

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA  
RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE DE M'HAMED BOUGARA BOUMERDES

FACULTE DE TECHNOLOGIE

DEPARTEMENT DE GENIE DES PROCEDES

OPTION DE GENIE ALIMENTAIRE



*En vue de l'obtention du diplôme  
De MASTER en GENIE ALIMENTAIRE  
Option : Génie des procédés industriel*

**Élaboration et caractérisation d'une formulation de  
café supplémenté d'armoise blanche (*Artemisia herba  
alba Asso*). Comparaison à une recette traditionnelle**

Soutenu le : 27/06/2024. Par :

AISSAOUI KAHINA et FERAHI NASSIMA

Devant le Jury composé de :

Président	M. KOUINI B.
Examineur	M. LACHEB S.
Promoteur	M. TRACHI M.

*Année universitaire 2023/2024*

# *Remerciement*

Nous tenons vivement à remercier notre promoteur Mr M. TRACHI, pour avoir encadré et dirigé ce travail avec une grande rigueur scientifique, sa disponibilité, ses précieux conseils et pour son suivi régulier à l'élaboration de ce travail.

Nous remercions également tous les membres du jury pour avoir accepté à examiner notre travail.

Nous adressons nos remerciements aux personnes qui nous ont aidé dans la réalisation de ce mémoire. Un grand merci particulier à Mme Ayad Assia, responsable de laboratoire d'analyse physico-chimique de la faculté pour ses soutiens.

Enfin, nous remercions tous ceux qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce travail de recherche, qu'ils trouvent ici l'expression de nos remerciements les plus sincères.

# *Dédicace*

A mes parents pour m'avoir permis de réaliser mes études dans les meilleures conditions, merci pour vos encouragements dans les moments difficiles et pour votre confiance. Merci pour votre amour qui m'a fait grandir et qui m'a permis d'arriver jusqu'ici

A mes sœurs : Naima, Djouher, Nacera et Kahina

A mes frères : Hamza, Mohamed, Sofien, Farhet, Rachid et Lounis

A ma nièce : Rania et ses frères : Zakaria et Adem

A mon binôme : Kahina

A mes meilleures amies : Fetta, Assia, Amel et tous mes amis

Merci à tous...

Nassima

# *Dédicace*

Je dédie ce modeste travail à Mes très chers parents : Grâce à leurs conseils, leurs encouragements et leurs grands sacrifices, ils ont pu me pousser à atteindre ce jour-là. Aucune dédicace ne pourrait exprimer mon respect, ma considération et mes profonds sentiments envers eux. Je prie le bon Dieu de les bénir, de veiller sur eux, en espérant qu'ils seront toujours fiers de moi.

A ma sœur : Razika et son fils Ala Eddin

Ma sœur : Wissam et sa fille Meriem

Ma petite sœur : Tenhinan

A mes frères : Ayache et Omar qui sont toujours à mes côtés

A ma grande mère : Baya

A ma chère amie : Thanina et ses filles : Dania et Nada Elrahman

A mon cher binôme : Nassima

Kahina

## Résumé

La présente étude a pour but essentiel la caractérisation d'une recette traditionnelle, courante dans le nord du Sahara algérien, portant sur l'introduction de l'armoise blanche dans le café. Elle vise également l'amélioration de la dose en plante par proposition d'autres formulations. L'armoise blanche et le café utilisés ont été caractérisés sur les plans physique et physicochimique via la détermination de différents paramètres. Les formulations proposées ont été élaborées en variant différentes proportions de la plante (0 – 0,5 - 1 – 2%). Les formulations ayant des proportions les plus élevées sont sélectionnées via d'un test sensoriel hédonique effectuée sur le produits finis qui sont également analysés sur le plan physicochimique.

Les résultats de la caractérisation physicochimique de la plante médicinale utilisée ont révélé que l'armoise blanche est une plante très riche en acides organiques (61,99 g d'eq NaOH/100 g), en potassium (51,28 mg /100g) et en composés phénoliques (175,236 mg EAG/100g), y compris les flavonoïdique (78%). Selon le test sensoriel hédonique, les formulations proposées ont été apprécié au même titre que le café non enrichi. La caractérisation physicochimique des formulations préparées a révélé que l'introduction de la plante dans le café a enrichi significativement la boisson préparée en certains composés bioactifs, tels que les composés phénoliques dont les flavonoïdes, les acides organiques et le potassium.

**Mots clés :** L'armoise blanche, Caractérisation, Enrichissement, Recette traditionnelle, Café supplémenté.

## ملخص

الهدف الرئيسي من هذه الدراسة هو توصيف وصفة تقليدية شائعة في شمال الصحراء الجزائرية، تتعلق بإدخال الشاي الأبيض في القهوة. كما يهدف إلى تحسين الجرعة في النباتات من خلال اقتراح تركيبات أخرى. تم تمييز الشاي الأبيض والقهوة المستخدمة على المستويين الفيزيائي والفيزيائي الكيميائي من خلال تحديد معايير مختلفة. تم تطوير التركيبات المقترحة بنسب متفاوتة من المصنع (0-0.5-1-2%). يتم اختيار التركيبات ذات النسب الأعلى من خلال اختبار حسي للمتعة يتم إجراؤه على المنتجات النهائية التي يتم تحليلها فيزيائياً أيضاً.

كشفت نتائج التوصيف الفيزيائي الكيميائي للنبات الطبي المستخدم أن الشاي الأبيض هو نبات غني جداً والبوتاسيوم (51.28 مجم/100 جم) والمركبات الفينولية (61.99 eq NaOH/100 جم من 61.99) بالأحماض العضوية ، بما في ذلك الفلافونويد (78%). وفقاً للاختبار الحسي المتعة، تم تقدير التركيبات (جم EAG/100 مجم ، 175236) المقترحة بنفس طريقة تقدير القهوة غير المعالجة. كشف التوصيف الفيزيائي الكيميائي للتركيبات المعدة أن إدخال النبات

إلى القهوة أثرى بشكل كبير المشروب المعد بمركبات معينة نشطة بيولوجيًا، مثل المركبات الفينولية بما في ذلك الفلافونويد والأحماض العضوية والبوتاسيوم.

**الكلمات الرئيسية:** التوصيف، الإثراء، الوصفة التقليدية، القهوة مكمل.

## **Abstract**

The main objective of this study is the characterization of a traditional recipe, common in the northern Algerian Sahara, concerning the introduction of white sagebrush in coffee. It also aims to improve the dose in plants by proposing other formulations. The white sagebrush and coffee used were characterized on the physical and physicochemical planes via the determination of different parameters. The proposed formulations were developed by varying proportions of the plant (0 – 0.5 – 1 – 2%). Formulations with the highest proportions are selected via a hedonic sensory test performed on the finished products which are also physicochemically analyzed.

The results of the physicochemical characterization of the medicinal plant used revealed that white sagebrush is a plant very rich in organic acids (61.99 g of eq NaOH/100 g), potassium (51.28 mg/100g) and phenolic compounds ( 175 ,236 mg EAG/100g), including flavonoids (78%). According to the hedonic sensory test, the proposed formulations were appreciated in the same way as the unprocessed coffee. The physicochemical characterization of the prepared formulations revealed that the introduction of the plant into coffee significantly enriched the prepared drink with certain bioactive compounds, such as phenolic compounds including flavonoids, organic acids and potassium.

**Keywords :** Characterization, Enrichment, Traditional recipe, Coffee supplemented.

## Sommaire

Résumé	
Liste des tableaux	
Liste des figures	
Liste des abréviations	
Introduction générale.....	1

### Revue bibliographique

#### Chapitre 1 : Généralités sur les plantes médicinales et l'Armoise blanche

1. Les plantes médicinales.....	3
1.1. Définition .....	3
1.2. Intérêt de l'étude des plantes médicinales.....	3
1.3. Principe actif .....	4
1.3.1. Alcaloïdes .....	4
1.3.2. Antibiotiques .....	4
1.3.3. Flavonoïdes.....	4
1.3.4. Saponines.....	5
1.3.5. Huiles essentielles.....	5
1.4. Phytothérapie.....	5
1.4.1. Définition .....	5
1.4.2. Avantages .....	6
1.4.3. Inconvénients.....	6
2. L'armoise blanche .....	7
2.1. Description botanique.....	7
2.2. Nomenclature.....	7
2.3. Répartition géographique.....	8
2.4. Classification botanique de l'armoise blanche.....	9

2.5. Composition chimique.....	9
2.6. Utilisation de l'armoise blanche.....	10
2.6.1. Utilisation industrielle.....	10
2.6.2. Utilisation traditionnelle.....	10
2.7. Propriétés biologiques de l'armoise blanche.....	11
2.7.1. Effet antidiabétique.....	11
2.7.2. Effet antiinflammatoire et gastro protecteur .....	11
2.7.3. Effet antioxydante.....	12
2.7.4. Effet antibactérienne.....	12
2.7.5. Effet anticancéreux et cytotoxique.....	12
2.8. Les propriétés thérapeutiques .....	13
2.8.1. Bienfaits pour les femmes .....	13
2.8.2. Vertus pour la digestion .....	13
2.9. Toxicité de la plants .....	14

## **Chapitre 2 : Généralités sur le café**

1. Le caféier .....	15
1.1. Description botanique .....	15
1.1.1. <i>Coffea arabica</i> .....	15
1.1.2. <i>Coffea canephora</i> .....	16
1.2. Variété .....	16
1.2.1. Arabica ( <i>Coffea arabica</i> ).....	16
1.2.2. Robusta ( <i>Coffea canephora</i> ).....	17
2. Les graines de café.....	17
2.1. La production des grains de café.....	17
2.2. Torréfaction .....	19
2.2.1. Torréfaction du café.....	19

2.3. Composition chimique du café.....	20
2.4. Valeur alimentaire du café.....	23
2.5. Effets thérapeutiques du café.....	24

## **Partie expérimentale**

### **Matériel et méthodes**

#### **1. Matériel végétal**

1.1. Armoise blanche.....	25
1.2. Graines de café ( <i>Coffea canephora</i> ).....	26

#### **2. Caractérisation des matières premières.....** 26

2.1. Caractérisation physique .....	26
2.1.1. Masses volumiques et porosités.....	27
2.1.2. Détermination de l'indice d'écoulement (angle de repos).....	28
2.1.3. Détermination d'indice de mouillabilité .....	29

#### **2.2. Caractérisation physicochimique des poudres .....** 30

2.2.1. Détermination de la teneur en eau .....	30
2.2.2. Teneur en cendres .....	31
2.2.3. Teneur en minéraux.....	31
2.2.4. Détermination de pH.....	32
2.2.5. L'acidité titrable .....	32
2.2.6. Teneur en polyphénols totaux .....	33
2.2.6.1. Extraction des polyphénols .....	33
2.2.6.2. Dosage des polyphénols totaux.....	34
2.2.7. Quantification des flavonoïdes totaux.....	35
2.2.8. Aptitude à l'extraction de matière sèche .....	36

#### **3. Mode d'Elaboration des formulations.....** 37

3.1. Préparation traditionnelle .....	37
3.2. Analyse de produits finis.....	38

3.2.1. Analyses sensoriel .....	38
3.3. Analyses physico -chimiques des produits finis.....	40
3.4. Analyse statistique .....	40

## **Résultats et discussion**

1.Caractérisation des matières premières .....	41
1.1. Caractérisation physiques .....	41
1.1.1. Masses volumiques .....	41
1.1.2. Détermination de l'indice d'écoulement (angle de repos).....	42
1.1.3. Détermination de l'indice de mouillabilité (s) .....	43
1.2. Caractérisation physicochimiques .....	43
1.2.1. Détermination de la teneur en eau .....	43
1.2.2. Teneur en cendres et en matières organiques.....	44
1.2.3. Teneur en minéraux .....	45
1.2.4. Acidité des matières premières.....	45
1.2.5. Détermination de la teneur en polyphénols totaux.....	46
1.2.6. Aptitudes à l'extraction de matière sèche .....	47
2. Analyse des produits finis. ....	48
2.1. Analyse sensorielle .....	48
2.2. Analyses physicochimiques des produits finis.....	50
2.2.1. Détermination de la teneur en minéraux .....	50
2.2.2. Mesure du pH.....	51
2.2.3. Détermination de l'acidité titrable .....	52
2.3.4. Détermination de la teneur en polyphénols totaux.....	53
Conclusion .....	54
Références	

## Listes des figures

### Revue bibliographique

#### Chapitre 1 : généralités sur les plantes médicinales et l'Armoise blanche

<b>Figure 1</b> : Quelques plantes médicinales.....	3
<b>Figure 2</b> : Quelques propriétés botaniques d' <i>A. Herba alba</i> Asso.....	7
<b>Figure 3</b> : Carte de la distribution d' <i>A. Herba alba</i> Asso.....	8

#### Chapitre 2 : Le café

<b>Figure 1</b> : Fruits de cafier.....	15
<b>Figure 2</b> : Description botanique de cafier.....	16
<b>Figure 3</b> : Différentes étapes de la production des graines de café.....	18

### Partie expérimentale

#### Matériel et méthodes

<b>Figure 1</b> : Parties aériennes de l'armoise blanche sèche avant (a) et après(b) broyage	25
<b>Figure 2</b> : Graines de café avant (a) et après (b) broyage .....	26
<b>Figure 3</b> : Principe de détermination de l'ongle de repos de formée par le poudres versés .....	28
<b>Figure 4</b> : Détermination de l'indice de mouillabilité des poudres .....	29
<b>Figure 5</b> : Extraction des polyphénols de PA et PC .....	34
<b>Figure 6</b> : Dosage des composés phénoliques de PA et PC .....	35
<b>Figure 7</b> : Dosage des flavonoïdes de PA et PC .....	36
<b>Figure 8</b> : Bulletin du test hédonique .....	39
<b>Figure 9</b> : Préparation du test hédonique .....	40

### Résultats et discussions

<b>Figure 1</b> : Masse volumique et taux de porosité caractérisant les deux poudres analysées.....	41
<b>Figure 2</b> : Indice d'écoulement caractérisant les deux poudres analysées.....	42
<b>Figure 3</b> : Teneur en eau caractérisant les deux poudres analysées.....	43

<b>Figure 4</b> : Teneurs en cendres et en matières organiques des caractérisant les deux poudres analysées.....	44
<b>Figure 5</b> : Acidité des matières végétales analysées.....	45
<b>Figure 6</b> : Teneur en polyphénols des matières végétales analysées.....	46
<b>Figure 7</b> : Taux de matières solubles.....	47
<b>Figure 8</b> : Effet de la poudre d'A sur les propriétés sensorielles de café préparés.	49
<b>Figure 9</b> : Acidité potentielle des trois formulation analysées (PC à 0% de la plante d'A, F3 : café à 2 % plante réduite de l'A, F6 : café à 2% de plante partiellement réduite d'A, F7 : café plus 2% d'A Plante non réduite) incorporé dans le café.....	51
<b>Figure 10</b> : Acidité titrable des formulations analysées (PC à 0% de la plante d'A. blanche, F3 : café à 2 % plante réduite de l'A. blanche, F6 : café à 2% de plante partiellement réduite d'A. blanche, F7 : café plus 2% d'A. blanche Plante non réduite) incorporé dans le café.....	52
<b>Figure 11</b> : Teneurs en polyphénols des formulations analysées (PC à 0% de la plante d'A. blanche, F3 : café à 2 % plante réduite de l'A. blanche, F6 : café à 2% de plante partiellement réduite d'A. blanche, F7 : café plus 2% d'A. blanche Plante non réduite) incorporé dans le café .....	53

## **Liste des tableaux**

### **Revue bibliographique**

#### **Chapitre 1 : généralités sur les plantes médicinales et l'Armoise blanche**

**Tableau 1** : Nomenclature de l'armoise blanche selon différentes langues.....8

**Tableau 2** : Classification botanique de l'armoise blanche.....9

#### **Chapitre 2 : Le café**

**Tableau 1** : La composition chimique moyenne des grains de café verts et torréfiés.....22

### **Partie expérimentale**

#### **Matériel et méthodes**

**Tableau 1** : Préparation de la dilution de l'acide gallique (AG) .....34

**Tableau 2** : Gamme étalon pour le dosage des flavonoïdes totaux .....36

**Tableau 3** : Les différentes proportions en PA incorporés dans le café .....38

**Tableau 4** : Catégories d'appréciation de différentes formulations élaborées .....39

#### **Résultats et discussions**

**Tableau 1** : Teneurs en éléments minéraux des deux échantillons analysés .....45

**Tableau 2** : Evolutions du gout des différentes formulations préparés.....48

**Tableau 3** : Teneurs en éléments minéraux des produits finis analysés .....50

## Liste des abréviations

**PA** : Poudre d'armoise blanche

**PC** : Poudre de café

$\rho_r$  : Masse volumique réel

$\rho_a$  : Masse volumique apparente

**P** : Porosité

**EAG** : Equivalent d'acide gallique

**EQ** : Quercétine

**Ms** : Matières sèches

**ms** :Matières solubles

**PPR** : Plante partiellement réduite

**PR** : Plante réduite

**F0** : Café à 0% d'Armoise Blanche

**F1** : Café à 0.5% d'Armoise Blanche poudre

**F2** : Café à 1% d'Armoise Blanche poudre

**F3** : Café à 2% d'Armoise Blanche poudre

**F4** : Café à 0.5% d'Armoise Blanche partiellement réduite

**F5** : Café à 1% d'Armoise Blanche partiellement réduite

**F6** : Café à 2% d'Armoise Blanche partiellement réduite

**F7** : Recette traditionnelle

# **Introduction générale**

Malgré le développement de la médecine moderne, le traitement par la médecine traditionnelle est encore pratiqué aujourd'hui en Algérie comme dans de nombreux pays. La phytothérapie fait partie de la médecine traditionnelle dans laquelle les plantes médicinales sont utilisées pour améliorer et/ou guérir la santé humaine.

