamment des hivers froids nécessaires pour le repos végétatif des pommiers. Cependant, des aléas climatiques comme la grêle peuvent sérieusement affecter les récoltes, d'où l'utilisation croissante de filets anti-grêle dans les plantations intensives (**TSA**) (الهندسة الزراعية)
2. **Techniques agricoles** : L'adoption de la méthode de culture super-intensive permet de maximiser la production en plantant jusqu'à 3 000 pommiers par hectare, contre 400 à 1 200 avec les méthodes traditionnelles. Cela augmente la production, mais accentue également les besoins en irrigation et en gestion de l'eau (**TSA**). La gestion de l'irrigation par goutte-à-goutte est essentielle, notamment dans les régions arides où la disponibilité en eau est limitée.
3. **Sol et fertilisation** : La qualité des sols et une fertilisation adéquate sont cruciales. Cependant, en Algérie, la fertilisation est souvent réalisée de manière empirique, sans prise en compte des caractéristiques du sol, ce qui peut limiter les rendements (الهندسة الزراعية).
4. **Gestion de l'eau** : Le manque d'eau est un des défis majeurs pour les producteurs. Certaines exploitations ont dû arracher des arbres en raison de la pénurie d'eau, soulignant l'importance de la gestion des ressources hydriques dans les vergers intensifs (**Maghreb actu**) (**TSA**)

En résumé, la culture de la pomme en Algérie repose sur une combinaison de conditions climatiques favorables, de nouvelles techniques agricoles comme le super-intensif, et une

gestion minutieuse des ressources en eau et en sol. Cependant, des défis comme la pénurie d'eau et les aléas climatiques demeurent des obstacles majeurs pour les producteurs.

### **3 La consommation dans le monde :**

Les pommes sont l'un des fruits les plus consommés au monde, appréciées pour leur goût, leur texture croquante et leurs bienfaits pour la santé. Leur consommation varie considérablement d'un pays à l'autre, influencée par des facteurs culturels, économiques et climatiques.

### **4 Production et consommation mondiale :**

#### **4.1 Production mondiale :**

- La Chine est le plus grand producteur de pommes au monde, représentant environ 50% de la production mondiale. En 2020, la production de pommes en Chine était estimée à environ 40 millions de tonnes.
- Les États-Unis sont également un important producteur, avec une production annuelle d'environ 5 millions de tonnes. Les principales régions productrices comprennent l'État de Washington, New York et le Michigan.
- L'Europe est une autre grande région productrice, avec la Pologne, l'Italie et la France en tête de la production. La Pologne, par exemple, produit environ 4 millions de tonnes de pommes chaque année. (FAO. (2021). FAOSTAT)

#### **4.2 Consommation par région :**

- En Europe, la consommation de pommes est particulièrement élevée en Allemagne, en France et en Italie. L'Allemagne, par exemple, consomme environ 17 kg de pommes par habitant chaque année.
- Aux États-Unis, la consommation moyenne est d'environ 10 kg par habitant par an.
- En Asie, la consommation de pommes est également élevée, surtout en Chine et en Inde. En Chine, la consommation annuelle par habitant est d'environ 19 kg.

#### **4.3 Formes de Consommation :**

- Les pommes sont consommées fraîches, mais elles sont également transformées en une variété de produits tels que le jus de pomme, la compote, le cidre, le vinaigre et les confitures.

- Les pommes sont couramment utilisées dans les desserts, les salades, les plats principaux et comme collations saines.

### **5 La consommation en Algérie :**

En Algérie, la pomme est l'un des fruits les plus populaires et consommés, tant pour ses qualités nutritionnelles que pour sa disponibilité. La consommation de pommes en Algérie a connu une augmentation significative au cours des dernières décennies en raison de divers facteurs socio-économiques et culturels. **(Ministère de l'Agriculture, du Développement Rural et de la Pêche de l'Algérie. (2022)).**

### **6 Production de pomme :**

L'Algérie produit une quantité considérable de pommes, principalement dans les régions montagneuses où le climat est propice à la culture des pommiers. Les principales régions productrices incluent les Hautes Plaines de Sétif, Bordj Bou Arreridj, et Batna.

#### **6.1 Production annuelle :**

Selon les statistiques du ministère de l'Agriculture algérien, la production de pommes a varié autour de 400 000 à 500 000 tonnes par an au cours des dernières années.

#### **6.2 Variétés cultivés :**

Les variétés de pommes cultivées en Algérie incluent notamment la Golden Delicious, la Starking Delicious, et la Granny Smith, qui sont bien adaptées aux conditions climatiques locales.

