

*République Algérienne Démocratique et Populaire*  
*وزارة التعليم العالي و البحث العلمي*  
*Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique*  
*جامعة الجيلالي بونعامة خميس مليانة*  
Université Djilali Bounaâma de Khemis Miliana  
Faculté des Sciences et de la Technologie  
Département des Sciences de la Matière



*Mémoire de fin d'étude*  
*En vue de l'obtention d'un diplôme de **Master** en chimie fondamentale*  
*Spécialité: Chimie Pharmaceutique*

### *Thème*

***Contribution à la valorisation des déchets de cafés commercialisés dans la région d'Ain Defla***

**Devant le jury composé de :**

- **R. MOUMENE** Président
- **M. HAMIDI** Encadreur
- **M. HAMMOUDI** Examineur

**Présenté par :**

M<sup>elle</sup> BOUHENNICHE Imene

M<sup>elle</sup> ZERGUI Afaf

*Année universitaire : 2017/ 2018*

# *Remerciements*

*Nous remercions Allah tout puissant de nous avoir donné la santé, la volonté et le courage de mener à bien ce travail.*

*Nous tenons à remercier vivement notre Promoteur Monsieur M. HAMIDI d'avoir accepté de diriger ce travail et pour leurs précieux conseils et leurs encouragements durant le déroulement de ce travail.*

*Nos vifs remerciements s'adressent à tous les membres de jury qui nous avons fait l'honneur d'examiner ce travail.*

*Nos vifs remerciements à tous les enseignants du département des sciences de la matière.*

*Nous remercions également le personnel de laboratoires de notre département en particulier Mr CHAOUCHI M.*

*En fin, nous remercions toute personne ayant contribué à l'élaboration de ce travail.*

*« Afaf & Imene »*

# DEDICACE

*Je dédie le fruit de ce modeste travail commegeste de gratitude à :*

*Mes très chers parents, qui m'ont soutenu,  
encouragé pour que je puisse mener à bien mes  
études, et qui attendu ce jour avec impatience.*

*Mon frère et ma sœur.*

*Ma petite nièce : Maya.*

*A toute la famille : Zergui.*

*Ma très chere amie : Nadjia.*

*Ma binome : Imene.*

*Mes enseignants*

*Mes amies de l'étude.*

*A tous ceux qui ont contribué à la réalisation de Ce travail.*

**AFA**

# DEDICACE

*C'est avec toute l'ardeur de mes sentiments que je dédie ce modeste travail  
qui est le fruit de ma profonde reconnaissance à :*

*Mes parents, que dieu les gardes et les protèges.*

*Mes chers frères et mon bon frère*

*A toute la famille : Bouhenniche.*

*Mon binôme Afaf*

*Mes enseignants*

*Mes très chères amies, en particulier mes amies d'étude*

*Tous ceux que j'aime dans le monde.*

LMENE

## ملخص

تشكل هذه الدراسة المساهمة في استعادة نفايات القهوة المسوقة في منطقة عين الدفلى. تحقيقاً لهذه الغاية، نحن مهتمون باختيار أربعة أنواع من القهوة الأكثر تسويقاً في هذه المنطقة، من أجل وصف هذه المواد تم استخدام تقنيات تقنيات تحليل و تعريف مختلفة، وهي قياس الطيف الضوئي المرئي فوق البنفسجي، تحويل فورية بالأشعة تحت الحمراء. اهتمت الدراسة بالتحاليل الفيزيوكيميائية ( درجة الحرارة، الهيدروجين، الناقلية، الأوكسجين المنحل و الصلابة الكاملة، بقايا جافة) و كذلك تحاليل بكتريولوجية ( جراثيم، الخمائر). النتائج المحصل عليها أظهرت أن جميع المتغيرات الفيزيوكيميائية، جميع أنواع القهوة أقل حرارة من نفاياتها، جميع أنواع القهوة أكثر حموضة من نفاياتها مع قيمة الهيدروجين تقدر 5، بالإضافة الى ذلك أن البقايا الجافة انخفضت و جميع هذه المواد هي قاسية جداً، التحاليل بالأشعة فوق البنفسجية كشفت أن القهوة و نفاياتها تتميز بأقصى امتصاص يقدر 3 تتميز الأطوال الموجية بقيمة 298 نانومتر و كل هذا يؤكد طريقة تحليل الأشعة تحت الحمراء، وجود وظيفة متشابهة. التحاليل البكتريولوجية للقهوة و نفاياتها المدروسة بأرقام مقبولة لدى الجراثيم، الخمائر. اذن هذه المواد في شروط بكتريولوجية متوافقة من قبل منظمة الصحة العالمية.