L'utilisation des plantes dans le traitement des maladies s'impose par leurs nombreuses vertus thérapeutiques dont l'intérêt est aujourd'hui confirmé par des recherches scientifiques basées sur des méthodes analytiques, validant ainsi leurs prescriptions expérimentales.

Les plantes médicinales avaient un grand intérêt en Algérie pour traiter de nombreuses maladies telles que les maladies du système respiratoire, de la peau, du système nerveux, les maladies hépatiques, les maladies dermatologiques et le système urinaire et les pathologies digestives [1].

L'herboristerie traditionnelle algérienne utilise diverses espèces cultivées et sauvages qui appartiennent à différentes familles botaniques [2].

Reconnue pour ses propriétés curatives, l'armoise blanche, qui s'appelle scientifiquement *Artemisia herba-alba* Asso, occupe une place particulière dans la médecine traditionnelle grâce à ses nombreuses propriétés thérapeutiques, notamment les effets antioxydants, antimicrobiens, antidiabétiques et anti-inflammatoires.

L'armoise blanche, traditionnellement utilisée dans la médecine populaire notamment des régions arides et semi-arides du Moyen-Orient et de l'Afrique du Nord dont l'Algérie.

En Algérie et pour préparer différentes remèdes traditionnelles, l'armoise blanche peut-être utilisée seule ou mélangée avec d'autres composants [3].

Une formulation traditionnelle, consistant à communiquer les effets thérapeutiques et/ou sensorielles de la plante au café est courante dans les régions de la steppe algérienne. La formulation est préparée par l'ajout des parties aériennes de la plante réduites en petits morceaux dans la masse de café en poudre ou sous forme d'extrait. La supplémentation du café avec cette plante pourrait non seulement enrichir la boisson en composés bioactifs mais aussi offrir une nouvelle dimension sensorielle.

L'étude vise à Développer une recette de café supplémenté d'armoise blanche en respectant les méthodes de préparation traditionnelles, et Analyser les propriétés physico-chimiques, sensorielles et nutritionnelles de cette nouvelle formulation. Cela inclut l'évaluation de la saveur, de l'arôme, de la texture et de la composition en composés bioactifs.

Une Comparaison de cette nouvelle formulation avec une recette de café traditionnel afin de déterminer les différences et les éventuels avantages en termes de goût, d'acceptabilité.

Rappelons que le café est l'une des boissons les plus consommées au monde. Cela peut être attribué à son appréciation liée notamment sa saveur et son arôme uniques, mais aussi à ses effets stimulants.

En 2022, la production mondiale de café a atteint environ 168 millions de sacs de 60 kg chacun. La Colombie, avec une production d'environ 14 millions de sacs de café arabica, se classe troisième. Les principaux consommateurs sont les États-Unis, l'Union européenne et le Brésil. La Finlande détient le record de consommation par habitant avec 12 kg par personne par an.

La valeur du marché mondial du café était d'environ 102 milliards de dollars en 2022, avec des prévisions de croissance continue. En 2020, le pays a importé environ 135 000 tonnes de café, ce qui représente une consommation annuelle d'environ 3 kg par habitant [4].

La consommation de café en Algérie augmente de 3 à 5% par an, stimulée par la croissance démographique et l'urbanisation. Les Algériens préfèrent généralement le café fort et corsé [5].

Le café est plus qu'une boisson stimulante ; il possède des valeurs alimentaires et thérapeutiques significatives. Sur le plan nutritionnel, le café est une source importante d'antioxydants, notamment les polyphénols, qui aident à combattre les radicaux libres dans le corps [6].

# ***Revue bibliographique***

**Chapitre I :**

***Généralités sur les plantes  
médicinales et l'Armoise***

## 1. Les plantes médicinales

### 1.1. Définition

Une plante médicinale est une plante ou un de ses organes, qui contient des substances qui peuvent être employées pour le but thérapeutiques ou qui sont des précurseurs pour la synthèse, d'autres drogues utiles et dont ces propriétés thérapeutiques sont prouvées scientifiquement ou de manière empirique par l'emploi en médecine traditionnelle [7].

Dans le code de la santé publique, il n'existe pas de définition légale d'une plante médicinale au sens juridique. C'est une plante, non mentionnée en tant que médicinale, qui est en vente libre par les pharmaciens. D'après la Xème édition de la pharmacopée française, les plantes médicinales sont des drogues végétales au sens de la pharmacopée européenne dont au moins une partie possède des propriétés médicamenteuses [8]. La figure 1 illustre quelques plantes médicinales.



**Figure 1 :** Quelques plantes médicinales

[[www.santejeunes.ma/plantes-medicinales-dangers-possibles/](http://www.santejeunes.ma/plantes-medicinales-dangers-possibles/)].

### 1.2. Intérêt de l'étude des plantes médicinales

Les plantes médicinales sont importantes pour la recherche pharmaceutique et l'élaboration des médicaments, directement comme agents thérapeutiques, mais aussi comme matière première pour la synthèse des médicaments ou comme model pour les composés pharmaceutiques.

La morphine, alcaloïde caractéristique des papaviers (*Papaver somniferum*) par exemple est l'analgésique le plus puissant, utilisé dans la chirurgie lourde et la thérapie anticancéreuse.

Il est difficile d'imaginer le monde sans la quinine (dérivée du genre *Cinchona*) qui est un alcaloïde anti malarique, sans la dioxine (du genre *Digitalis*) qui est cardiotonique, ou encore l'éphédrine (du genre *Ephédra*) que l'on retrouve dans de nombreuses prescriptions contre le rhume stimule l'automatisme cardiaque, elle est bronchodilatatrice et stimulante du centre respiratoire bulbaire.

Les plantes aromatiques constituent une autre catégorie à part, par le fait qu'elles renferment des substances odorantes volatiles appelées les huiles essentielles. Ces plantes sont généralement utilisées en médecine traditionnelle comme agents antibactériens, antifongiques et antioxydant [9].

### **1.3. Principe actif**

C'est une molécule contenue dans une drogue végétale ou dans une préparation à base de drogue végétale et utilisé pour la fabrication des médicaments.

Il peut constituer un groupe de produits naturels qui sont explorés pour des propriétés très diverses, il s'agit des alcaloïdes, antibiotiques, coumarines, flavonoïdes, saponines, huiles essentielles, mucilages, tanins [10].

#### **1.3.1. Alcaloïdes**

Composées organiques azotées et basique, ils sont d'origine végétale dont la molécule renferme au moins un atome d'azote salifiable (alcaloïdes vraies, pseudo alcalode) tous les alcaloïdes ont une action physiologiques intense. Les nombres des alcaloïdes à ce jour plus de 3000 molécules identifiées, aux propriétés pharmacologiques souvent importantes [11].

#### **1.3.2. Antibiotiques**

Les antibiotiques se définissent par leur aptitude à limiter la multiplication des bactéries pathogènes, les plus puissants pouvant même éradiquer l'inoculum bactérien chez les plantes, ce principe actif les protège contre les agents pathogènes ; il est aussi antifongique, bactéricide et antiviral. La bardane, la sarriette, l'origan, le thym, le serpolet sont des plantes qui sécrètent des antibiotiques [[www.pharmacomedicale.org/medicaments/par-specialites/item/antibiotiques-les-pointsessentielsimpact.net](http://www.pharmacomedicale.org/medicaments/par-specialites/item/antibiotiques-les-pointsessentielsimpact.net)].

#### **1.3.3. Flavonoïdes**

Les flavonoïdes sont responsables de la coloration des fleurs et des fruits. Leurs pigments servent à attirer les insectes pollinisateurs et protègent des insectes ravageurs et des rayonnements du soleil. Ils sont veinotoniques, antioxydants, anti-inflammatoires,

antibactériens et fluidifiants. Ils sont présents dans le citron, la canneberge, les fraises, les roses, les bleuets, la vigne rouge [12].

#### **1.3.4. Saponines**

Les saponines ont des propriétés moussantes qu'elles donnent notamment au savon, fabriqué à partir de la racine de la saponaire. Ces substances servent à protéger les plantes contre les agressions fongiques. Elles ont également des vertus expectorantes. Le bouillon blanc, le ginseng, la saponaire, le soja, la pensée sauvage, la salsepareille sont sources de saponines [www.ruedelechiquier.net].

#### **1.3.5. Huiles essentielles**

Une huile essentielle est constituée de nombreuses substances chimiques peu solubles dans l'eau. Dans la plante, Les huiles essentielles sont obtenues par distillation à la vapeur, par hydrodistillation (entraînement à la vapeur d'eau) ou encore dans des cas particuliers, par pression mécanique (ex : agrumes) par dissolution dans des lipides (enfleurage pour des organes délicats tels que la fleur de Jasmin) et plus fréquemment maintenant dans des gaz supercritiques (dioxyde de carbone). L'extraction par dissolution dans des solvants fournit une fraction chargée de divers constituants liposolubles (cires, hydrocarbures...) ; après élimination du solvant ou du dioxyde de carbone, on obtient une "concrète" que l'on prive des constituants indésirables par refroidissement à la température du réfrigérateur (glaçage), suivi de décantation et de filtration [www.ruedelechiquier.net].

### **1.4. Phytothérapie**

#### **1.4.1. Définition**

Le mot « phytothérapie » est étymologiquement composé de deux racines grecques : phuton et therapeia, signifiant respectivement « plante » et « traitement ». Par conséquent, la phytothérapie peut être définie comme une discipline allopathique qui vise à prévenir et à traiter certains dysfonctionnements et/ou certaines pathologies à travers des plantes, des parties de plantes ou des préparations à base de plantes (qu'elles soient comestibles ou à usage externe).

Il est important de ne pas confondre ce sujet avec la phytopharmacie, qui désigne toutes les substances utilisées pour traiter les plantes [13].

### 1.4.2. Avantages

Parfois, les médecines traditionnelles sont associées aux plantes médicinales, qui sont devenues acceptables pour l'organisme, car elles connaissent un développement et une croissance remarquables ces dernières années en occident pour le traitement des maladies chroniques telles que l'asthme et l'arthrite. En outre, les plantes médicinales ont de nombreux bienfaits en alimentation, ils sont utilisés comme épice, boissons, marmelades aromatiques, colorants. Les plantes médicinales sont largement utiles car elles sont moins chères que les médicaments et peuvent être achetées sans la visite du médecin. L'utilisation de plantes médicinales ne provoque aucun effet secondaire, il existe des plantes telles que le gingembre, le poivre, l'ail et l'agripaume aide à traiter certaines maladies liées au système circulatoire, telles qu'Hypertension artérielle et ulcères variqueux [14].

### 1.4.3. Inconvénients

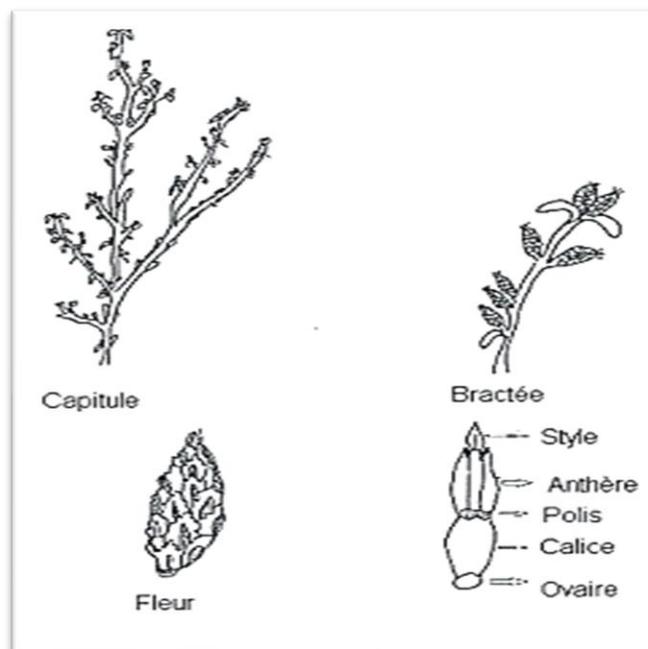
- L'ignorance de la présence de certaines substances dans la plante parallèlement à la substance responsable de l'action désirée, peut être à l'origine d'un effet néfaste ;
- Certaines plantes sont dangereuses, une forte posologie peut nuire à la santé, voire mortelle ; -Des molécules sont bio-synthétisées en continu, d'autres à un stade particulier du cycle végétatif ; des molécules qui se trouvent particulièrement dans une partie de la plante et non pas dans une autre, ou même une biosynthèse occasionnelle de certaines substances qu'elles soient bénéfiques ou toxiques, suite à une agression ou un facteur externe : toutes ces variabilités peuvent engendrer l'absence de la reproductibilité d'un effet souhaité ou l'apparition d'une toxicité ;
- La prise d'extraits de plantes en association avec les médicaments modernes ou avec d'autres plantes, peut engendrer des interactions (diminuer l'efficacité du traitement ex : le millepertuis et les contraceptifs oraux, ou dépasser le seuil désiré ex : la pholcodine et les curares) [15].

## 2. L'armoise blanche

*Artemisia herba alba* Asso, communément appelée armoise du désert ou absinthe blanche, est utilisée en médecine populaire pour le traitement de diverses maladies. Les parties aériennes sont caractérisées par un très faible degré de toxicité. Il semblerait que cette plante présente de nombreuses propriétés bénéfiques [16].

### 2.1. Description botanique

L'armoise blanche est une plante vivace qui forme des buissons de 30 à 50 cm, blanche et laineuse, à tige nombreuses, tomenteuses. Les feuilles sont courtes, généralement pubescentes argentées avec des capitules sessiles ou subsessiles de 2-5 fleurs. Ces dernières sont hermaphrodites, alors que le fruit est un akène. Le réceptacle est nu et la corolle est insérée très obliquement sur l'ovaire [17]. La figure 2 présente quelques propriétés botaniques de la plante.



**Figure 2 :** Quelques propriétés botaniques de *Artemisia herba-alba* Asso [18].

### 2.2. Nomenclature

- Nom scientifique

Elle est connue sous plusieurs noms : *Artemisia herba-alba* Asso, *Artemisia inculta* Del, *Seriphidium herba-alba* Asso Soják [19].



## 2.4. Classification botanique de l'armoise blanche

Le genre *Artémisia* appartient à la famille des composés, il comprend environ 400 espèces regroupées en quatre sections : Abrotanum, Absinthium, Seriphidium et Dracunculus. La classification de *l'artémisia herba alba* la plus utilisée dans la systématique du genre *Artemisia* [23] (Tableau 2).

**Tableau 2** : Classification botanique de l'armoise blanche [23].

Règne	Végétal
Embranchement	Phanérogame
Sous embranchement	Angiospermes
Classe	Dicotylédons gamopétales
Sous classe	Gamopétales épiquyne isosternes
Ordre	Asterales
Famille	Synanthérées ou composées
Sous-famille	Tubuliflores
Tribu	Anthemidées
Genre	<i>Artemisia</i>
Espèce	<i>Artemisia herba-alba</i> Asso

## 2.5. Composition chimique

*A. herba-alba* Asso est une plante d'une composition riche et variée elle se compose de :

- Un taux de cellulose très élevé (17 à 30%) ;
- La matière sèche (MS) : de 6 à 11% de matière protéique brute duquel 72% d'acides aminés (AA) ;
- La  $\beta$ -carotène diffère en concentration selon la saison entre 1.3 et 7mg/kg ;
- La valeur énergétique varie entre 0.2 à 0.4UF/mg MS en hiver, en automne est de 0.8UF/mg MS et 0.92UF/mg MS au printemps ;
- Les huiles essentielles : Camphre (19.4%), les transpinocarveol (16.9%), les chrysanthenone (15.8%) ;
- Des composés phénoliques et des cires : Acides chlorogéniques, huit composés phénoliques ;

Les sesquiterpènes lactones : présentent dans les parties aériennes de l'*Artemisia herba-alba* [24].

## 2.6. Utilisation de l'armoise blanche

### 2.6.1. Utilisation industrielle

*Artemisia herba alba* Asso est largement utilisé en médecine populaire par de nombreux groupes ethniques pour soulager et traiter diverses maladies, y compris le diabète, le cancer et les maladies infectieuses. *Herba-alba* Asso a été examiné par rapport à une variété de bactéries Gram-positives et Gram-négatives et de levures, à savoir *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus*, *Micrococcus luteus*, *Escherichia coli*, *Klebsiella aerogenes*, *Candida albicans* et *Candida tropicalis*. *Herba-alba* Asso présentait des effets inhibiteurs remarquables contre tous les microorganismes testés à l'aide de la méthode de diffusion du disque et étaient concurrents aux antibiotiques examinés, démontrant un diamètre d'inhibition maximal du Gram-bactéries positives. Le plus sensible était *B. cereus*, et la bactérie à Gram négatif la plus sensible était *K. aerogenes*, et *C. tropicalis* était le *Candida spp* le plus sensible [25].

L'huile essentielle d'*Artemisia herba alba* Asso a été hydrodistillée et testée comme inhibiteur de corrosion de l'acier dans 0,5 M H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> en utilisant des mesures de perte de poids et des méthodes de polarisation électrochimique. Son efficacité d'inhibition atteint le maximum à 1 g/L. L'isotherme d'adsorption du produit naturel sur l'acier a été déterminé. L'huile essentielle d'*A. herba alba* a été obtenue par hydrodistillation et sa composition chimique a été étudiée par GC capillaire et GC/MS [26].