### **7 La consommation :**

La consommation de pommes en Algérie est influencée par plusieurs facteurs, notamment les habitudes alimentaires, l'accessibilité économique et les campagnes de sensibilisation sur les bienfaits des fruits pour la santé.

### 7.1 Habitude alimentaire :

- Les pommes sont consommées fraîches principalement en tant que collation ou dessert. Elles sont également utilisées dans diverses recettes locales, y compris les salades de fruits et les pâtisseries.
- Les pommes sont particulièrement populaires pendant le Ramadan, où elles sont souvent consommées pour rompre le jeûne en raison de leur fraîcheur et de leur capacité à fournir de l'énergie rapidement.

### 7.2 Accessibilité économique :

- le prix des pommes peut fluctuer en fonction de la saison et des conditions du marché. En général, les pommes locales sont plus abordables que les pommes importées, ce qui encourage la consommation de la production nationale.
- Les importations de pommes, principalement en provenance de France, d'Espagne et d'Italie, complètent la production locale pour répondre à la demande pendant les périodes de faible production.

### 7.3 Sensibilisation et promotion :

- Les campagnes de promotion des fruits et légumes par le gouvernement Algérienne et les organisations locales ont contribué à augmenter la consommation de pommes en mettant en avant leurs bienfaits pour la santé, notamment leur richesse en fibres, en vitamines et en antioxydant.

## 8 La description botanique des pommes :

La description botanique des pommes peut varier en fonction de la variété spécifique, mais voici une description générale basée sur les caractéristiques communes des pommiers. Notez que les références précises dépendront de la source utilisée, mais je peux mentionner des références générales pour chaque caractéristique.

### 8.1 Arbre :

Le pommier est un arbre fruitier de la famille des Rosaceae. Il peut atteindre différentes tailles selon la variété, avec une hauteur moyenne de 5 à 10 mètres. La forme de l'arbre peut varier du colonnaire au pleureur en passant par le buissonnant. **(Micheal Philips)**.

### 8.2 Feuille :

Les feuilles du pommier sont généralement ovales à lancéolées, avec des bords dentelés. Elles sont disposées de manière alternée le long des branches. **(Brian Capon)**.

### 8.3 Fleurs :

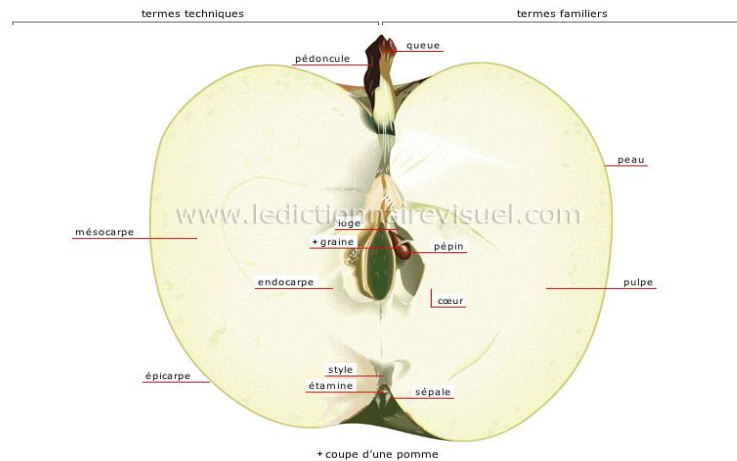
les fleurs du pommier sont blanches ou roses, généralement avec cinq pétales. Elles sont regroupées en grappes ou en corymbes au bout des branches. **(James D)**

### 8.4 Fruits :

Les pommes sont des faux-fruits (pomme complexe) qui se forment à partir du réceptacle floral. Elles peuvent avoir différentes formes (rondes, coniques, allongées) et couleurs (rouge, jaune, verte), selon la variété. La peau peut être lisse ou rugueuse, brillante ou mate. **(Tucker et Hough)**.

### 8.5 Grains :

Les graines de pommier sont contenues à l'intérieur du fruit (les pépins). Chaque pépin contient une petite graine entourée d'une membrane protectrice **(U.S. Apple Association. (2023))**.