### الكلمات المفتاحية:

نفايات، القهوة، استعادة، فيزيوكيميائية، تحاليل بكتريولوجية.

## Résumé

La présente étude constitue une contribution à la valorisation de déchets de cafés commercialisés dans la région d'Ain Defla. A cette fin, nous nous sommes intéressés à choisir quatre types de cafés les plus commercialisés et consommés dans la région. Afin de caractériser ces matériaux, différentes techniques d'analyse et d'identification ont été utilisées, à savoir la spectrophotométrie UV-Visible, la spectroscopie infrarouge à transformée de Fourier (ou FTIR : Fourier Transformed InfraRed spectroscopy). L'étude a concerné l'analyse des paramètres physico-chimiques suivants : la température ( $T^\circ$ ), le potentiel (pH), Conductivité ( $\sigma$ ), l'oxygène dissous ( $O_2$ ), les ammoniums ( $NH_4^+$ ), la dureté ( $Ca^{2+}$  et  $Mg^{2+}$ ), ainsi que des paramètres bactériologiques (Germes totaux, Coliformes totaux). Pour les paramètres physico-chimiques, les résultats obtenus ont montré que : tous les cafés sont moins exothermiques que leurs déchets, tous les cafés sont plus acides que leurs déchets avec pH oscille autour de 5, ce qui est conforme aux normes, en outre la torréfaction (la calcination) a diminué le pH et tous ces matériaux sont très dures et conductrices. L'analyse des produits extraits par la technique d'analyse UV-visible, a révélé que les cafés et leurs déchets se caractérisent par des absorbances maximales plus ou moins constantes autour de 3 caractérisée par des longueurs d'onde oscillent autour  $\lambda = 298$  nm. Ceci a été confirmé par la méthode d'analyse spectroscopique d'infrarouge IR, en montrant l'existence de groupements fonctionnels semblables. L'analyse bactériologique des cafés ainsi que leurs déchets étudiés, présentent des nombres acceptables pour les coliformes totaux, des germes totaux. Donc ces matériaux sur le plan bactériologique sont conformes aux normes exigées par l'organisation mondiale de la santé (OMS).

### **Mots clés :**

*Déchets, Cafés, Valorisation, Physico-chimique, Analyse microbienne*

## Abstract

This study is a contribution to the recovery of coffee waste marketed in the region d'Ain Defla. To this end we are interested in choosing four types most marketed and consumed in the region, in order to characterize these materials, various analysis and identification technique have been used namely UV-Visible spectrophotometry, fourier transform infrared spectroscopy the study concerned the analysis of physicochemical parameters: temperatur ( $T^{\circ}$ ), petontiel (pH), conductivity ( $\sigma$ ), and dissolved oxygene ( $O_2$ ), ( $Ca^{2+}$  et  $Mg^{2+}$ ), calcination (RS) as well as bacteriological parameters (total germ, total coliform and yeasts, molds) The results obtained showed that all the physicochemical parameters, all coffee are less exothermic their waste, all coffee are more acids that their waste the pH oscillates around 5, in addition the calcination decreased and all of these materials are very hard and conductive the technical analysis ultraviolet-visible revealed that coffee and their waste this chracterize pardes absorbances maximum roughly constant around 3 characterized by wavelengths oscillates around  $\lambda= 298nm$ . This was confirmed by the method of analysis spectroscopic of infrared, showing the exestence of grouping functional similar. Analysis bacteriological coffee and their waste studied have numbers acceptable for total germ, total coliform and yeasts, molds. Therefore, these materials in bacteriological are compliant required by the world health organisation.

### ***Key words :***

*Waste, coffee, valorisation, physicochemical, microbien analysis.*

## Liste des tableaux

<b>Tableau I.1:</b> Les cafésles plus utilisées dans la région d'Ain Defla.....	08
<b>Tableau I.2:</b> Evolution de la production des déchets ménagers.....	13
<b>Tableau I.3:</b> Production de déchets industriels et dangereux.....	13
<b>Tableau III .1 :</b> Identification des échantillons utilisés.....	18
<b>Tableau IV. 1 :</b> Absorbance des différents échantillons analysés.....	29
<b>Tableau IV.2 :</b> Les transmissions, les liaisons et les groupements obtenus par spectrométrie infrarouge(IR).....	31
<b>Tableau IV.3:</b> Les résultats de la dureté totale des cafés et leurs déchets.....	36
<b>Tableau IV.4 :</b> Les résultats de résidu sec des cafés et leurs déchet.....	37
<b>Tableau IV.5 :</b> Les résultats d'Ammonium des cafés et leurs déchets.....	37
<b>Tableau IV.6:</b> Résultats d'analyse microbiologique des produits testés (cafés et déchets)....	38