### 2.6.2. Utilisation traditionnelle

#### A/ Dans le monde

Au Moyen-Orient et en Afrique du Nord, la plante est utilisée comme remède traditionnel contre les troubles respiratoires et digestifs, le diabète, les plaies, la parasitose et les plaies, l'infusion faite avec cette herbe est utilisée comme analgésique et agent coagulant. Une plante largement utilisée en médecine traditionnelle arabe, comme source de nanoinsecticides verts contre les moustiques vecteurs, Des nanoparticules agricoles (AgNPs) fabriquées avec l'extrait d'*A. herba-alba* Asso ont été testées sur des souches indiennes et saoudiennes de moustiques *Anopheles*, *Aedes* et *Culex*. Ensuite, les AgNPs ont été étudiées en utilisant la spectroscopie UV-vis, la DRX, la spectroscopie FTIR, la MET et les analyses EDX. AgNPs a montré une toxicité larvicidale élevée contre les moustiques des souches indiennes et saoudiennes.

Depuis l'Égypte ancienne, les produits à base de plantes *A. herba-alba* Asso sont traditionnellement utilisés pour repousser les vertébrés (par exemple, les rongeurs et les

serpents) Un moyen classique consiste à suspendre des parties de plantes séchées dans les maisons et leurs proches proximités. De plus, l'huile essentielle et d'autres espèces d'*Artemisia* ont montré une toxicité contre *Acanthoscelides obtectus* (Say) l'huile essentielle d'*A. herba-alba* Asso avait une bonne activité insecticide contre divers coléoptères des produits entreposés, notamment *Callosobruchus maculatus* (F.), *Rhyzopertha dominica* (F.) et *Tribolium castaneum* [27].

## **B/ En Algérie**

L'armoise blanche est une plante très aromatique. Ses feuilles, en infusion, macération ou bouillies sont largement utilisées pour l'ensemble des troubles digestifs et contre les rhumes. Elles sont encore utilisées en cataplasme pour traiter les varioles [11].

### **2.7. Propriétés biologiques de l'armoise blanche**

Différentes propriétés biologiques ont été investiguées des études réalisées *in vitro* et *in vivo* modes et pour différents extraits :

#### **2.7.1. Effet antidiabétique**

En Algérie, une large gamme de plantes médicinales sont utilisées en médecine traditionnelle pour le traitement de différentes maladies et beaucoup sont utilisées pour le traitement du diabète telles que, *Artemisia herba-alba* Asso (AHA) ou Chih. Pour son effet anti-hyperglycémique [28].

Dépistage *in vitro* et *in vivo* de l'activité hypoglycémique de *Artemisia herba-alba* Asso, les herbes ont souligné son activité dans le remède hypoglycémiant. Recherche plus approfondie sur les fractions de 70% extrait d'alcool éthylique d'herbes *Artemisia herba-alba* Asso a révélé que l'extrait d'alcool éthylique produit un effet hypoglycémique plus que n'importe laquelle de ses fractions. Quatre composés ont été isolés et identifiés à partir de fractions de 70% d'alcool éthylique extrait d'herbes *Artemisia herba-alba* Asso, des composés ont été précédemment signalés pour leur activité hypoglycémique [29].

#### **2.7.2. Effet antiinflammatoire et gastro protecteur**

Les études pharmacologiques ont rapporté que l'armoise blanche est douée de fortes propriétés anti-inflammatoires *in vitro* et *in vivo*[30]. L'astragaline et l'eupatiline sont parmi les composés qui ont révélé les effets anti-inflammatoires les plus puissants *in vivo* sur un modèle d'inflammation aigue induite par la carragénine chez le rat Chez le rat, l'extrait

méthanolique de *A. herba-alba* Asso a démontré son efficacité comme agent gastroprotecteur contre les ulcères gastriques causés par l'alcool [31].

### 2.7.3. Effet antioxydante

Plusieurs recherches pharmacologiques ont prouvé l'activité anti-oxydante des extraits méthanoliques et aqueux de *A. herba alba* Asso in vitro et in vivo. La plante présente des effets antiradicalaires très puissant contre les radicaux libres DPPH°, ABTS+ et du superoxyde in vitro, et réduit les dommages oxydatifs induits in vivo, et ce à travers l'amélioration de l'activités des enzymes anti-oxydantes, l'inhibition de la peroxydation lipidique et le maintien de la réserve en glutathion. L'huile essentielle d'*A. herba-alba* Asso a démontré une activité anti-oxydante remarquable [32]. Et meilleure par rapport à celle de l'huile essentielle de romarin [33].

### 2.7.4. Effet antibactérienne

L'activité antibactérienne in vitro contre 21 souches bactériennes et la composition chimique de l'huile essentielle d'*Artemisia herba-alba* Asso ont été étudiées. La toxicité aiguë par détermination de la létalité médiane a également été étudiée. Les résultats de l'analyse par chromatographie en phase gazeuse/spectrométrie de masse de l'huile essentielle ont donné 19 composés représentant 98,7% et le constituant principal était le camphre avec une quantité de 50,7%. Un effet antibactérien significatif a été observé avec des zones importantes d'inhibition contre *Klebsiella axytoca* (31,3 mm) par méthode de diffusion de disque et contre *Acinetobacter baumannii* (47,6 mm) par méthode de micro-atmosphère. La concentration minimale inhibitrice et les valeurs minimales de concentration bactéricide variaient de 5 à 10 mg ml. et de 10 à 20 mg mL, respectivement. De plus, leur rapport montré par l'huile essentielle était de 2. Le point final bactéricide a été atteint après 24 h d'exposition à l'huile essentielle, pour toutes les bactéries testées. L'huile était légèrement toxique avec une dose létale médiane de 615 mg kg [34].

### 2.7.5. Effet anticancéreux et cytotoxique

L'utilisation des plantes médicinales fait partie des stratégies utilisées en parallèle avec la médecine moderne pour le traitement du cancer [35]. *A. herba alba* est connu en médecine nord-africaine par son effet curatif contre le cancer digestif et rénal [36]. Les extraits méthanoliques ont montré une forte activité cytotoxique contre les lignées cellulaires

cancéreuses de la vessie RT-112, du larynx humain Hep-2, la leucémie myéloïde humaine K-562 et autres lignées [37].

## **2.8. Les propriétés thérapeutiques**

L'armoise est une plante officinale reconnue dans la phytothérapie et en herboristerie pour ses propriétés médicinales. L'armoise est également utilisée en tant que vermifuge, mais aussi pour lutter contre les troubles digestifs. Enfin, l'armoise est connue pour être la plante de la femme. Également utilisée en cas de bouffées de chaleur, notamment avec l'arrivée de la ménopause chez la femme.

En Chine par exemple, sous forme de brulots, contre les insectes volants. En France également, notamment dans les Vosges, sous forme de décoctions appliquées directement sur la peau, pour apaiser en cas de piqûres d'insectes [[www.armoise-bienfaits.net](http://www.armoise-bienfaits.net)].

### **2.8.1. Bienfaits pour les femmes**

En relation avec ses propriétés régulatrices hormonales, emménagogues, antispasmodiques et restructurantes des cycles ovariens :

- Dysménorrhée ;
- Règles irrégulières ou absentes ;
- Insuffisance ovarienne ;
- Troubles de la ménopause [[www.herboristerieduvalmont.com/blog/les-vertus-et-bienfaits-de-larmoise-commune-artemisia-vulgaris.net](http://www.herboristerieduvalmont.com/blog/les-vertus-et-bienfaits-de-larmoise-commune-artemisia-vulgaris.net)].

### **2.8.2. Vertus pour la digestion**

En relation avec ses propriétés décongestionnantes hépatiques, cholérétiques, cholagogues, toniques, amères, digestives, stomachiques, vermifuges et laxatives légères :

- Digestion difficile, manque d'appétit, ballonnements, flatulences, parasites intestinaux et spasmes digestifs [[www.herboristerieduvalmont.com](http://www.herboristerieduvalmont.com)].

## 2.9. Toxicité de la plante

Une forte dose l'huile essentielle de l'armoise blanche risque de causer des lésions hépatiques et anales et des convulsions, principalement dues à l' $\alpha$ -thujone. Elle est déconseillée pendant la grossesse, car elle peut provoquer des avortements. Cependant le pollen de fleurs est un allergisant et possède un pouvoir convulsivant à cause de la thujone [38]. L'huile essentielle provoque un taux de mortalité significatif par rapport aux témoins. Alors que son administration sur les chrysalides, prolonge leur développement nymphal et perturbe la reproduction des adultes, en prolongeant la période de préoviposition et en réduisant la période de dépôt des œufs puisque les femelles fécondées, ne pouvant vivre plus d'un ou deux jours, ce qui réduit le nombre d'œufs déposés l'extrait aqueux à 400 mg/kg/jour étant efficace avec une toxicité supérieure de 2 g/kg. Ceci apporte un soutien scientifique à l'utilisation de plantes médicinales telles qu'*A. Herba alba* Asso dans le traitement des troubles hépatiques [39].

## **Chapitre II :**

### **Généralités sur le café**

## 1. Le caféier

Le caféier est un arbuste appartenant au genre *Coffea* de la famille des Rubiacées, le caféier est une plante à feuilles vertes et luisantes. Il existe 70 espèces de caféiers recensées, mais seulement 2 ont un intérêt commercial : le Robusta (*Coffea canephora*) et l'Arabica (*Coffea arabica*) figure 1, [www.cafesrichard.fr] .

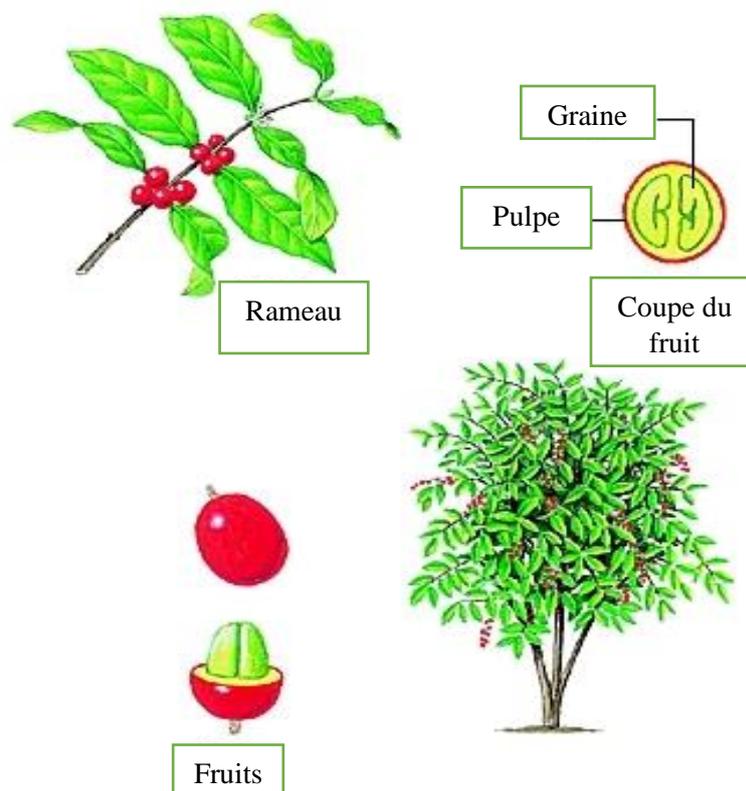


**Figure 1** : Fruits de caféier [www.snv.jussieu.fr]

### 1.1. Description botanique

#### 1.1.1. *Coffea arabica*

*Coffea arabica* est un arbuste ramifié, de 10 mètres de hauteur. Il possède des feuilles persistantes, positionnées sur les branches de manière opposée. Les premières fleurs apparaissent dès la 3ème à 4ème année figure 2. Le fruit du caféier, appelé cerise, est une drupe de forme ovoïdale qui change de couleur du vert au rouge une fois mûr. Ce dernier recouvre la pulpe qui se différencie en un tissu très vacuolisé riche en sucres et en acides qui ont un rôle attractif pour les animaux pollinisateurs [40].



**Figure 2 :** Description botanique de caféier [www.larousse.fr]

### 1.1.2. *Coffeacanephora*

*Coffeacanephora* est un arbuste tropical de 2 à 4 mètres de hauteur ses fleurs sont blanches et très parfumées, les fruits sont de couleur rouge et renferme la graine de café. Les graines de café robusta sont plus grosses et moins rondes que le café arabique. Il existe plusieurs espèces de caféier pour confectionner la boisson du café ( www.ethnoplants.com).

## 1.2. Variété

### 1.2.1. Arabica (*Coffeaarabica* .)

Originaire d’Ethiopie, *Coffeaarabica* . comporte de nombreuses variétés. La culture de l’arabica est plus délicate et moins productive que celle du robusta. C’est la raison pour laquelle il est essentiellement cultivé dans des plantations situées entre 1000 et 2000 m d’altitude en climat tropical tempéré par l’altitude, tel que celui de l’Amérique Latine, de l’île de la Réunion ou de l’Indonésie. Il occupe la première place dans le monde pour la production de café (environ 60%) car ses qualités aromatiques sont supérieures à celles du robusta. Son prix est d’ailleurs

en moyenne 20 à 25% plus élevé que celui du robusta. Cependant, sa teneur en caféine reste très inférieure : 1% contre 3% pour le robusta [41].

### **1.2.2. Robusta (*Coffeacanephora*)**

Le café robusta est originaire d'Afrique centrale et occidentale. En deuxième place pour la production (40%), il est surtout cultivé en plaine en Afrique (Afrique occidentale, Ouganda, Angola, Afrique du sud, etc.) et en Extrême-Orient (Viêtnam, Inde, Indonésie, Philippines).

C'est une espèce plus vigoureuse que l'arabica, avec une croissance plus rapide. Son goût est puissant et corsé, il donne un café très tonique [41].

## **2. Les graines de café**

### **2.1. La production des grains de café**

La production des grains de café La production des grains de café nécessite différentes étapes successives : la récolte des fruits (ou cerises) – la séparation des grains de café vert des fruits (dépulpage / déparchage) – la torréfaction des grains.

Ces différentes étapes sont schématisées sur la figure 3.

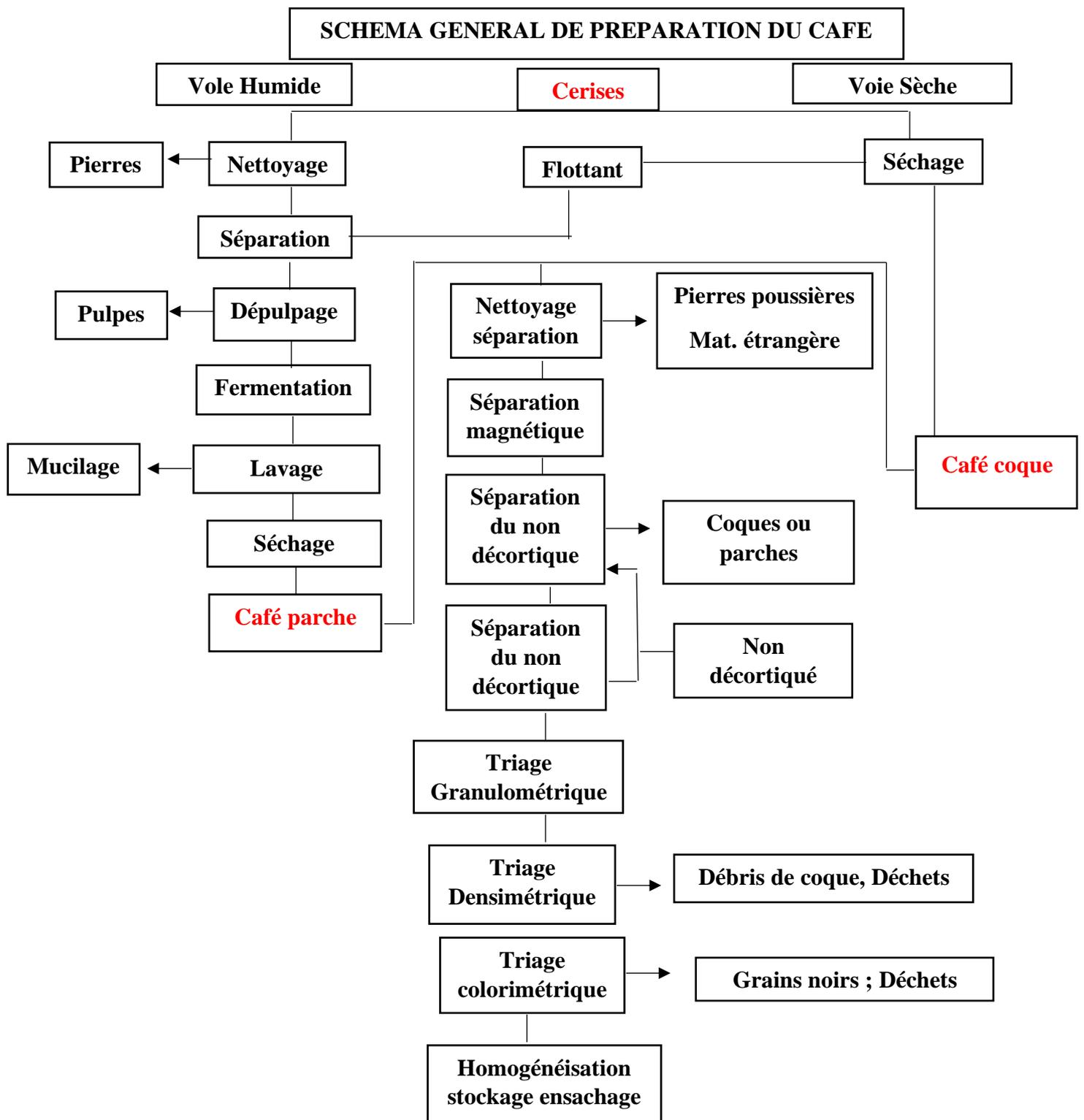


Figure 3 : Différentes étapes de production des graines de café [41].