**Figure n° 8: Anatomie de la pomme (CTIFL)**

Voici un tableau de classification de la pomme (malus Domestic) mettant évidence l'embranchement :

**Tableau n °: Classification botanique de la pomme**

Niveau taxonomie	Classification
Règne	Plante
Sous-règne	Tracheobionta
Division	Magnoliophyta
Classe	Magnoliopsida
Sous-classe	Rosidae
Ordre	Rosales
Famille	Rosaceae
Sous- famille	Maloideae
Tribu	Maleae
Genre	Malus
Espèce	Malus Domestica

### Classification des pommes :

**Tableau n° 2: Classification des pommes basé sur les principales variétés et leurs caractéristiques**

Variété	Couleur	Saveur	Texture	Utilisation
Golden délicateuse	Jaune	Douce, légèrement acidulés	Croquantes, juteuse	Fraiche, cuisson
Granny Smith	Vert	Acidulées	Croquante, fermés	Fraiche, pâtisserie
Fuji	Rouge et jaune	Sucré, légèrement acidulés	Croquantes, juteuse	Fraiche, cuisson
Gala	Rouge et jaune	Douce, légèrement acidulés	Croquantes, juteuse	Fraiche, cuisson
Red délicateuse	Rouge	Douce	Croquantes, juteuse	Fraiche
McIntosh	Rouge et vert	Sucrés, acidulés	Croquantes, tendre	Fraiche, jus, cuisson
Pink Lady	Rouge et jaune	Sucrés, acidulés	Croquantes, juteuse	Fraiche, cuisson
Honeycrisp	Rouge et jaune	Sucrés, acidulés	Croquantes, juteuse	Fraiche, jus, cuisson
Jonagold	Rouge et jaune	Sucrés, acidulés	Croquantes, juteuse	Fraiche, jus, cuisson

Tableau n° 3 : (USDA National nutrition database)

### Composition Chimique :

**Tableau n° 4:composition chimique des pommes**

<b>Composants</b>	<b>Pourcentage (en moyenne)</b>	<b>Références</b>
Eau	85-90%	Cidre :making,using and enjoying sweet and hard cidre par annieprolux et lewNichols
Glucides	10-15%	Appel's botany: production and use par D.C ferreer et I.J Wington
Fibres alimentaires	1-2%	Craft cidre making par Andrew lea
Acides organiques	0.2-0.5%	The new cidre maker's shandbok par claudejolicoeur
Vitamine C (acide ascorbique)	5-10 mg/100g	World's best cidres par pete brown
Vitamine A (bêta-carotène)	Traces	World's best cidres par pete brown
Potassium	90-150 mg/100g	World's best cidres par pete brown
Magnésium	5-10 mg/100g	World's best cidres par pete brown
Fer	0.1-0.5 mg/100g	World's best cidres par pete brown
Calcium	5-10 mg/100g	World's best cidres par pete brown
Acide citrique	5-10 mg/100g	Cidre :making,using and enjoying sweet and hard cidre par annieprolux et lewNichols
Acide malique	0,3-1%	Crafty cidre par janepayton
minéraux	Variable	

---

---

## **Chapitre 3 : Méthodes et analyse**

---

---

### **Introduction :**

On a fait une analyse sur le vinaigre a partir de la pommeraie, ainsi qu'une étude des paramètres physico-chimiques et biochimiques de notre vinaigre.

### **1 Matériel et Méthodes :**

#### **1.1 Matériel :**

- -Balance
- -Les gants
- -Etuve
- -Barreau magnétique
- -Agitateur magnétique
- -Bécher
- -Eprouvette
- -Pissat
- Micropipette
- -La burette a graduée

#### **1.2 Méthodes :**

##### **1.2.1 Etape1 : Préparation les 6 expériences**

Nous avons apporté 3 kilogrammes de pommes, nous les avons lavées, puis nous les avons coupées en petits morceaux. Ensuite, nous avons pris 6 grands récipients à large ouverture. Protocole (Wikihow)



Figure n° 9 : Les étapes de préparation du vinaigre de pomme (photo originale)

- **Expérience 1** : Nous prenons un récipient et y mettons 100 g de pommes, puis un béccher et y ajoutons 550 millilitres d'eau, dans laquelle nous dissolvons 44g de sucre. Ensuite, nous versons le mélange dans un récipient et le fermons soigneusement avec un tissu.
- **Expérience 2** : Consiste à prendre un récipient contenant 120,7 grammes de pommes, puis à prendre un béccher contenant 550 millilitres d'eau, dans lequel nous dissolvons 60 grammes de sucre. Par la suite, on place le mélange dans un récipient plus la levure et on les referme avec soin avec un morceau de tissu.