## Liste des figures

<b>Figure I.1 :</b> Molécule de la caféine.....	03
<b>Figure I.2 :</b> Cafetière Arabica .....	04
<b>Figure I.3 :</b> Cafetière Robusta .....	04
<b>Figure I.4:</b> Les graines des cafés Arabica et Robusta.....	05
<b>Figure I.5 :</b> Production de café en milliaires tonnes.....	07
<b>Figure I.6:</b> Codification des déchets des cafés.....	10
<b>Figure I.7:</b> Schéma récapitulatif de système de la valorisation des déchets en Algérie.....	12
<b>Figure II.1 :</b> Carte géographique d'Ain defla.....	14
<b>Figure II.2 :</b> Limites géographiques d'Ain defla.....	15
<b>Figure II.3 :</b> Consommation algérienne de café entre 2000 et 2006.....	16
<b>Figure II.4 :</b> Quantité de déchets ménagers assimilés dans Ain Defla.....	17
<b>Figure III. 1:</b> système de filtration.....	19
<b>Figure III.2:</b> les étapes de mesure à l'aide d'un multi paramètre.....	21
<b>Figure III.3:</b> Titrage de la dureté totale des cafés et son déchet.....	23
<b>Figure III.4 :</b> La calcination des cafés et leur déchets.....	24
<b>Figure III. 5:</b> la détermination d'ammonium des cafés et son déchet.....	25
<b>Figure IV.1:</b> Variation de l'absorbance (A) en fonction de la longueur d'onde $\lambda$ des différents échantillons analysés.....	28
<b>Figure IV. 2 :</b> Spectres d'absorbance d'infrarouge des différents échantillons analysés.....	30
<b>Figure IV.3:</b> Effets de l'incorporation de café et de son déchet sur la température.....	32
<b>Figure IV.4:</b> Effets de l'addition des matériaux étudiés sur le pH de différents échantillons analysés.....	33
<b>Figure IV.5:</b> Variation de la conductivité de différents échantillons analysés, en fonction du taux d'addition.....	34
<b>Figure IV.6:</b> Variation de l'oxygène de différents échantillons analysés, en fonction du taux d'addition.....	35
<b>Figure IV.7:</b> Dureté des différents cafés et leurs déchets .....	36
<b>Figure IV.8 :</b> Germes totaux des cafés et leurs déchets.....	38
<b>Figure IV.9 :</b> Coliformes totaux des cafés et leurs déchets.....	39
<b>Figure IV.10 :</b> Quantification de levures et de moisissure des cafés étudiés.....	39