## 2.2. Torréfaction

### 2.2.1. Torréfaction du café

- **Définition**

La torréfaction est un procédé qui consiste à traiter les grains de café vert par la chaleur sèche à des températures supérieures à 180-200 °C, tout en permettant au café d'acquérir l'essentiel de ses propriétés goût, arôme et couleur, par le biais de la réaction de Maillard [42].

Cette technique permet donc d'accroître progressivement la température dans les torréfacteurs, par chauffage direct, chauffage indirect ou fluidisation dans un courant d'air chaud [43].

- **Étapes de la torréfaction des graines de café [44].**

- a) - Choc thermique**

Lorsqu'on plonge les grains de café verts dans le torréfacteur, la chaleur à l'intérieur du four est comprise entre 180 et 200°C. Les grains étant à température ambiante (environ 20°C), cela provoque un « choc thermique ». Ces derniers refroidissent le tambour et font ainsi tomber la température du four autour de 80-90°C.

- b) - Dessiccation**

La dessiccation est un procédé qui consiste à éliminer l'eau présente dans les grains de café. A partir de l'étape précédente, le transfert de chaleur s'inverse. Le café commence alors à emmagasiner de la chaleur et l'eau qu'il contient s'évapore.

- c)-La montée en température**

La dessiccation et la cuisson du café suivent leur cours lorsque les premiers effets de la « réaction de Maillard » se produisent : les grains de café commencent à brunir et des arômes apparaissent.

- d)- La caramélisation**

Lorsque la température atteint les 170°C, la caramélisation commence. Entre 180 et 200°C on atteint ce qu'on appelle « le maximum aromatique » : les arômes sont dégagés au maximum, les sucres se dégradent, le grain brunit jusqu'à atteindre une teinte brun foncé et la pellicule qui recouvre les grains commence à se désolidariser. C'est l'annonce du premier crack.

**f) -Le premier crack**

Le premier crack intervient aux alentours de 205°C. Les grains de café perdent toute leur eau et le processus de dessiccation est terminé. A la façon d'un pop-corn, les grains de café explosent jusqu'à atteindre le double de leur taille initiale. Ils se désolidarisent complètement de la pellicule qui les recouvrait et leur sillon central s'élargit.

**g) - Le second crack**

Il se produit vers 225°C. Les grains de café, complètement secs mais gorgés d'huiles, voient leur pression interne continuer à augmenter à cause de la chauffe des huiles. En se libérant, les huiles viennent alors brûler à la surface. Cette étape n'est pas obligatoire. A partir du premier crack, le Maître Torréfacteur choisit quand sortir les grains en fonction des saveurs désirées. Plus le café est torréfié longtemps, plus il sera amer, moins il sera torréfié, plus il sera acide.

**h) -Le refroidissement**

Maintenant que le café est prêt, il faut le refroidir rapidement (entre 3 et 5 minutes). Si les grains de café ne reviennent pas à température ambiante rapidement ils continueront leur cuisson et pourront perdre de leur saveur. Pour faire refroidir le café, les grains sont positionnés dans un réservoir où l'air chaud est aspiré.

**2.3. Composition chimique du café**

La composition chimique de café varie selon plusieurs paramètres tels que l'origine, l'espèce ou la variété considérée, les conditions de culture ainsi que le mode de préparation et de conservation du café. La torréfaction du café vert a un impact important sur les constituants finals, d'autres apparaissent suite à la réaction de Maillard. Parmi eux, les melanoïdines – composés azotés- qui jouent un rôle dans la constitution de la saveur du café [45].

**• Le contenu glucidique**

La torréfaction altère et dégrade les glucides présents initialement dans le café vert, notamment en induisant des réactions de dépolymérisation, de modifications structurales, ou de condensation avec des protéines ou des fragments de protéines. Ainsi, à partir des glycoprotéines, des glucides solubles et de l'holocellulose des grains verts, des monosaccharides sont libérés (galactose, mannose, arabinose, ribose). Le saccharose (ou sucrose) est dégradé à 97 –100% selon le degré de torréfaction.

Le glucose et le mannose sont les sucres les plus stables, alors que le galactose et surtout l'arabinose sont fortement dégradés par la torréfaction (environ 50% de perte pour le galactose, et jusqu'à 66% pour l'arabinose dans le café très torréfié) Il s'ensuit une augmentation des rapports galactose/arabinose et mannose/galactose au fur et à mesure de la torréaction [46].

- **Le composé phénolique**

Le café est très riche en composés phénoliques, en particulier les acides chlorogéniques et leurs produits de dégradation (acides caféique, férulique et coumarique). L'un des isomères de l'acide chlorogénique, l'acide 5-caféoylquinique (5-CQA), en plus d'autres composés (la caféine, la trigonelline ...) sont connus comme des puissants antioxydants [47].

- **Acides chlorogéniques**

Les grains de café vert contiennent la plus grande quantité d'ACG, environ 6 à 12 %. Les acides chlorogéniques sont des esters phénoliques d'acide quinique avec des acides trans-cinnamiques (principalement des acides caféique, férulique et p-coumarique dans les grains de café vert), dont l'acide caféoylquinique constitue la fraction la plus abondante, représentant environ 80% et 76% de l'ACG totale en arabica et robusta, respectivement. Dans les cafés torréfiés, la majorité des ACG sont dégradés [48].

- **Diterpènes**

Les diterpènes sont décrits comme des alcools pentacycliques en raison de la fusion d'unités d'isoprène pour former un squelette de vingt carbones ; Kahwéol (C<sub>20</sub>H<sub>26</sub>O<sub>3</sub>) et cafestol (C<sub>20</sub>H<sub>28</sub>O<sub>3</sub>) sont les deux principaux diterpènes qui ont été isolés des grains de café. la composition des diterpènes de café est d'environ 0,2 à 1,5 % et de 1,3 à 1,9 % dans les grains verts de café robusta et arabica, respectivement [49].

- **Caféine**

La caféine est un alcaloïde au goût amer synthétisée dans certains groupes de plantes supérieures comme le thé et le café. Cet alcaloïde représente moins de 10 % de l'amertume perçue des boissons de café. L'accumulation de caféine dépend fortement du génotype ainsi que de l'environnement dans lequel le café est cultivé [50].

En plus de ces compositions, il y a d'autres compositions chimiques trouvés dans le tableau 1.

**Tableau 1** : La composition chimique moyenne des grains de café verts et torréfiés[51].

Composants	Arabica		Robusta		Poudre de café instantané soluble
	Vert	Torréfié	Vert	Torréfié	
Minéraux	3-4.2	3.5-4.5	4-4.5	4.6-5	9-10
Caféine	0.9-1.2	1	1.6-2.4	2	4.5-5.1
Trigonelline	1-1.2	0.5-1	0.6-0.75	0.3-0.6	-
Lipides	12-18	14.5-20	9-13	11-16	1.5-1.5
Acides Chlorogéniques	5.5-8	1.2-2.3	7-10	3.9-4.6	5.2-7.4
Acides aliphatiques	1.5-2	1-1.5	1.5-2	1-1.5	-
Oligo- saccharides	6-8	0-3.5	5-7	0-3.5	0.7-5.2
Polysaccharides totaux	50-55	24-39	37-47	-	6.5
Acides aminés	2	0	2	0	0
Protéines	11-13	13-15	11-13	13-15	16-21
Acides humiques	-	16-17	-	16-17	15

#### 2.4. Valeur alimentaire du café [6].

Le café doit être considéré comme un aliment ; il jouit, comme le thé, de la propriété de soutenir et de produire pour un temps l'effet de l'alimentation, il est devenu le complément presque nécessaire du repas du matin. Le mineur, qui supporte des travaux si pénibles, se soutient en grande partie par l'usage du café. Le café n'augmente pas l'énergie des fonctions musculaires et comme le principe excitateur est accompagné d'une matière azotée abondante, il peut jouer, sous ce rapport, le rôle de matière alimentaire. Le café n'est point un aliment complet, c'est-à-dire un aliment qui contienne tous les éléments qui font partie de nos tissus, tels que le lait, le pain. En examinant sa composition, c'est-à-dire qu'il ne sustente que quelques fonctions.

Le café est un aliment à longue portée ; son action est durable. S'il est seul chargé pendant quelques jours de pourvoir aux besoins de l'économie, il modère la dépense et diminue les pertes. Il supprime l'appétit ; en même temps, il soutient le ton de la circulation, conserve la chaleur en modérant la sécrétion cutanée, le jeûne en fortifiant le système nerveux, et dissimule, par l'énergie qu'il leur communique, l'affaiblissement des organes, qu'il ne peut réparer. Dans ces conditions, les fortes doses fractionnées n'ont aucun effet sur le système nerveux.

Café au lait en mélangeant partie égale de lait et d'infusion de café. C'est un aliment très-agréable au goût et à l'odorat.

On a accusé le café au lait de bien des maux ; il cause la leucorrhée chez les femmes pour les uns, l'anémie et la débilité pour les autres. On a dit du café au lait ce qu'on a dit du café : c'est un poison. On l'a accusé de n'être pas bienfaisant à cause du mauvais lait, avec lequel on le préparait.

#### 2.5. Effets thérapeutiques du café [[lamokabox.com/blogs/blog/les-bienfaits-du-cafe](http://lamokabox.com/blogs/blog/les-bienfaits-du-cafe)]

##### ➤ Contre les maladies

- Le café réduit le risque de développer un diabète de type 2.
- Boire du café pour lutter contre des maladies dégénératives comme l'Alzheimer.
- Réduit le risque de maladie cardio-vasculaire.
- Permet de faire passer les maux de têtes et les migraines.
- Le café pourrait réduire le risque de Mélanome.

➤ **Sport**

- Permet de soulager les douleurs musculaires.
- Pour rendre l'effort physique plus facile.

➤ **Beauté et cosmétique**

- Lutte contre la cellulite et l'accumulation des cellules mortes.
- Le café peut aider à éliminer les cernes.
- Le café peut vous aider à vous débarrasser de toute peau sèche.
- Le café peut aider à combattre les inflammations du corps.

➤ **Santé et bien-être**

- Riche en anti-oxydants ; Protège le foie ; Aide à contrer les effets de l'alcool ; Stimule la production de dopamine ; Amélioration des capacités cérébrales ; Aide à maigrir.
- Le café peut aider à augmenter votre flux sanguin.

## *Partie expérimentale*

## ***Matériel et méthodes***

Notre étude expérimentale a été réalisée au sein des laboratoires pédagogiques d'analyses physicochimiques de la Faculté de Technologie, Université M'Hamed Bougera de Boumerdès.

Pour rappel, l'objectif principal de cette étude est d'élaborer et caractériser, sur différents plans, une formulation de café robusta (*Coffea canephora*) ajoutée d'armoise blanche (*Artemisia herba alba* Asso). Elaborée en différent modes, la formulation finale a été comparée à une recette traditionnelle courante dans le nord du Sahara algérien.

Le présent expérimental porte essentiellement sur

- Une caractérisation physicochimique des matières premières ;
- Essai d'incorporation de l'Armoise blanche dans une poudre de café ;
- Analyses sensorielles et physico-chimiques des produits finis.

## 1. Matériel végétal

### 1. 1. Armoise blanche

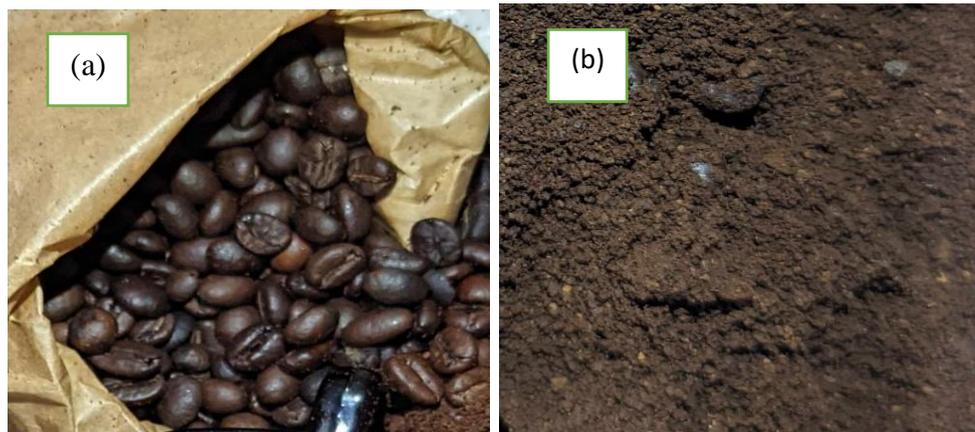
L'Armoise blanche (*Artemisia herba alba* Asso) sèche utilisée dans cette étude a été achetée dans le marché de Boumerdes dans la période de février-avril, 2024 (Figure 1). La plante est lavée, découpée manuellement, ensuite, la masse est réduite à l'aide d'un broyeur à café à une taille de 500 micros mètre environ (comparable à celle de la poudre de café). La poudre obtenue (PA) a été conditionnée dans des boîtes en verre propres et stockée dans un endroit sec.



**Figure 1** : Parties aériennes de l'armoise blanche sèches avant (a) et après (b) broyage.

## 1.2. Graines de café

Les graines de café (*Coffea canephora*) composée seulement de la variété *Robusta* ont été achetées aussi dans le marché de Boumerdes dans la même période de février- avril 2024. Les graines de café ont subi un broyage mécanique à l'aide d'un broyeur à café. La poudre (PC) ainsi obtenue est conditionnée dans des boites propres en verre et stockée dans un endroit sec (Figure 2). Il faut souligner que les graines de café ont été réduites à une taille semblable à celle de l'Armoise blanche.



**Figure 2 :** Graines de café avant (a) et après (b) broyage.

## 2. Caractérisation des matières premières

### 2.1. Caractérisation physique

Les deux poudres PA et PC ont été caractérisées sur le plan physique en déterminant les paramètres suivants :

- Masse volumique réelle ;
- Masse volumique apparente ;
- Taux de porosité entra particules ;
- Indice d'écoulement ;
- Indice de mouillabilité.

Les méthodes concernant la détermination des propriétés physiques se réfèrent aux Schuck , et al (2012) [52].

### 2.1.1. Masses volumiques et porosités

La masse volumique apparente ( $\rho_a$ ) d'un produit est la masse du volume (ml) de celui-ci considéré en l'état, en l'absence du tassement et sans considération du volume occupé par le produit. Elle s'exprime par conséquent en g/ml.

La masse volumique tassée ou réelle ( $\rho_r$ ) d'une poudre est la valeur de la masse obtenue après tassement, en est exprimée en g/ml.

#### • Principe

Le principe de mesure de la masse volumique consiste à déterminer la masse d'un matériau par unité de volume.

#### • Mode opératoire

Pour assurer des mesures précises, il est essentiel de suivre rigoureusement chaque étape du protocole. Tout d'abord, l'éprouvette graduée doit être propre et parfaitement sèche afin d'éviter toute contamination ou altération des résultats. Ensuite, en utilisant une balance, la masse de l'éprouvette vide est mesurée et notée comme "m". Une quantité précise de la poudre dont la masse volumique doit être mesurée est soigneusement placée dans l'éprouvette. Lors de la lecture du niveau de la poudre, une attention particulière doit être portée au ménisque, en s'assurant de lire au niveau de sa base, là où il rencontre les graduations de l'éprouvette. Le volume du liquide contenu dans l'éprouvette avant tassement est enregistré comme " $V_1$ ". Ensuite, en effectuant un tassement suffisant sur la même masse "m" à l'aide d'un objet approprié, le volume après tassement, " $V_2$ ", est relevé.

Les masses volumiques sont exprimées comme suite :

- Masse volumique apparente ( $\rho_a$ ) :

$$\rho_a = \frac{m}{V_1} \quad (1)$$

Où ;

$\rho_a$ : la masse volumique apparente (g/ml) ;

m: la masse (g) de la poudre;

$V_1$  : le volume (ml) du cylindre utilisé.

- La masse volumique réelle ( $\rho_r$ )

$$\rho_r = \frac{m}{V_2} \quad (2)$$

Où:

$\rho_r$ : est la masse volumique réelle (g/ml);

$V_2$  : est le volume (ml) du cylindre utilisé.