Figure n° 10: la levure (photo originale)

- **Expérience 3 :** A prendre un récipient contenant 140 grammes de pommes, puis à ajouter 70 grammes de sucre que nous dissolvons dans 550 millilitres. Après cela, nous mettons le mélange dans un récipient et les fermons soigneusement avec un morceau de tissu.
- **Expérience 4 :** Nous utilisons un récipient contenant 160g de pommes, puis nous ajoutons 80 grammes de sucre que nous dissolvons dans 550 millilitres d'eau. Ensuite, nous déplaçons le mélange dans un récipient plus vinaigre de mère (cidre) et le refermons avec un morceau de tissu.



**Figure n° 11: vinaigre de cidre (fabriqué à l'étranger) (photo originale)**

- **Expérience 5 :** Dans un récipient et y mettons 180g de pommes, puis un bécher et y ajoutons 550 millilitres d'eau, dans laquelle nous dissolvons 90g de sucre. Ensuite, nous versons le mélange dans un récipient et le fermons soigneusement avec un tissu.
- **Expérience 6 :** Alors dans un récipient contenant 289g de pommes, puis un bécher et y ajoutons 550 millilitres d'eau, dans laquelle nous dissolvons 144,5g de sucre. Ensuite, nous versons le mélange dans un récipient et le fermons soigneusement avec un tissu.



**Figure n° 12: les différents étapes de préparation des 6 expériences (photo originale)**

À la fin, nous les enveloppons dans du papier aluminium pour empêcher la lumière d'entrer et nous les mettons dans une étuve à une température de 20 degrés pendant 1 mois. (On doit mélanger le dernier chaque semaine).



**Figure n° 13 :La dernière étape pour les mettre dans une étuve ( photo originale)**

### 1.2.2 Etape 2 : les analyse

- ✓ **Dosage acidité totale** : Nous effectuons cette analyse. Pour s'assurer que le processus de fermentation est terminé et connaître la quantité d'acidité totale.
  - Tout d'abord, Elle est dosée par titrimétrie avec la soude à 0,5 N en présence de phénol phtaléine comme indicateur coloré. Pesons 0,03 g de NAOH et dissolvons dans 100 ml d'eau distille.



**Figure n° 14:Solution NAOH (photo originale)**

- **Expérience 1** : lors de la préparation de la solution, nous la versons dans la burette à graduée, et dans un bécher nous mettons 100 ml de l'expérience 1 à l'aide d'une pipette jaugée. Ajouter le barreau aimanté de l'agitateur magnétique puis deux gouttes de phénolphtaléine et commençons à ouvrir la burette, en faisant tomber la solution

goutte à goutte jusqu'à ce que nous voyions un changement de couleur vers le rose clair. Nous fermons alors la burette et commençons à mesurer le volume pour calculer l'acidité totale.

Volume=15,7ml      NAOH=0,03g

Acidité T=  $15,7 \times 0,03 = 0,47$

Acidité T= 4,7°

- Les expériences 2, 3, 4, 5, 6 c'est la même méthode d'expérience 1 sauf que le volume change.

- **Expérience2** : Volume =13,7ml      Acidité=4,1°
- **Expérience3** : Volume=15,3ml      Acidité=5°
- **Expérience4** : Volume= 18,1ml      Acidité=5,4°
- **Expérience5** : Volume=14,9ml      Acidité=4,5°
- **Expérience6** : Volume=14,1ml      Acidité=4,2°

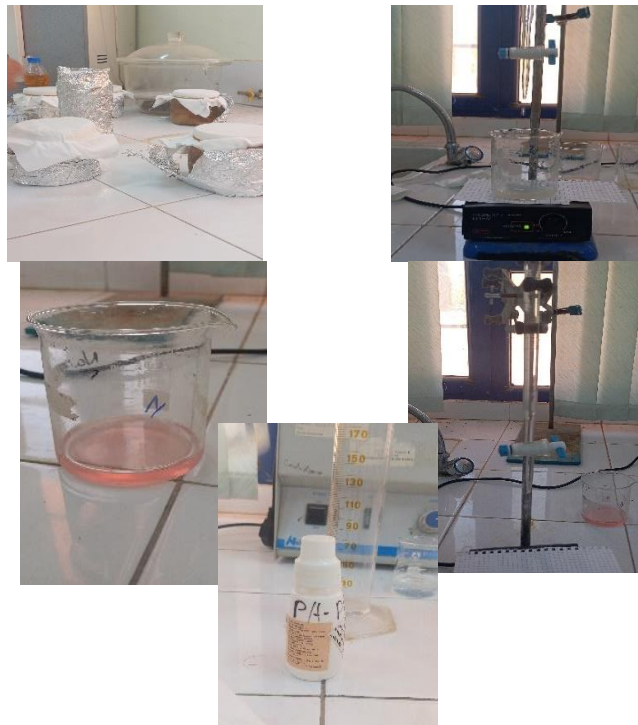


Figure n° 15:les différents étapes d'acidité totale (photo originale)

- ✓ **Analyse d'Alcool :** Nous allons apporter un appareil de mesure du taux d'alcool « alcoomètre » de température 20°C et mesurer la quantité d'alcool dans chaque expérience.