## Liste des symboles et abréviations

**AND**: l'Agence Nationale des Déchets

**ANIREF** : Agence National d'intermédiation et de Régulation Foncière

**ANDI** : Agence National de développement de l'investissement

**B** : Biodégradable

**DEEE**: Déchets des Equipements Electriques et Electroniques

**DIS**: Déchets Industriels Spéciaux

**DTQD**: Déchets Toxiques en Quantités Dispersée

**Eco-Jem** : Système de recyclage et de valorisation des emballages

**MA** : Ménagers et Assimilés

**hab** : habitant

**ONS** : L'Office National des Statistique

**OIC** : Organisation International du Café

**JOA N°** : Journal Officiel Algériennes Nombre

**CEE** : Communauté Economique Européenne

**NS** : Non Spéciaux

**MO** : Matière Organique

**RGPH** : Recensement Général de la Population et d'Habitat.

**UV**: ultra-violet

**IR** : Infrarouge

**FTIR** : infrarouge à transformée de fourier

**A** : Absorbance

**T** : Transmittance

$\lambda$  : longueur d'onde

**I** : Intensité

**Log** : logarithme décimale

**T(c°)** : Température en degré Celsius

**pH**: potentiel d'hydrogène

**σ** : Conductivité

**TH** : Titre Hydrométrique

**°f** : Degré français

**EDTA** : l'Acide Ethylène Diamine tétra acétique

**C<sub>EDTA</sub>** : La concentration du titrant EDTA

**V<sub>EDTA</sub>** : Volume du titrant EDTA

**M<sub>CaCO<sub>3</sub></sub>** : Molarité de l'EDTA(en mol/l)

**V<sub>éch</sub>** : Le volume de l'échantillon

**RS** : Résidu sec

**P<sub>v</sub>** : Poids vide de capsule

**P<sub>p</sub>** : poids plein des cafés et leurs déchets

**PCA** :Plat Count Agar

**VRBL** : Gélose Lactose Biliée au Vert Brillant et au Rouge de phénol

**NPP** : Nombre le Probable

**VBL** : Bouillon Lactose Bilié au Vert Brillant

**g**: gramme

**kg** : kilogramme

**Km<sup>2</sup>** : Kilomètre carrée

**C°**: degré Celsius

**Cm**: centimètre

**l**: litre

**mg**: milligramme

**min**: minute

**h**: heure

**mol**: nombre de mole

**nm**: nanomètre

**ml**: millilitre

**µs**: micro-secence

**%** :pourcentage

**C 10** : Café 1001

**DC 10** : déchet Café 1001

**C A** : Café Aroma

**DC A** : Déchet Café Aroma

**C F** : Café Facto

**DC F** : Déchet Café Facto

**C G** : Café Gosto

**DC G** : Déchet Café Gosto

**B Ar** : Brute Arabica

**T Ar : Torréfie Arabica**



# Table de Matière

Liste des tableaux

Liste des figures

Liste des symboles et Abréviation

Introduction générale .....01

## Chapitre I:Généralités sur les déchets de café

I.1. Les cafés .....	02
I.1.1 . Introduction.....	02
I.1.2. Histoire de café .....	02
I.1.3. La caféine.....	02
I.1.4.Systématique botanique.....	03
I.1.5 . Types de café .....	03
I.1.5.1. coffea arabica ( linné) .....	03
I.1.5.2 . coffea canephora( pierre).....	04
I.1.6 . Composition du café.....	05
I.1.6.1 . la caféine .....	05
I.1.6.2 . Les acides.....	05
I.1.6.3. Les fibres .....	05
I.1.6.4. Les glucides.....	06
I.1.6.5. Les minéraux .....	06
I.1.6.6. Les lipides.....	06
I.1.6.7. Les vitamines .....	07
I.1.7. Production et consommation mondiale de café.....	07
I.1.8. Les types de café utilisées.....	08
I.2. Les déchets.....	08
I.2.1. Définition d'un déchet .....	08
I.2.2. Les classes des déchets .....	09

I.1.5 . Types de café .....	03
I.1.5.1. coffea arabica ( linné) .....	03
I.1.5.2 . coffea canephora( pierre) .....	04
I.1.6 . Composition du café .....	05
I.1.6.1 . la caféine .....	05
I.1.6.2 . Les acides.....	05
I.1.6.3. Les fibres.....	05
I.1.6.4. Les glucides.....	06
I.1.6.5. Les minéraux.....	06
I.1.6.6. Les lipides .....	06
I.1.6.7. Les vitamines .....	07
I.1.7. Production et consommation mondiale de café .....	07
I.1.8. Les types de café utilisées.....	08
I.2. Les déchets.....	08
I.2.1. Définition d'un déchet .....	08
I.2.2. Les classes des déchets .....	09
I.2.3. Codification des déchets des cafés.....	10
I.2.4. Valorisation.....	11
I.2.4.1. Définition .....	11
I.2.5 . Production de déchets .....	12

## **Chapitre II :Description de la zone d'étude**

II.1. Introduction .....	14
II.2. Situation géographique.....	14
II.3. Situation démographique.....	15
II.4. Le climat .....	15
II.5. Consommation de café dans la willaya .....	16
II.6. Déchets en Algérie.....	17

## **Chapitre III : Méthodes et matériels**

III.1. Introduction .....	18
III.2. Echantillonnage.....	18

III.2.1. Préparation des échantillons.....	18
III.3. Analyses par spectrophotomètre (UV-visible).....	19
III.3.1. Principe.....	19
III.3.2. Mode opératoire .....	19
III.4. Analyses par spectrométrie FTIR.....	19
III .5. Les analyses physico-chimiques .....	20
III.5.1. Température .....	20
III.5.2. PH mètre.....	20
III.5.2.1. Principe.....	20
III .5.3. Conductimètre .....	20
III.5.4. Oxygène dissous (O2) .....	20
III .5.5. Mode opératoire .....	20
III.5.6. Dureté totale .....	21
III.5.6.1. Principe.....	21
III.5.6.2. Mode opératoire .....	22
III.5.7. Calcination .....	23
III.5.7.1. Mode opératoire .....	23
III.5.8. Ammonium.....	24
III.5.8.1. Mode opératoire .....	24
III.6. Analyse Microbiologique.....	25
III .6.1. Quantifications des germes totaux .....	25
III.6.1.1. Mode opératoire .....	25
III .6.2. Quantifications des coliformes totaux.....	26
III.6.2.1. Mode opératoire .....	26
III.6.3. Quantifications des levures et moisissure .....	26
III.6.3.1. Mode opératoire .....	27