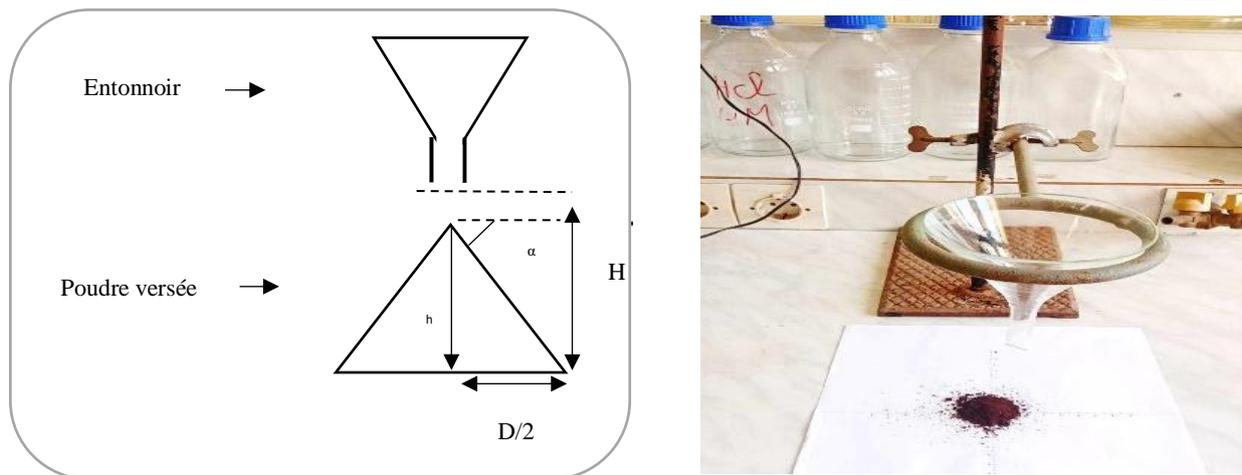
La porosité (P) est déduite à partir de la relation suivante.

$$P = \left[ \frac{\rho_r - \rho_a}{\rho_r} \right] 100 \quad (3)$$

### 2.1.2. Détermination de l'indice d'écoulement (angle de repos)

- **Principe**

Le produit s'écoule par un entonnoir et tombe sur une Platform d'une hauteur déterminée où il s'accumule en un tas de forme conique. L'angle de talus (ou angle de repos) est l'angle compris entre l'horizontale et le sommet du tas.



**Figure 3** : Principe de la détermination de l'ongle de repos (H : hauteur de l'entonnoir par rapport au platform, D : diamètre de l'icône), formée par la poudre versée.

- L'angle de repos ( $\alpha$ ) est déterminé à partir de la tangente ( $\text{tg } \alpha$ ) selon la formule suivante :

$$\text{tg } \alpha = \frac{2h}{D} \quad (4)$$

h : hauteur de poudre versé (cm) ;

D : diamètre de l'icône (cm).

### 2.1.3. Détermination d'indice de mouillabilité

L'indice de mouillabilité est exprimé par le temps, en seconde, nécessaire à une quantité de poudre donnée pour pénétrer dans l'eau à travers sa surface libre au repos.

- **Principe**

L'indice de mouillabilité est mesuré à partir des résultats obtenus lors de la réhydratation de la poudre sans agitation.

- **Mode opératoire**

Verser 10 ml d'eau distillée à 20°C dans un bécher propre et adapté à l'expérience approprié, placer l'entonnoir de façon qu'il appuie sur le bord supérieur du bécher.

Placer le pilon à l'intérieur de l'entonnoir de façon qu'il bloque son ouverture et placer autour du pilon la quantité de poudre pesée (1g). Soulever le pilon et mettre en marche le chronomètre et arrêter le chronomètre quand toute la poudre a été mouillée.



**Figure 4** : Détermination de l'indice mouillabilité de poudre.

## 2.2. Caractérisation physicochimique des poudres

Les deux poudres ont été également caractérisées sur le plan physicochimique en déterminant les paramètres suivants :

- Teneur en eau ;
- Teneur en cendres ;
- Détermination du pH ;
- Teneur en minéraux ;
- Acidité titrable ;
- Teneur en polyphénols totaux ;
- Aptitude à l'extraction des matières sèches ;
- Teneur en flavonoïdes totaux.

### 2.2.1. Teneur en eau

- **Principe**

Le principe de mesure de la teneur en eau du café broyé repose sur le processus de séchage par étuvage à 105°C et de pesée, suivi du calcul de la différence de masse pour déterminer la quantité d'eau présente dans l'échantillon.

- **Mode opératoire**

Mélanger la poudre pour assurer une répartition homogène des graines et prélever une quantité représentative. Placer cet échantillon sur une balance analytique précise et enregistrer sa masse initiale avec une grande précision. Ensuite, chauffer l'échantillon dans une étuve à une température de 105°C/4Heur jusqu'à ce que sa masse cesse de diminuer, indiquant que toute l'eau a été évaporée. Une fois le processus de séchage terminé, retirer l'échantillon séché de l'étuve et laisser-le refroidir à température ambiante avant de le peser à nouveau pour obtenir sa masse finale avec précision. Enfin, utiliser les masses initiales et finales pour calculer la teneur en eau de l'échantillon en pourcentage, en appliquant la formule appropriée. Ce processus méthodique permet d'obtenir des données fiables sur la teneur en eau de la poudre.

#### Expression des résultats :

$$H \% = \frac{M - (m_1 - m_0)}{m_1 - m_0} \times 100 \quad (5)$$

H % : teneur en eau ;

$m_0$  : masse de la capsule vide ;

$m_1$  : masse de la capsule + la matière après séchage (en g) ;

$m_s$  : masse de la prise d'essai après séchage (en g) ;

$$m_1 = m_0 + m_s$$

$M$  : masse de la prise d'essai en g.

### 2.2.2. Teneur en cendres

- **Principe**

Le principe de mesure de la cendre implique la combustion contrôlée de l'échantillon pour éliminer la matière organique, suivie de la pesée des résidus inorganiques restants pour déterminer la teneur en cendres.

- **Mode opératoire**

Dans des creusets en porcelaine propres et secs, prélever avec précision 3g de l'échantillon à analyser. Ensuite, transférer cet échantillon dans un four spécialement conçu pour la combustion à des températures élevées, telles que 550°C. Assurer que le four est correctement préchauffé avant d'y placer l'échantillon. Une fois que l'échantillon a été soumis à la combustion dans le four et que le processus est terminé, retirer les résidus du four avec précaution. Pour éviter toute contamination ou absorption d'humidité, laisser les résidus refroidir à température ambiante dans un environnement sec et contrôlé. Ensuite, utiliser une balance précise pour peser les résidus refroidis et déterminer leur masse avec précision.

### Expressions des résultats

La teneur en cendres est calculée en utilisant la formule suivante :

$$C_n (\%) = \frac{p_i - p_0}{p} \times 100 \quad (6)$$

$C_n$  (%) : teneur en cendres ;

$p_i$  : masse de l'ensemble (capsule + cendres) en g ;

$p_0$  : masse de la capsule vide, (en g) ;

$p$  : masse de la prise d'essai ; (en g).

### 2.2.3. Teneur en minéraux

La minéralisation est la mise en solution des éléments minéraux après l'incinération.

- **Mode opératoire**

Dans les cendres obtenues précédemment, ajouter avec précision 10 millilitres d'eau distillée pour faciliter la dissociation des composés. Ensuite, ajouter 1 millilitre d'acide chlorhydrique concentré pour favoriser la dissociation des minéraux contenus dans les cendres. Le contenu est ensuite transvasé intégralement dans une fiole de 50 millilitres afin d'être complété au trait avec de l'eau distillée, assurant ainsi une dilution adéquate pour les analyses ultérieures.

Après avoir dilué la solution, filtrer-la à l'aide d'un papier filtre pour éliminer les éventuels résidus solides. Cette étape permet d'obtenir une solution claire et débarrassée des impuretés.

Enfin, un volume approprié de la solution filtrée est prélevé pour déterminer la concentration en minéraux à l'aide d'un spectrophotomètre de flamme T60.

#### **2.2.4. Détermination du pH**

- **Principe**

Le principe de mesure du pH implique de détecter les changements dans la concentration des ions  $H^+$  dans une solution, ce qui est essentiel pour déterminer son acidité ou son alcalinité.

- **Mode opératoire**

Pour chaque échantillon broyé, une masse de 5 g est prélevée et placée dans un bécher contenant 25 ml d'eau distillée récemment bouillie et refroidie. Le mélange est agité vigoureusement jusqu'à l'obtention d'un liquide homogène, assurant ainsi une dispersion uniforme des composants de l'échantillon dans l'eau. Ensuite, un volume adéquat de l'échantillon est prélevé pour permettre l'immersion de l'électrode de pH. La valeur de pH est alors mesurée et notée avec précision. Avant d'utiliser l'électrode de pH, il est crucial de s'assurer qu'elle est propre et que le pH-mètre est allumé et prêt à l'emploi. Une fois prêt, plonge l'électrode de pH dans la solution à tester et attend que la lecture du pH-mètre se stabilise pour obtenir une mesure précise du pH de la solution.

#### **2.2.5. Acidité titrable**

- **Principe**

Le concept d'acidité titrable fait référence à la quantité d'acide présent dans une solution, mesurée par sa capacité à réagir avec une base forte de concentration connue lors d'un titrage.

- **Mode opératoire**

Prélever avec précision 1 g de l'échantillon à étudier. Placer cet échantillon dans une fiole conique et y ajouter 20 ml d'eau distillée récemment bouillie et refroidie. Mélanger soigneusement le contenu jusqu'à l'obtention d'un liquide homogène, assurant ainsi une dispersion uniforme des composants de l'échantillon dans l'eau. Ensuite, adapter la fiole conique à un réfrigérant à reflux et chauffe dans un bain-marie pendant une heure à une température de 70°C. Cette étape permet d'extraire les composés solubles de l'échantillon dans la solution. Après refroidissement, transvaser intégralement le contenu de la fiole conique dans une fiole jaugée de 50 ml et compléter jusqu'au trait de jauge avec de l'eau distillée. Mélanger soigneusement la solution obtenue, puis filtrer-la pour éliminer les éventuels résidus solides.

Prélever ensuite 10 ml du filtrat obtenu et ajouter trois gouttes de phénolphaléine à la solution et agite. Ensuite, commencer à titrer la solution avec de la solution d'hydroxyde de sodium 0,1 N jusqu'à ce qu'une couleur rose persistante apparaisse pendant au moins 30 secondes. Cette titration permet de déterminer la concentration en acides ou en bases présents dans l'échantillon.

### Expression des résultats

$$A = \frac{50 \times V_1}{10 \times M \times V_0} \times 100 \quad (7)$$

M : la masse de la prise d'essai en gramme

$V_0$  : volume ml de la peser d'essai

$V_1$  : volume de ml de solution NaOH à 0.1 N

## 2.2.6. Teneur en polyphénols totaux

### 2.2.6.1. Extraction des polyphénols

- **Mode opératoire**

Placer avec précision 5 g de l'échantillon dans un récipient approprié. Ajouter ensuite 50 ml de méthanol jusqu'à ce que la matière soit complètement immergée, assurant ainsi une extraction efficace des polyphénols. Mélanger soigneusement le contenu pour favoriser cette extraction et laisse la solution macérer pendant une heure pour permettre aux polyphénols de se dissoudre dans le méthanol. Une fois la macération terminée, procéder à la filtration de la solution pour séparer la matière végétale solide du liquide contenant les polyphénols.

Utiliser du papier filtre ou un filtre en verre pour obtenir un liquide clair débarrassé des particules solides. Si nécessaire, concentrer la solution en utilisant un rota vapeur pour éliminer une partie du solvant et obtenir un extrait plus concentré en polyphénols. Enfin, récupérer l'extrait concentré dans 10 ml d'eau pour faciliter son stockage et son utilisation ultérieure dans des analyses ou des tests spécifiques. Ce processus permet d'obtenir un extrait riche en polyphénols à partir de l'échantillon initial.



**Figure 5** : Extraction des polyphénols de PA et PC.

### 2.2.6.2. Dosage des polyphénols totaux

Le dosage des poly phénols totaux est réalisé par la méthode décrite dans la littérature avec quelques modifications mineures. Les résultats sont exprimés en mg d'équivalent d'acide gallique (mg EAG) par 100 g de matières humide.

#### a) Préparation de la gamme d'étalonnage

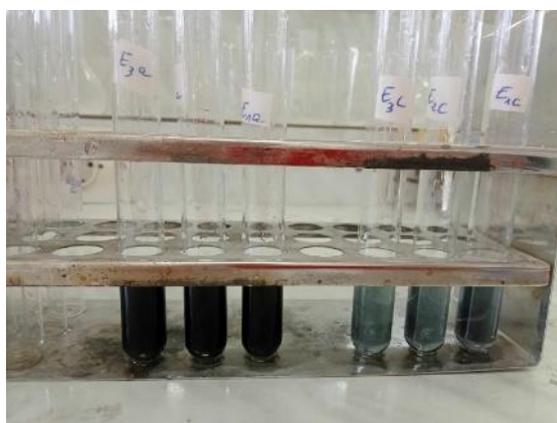
La courbe d'étalonnage a été tracée par une série de dilutions effectuées à partir d'une solution de l'acide gallique dont la concentration initiale a été 1 mg/ml (Tableau 1).

**Tableau 1** : Préparation de la dilution de l'acide gallique (AG).

Tube	1	2	3	4	5	6
$H_2O(ml)$	1	0,8	0,6	0,4	0,2	0
AG (ml)	0	0,2	0,4	0,6	0,8	1
[AG] (mg/ml)	0	0,02	0,04	0,06	0,08	0,1

## b) Dosage des composés phénoliques

Pour évaluer la concentration en composés phénoliques totaux, des dilutions de l'échantillon sont préparées et 1 ml de chaque dilution est prélevé dans des tubes à essais. Ensuite, 1 ml du réactif de Folin-Ciocalteu dilué à 1/10 est ajouté à chaque tube. Après un délai de 3 minutes, 1 ml de carbonate de sodium à 10% est ajouté. Les tubes sont ensuite incubés pendant une heure à température ambiante, à l'abri de la lumière. La lecture des absorbances est effectuée à 750 nm. Le blanc est représenté par 1 ml d'eau distillée additionnée de 1 ml de Folin-Ciocalteu et 1 ml de carbonate de sodium à 10%. Enfin, la concentration en composés phénoliques totaux est déterminée en se référant à une courbe d'étalonnage préparée selon les instructions du tableau 1.



**Figure 6** : Dosage des composés phénoliques de PA et PC.

### 2.2.7. Teneur en flavonoïdes totaux

- **Le principe**

Le principe de la méthode est basé sur le fait que les flavonoïdes possèdent un groupement hydroxyle (OH) libre, (Figure 6) qui est susceptible de donner, avec le groupement CO, un complexe coloré avec le chlorure d'aluminium. Les flavonoïdes forment des complexes jaunâtres par chélation des métaux (fer et aluminium). Ceci traduit le fait que le métal (Al) perd deux électrons pour s'unir à deux atomes d'oxygène de la molécule phénolique agissant comme donneur d'électrons.

- **Mode opératoire**

Pour le dosage des flavonoïdes totaux, un volume de 1ml de chaque extrait a été mélangé avec 1 ml de la solution  $\text{FeCl}_3$  (2%). Après l'agitation et l'homogénéisation, le mélange a été incubé à la température ambiante pendant 1H et à l'abri de la lumière. Au bout de ce temps, l'absorbance maximale a été mesurée à 430 nm à l'aide d'un spectrophotomètre.

La quantification des flavonoïdes totaux a été déterminée en se basant sur une courbe d'étalonnage obtenue dans les mêmes conditions en utilisant la quercétine (0-0,2 mg/ml) comme référence (Tableau 2). La concentration finale en ces composés a été exprimée en mg d'équivalent de quercétine (EQ).

**Tableau 2** : Gamme étalon pour le dosage des flavonoïdes totaux.

Tube	T0	T1	T2	T3	T4	T5
Quercétine (ml)	0,0	0,2	0,4	0,6	0,8	1
Ethanol (ml)	1	0,8	0,6	0,4	0,2	0,0
[Quercétine], mg/ml	0,0	0,04	0,08	0,12	0,16	0,2



**Figure 7** : Dosage des flavonoïdes totaux de PA et PC.

### 2.2.8. Aptitude à l'extraction de matière sèche

Étant utilisée en mélange avec la poudre PC, l'objectif de cette analyse est d'évaluer l'aptitude d'extraction des matières solubles à partir de la poudre PA et la comparer à celle de la poudre PC.

Le café, rappelons-nous, est employé spécifiquement par la préparation d'un extrait aqueux dont le but visé est la libération (dans un milieu aqueux) des matières solubles telle que la caféine.

Étant préparés dans des solutions aqueuses, le "Brix a été utilisé pour exprimer le taux en matières solubles (ms).

- **Mode d'extraction des matières solubles (Ms)**

Pour l'évaluation de l'aptitude d'extraction des matières solubles, une masse de 10 g de chaque poudre a été placée dans une presse à café et ajoutée de 50 ml d'eau. Après halogénéation, le mélange est porté sur une plaque chauffante réglée à 100°C pendant 10 min.

Le mélange est ensuite centrifugé à 3000 tr/min pendant 10min. Le surnageant ou l'extrait (E1) est récupéré et maintenu au froid ; le solide correspondant est maintenu pour subir la même opération d'extraction en ajoutant le même volume d'eau ; le surnageant ou l'extrait (E2) est ainsi obtenu par centrifugation. L'opération d'extraction est reprise plusieurs fois jusqu'à épuisement des poudres et les extraits E3, E4 sont ainsi obtenus.

Pour chaque extrait le °Brix est déterminé au moyen d'un refractomètre (bellingham+ stanley limited (BS)).

### **3.Mode d'élaboration des formulations**

#### **3.1. Préparation traditionnelle**

Rappelons que l'incorporation de l'armoise blanche dans la masse du café en poudre ou sous forme d'extrait aqueux est une tradition courante dans le nord du Sahara de l'Algérie. Les habitants ces régions visent, par cette préparation, à bénéficier les vertus thérapeutiques qui l'armoise blanche possède.

Selon des modes diffusés sur les réseaux sociaux, et quelques habitants de la région, le café peut être préparé de deux façons :

##### **Méthode 1**

Environ 2 g des parties aérienne de la plante réduit en petits morceaux, est bouillé avec la poudre sont communiquée à l'extrait de café.