Figure n° 16: Alcoomètre(photo originale)

Tableau n° 5: Table des calculs de la quantité d'alcool dans chaque expérience.

Expériences	1	2	3	4	5	6
Alcool	0	0	0	0	0	0

- ✓ **Analyse de température :** Nous mesurons la température finale de fermentation à l'aide d'un thermomètre glass.



Figure n° 17: Thermomètre glass (photo originale)

Tableau n° 6: La température finale de fermentation

Expérience	1	2	3	4	5	6
------------	---	---	---	---	---	---

Température	24°	23°	24,5°	24,5°	25°	25°
-------------	-----	-----	-------	-------	-----	-----

### 1.2.3 Etape 3 :Filtration

- Filtre les 6 expériences pour obtenir le produit final :nous avons pris 6 erlenmeyers pour chaque expérience avec un entonnoir pour raffiner la solution pour obtenir la solution finale.



**Figure n° 18: Filtration (photo originale)**

---

---

## **Chapitre 4 : Résultats**

---

---

### 1 Résultats :

L'objectif de ce projet est fabriqué le vinaigre à base de la pomme est comparée les résultats d'analyse avec la norme algérienne.

- **Dosage d'acidité totale** : les résultats de l'acidité totale dans les expériences 1,3,4,5 sont de 5 degrés, ce qui nous amène à conclure que les résultats sont similaires à ceux du journal officiel algérienne, car il dit tandis que les autres vinaigres doivent en contenir 5% (**JORA, 1998**).

Volume=15,7ml            NAOH=0,03g

Acidité T=  $15,7 \times 0,03 = 0,47$

Acidité T= 4,7°

- Les expériences 2, 3, 4, 5,6 c'est la même méthode d'expérience 1 sauf que le volume change.

- **Expérience2** : Volume =13,7ml            Acidité=4,1°
- **Expérience3** : Volume=15,3ml            Acidité=5°
- **Expérience4** : Volume= 18,1ml            Acidité=5,4°
- **Expérience5** : Volume=14,9ml            Acidité=4,5°
- **Expérience6** : Volume=14,1ml            Acidité=4,2°

- **Analyse de l'alcool** : Les tests effectués n'ont détecté aucune trace d'alcool dans toutes les expériences, ce qui confirme l'achèvement de la fermentation acétique.

Expériences	1	2	3	4	5	6
Alcool	0	0	0	0	0	0

- **Température** : Lorsque la fermentation acétique est terminée, le vinaigre est à une température ambiante environ (20°C-25°C). Les résultats dans les expériences la température est 24°C.