## **Chapitre IV : Résultats et Discussions**

IV.1. Résultats spectrophotomètre (UV-visible).....	28
IV.2. Résultats spectrométrie FTIR.....	29
IV.3. Résultats physico-chimiques.....	32
IV.3.1. Température .....	32

IV.3.2. pH mètre.....	33
IV.3.3. Conductimètre.....	34
IV.3.4. Oxygène dissous (O <sub>2</sub> ).....	34
IV.4. La dureté totale.....	35
IV.3.6. Calcination .....	36
IV.3.7. Ammonium .....	37
IV.4. Analyse Microbiologique.....	38
IV.4.1. Quantification des germes totaux.....	38
IV.4.2. Quantification des coliformes totaux .....	39
IV.4.3. Quantification des levures et de moisissures .....	39
Conclusion générale.....	40

Annexes

Références bibliographies

# Introduction générale

Depuis le début des années 1990, la protection de l'environnement est devenue une préoccupation collective. La question des déchets est quotidienne et touche chaque individu tant sur le plan professionnel que familial. La quantité de déchets que nous générons est étroitement liée à notre mode de consommation et de production. L'élévation du niveau de vie a provoqué un accroissement considérable du volume des déchets ménagers. L'un des produits agricoles alimentaires le plus consommée est le café. C'est la boisson populaire largement consommée dans tous les pays (Plus de deux milliards de tasses de café sont bues chaque jour dans le monde), et appréciée par toutes les tranches d'âge, il a pris diverses formes de présentation et de préparation pour devenir une véritable industrie et une denrée alimentaire de base. Depuis des siècles, le café dont sa production s'élève à 7,4 millions de tonnes, est l'une des principales denrée alimentaire d'origine agricole échangée sur les marchés internationaux, et le deuxième bien de consommation échangé dans le monde, derrière le pétrole et avant le charbon, la viande, le blé et même le sucre. La production du café crée une quantité inimaginable de déchets. L'augmentation croissante de la consommation de café génère des problèmes environnementaux majeurs dans le monde. En 2009, la consommation mondiale de café était de l'ordre de 126 millions de sacs, soit 7,5 millions de tonnes de café vert prêt à être torréfié. La consommation de café d'ici 2019 est évaluée à 9,09 millions de tonnes. En conséquence de l'augmentation et de l'urbanisation de la population, les volumes de déchets du café devraient augmenter de 70 % d'ici 2025 et plus que doubler d'ici vingt ans à l'échelle mondiale. L'enjeu de la valorisation de ses déchets est immense. La valorisation des déchets de cafés constitue une préoccupation majeure tant pour les pays industrialisés que pour les pays en voie de développements comme l'Algérie. C'est dans cette perspective que nous avons fait le présent travail dont le but essentiel est d'apporter une première contribution à la valorisation des déchets de certains cafés commercialisés dans la wilaya d'Ain Defla. A part l'introduction générale et la conclusion [1, 2,3].

Ce travail est subdivisé en quatre chapitres suivants :

Le premier chapitre sera consacré à une synthèse bibliographique sur les déchets de cafés.

Le deuxième chapitre présentera la description de la zone de l'étude.

Le troisième chapitre traitera les méthodes et les matériaux utilisés dans la présente étude.

Le quatrième chapitre exposera les résultats obtenus et leurs interprétations.

# Chapitre I

Généralités sur les déchets des cafés

# Chapitre I

## Généralités sur les déchets de café

### I.1. Les cafés

#### I.1.1. Introduction

Le café est une boisson largement consommée à travers le Monde. Il est la première commodité agricole échangée sur les marchés internationaux et il est la seconde marchandise échangée derrière le pétrole. En 2016, la production mondiale est estimée de l'ordre de 6 700 000 t (6 Million et 700 mille de tonne). Il est consommé sous de formes très variées (le café filtre classique, l'espresso, le café au lait), la quantité de café consommée est d'environ 400 milliards de tasses de café, bues par seconde, soit environ 12 000 tasses par seconde. Plus de 90% du café est produit dans les pays en développement, alors que les consommateurs sont majoritairement situés dans les pays dits du Nord (Ponté, 2002). Parmi la cinquantaine de variétés de café, deux sont les plus connues et surtout commercialisées : L'Arabica (*coffea arabica*) et Le Robusta (variété de l'espèce *coffea canephora*) [4,5].