##### **Méthode 2**

Réduits en morceaux, les parties de la plante sont incorporés dans l'extrait de café maintenu à chaud devant une dizaine de minute. C'est cette dernière méthode qui a été adopté dans le présent travail est à servi de témoins pour nos formulations.

Basé sur le but visé par cette formulation traditionnelle qui est le bénéfice des effets thérapeutique de la plante d'une part, nous avons adopté pour deux modes de préparation,

consistant à incorporer une quantité possible de la plante dans la masse du café et ce tout en respectant la dose maximale tolérable à ajouter (~ 1 g de plante / verre).

### Mode 1 : Plante partiellement réduite (PPR)

Dans une façon similaire à cette traditionnelle, différentes proportions de la plante ont été ajoutés dans la poudre de café et portés en ébullition dans une presse à café. L'extrait ainsi obtenu est noté (PPR). (Tableau 3).

### Mode 2 : Plante réduite (PR)

Il est connu que l'extraction du principe actif (substances actives) à partir des matières en poudre est plus concluant en considération de la surface élevée de contact avec le solvant. Ce raisonnement nous a poussé à utiliser la plante sous forme de poudre fine tout en respectant la dose maximale tolérable. (Tableau 3).

Une quantité suffisante du café ou de mélange de café a été fixé (~ 13 g). Le volume d'eau utilisé étant environ 75 ml.

**Tableau 3** : Les différentes proportions en armoise blanche incorporées dans le café.

	PPR				PR			RT
Proportion en PA (%)	0	0,5	1	2	0,5	1	2	0,2
Café(mg)	13	12,935	12,87	12,74	12,935	12,87	12,74	13
Mélange (%)	100	100	100	100	100	100	100	100
Formulation	F0	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7

Pour l'extraction du principe actif, une cafetière (Presse italienne) a été utilisée.

## 3.2. Analyse de produits finis

Les produits élaborés ont été analysés sur les deux plans physicochimique et sensoriel.

### 3.2.1. Analyse sensorielle

L'analyse sensorielle consiste à évaluer l'acceptabilité au produit, notamment la saveur.

Un test hédonique de 9 niveaux (tableau 4) a été procédé. Pour évaluées le gout des produits.

**Tableau 4** : Catégories d'appréciation de différentes formulations élaborées.

Catégories	Note
Extrêmement désagréable	1
Très désagréable	2
Désagréable	3
Assez désagréable	4
Ni désagréable ni agréable	5
Assez agréable	6
Agréable	7
Très agréable	8
Extrêmement agréable	9

Un jury de dégustation composé de 17 dégustateurs amateurs (20 à 46 ans) a été recruté. Les échantillons codés avec des chiffres de trois valeurs sont placés des contenants identiques. Les contenants sont présentés simultanément à chaque dégustateur. La notation a été effectuée en utilisant un bulletin d'évaluation préparée préalablement (Figure 8).

### Fiche du Test Hédonique

Veuillez évaluer chaque échantillon en donnant une note de 1à9

**Savourer**

Nom : \_\_\_\_\_ Age : \_\_\_\_\_

121	122	123	124	125	126	127	128	129

**Figure 8** : Bulletin du test hédonique.



**Figure 9 :** Préparation du test hédonique.

### ***Analyse de la variance (ANOVA)***

La signification entre les résultats de l'analyse hédonique a été estimée par l'ANOVA, en utilisant le logiciel Minitab 16.

Les formulations ayant des propriétés sensorielles comparables au témoin ont été maintenues pour être analysées sur les plans physique et physicochimique.

### **3.3. Analyses physico-chimiques des produits finis**

Pour caractériser le café enrichi sur le plan physicochimique, différents paramètres ont été analysés en utilisant les mêmes protocoles cités précédemment sur (2.2).

### **3.4. Analyses statistiques**

Les analyses statistiques des données ont été effectuées par le biais du logiciel Excel 2019. Les résultats sont présentés comme étant la moyenne d'au moins trois répétitions.

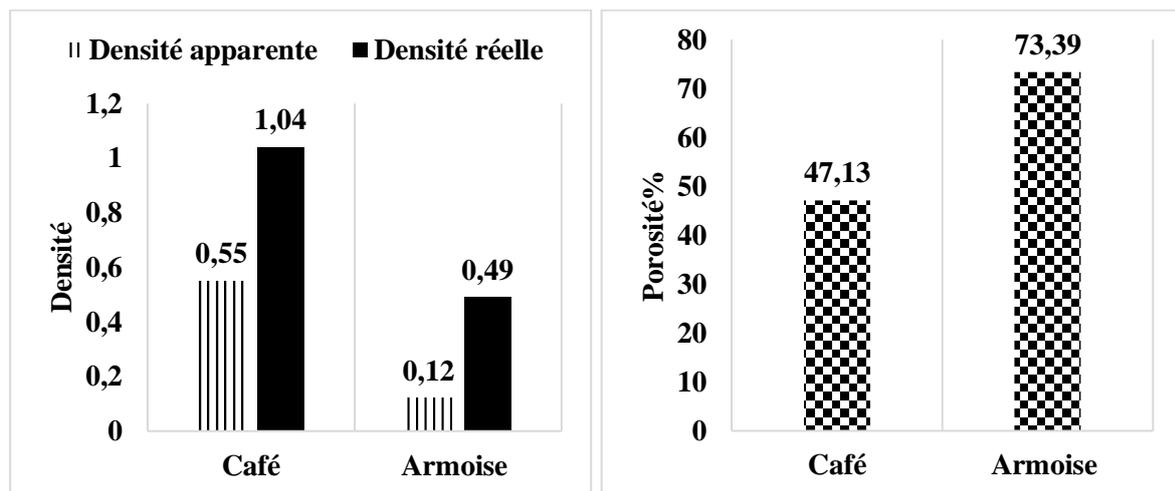
## *Résultats et discussion*

## 1. Caractérisations des matières premières

### 1.1. Caractérisations physiques

#### 1.1.1. Masses volumiques

Les masses volumiques apparente et réelle ainsi que le taux de porosité caractérisant les deux poudres analysées sont illustrées par la figure 1.



**Figure 1 :** Masse volumique et taux de porosité caractérisant les deux poudres analysées.

Comme montré par la figure, la poudre de café est 2 fois plus dense que celle de l'A. Blanche, et ce pour les deux types de densité. Ceci peut être justifié pour la différence dans la composition :

La poudre d'A. Blanche est riche en fibres connues par leur légèreté. D'autre part, l'écart entre les densités réelle et apparente a indiqué que la poudre de café présente plus de pores entra particules (47.13%) comparativement à celle de l'A. Blanche (73.93 %).

Rappelons que le taux de porosité exprime le taux de vide existant entre les particules formant la poudre.

La poudre de café analysée dans cette étude présente des valeurs proches à celles communiquées par Guerroumi et Merah, (2023) [55]. Dans une étude portant sur l'incorporation des peaux de bananes dans une poudre de café (*Arabica*).

Dans une autre étude portant sur la caractérisation de la plante A. Blanche, par BECHAR et BARKATI, (2022) [56]. Ont rapporté des valeurs comparables à celles trouvées dans la présente étude.

Précisons que la plante caractérisée par ces auteurs était également prélevée dans le marché de Boumerdes dans la période de 2022.

La densité apparente et la porosité sont affectées principalement par la taille et la forme des particules d'une masse quand elle est réduite en particules de petite taille.

Les poudres de haute densité sont généralement plus riches en nutriments et en saveurs.

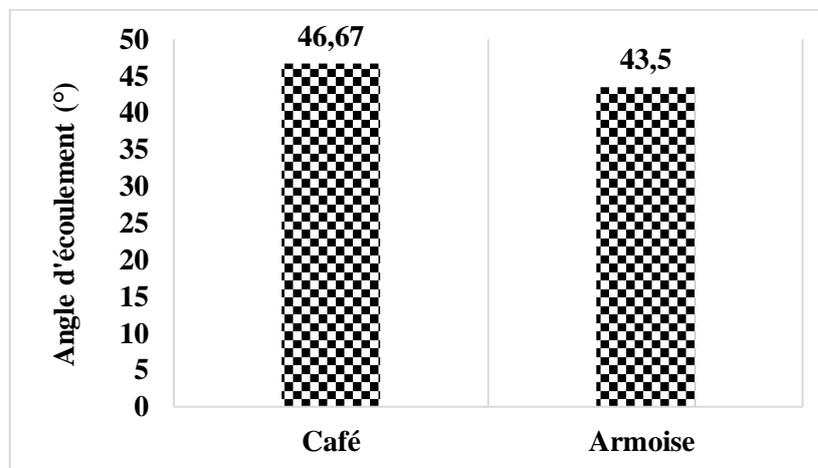
La porosité de l'armoise est plus élevée par rapport au café, ce qu'elle influence sur l'extraction des composés actifs (huiles essentielles, flavonoïdes, etc.) lorsqu'elle est utilisée infusions, teintures ou extraits et pour aromatisation aussi.

Une bonne porosité facilite le séchage, ce qui permet de réduire le risque de moisissures et de dégradation des composés actifs.

La porosité affecte la capacité de l'armoise séchée à absorber l'humidité de l'air [66].

### 1.1.2. Détermination de l'indice d'écoulement (angle de repos)

L'indice d'écoulement caractérisant les deux poudres analysées est illustrées par la figure 2.



**Figure 2 :** Indice d'écoulement caractérisant les deux poudres analysées.

Selon la figure 2, les deux poudres se caractérisent par un comportement d'écoulement comparable aux valeurs proches de l'angle  $\alpha$  ( $\sim 45^\circ$ ). Ce comportement se trouve dans la gamme ( $40-49^\circ$ ) inhérente à la poudre de lait se référant aux Schuk et al, (2012) [52]. Par conséquent, les présentes poudres ont une tendance fluide. Car l'indice d'écoulement indique directement la fluidité potentielle d'un produit, plus l'angle d'un produit sec est faible, plus le produit est fluide et plus l'indice fluidité est élevé.

### 1.1.3. Détermination de l'indice de mouillabilité (s)

L'indice de mouillabilité (IM) est exprimé par le temps, en secondes, nécessaire pour atteindre le mouillage complet.

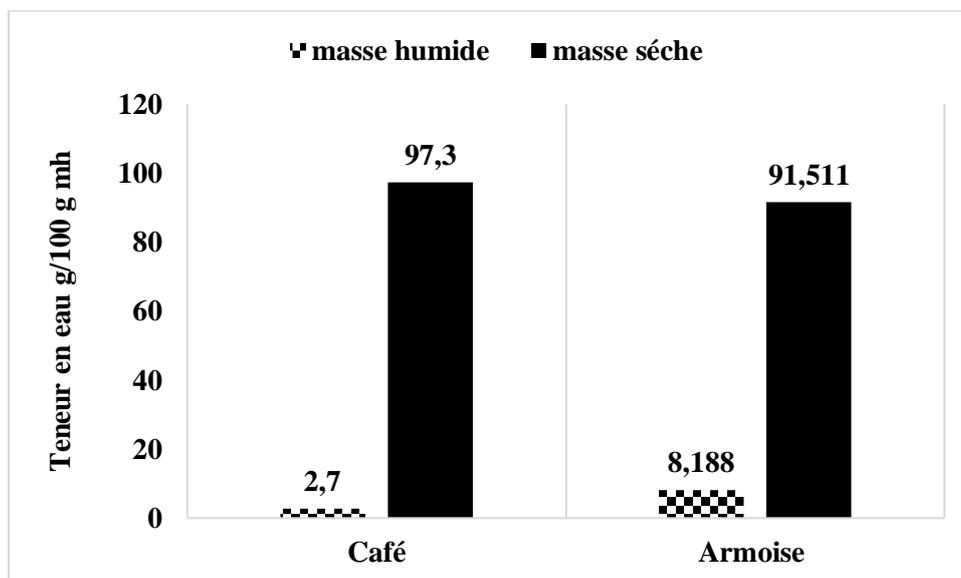
Dans cette étude, les poudres analysées ont montré des valeurs plus supérieures à 120 s. Nos poudres sont donc non mouillables, selon les seuils pris dans le cas de la poudre de lait, prise souvent comme référence :

- Si IM  $\leq$  30 s : poudre très mouillable ;
- Si IM  $\leq$  60 s : poudre très mouillable ;
- Si IM  $\leq$  120 s : poudre non mouillable.

## 1.2. Caractérisations physicochimiques

### 1.2.1. Détermination de la teneur en eau

La figure 3 présente les résultats de la quantification du tueur en eau et celle des matières solides contenues dans les deux poudres analysées.



**Figure 3 :** Teneur en eau caractérisant les deux poudres analysées.

D'après cette figure 3, la poudre de café a une teneur inférieure par rapport à la poudre d'A. Blanche.

Notons que pour assurer une bonne conservation, la teneur en eau doit être inférieure ou égale à 10%. Basé sur cette information, nos poudres seront conservées sans difficulté à

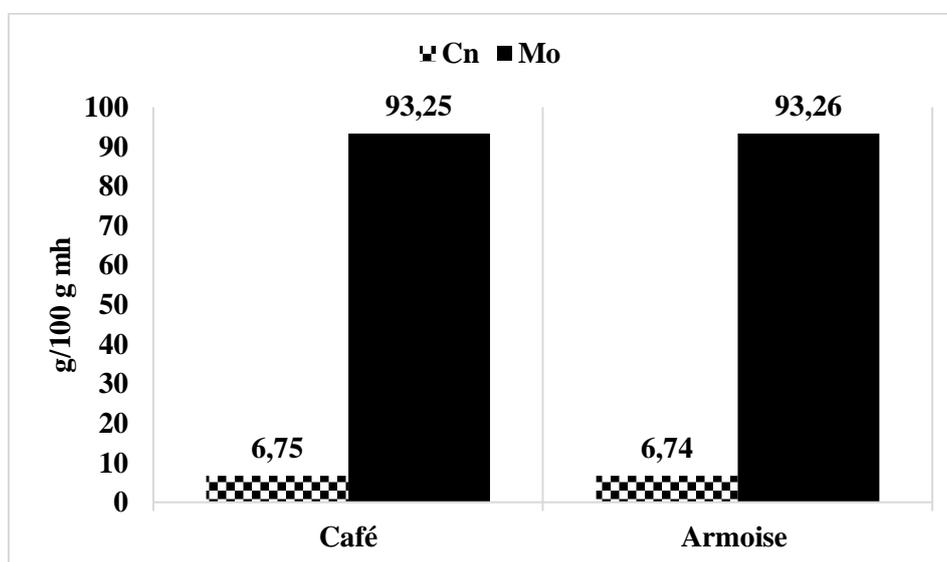
condition que le lieu de stockage soit sec ou la réabsorption de l'humidité soit absolument évité.

Une teneur en humidité appropriée aide à préserver les arômes et la fraîcheur du café, permet de conserver les propriétés médicinales de l'armoise blanche en évitant la dégradation des composés actifs.

Une humidité trop élevée peut favoriser la croissance de moisissures et réduire la durée de conservation.

### 1.2.2. Teneur en cendres et en matières organiques

Les valeurs trouvées dans cette étude sont illustrées par la figure 4.



**Figure 4 :** Teneurs en cendres et en matières organiques ; caractérisant les deux poudres analysées.

Les cendres représentent les minéraux résiduels après combustion. Selon la figure 4, les poudres analysées ont montrés des valeurs comparables en cendres (~6%). Ces valeurs sont comparables aussi à celles rapportées par BECHAR, S et BARKATI, S, (2022) [56]. Pour l'armoise et Gherroumi, et Merah, (2023) [55]. Pour la poudre de café.

La valeur de la teneur en cendres obtenue pour la poudre de café est proche à celle supérieur à la teneur en cendres 6% mentionnée dans le décret exécutif n° 17-99 du 29 jourmada El Oula 1438 correspondant au 26 février 2017 février 2017 février 2017 fixant les caractéristiques du café ainsi que les conditions et les modalités de sa mise à la consommation en Algérie.

### 1.2.3. Teneur en minéraux

**Tableau 1** : Teneurs en éléments minéraux des deux échantillons analysés.

Eléments minéraux	Na (mg/100g)	K(mg/100g)
Café	0,15	54 ,28
A. Blanche	0,4	51,28

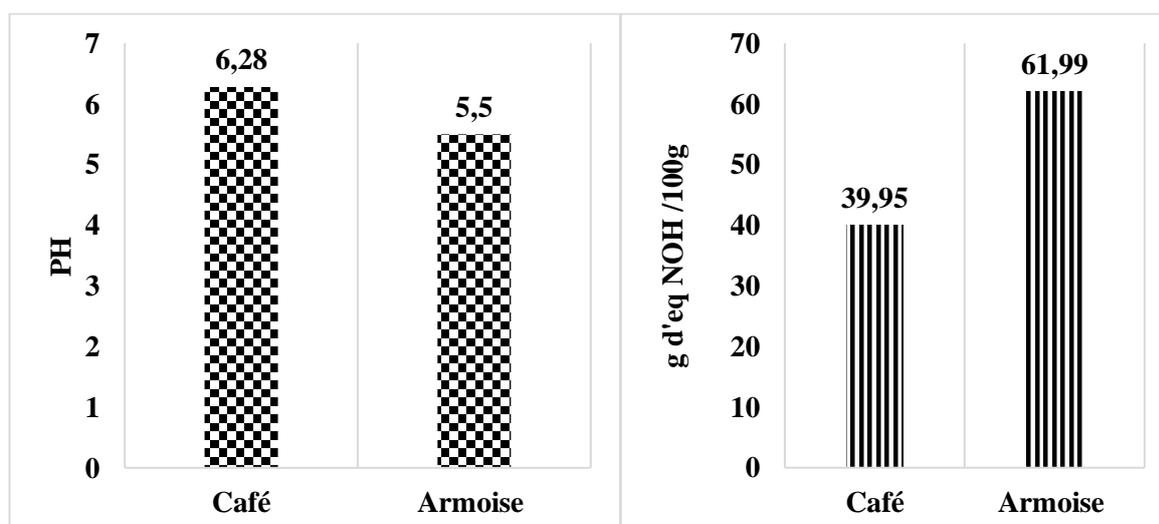
Le tableau 1 montre clairement la richesse des deux poudres en K, notamment le café, présentant un taux de 54 mg /100 g.