Expérience	1	2	3	4	5	6
Température	24°	23°	24,5°	24,5°	25°	25°

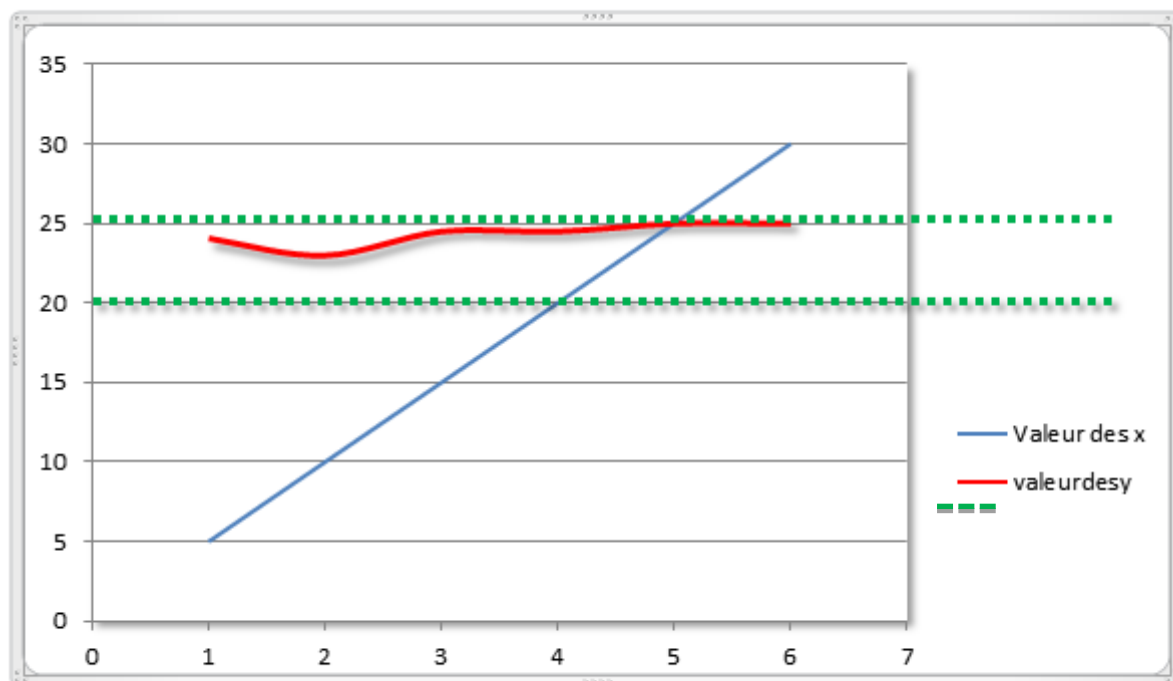


Diagramme de température

En conclusion, les résultats montrent que le vinaigre produit respecte les normes Algériennes en matière de qualité et d'acidité, permettant ainsi de produire un vinaigre de pomme local de haute qualité conforme aux exigences réglementaires.

---

---

# Discussion

---

---

L'étude porte sur la production de vinaigre de pomme à partir de pommes locales en Algérie, dans le but de valoriser ces ressources. L'utilisation du vinaigre remonte à l'Antiquité, où il était employé par différentes civilisations comme conservateur alimentaire et pour ses vertus médicinales. Le vinaigre est le produit d'une double fermentation, alcoolique puis acétique.

### **Processus de fermentation et résultats:**

La première étape, la fermentation alcoolique, transforme les sucres des pommes en alcool grâce à l'action des levures. S'ensuit la fermentation acétique, où des bactéries, principalement du genre *\*Acetobacter\**, convertissent l'alcool en acide acétique. Les résultats de l'étude confirment que le vinaigre produit respecte les normes algériennes, notamment en termes d'acidité, avec un taux minimum de 5% d'acide acétique. L'absence d'alcool résiduel témoigne de l'efficacité et de la complétude de la fermentation acétique. Le maintien d'une température stable entre 23°C et 25°C pendant la fermentation a favorisé le développement des bactéries acétiques et la qualité du vinaigre. L'importance du choix des matières premières et du suivi rigoureux des étapes de production est également soulignée. Différentes quantités de pommes et de sucre ont été testées pour optimiser le processus.

### **Premièrement concernant historique et origine :**

- Bourgeoise et L'arpent(1998):sont soulignent l'utilissation ancienne du vinaigre par les babyloniens et les égyptiens comme agent de conservation et pour des fins médicinales.
- Pasteur (1864) : est reconnu pour avoir élucides le processus de fermentation acétique. Il a identifié les conditions nécessaires pour une fermentation réussis.
- Persson : a attribué la production de vinaigre a un champignon qu'il a nommé mycodermaacéti, illustrant l'évolution des connaissance scientifique sur la fermentation.

### **Pour la réglementation :**

- Guiraud(1998) : met en avant l'importance d'Acétobacter dans la production de vinaigre par fermentation acétique, en conformité avec la législation française et algérienne.

### **Pour les types et leurs propriétés :**

- Divies (1989) : offre une vue détaillée des différents types de vinaigre et chacun ayant ses caractéristique spécifique en termes de gout et d'usage.
- Pierre vican (2008) : se concentre d'avantage sur les propriétés bénéfiques pour la santé du vinaigre. Il examine les bienfaits physiologiques des vinaigres.

### **Pour l'utilisation de vinaigres :**

- Dr Jarvis : est popularise l'utilisation du vinaigre pour des remèdes maison, indiquant ses application dans le soulagements des démangeaisons et des inflammations.
- Arab et Guezzoun(2003) : mettent en avant les usages domestiques du vinaigre, notamment pour le nettoyage et la désodorisation. Ils présentent également le vinaigre comme un moyen efficace et écologique contre les microbes.