#### I.1.2. Histoire de café

Historiquement, le caféier est d'origine d'Yemen et de la province éthiopienne de Kaffa d'où aurait germé le mot «café». Le café tire son nom du mot arabe "kahwah" qui signifie "vin" (dénomination d'une boisson fermentée réalisée à partir de feuilles de café, de miel et d'eau). Par la suite, cette plante a été introduite dans d'autres pays tels que l'Inde et l'Indonésie [6].

#### I.1.3. La caféine

La caféine fait partie des alcaloïdes, elle est définie comme étant des substances organiques d'origine naturelle à caractère basique dont leur structure contient au moins un azote intracyclique. Elle dérive d'un acide aminé et possède des activités pharmacologiques. La caféine se caractérise par [7].

**Nom :** caféine

**Nom chimique :** 1,3,7-triméthylxanthine ou 1,3,7-triméthyl-1H-purine-2,6-dione

**Structure :**



**Figure I.1 :** Molécule de la caféine

**Famille chimique :** methylxanthine

**Formule chimique :** C<sub>8</sub>H<sub>10</sub>N<sub>4</sub>O<sub>2</sub>

**Masse molaire :** 194,1 g/mol

**Température de fusion :** 238 °C

**Température de sublimation :** 178°C

**Aspect :** comme une poudre blanchâtre, indore et de gout amer

**Solubilité :** de bonne solubilité dans les solvants organiques tels que le chloroforme, le dichlorométhane, l'acétate d'éthyle

**Solubilité dans l'eau :** elle est variable selon la température de 21,7 g/l à 25°C, à 455 g/l à 65°C [7].

#### **I.1.4. Systématique botanique**

Le caféier est un arbuste du genre *Coffea* de la famille des Rubiacées, représenté par 73 espèces. Sa classification botanique est la suivante [8]:

Classe : Dicotyledoneae.

Sous – classe : Sympetalae ou Metachlamydeae

Ordre : Rubiales

Famille : Rubiaceae

Genre : *Coffea*.

#### **I.1.5. Types de café**

##### **I.1.5.1. *coffea arabica* ( linné)**

*Coffea arabica*, compte environ 70 à 75% de la production mondiale de café. Ce type de café compte environ 200 espèces. Parmi ces variétés nous citons :

- ✓ variété typica : originaire du Yemen et qui à été exportée dans le monde entier
- ✓ variété bourbon : produit 25% de café de plus que variétés typica
- ✓ variété maragogyne : nommée d'après une ville du Brésil (Maragogique)
- ✓ variété amarello : le fruit de cette variété est jaune à maturité

Le *Coffea arabica* est le premier café cultivé, à des altitudes oscillent entre 800 et 2000 mètres, à des températures variant entre 17 et 20°C [4].

#### I.1.5.2. *coffea canephora*( pierre)

*Coffea canephora* dénommée Rubusta, Il est originaire d'Afrique et n'a été découvert qu' au XIX siècle. Il représente d'environ 25 à 30 % de la production mondiale du café. Ce type de café compte environ 50 espèces. aujourd'hui, il est cultivé en Afrique , en Inde, en Indonésie, à Madagascar, au Brésil, aux Philippines et au Vietnam, dans des plaines où les altitudes peuvent atteindre jusqu'au 800 mètres, avec des températures oscille entre 24 et 30°C [4].



**Figure I. 2 :** Cafiére Arabica [9]



**Figure I.3 :** Cafiére Robusta [9]



Figure I.4: Les graines des cafés Arabica et Robusta [9]

### I.1.6. Composition du café

Le café contient un certain nombre de bioactifs, de composition très variable. Le constituant principal de café est la caféine, il y a également d'autres substances actives qui sont les alcools diterpènes et les fameux polyphénols (l'acide chlorogénique) [9].

#### I.1.6.1. la caféine

La caféine est le constituant bioactif majeur du café, stimulant métabolique et utilisée en cosmétologie, celle-ci est rapidement et presque complètement (99%) absorbée par la voie gastro-intestinale et dirigée vers le flux sanguin. Le sommet de la concentration plasmatique est atteint entre 30 et 60 minutes après la consommation [9,10].