Bien que les deux poudres aient présenté des valeurs faibles de Na, la poudre d'Armoise semble plus riche que celle de café.

Notons ces résultats restent insuffisants pour révéler la composition minérale des deux matières. Pour cela, des analyses profondes sont à proposer dans études ultérieures.

### 1.2.4. Acidité des matières premières

L'acidité est un paramètre servant à définir la nature de nos échantillons, s'ils sont acides ou peu acides. Elle est exprimée par le pH ou le taux d'acide organique. Les valeurs trouvées de différents échantillons sont présentées dans la figure 5.



**Figure 5** : Acidité des matières végétales analysées.

Selon la figure 5 la poudre d'A. Blanche est caractérisée par un pH du 5,5, valeur semble visuellement et légèrement inférieure à celle donnée par la poudre de café.

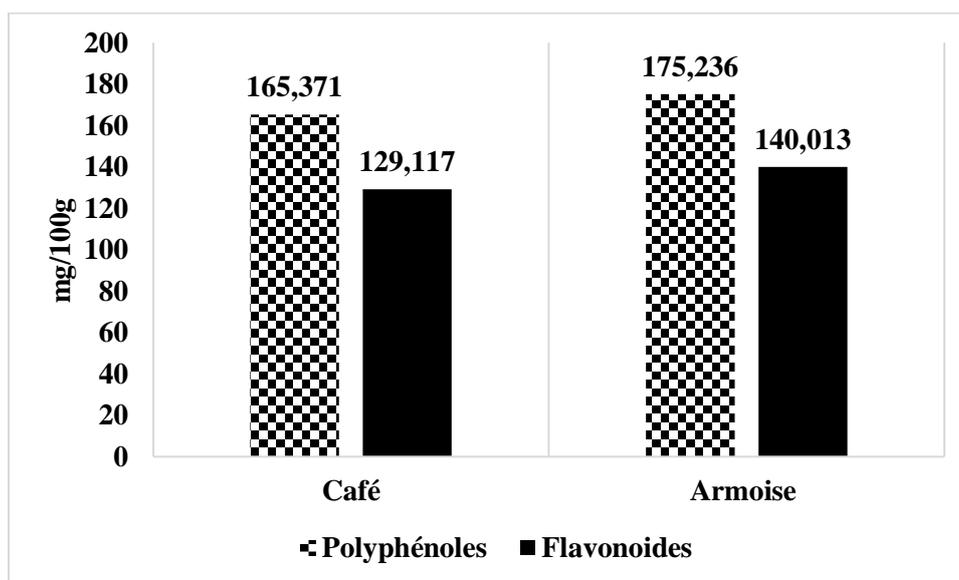
Cela signifie que l'A. Blanche est potentiellement plus acide que le café.

D'autre part, la plante de l'A. Blanche, s'avère très riche en acides organiques ; en effet cette plante possède un taux d'acides organiques (25,65 g/100 g) plus élevée que celle du café en poudre (13,251 g/100 g).

Les valeurs trouvées dans cette étude sont légèrement supérieures à celles communiquées par BECHAR, S et BARKATI, S. (2022) [56].

### 1.2.5. Détermination de la teneur en polyphénols totaux

La concentration en polyphénols contenue dans nos formulations préparées est illustrée par la figure 6.



**Figure 6 :** Teneur en polyphénols des matières végétales analysées.

La quantification des polyphénols permet de maximiser ces avantages ; la réduction de l'inflammation, l'amélioration de la santé cardiovasculaire et la protection contre certaines maladies.

Les polyphénols agissent comme des agents protecteurs contre l'oxydation, aidant à prolonger la durée de conservation des produits et à maintenir leur efficacité.

Les composés phénoliques sont des métabolites secondaires produits lors de la biosynthèse des métabolites principaux au sein de la cellule végétale, ce qui explique leur

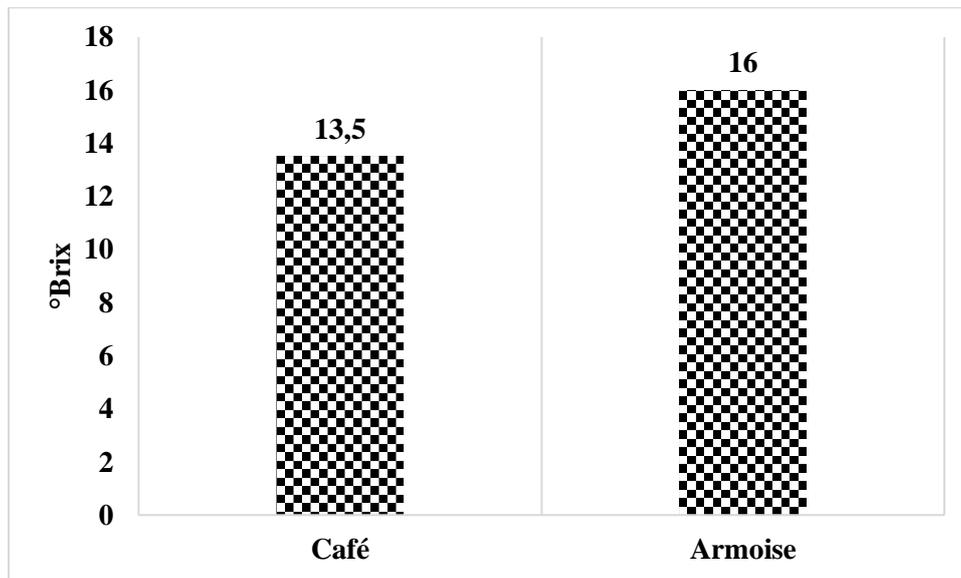
présence en faible quantité. Ces substances chimiques présentes dans tous les végétaux en quantités et en qualité diversifiées.

Dans la présente étude, les deux poudres analysées constituent une source incontestable de composés phénoliques.

En effet, les deux poudres ont montré un taux de polyphénols dépassant 160 mg d'EAG/100 g, dont 78% sont des flavonoïdes.

### 1.2.6. Aptitude à l'extraction de matière sèche

Le taux de matières solubles de deux poudres sont illustrés par la figure 7.



**Figure 7 :** Taux de matières solubles.

D'après la figure 7, la poudre d'A. Blanche présente plus d'aptitude auprès de la libération des matières solubles dans un milieu aqueux. Cette poudre, en effet, montre un taux de matières solubles plus élevés que celui donné par le café.

Cette différence est due à la différence probable dans les constituants des matières.

L'aptitude à l'extraction est un paramètre important car il permet de prévoir l'aptitude de la libération des substances actives lors de la préparation du café enrichi, et qui sont responsables des propriétés sensorielles, et thérapeutiques des matières.

## 2. Analyse des produits finis

### 2.1. Analyse sensorielle

Les résultats concernant la notation du degré d'appréciation donnée par le panel d'évaluation des différentes formulations sont présentés dans le tableau 2. Et la figure 8.

**Tableau 2** : Evaluation gustative des différentes formulations préparées.

Sujet	Note							
	F0	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7
1	6	7	4	3	6	7	3	9
2	7	6	4	5	7	8	6	8
3	7	4	7	6	9	8	6	8
4	7	9	7	9	6	4	6	3
5	8	5	5	6	5	6	4	6
6	8	5	9	9	7	8	9	8
7	5	9	7	3	7	9	4	9
8	7	5	8	9	8	7	5	4
9	8	6	6	6	6	7	7	9
10	8	8	7	7	8	7	8	9
11	8	5	6	2	7	4	5	9
12	7	8	6	9	5	4	7	5
13	7	5	3	6	4	5	8	2
14	2	2	3	3	3	4	5	7
15	2	3	3	3	3	3	4	6
16	5	8	4	5	9	8	4	3
17	9	4	6	5	7	9	8	1

**F0** : Café à 0% d'Armoise Blanche ; **F1** : Café à 0.5% d'Armoise Blanche poudre ;

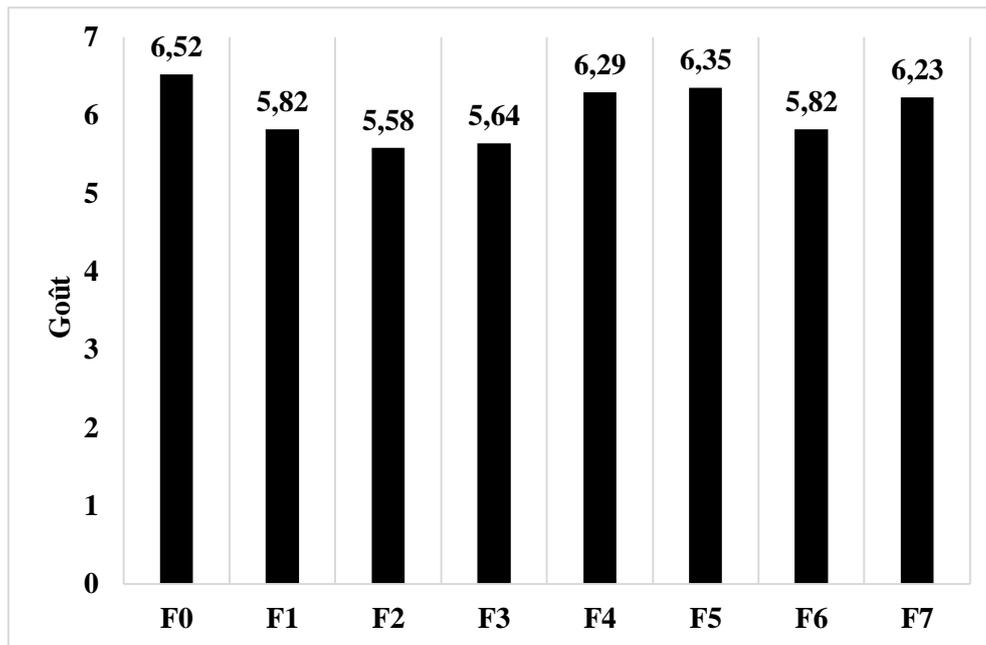
**F2** : Café à 1% d'Armoise Blanche poudre ; **F3** : Café à 2% d'Armoise Blanche poudre ;

**F4** : Café à 0.5% d'Armoise Blanche partiellement réduite ; **F5** : Café à 1% d'Armoise Blanche partiellement réduite ; **F6** : Café à 2% d'Armoise Blanche partiellement réduite

**F7** : Recette traditionnelle.

L'analyse de tableau 2 indique que l'ensemble des catégories (niveau dégustation) sont présents, toutefois seule la catégorie « extrêmement désagréable » est offerte à la formulation F7 par le dégustateur "17".

La notation moyenne de chaque formulation préparée est illustrée par la figure 8.



**Figure 8 :** Effet de la poudre d'A. Blanche sur les propriétés sensorielles de café préparés.

#### *Analyse de la variance*

Selon l'ANOVA (Test de Tuckey,  $p= 0,05$ ) toutes les formulations sont appréciées du même degré d'appréciation et par conséquent aucune différences significatives n'a été signalée.

De ce fait, l'ajout de PA n'a pas d'impact significatif sur le goût et la couleur du café élaboré.

Sur la base de ces données, Les formulations F3 et F6, ayant les proportions les plus élevés ont été maintenues pour être caractérisés sur les plans physico-chimique. La formulation F0 Correspond à la formulation traditionnelle est maintenue comme référence de comparaison.

## 2.2. Analyses physicochimiques des produits finis

### 2.2.1. Teneur en minéraux

Le tableau regroupe la concentration en Na et K contenus dans les différentes formulations.

**Tableau 3** : Teneurs en éléments minéraux des produits finis analysés.

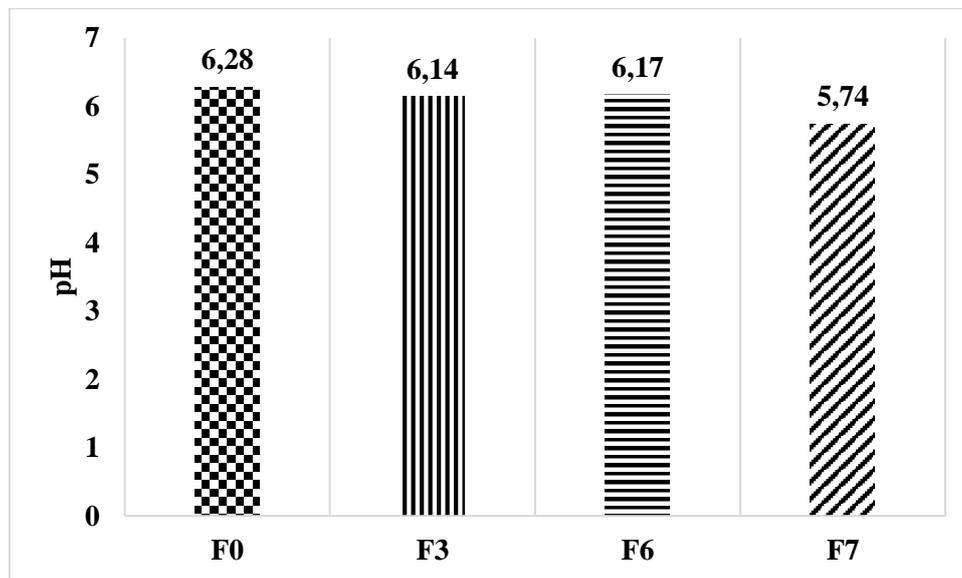
Eléments minéraux	Na (mg/100 g)	K (mg/100 g)
<b>F0</b>	0,15	54,28
<b>F3</b>	0,15	64 ,8
<b>F6</b>	0,15	58 ,52
<b>F7</b>	0,13	68 ,21

D'après le tableau 3, les formulations élaborées constituent une source intéressante de K dans laquelle la préparation traditionnelle a abouti à la plus haute valeur de K, mais la plus faible teneur en Na.

Comparativement à la formulation F0, les teneurs en K et en Na ont légèrement augmentés après l'ajout de l'armoise. De ce fait, la méthode d'addition de cette dernière n'a pas d'effet significatif sur le taux de Na et k.

### 2.2.2. Mesure du pH

La figure 9 montre le pH des 4 formulations de café analysées.



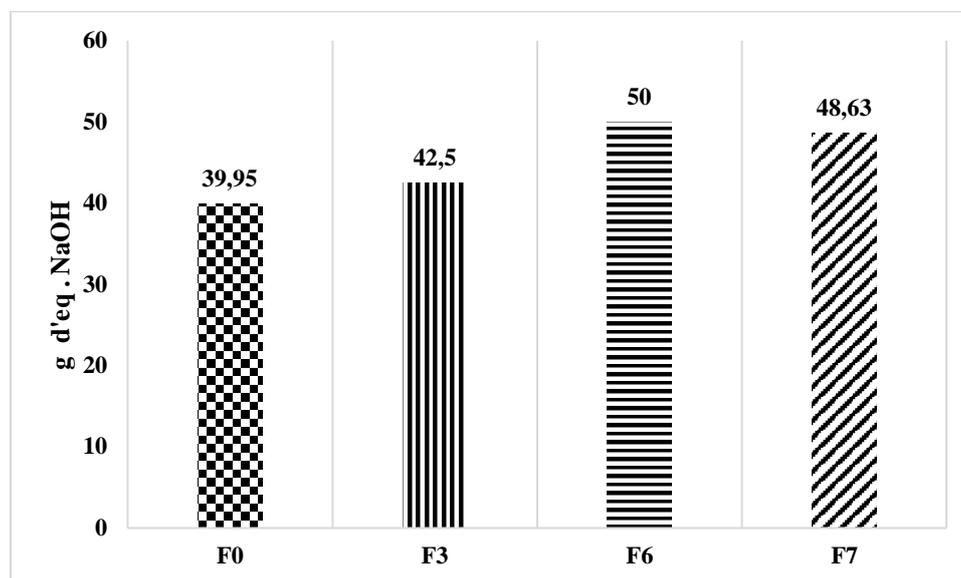
**Figure 9 :** Acidité potentielle des trois formulation analysées (F0 : café à 0% de la plante d'A, F3 : café à 2% plante réduite de l'A, F6 : café à 2% de plante partiellement réduite d'A, F7 : café plus 2% d'A Plante non réduite) incorporé dans le café.

Présentant des valeurs comparables, des préparations F3 et F6 se caractérisent par un pH de l'ordre de 6,2, indiquant ainsi l'effet insignifiant de l'ajout de l'armoise à 2% sur l'acidité potentielle des extraits de café restés sans augmentation significatif.

Contrairement à ce résultat d'incorporation de l'armoise par la façon traditionnelle a abouti à une légère diminution de l'acidité de l'extrait de café.

### 2.2.3. Détermination de l'acidité titrable

L'acidité titrable contenue dans les 4 formulations de café analysées est illustré par la figure 10.