Les analyses physico-chimique des expérience indique que l'acidité, alcool et la température respect la norme algérienne.

**Conformité à l'Acidité Normative** : Les expériences montrent que l'acidité du vinaigre atteint les 5 % requis d'acide acétique, ce qui correspond aux normes de qualité algériennes. Cela suggère que le procédé est adéquat pour obtenir un produit conforme aux exigences locales.

**Conversion Complète d'Alcool en Acide Acétique** : L'absence d'alcool résiduel dans les analyses démontre une conversion complète de l'éthanol en acide acétique, attestant d'une fermentation complète et efficace. Ce point est crucial pour assurer que le vinaigre ne contient pas de traces d'alcool, un critère réglementaire important.

**Température de Fermentation Stable** : Les expériences montrent une température de fermentation entre 23 °C et 25 °C, ce qui est propice à une fermentation acétique stable et efficace. Une température stable favorise la croissance des bactéries acétiques et améliore la qualité finale du vinaigre.

### **Comparaison avec la littérature:**

L'importance du genre *Acétobacter* dans la production de vinaigre est confirmée par la littérature. Les analyses physico-chimiques confirment le respect des normes algériennes pour l'acidité, la teneur en alcool et la température. L'étude s'inscrit dans un contexte économique de valorisation des produits locaux algériens. Les travaux de Bourgeoise et L'arpent (1998) mentionnent l'utilisation historique du vinaigre, corroborant l'importance de ce produit à travers les âges. Les travaux d'Arab et Guezzoun (2003) ainsi que ceux du Dr Jarvis, non détaillés dans le contexte fourni, pourraient être développés pour enrichir la discussion sur les usages domestiques du vinaigre, notamment pour le nettoyage et comme remède maison. Il serait pertinent de comparer les caractéristiques du vinaigre de pomme produit dans cette étude avec celles d'autres types de vinaigres décrits dans la littérature, afin de mieux situer le produit obtenu. L'absence de détails sur les travaux de Divies (1989) et Pierre Vican (2008) limite la discussion sur la diversité des vinaigres et leurs propriétés bénéfiques pour la santé.

### **Conclusion et perspectives:**

L'étude démontre la faisabilité de la production d'un vinaigre de pomme de qualité à partir de pommes locales en Algérie, conformément aux normes en vigueur. Des recherches complémentaires pourraient se concentrer sur l'optimisation du processus de production, l'exploration des propriétés spécifiques de ce vinaigre (notamment ses potentiels bienfaits pour la santé) et l'analyse sensorielle (goût, arôme) pour une caractérisation plus complète du produit.

---

## **Conclusion générale**

---

Cette étude sur la fabrication du vinaigre à partir des pommes a permis d'explorer en détail les processus de fermentation alcoolique et acétique, en vue de produire un vinaigre répondant aux normes algériennes. En suivant un protocole expérimental précis, nous avons pu comparer les résultats obtenus aux standards réglementaires en termes de qualité et d'acidité.

Les résultats ont montré que le vinaigre fabriqué respecte les critères physico-chimiques exigés, notamment une acidité totale conforme à la norme algérienne qui stipule une teneur minimale en acide acétique de 5%. De plus, aucune trace d'alcool n'a été détectée, confirmant que le processus de fermentation acétique a été complet.

Ce travail met en lumière l'importance de la qualité des matières premières et du contrôle des étapes de fabrication pour obtenir un produit final conforme aux attentes en matière de sécurité alimentaire et de qualité. Il démontre également la possibilité de produire localement un vinaigre de pomme de haute qualité, capable de répondre aux besoins du marché algérien.

En conclusion, cette étude ouvre la voie à une production artisanale ou industrielle de vinaigre de pomme en Algérie, tout en soulignant l'intérêt de ce produit pour l'économie locale et pour la diversification des condiments alimentaires disponibles.

## ملخص :

تعتمد عملية تصنيع الخل على التخمير المزدوج، كحولي وحمضي. الهدف من تجاربنا هو صناعة الخل من التفاح. أظهرت النتائج أن الخل المنتج يتوافق مع المتطلبات التنظيمية ولا يحتوي على بقايا كحول بالإضافة إلى معايير الجودة، ولا سيما الحموضة التي تتطلبها المعايير الجزائرية مع الحد الأدنى من محتوى حمض الأسيتيك بنسبة 5%. وتتضمن المنهجية تحضير عدة عينات باستخدام كميات مختلفة من التفاح والسكر مع مراقبة لمرحل التخمير. كما تسلط الدراسة الضوء على أهمية اختيار المواد الخام وإدارة عملية الإنتاج للحصول على الخل عالي الجودة