#### I.1.6.2. Les acides

L'acidité constitue l'une des caractéristiques les plus importantes du café, au même titre que l'amertume ou l'arôme. Les acides chlorogéniques contribuent à l'astringence, l'amertume et l'acidité du café; ce sont des précurseurs de phénols et de catéchols qui se forment pendant la torréfaction et peuvent donner un goût désagréable au café. Le cafestol et le kahweol sont des alcools diterpénique et pentacyclique. Ils représentent presque 20% de la fraction lipidique du café. Le cafestol est moins sensible face à la chaleur, à la lumière, à l'oxygène et aux acides et est donc plus abondant que le kahweol [9].

#### I.1.6.3. Les fibres

Ce sont des polysaccharides de poids moléculaire élevé. Elles jouent un rôle important dans la viscosité du café, la stabilité de la crème dans l'espresso. Dans les grains de café, il y a trois types de polysaccharides prédominant :

- ✓ La cellulose
- ✓ l'arabinogalactane de type 2 : polymère de rabinose et de galactose
- ✓ Le galactomannane

Les glucides sont majoritaires dans le café vert.

Les protéines, peptides et acides aminés contribuent également au goût et à l'odeur du café [9].

#### **I.1.6.4. Les glucides**

Les glucides représentent environ 48 à 60% de la matière sèche du café vert. Le café arabica est généralement un peu plus riche que le café robusta. Les glucides sont constitués de glucides solubles (monosaccharides, oligosaccharides et polysaccharides) et de glucides insolubles constitutifs des parois végétales (hémicellulose, cellulose). Le mannose semble être le monosaccharide majoritaire (environ 45%) suivi du galactose (25%), du glucose (17%) et de l'arabinose (10%) [9].

#### **I.1.6.5. Les minéraux**

Les principaux minéraux composant une tasse de café de 100ml sont [9]:

- ✓ Du potassium (55mg)
- ✓ Du magnésium (7mg)
- ✓ Du calcium (7mg)
- ✓ Du sodium (0.7mg)
- ✓ De faibles quantités de fer (0.1mg)
- ✓ De zinc (0.01mg) et de cuivre (0.001mg)

A travers cette composition l'élément du café est le potassium.

#### **I.1.6.6. Les lipides**

La fraction lipidique du café est très altérée par la torréfaction. Elle est constituée de triglycéridiques (75%), d'esters de stérols et d'acide gras (3.2%), de stérols (2.2%), d'alcool diterpénique, cafestol et kahweol (0.4%), de tocphénols et d'autres produits minéraux (0.7%) [9].