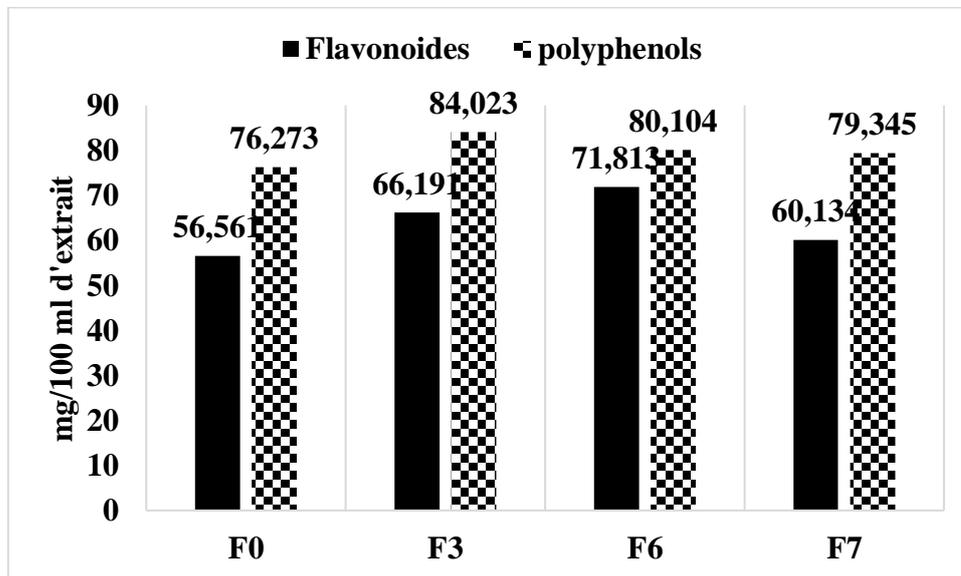


**Figure 10** : Acidité titrable des formulations analysées (F0 : café à 0% de la plante d'A. Blanche, F3 : café à 2% plante réduite de l'A. blanche, F6 : café à 2% de plante partiellement réduite d'A. blanche, F7 : café plus 2% d'A. blanche Plante non réduite) incorporé dans le café.

L'ajout de la poudre l'A. Blanche au café que ce soit F3 ; F6 ; F7, a induit une légère augmentation dans l'acidité titrable. En effet le taux d'acides organiques a augmenté vers 50 g/100 g. Rappelons que l'A. Blanche en poudre constitue une source non négligeable d'acides organiques.

#### 2.2.4. Détermination de la teneur en polyphénols

La teneur en composés phénoliques est caractérisant les formulations illustrées par la figure 11.



**Figure 11 :** Teneurs en polyphénols des formulations analysées (F0 : café à 0% de la plante d'A. Blanche, F3 : café à 2% plante réduite de l'A. blanche, F6 : café à 2% de plante partiellement réduite d'A. Blanche, F7 : café plus 2% d'A. Blanche Plante non réduite) incorporé dans le café.

D'après la figure la teneur en polyphénols augmente après l'ajout de l'A. Blanche au café, et ce pour les différentes formulations préparées.

Il faut noter que les différentes formulations constituent une source importante des composés phénoliques y compris les flavonoïdes.

Rappelons que ces métabolites secondaires sont indispensables par l'organisme, car ils luttent contre l'oxydation, l'infraction, mais aussi elles sont des substances antidiabétiques, antibactériennes comme indiqué dans de nombreuses études réalisées *in vivo in vitro* [53].

## *Conclusion générale*

Nous rappelons que cette étude consiste en la caractérisation d'une recette traditionnelle, courante dans le nord du Sahara algérien et qui portant sur l'introduction de l'armoise blanche dans le café, mais également à pour but d'élaborer et caractériser d'autres formulations visant à augmenter la dose de la plante dans la masse de café et ce, sans dépasser la dose tolérable prescrite traditionnellement à 2 g environ/verre.

Les résultats de la caractérisation physicochimique de la plante médicinales utilisée ont révélé que l'armoise blanche est une plante très riche en acides organiques avec un taux de 61,99 g d'eq NaOH / 100g et potassium avec une teneur de 51,28 mg/100g. Elle constitue une source importante en composés phénoliques (175.236 mg EAG/100g), dans lesquels la fraction flavonoïdique voisine les 78%.

- Selon le test sensoriel hédonique, l'incorporation de la plante jusqu'à 2 % n'a pas d'impact significatif sur la saveur du café enrichi. Ainsi les formulations proposées ont été apprécié au même titre que le café non enrichi.

- La caractérisation physicochimique des formulations préparées a révélé que l'introduction de la plante dans le café a enrichit significativement la boisson préparée en certain composés, tels que les composés phénoliques dont les flavonoïdes, les acides organiques et le potassium.

# Bibliographie

- [1]- Benarba et al., 2015 ; Bouasla , 2017 ; Chermat et Gharzouli, 2015 ; Ouelbani et al., (2016).
- [2]- Kemassi et al., 2014 ; Madani et al., 2012 ; Miara et al., 2019 ; Ramdane et al., 2015 ; Sarri et al., (2014), parmi elles l'armoise blanche.
- [3]- Kemassi et al., 2014 ; Ramdane et al., (2015).
- [4]- Clarke, R. J. (1979). International coffee standardisation and legislation. Food chemistry, 4(1), 81-96.
- [5]- Rebbah, R. E., & Beloucif, A. (2021). Algeria's Economy and Soft Commodities Market: An Analysis of Broker–Buyer Relationship. In Enterprise and Economic Development in Africa (pp. 293-313). Emerald Publishing Limited.
- [6] - Penilleau, A. (1864). Etude sur le café, au point de vue historique, physiologique, hygiénique & alimentaire. Chez l'auteur.
- [7] - Amini, R. (2010). Analyse chimique et activité bactérienne de trois plantes médicinales antituberculeuses à Kisangani ; Monographie, inédite. faculté des sciences, UNIKIS.
- [8] - Chaachouay, N., Douira, A., Hassikou, R., Brhadda, N., Dahmani, J., Belahbib, N., ... & Zidane, L. (2020). Etude floristique et ethnomédicinale des plantes aromatiques et médicinales dans le Rif (Nord du Maroc).
- [9] - Sanogo, R., (2006) \_ Le rôle des plantes médicinales en médecine traditionnelle. Université.
- [10] - RADJAH, A. (2020). Valorisation et identification phytochimique des principes actifs de quelques plantes médicinales de la région de Biskra (Doctoral dissertation, sciences de la nature et de la vie).
- [11] - Assala, B. O. U. M. A. Z. A., & Romaiassa, A. F. F. A. N. E. Etude ethnobotanique et pharmacopée traditionnelle dans la ville de Biskra.
- [12] - Véronique, C. O. U. D. E. R. C. (1971). Toxicité des huiles essentielles (Doctoral dissertation, thèse, Ecole nationale vétérinaire Toulouse, 2001, disponible sur: [http://oatao.univ-toulouse.fr/619/1/andro\\_619.pdf](http://oatao.univ-toulouse.fr/619/1/andro_619.pdf)).
- [13] - ENNOMAYRY, I. (2022). Drainage en phytothérapie clinique.

- [14] - Khaoula, K. H. I. R. E. D. D. I. N. E., & AITOUR, D. K. (2023). *Phytothérapie et vigilance* (Doctoral dissertation, University center of abdalhafid boussouf-MILA).
- [15] - Kermia H., Mokdad M., Ould Amer A. (2020) : Contribution à une enquête ethnobotanique sur les plantes médicinales utilisées dans la wilaya de Bouira. Mémoire d'état de doctorat en pharmacie .Tizi Ouzou : Université Mouloud Mammeri, Faculté de médecine. p 25/26/30/31.
- [16] - Almasad MM, Qazan WS, Daradka H. Reproductive toxic effects of *Artemisia herba alba* ingestion in female Spague-Dawley rats. *Pak J Biol Sci.* 2007 Sep 15 ;10(18) :3158-61. Doi : 10.3923/pjbs.2007.3158.3161. PMID : 19090117.
- [17] - HADJ CHAIB, R., & KRIM, F. (2015). Etude de l'activité antibactérienne d'huile essentielle de l'armoise blanche (*Artemisia herba alba* Asso) (Doctoral dissertation, Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie).
- [18] - HEMCHE-BEREKSI REGUIG, H. (2015). A Comparative Study Of Teaching ESP In The LMD System In Algerian And French Universities: The Case Of The Faculties Of Sciences In Tlemcen And Paris-Sud Universities (Doctoral dissertation).
- [19] - (Belhattab, R., Amor, L., Barroso, J. G., Pedro, L. G., & Figueiredo, A. C. (2014). Essential oil from *Artemisia herba-alba* Assogrown wild in Algeria: Variability assessment and comparison with an updated literature survey. *Arabian Journal of Chemistry*, 7(2), 243-251.).
- [20] - Abdallah, H. M., Abdel-Rahman, R. F., Jaleel, G. A. A., El-Kader, H. A. M. A., & El-Marasy, S. A. (2015). Pharmacological effects of ethanol extract of *Artemisia herba alba* in streptozotocin-induced type 1 diabetes mellitus in rats. *Biochem Pharmacol (Los Angel)*, 4(196), 2167-0501.
- [21] - Sabrina, B., Jihane, H., Narimane, B., & Wissam, M. Fabrication de Biopesticides à base de plantes endémiques de la région méridionale des Aurès.
- [22] - Mohamed, A. E. H. H., El-Sayed, M., Hegazy, M. E., Helaly, S. E., Esmail, A. M., & Mohamed, N. S. (2010). Chemical constituents and biological activities of *Artemisia herba-alba*. *Records of Natural Products*, 4(1).
- [23] - Valles J; McArthur ED, (2001). *Artemisia* systematics and phylogeny: cytogenetic and molecular in sights. In proceddings: McArthur ED and Fairbanks DJ (eds.),
- [24] - Oubibete, Z., & Slimani, M. (2023). *L'effet d'une plante médicinale" Artémisia herba-alba" sur les paramètres sanguins* (Doctoral dissertation, Université Mouloud Mammeri).

- [25] - Mrabti, H. N., El Hachlafi, N., Al-Mijalli, S. H., Jeddi, M., Elbouzidi, A., Abdallah, E. M., ... & Chahdi, F. O. (2023). Phytochemical profile, assessment of antimicrobial and antioxidant properties of essential oils of *Artemisia herba-alba* Asso., and *Artemisia dracunculus* L.: Experimental and computational approaches. *Journal of Molecular Structure*, 1294, 136479.
- [26] - Daoudi, W., Bouhout, B., Azzouzi, M., Mansour, I., & Oussaid, A. (2022). Biological activity of leaves and stems extracts of *Artemisia herba-alba* from the Oriental region of Morocco and extraction of Cellulose from this plant (isolation, modification and applications). *Moroccan Journal of Chemistry*, 10(4), 10-4.
- [27] - Alshehri, M. A., Panneerselvam, C., Murugan, K., Trivedi, S., Mahyoub, J. A., Maggi, F., ... & Benelli, G. (2018). The desert wormwood (*Artemisia herba-alba*)—From Arabian folk medicine to a source of green and effective nanoinsecticides against mosquito vectors. *Journal of photochemistry and photobiology B: biology*, 180, 225-234.
- [28] - Hamza, N., Berke, B., Cheze, C., Marais, S., Lorrain, S., Abdouelfath, A., ... & Moore, N. (2015). Effect of *Centaurium erythraea* Rafn, *Artemisia herba-alba* Asso and *Trigonella foenum-graecum* L. on liver fat accumulation in C57BL/6J mice with high-fat diet-induced type 2 diabetes. *Journal of ethnopharmacology*, 171, 4-11.
- [29] - Awad, N. E., Seida, A. A., El-Khayat, Z., Shaffie, N., & Abd El-Aziz, A. M. (2012). Hypoglycemic activity of *Artemisia herba-alba* (Asso.) used in Egyptian traditional medicine as hypoglycemic remedy. *Journal of Applied Pharmaceutical Science*, (Issue), 30-39.
- [30] - Abu-Darwish, MS., Cabral C, Gonçalves MJ et al. (2015) *Artemisia herba-alba* essential oil from Buseirah (South Jordan): Chemical characterization and assessment of safe antifungal and antiinflammatory doses. *J Ethnopharmacol* 174:153–160.
- [31] - Jaleel GARA, Abdallah HMI, Gomaa NELS. (2016). Pharmacological effects of ethanol extract of Egyptian *Artemisia herba-alba* in rats and mice. *Asian Pac J Trop Biomed* 6:44–49.
- [32] - Mighri, H., Hajlaoui, H., Akrou, A., et al . (2010). Antimicrobial and antioxidant activities of *Artemisia herba-alba* essential oil cultivated in Tunisian arid zone. *C R Chim* 13:380–386.
- [33] - Aouadi, D., Luciano, G., Vasta, V., et al. (2014). The antioxidant status and oxidative stability of muscle from lambs receiving oral administration of *Artemisia herba alba* and *Rosmarinus offiinalis* essential oils. *Meat Sci* 97:237–243.

- [34] - Bertella, A., Benlahcen, K., Abouamama, S., Pinto, D. C., Maamar, K., Kihal, M., & Silva, A. M. (2018). *Artemisia herba-alba* Asso. essential oil antibacterial activity and acute toxicity. *Industrial Crops and Products*, 116, 137-143.
- [35] - Gacem, M. A., Ould El Hadj-Khelil, A., Boudjemaa, B., & Gacem, H. (2020). *Phytochemistry, Toxicity and Pharmacology of Pistacia lentiscus, Artemisia herba-alba and Citrullus colocynthis*. In *Sustainable Agriculture Reviews 39* (pp. 57-93). Springer, Cham.
- [36] - Alves-Silva, JM., Romane, A., Efferth, T., Salgueiro, L. (2017). North African medicinal plants traditionally used in cancer therapy. *Front Pharmacol* 26:383.
- [37] - khlifi, d., sghaier, r. m., amouri, s., laouini, d., hamdi, m., & bouajila, j. (2013). composition and anti-oxidant, anti-cancer and anti-inflammatory activities of *artemisia herba-alba*, *ruta chalpensis* l. and *peganum harmala* l. *food and chemical toxicology*, 55, 202-208.
- [38] - Bakkali, F., Averbeck, S., Averbeck, D., & Idaomar, M. (2008). Biological effects of essential oils—a review. *Food and chemical toxicology*, 46(2), 446-475.
- [39] - Chaouche, A., Si Tayeb, S. A., Ziar, A. S., épse Djouadi, H., & Dir, F. A. (2021). *Evaluation de la toxicité aigue et de l'effet hépatoprotecteur et antioxydant de l'extrait aqueux de l'artémisia hérba alba asso* (Doctoral dissertation, École Nationale Supérieure Vétérinaire).
- [40] - Del Castillo M. D., Ames J. M. and Gordon M. H. (2002). Effect of roasting on the antioxidant activity of coffee brews. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50: 3698-3703.
- [41]- Houessou, J. K. (2007). *Les hydrocarbures aromatiques polycycliques dans le café: mise au point de méthodes analytiques et étude de l'étape de torréfaction*. Ecole Doctorale ABIES, Paris.
- [42] - Fujioka, K., Shibamoto, T. (2008). Chlorogenic acid and caffeine contents in various commercial brewed coffees. *Food Chemistry*, 106(1), 217–221.
- [43] - Michelle. J, Martine. S.G, Daniel. D., (2003). *Terres de café*. France : Editions Quae. Ed1, p 120.
- [44] - Douafer Abd El Kadir, S. A. H. M. (2023). *Conformité à la législation du taux de sucre additionnel aux différentes marques de café moulu commercialisées localement*.
- [45] - BOUDJELLAL Nawal, M. A. (2019). *Réalisation d'une préparation alimentaire à base de Café et de graines de Lupinus albus*.

- [46] - Oosterveld A., Voragen A.G. J., Schols H. A. Effect of roasting on the carbohydrate composition of Coffea arabica beans. Carbohydrate Polymers (2003)54: 183-192.
- [47] - Vignoli, Josiane Alessandra, Marcelo Caldeira Viegas, Denisley Gentil Bassoli, et Marta de Toledo Benassi. 2014.
- [48] - Perrone, Daniel, Adriana Farah, et Carmen M. Donangelo. 2012.
- [49] - Araujo, J. M. A., et Sandi D (2007).
- [50] - Benmedjahed.A., (2017).
- [51] - BOUDJELLAL Nawal, M. A. (2019). Réalisation d'une préparation alimentaire à base de Café et de graines de Lupinus albus.
- [52] - Kearney, M., Schuck, S., Burden, K., & Aubusson, P. (2012). Viewing mobile learning from a pedagogical perspective. Alt-J-Research In Learning Technology, 20(1).
- [53] - ELOUKILI MOHAMED 2013,. Valeur nutritive de l'armoise blanche (Artemisia herba alba) comparée à l'unité fourragère de l'orge.
- [54] - Bouden , H., et kadri , amel (2019) « Contrôle de qualité du café et du safran»,110.
- [55]- Guerroumi ,I. et Merah ,M.(2023) « Caractérisation d'une poudre alimentaire préparés à partir de peaux de Banane . valorisation par incorporation dans une poudre de café » .
- [56]-Ahouansou, R. H., Aïssi, M. V., Sanya, E. A., & Soumanou, M. M. (2012). Propriétés physique et mécanique des graines de Pentadesma butyracea produites au Bénin. Journal of Applied Biosciences, 50(1), 3485-3493.
- [57]- BECHAR,S. et Berkati ,S (2021) « Préparation et caractérisation de quelques extraits hydro-méthanoliques à potentiel antidiabétique à partir des plantes médicinales (*Olea europea* L., *Artemisia herba- alba* Asso, *Trigonella foenum-graecum* L.). Essai d'optimisation de l'extraction avec la méthodologie de surface de réponses ».