**الكلمات المفتاحية:** التفاح, الخل الطبيعي, التخمير , الاقتصاد

## Résume :

Le processus de fabrication du vinaigre repose sur une double fermentation, alcoolique et acétique. Le but de nos expérimentations est la fabrication du vinaigre à partir des pommes. Les résultats démontrent que le vinaigre produit est conforme aux exigences réglementaires et ne contient pas d'alcool résiduel ainsi les critères de qualité, notamment l'acidité exigée par les normes algériennes avec une teneur minimale en acide acétique de 5%. La méthodologie inclut la préparation de plusieurs échantillons en utilisant différentes quantités de pommes et de sucre avec un suivi des étapes de fermentation. L'étude souligne également l'importance de la sélection des matières premières et de la gestion du processus de production pour obtenir un vinaigre de qualité.

**Mots clé :** Pomme, vinaigre, industrie, fermentation.

## Abstract :

The vinegar production process relies on double fermentation, both alcoholic and acetic. The aim of our experiments is to produce vinegar from apples. The results show that the vinegar produced meets regulatory requirements and contains no residual alcohol, as well as quality criteria, particularly the acidity required by Algerian standards with a minimum acetic acid content of 5%. The methodology includes preparing multiple samples using different quantities of apples and sugar, with monitoring of the fermentation stages. The study also highlights the importance of selecting raw materials and managing the production process to obtain high-quality vinegar naturel.

**Key words :** Apples, natural vinegar, fermentation, economy

# Référence Bibliographie

## A

**Arab, M., & Guezzoun, K.(2003)** : Les impacts de l'agriculture durable sur l'environnement.

**Avinash, A. S. (2019, 1 janvier)** :Études sur l'impact des pesticides sur la santé humaine.

## B

**Boyer & Liu, (2004)** : Les bienfaits des fruits sur la santé.

**Bourgeois, Larpent (1996)** : Économie des produits agricoles.

## C

**Clavet, (1912)** : Histoire des pratiques agricoles en Algérie. Cité par **Bouaziz, S. (2009)**.  
Analyse des pratiques agricoles contemporaines.

**Conner, H. A** : La révolution verte et ses conséquences.

## D

**Divies, (1989)** :Le rôle des variétés fruitières dans l'agriculture

**Divies, Cach. (1996)** : Les systèmes de culture et leur évolution.

## F

**FAO. (2021) FAOSTAT:** Statistiques mondiales sur l'agriculture.

## G

**Gan-Lin, (2020)** : Technologies avancées dans l'agriculture moderne.

**Grelon (2005)** : L'évolution des pratiques culturales en France. Cité par **Arab et Guezzoun (2003)**.

**Guiraud, (2003)** :Les défis de l'agriculture biologique.

## **H**

**Hoda (2010)** : Impact des semences sur la production agricole.

**Hyperlink. (2005)** : Le guide des ressources agricoles en ligne.

## **J**

**JORA. (1998)** : Journal officiel algérien, 1998, page N18.

**Juniper & Mabberley (2006)** : Botanique: Principes fondamentaux et applications.

**Juniper, (2007)** : Les arbres et leurs environnements.

## **K**

**Khan, (25 janvier2022)** : Revue des innovations en ingénierie agricole (Koudama, M. (1990). Cité par **Arab et Guezzoun (2003)** : Ressources naturelles et agriculture en Algérie.

## **L**

**Leng ( 1 janvier 2009)** : Études sur la biodiversité agricole.

## **M**

**Ministère de l'Agriculture, du Développement Rural et de la Pêche de l'Algérie. (2022).**  
**Stratégie nationale pour le développement agricole.**

## **P**

**Philips** :The Apples Grower: A Guide for the Organic Orchardist.

**Perumpuli (2021)** : Trends in International Food Production.

**Perumpuli** : International Food A Comprehensive Guide.

## **R**

**Réf ( 1 2 3 4 5 ) : Site web**

**S**

**Solieri, (2009) : Innovations en technologie alimentaire. Cité par Giudici, (1 janvier 2009).**

**T**

**Tucker & Hough : The Physiology of Fruit Growth.**

**U**

**U.S. Apple Association. (2023) : Annual report on apple production and trends.**

**V**

**Vican (2008) : Les 26 vertus bienfaits du vinaigre. Presses du Châtelet.**

**Z**

**Zohary & Hopf (2000) : Domestication of Plants in the Old World.**