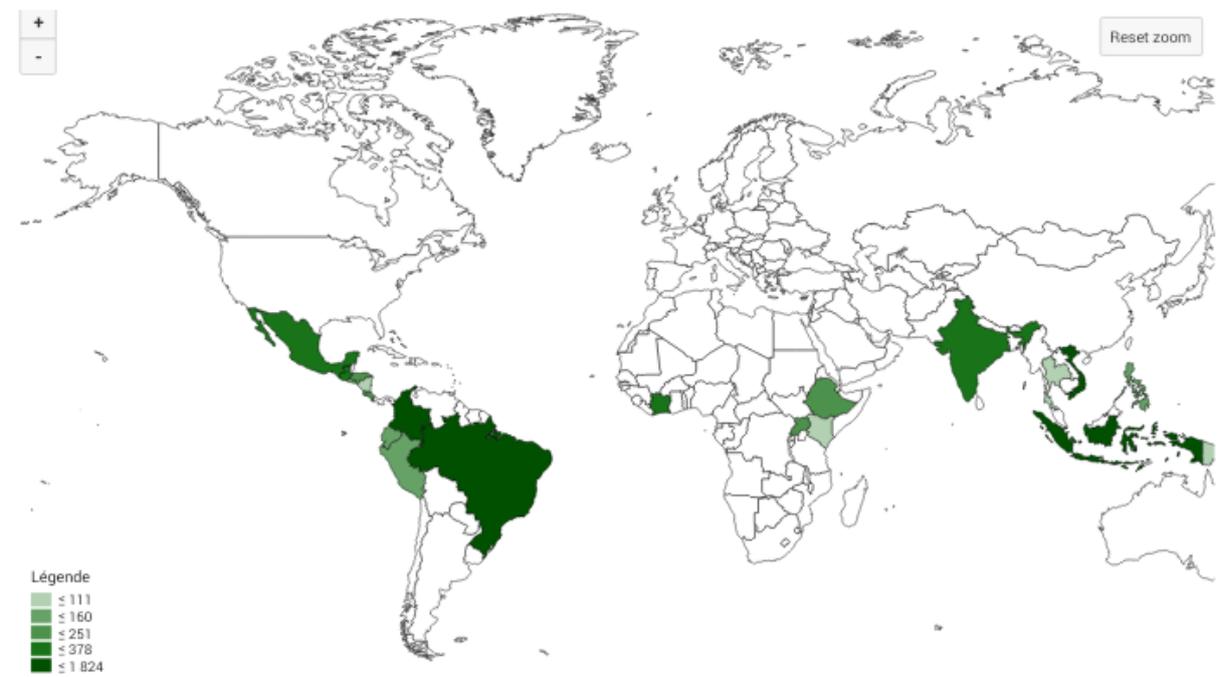
### I.1.6.7. Les vitamines

Le café vert contient plusieurs vitamines, à savoir les vitamines de type : B1 (thianine), B2 (riboflavine), B3 (acide nicotinique), B5(acide pantothénique) et B12 (cyanocobalamine) et le vitamine C (acide ascorbique) [9].

### I.1.7. Production et consommation mondiale de café

Le café est le principal moyen de subsistance de milliers de personnes dans le monde. Aujourd'hui il est une boisson universelle, c'est pour cela aussi que la ceinture tropicale qui entoure la terre est parée de plantations de café. La Figure 5 illustre les pays de production du café. Actuellement, on analyse, on étudie et on décrit les différents cafés du monde pays par pays. Le Brésil, le Vietnam et la Colombie sont les principaux pays producteurs. La répartition de la production mondiale du café se répartit comme suit [9] :

- ✓ Le Brésil a une production annuelle d'environ 45 millions de sacs.
- ✓ Le Vietnam a une production annuelle d'environ 15 millions de sacs.
- ✓ La Colombie a une production annuelle d'environ 11 millions de sacs.



**Figure I.5 :** Production de café en milliers tonnes- les principaux producteurs dans le monde [9]

### I.1.8. Les types de café utilisées

Le tableau I.1 regroupe les cafés les plus utilisées dans la région d'Ain Defla.

**Tableau I.1:** Les cafés les plus utilisées dans la région d'Ain Defla

Type de Cafés	Propriétés
1001	Café Robusta 100% et sucre caramélisé inférieure à 3%
Aroma	Café Robusta+ Arabica et sucre ajouté maximum 5%
Facto	Café Robusta d'Asie , Afrique , Amérique latine et sucre caramélisé inférieure à 5%
Gosto	Café Robusta situées en Asie , Afrique et en Amérique latine . contient moins de 5% de sucre caramélisé

## I.2. Les déchets

### I.2.1. Définition d'un déchet

Le terme déchet désigne, dans le langage courant, une ordure, une chute, un reste et tout autre résidu rejeté qui n'est plus consommable ou utilisable et donc, n'a pas de valeur [11]. Plusieurs définitions ont été donné à la notion de "déchet", à titre d'exemple :

D'après, directive 75/442/CEE du Conseil du 15 juillet 1975, un déchet est défini comme : «Tout résidu d'un processus de production, de transformation ou d'utilisation, toute substance, matériau, produit ou plus généralement tout bien meuble abandonné ou que son détenteur destine à l'abandon»[12].

Loi n° 01-19 du 12 décembre 2001 relative à la gestion ,au contrôle et à l'élimination des déchets, définit un déchets comme tout résidu d'un processus de production, de transformation ou d'utilisation, toute substance, matériau, produit ou, plus généralement, tout objet, bien meuble dont le détenteur se défait, projette de se défaire, ou dont il a l'obligation de se défaire ou de l'éliminer [13].

Et au sens de la présente loi on entend par :

Déchets ménagers et assimilés : tous déchets issus des ménages ainsi que les déchets similaires provenant des activités industrielles, commerciales, artisanales, et autres qui, par leur nature et leur composition sont assimilables aux déchets ménagers.

Déchets encombrants : tous déchets issu des ménages qui en raison de leur caractère volumineux ne peuvent être collectés dans les mêmes conditions que les déchets ménagers et assimilés.

Déchets spéciaux : tous déchets issus des activités industrielles, agricoles, de soins, de services et toutes autres activités qui en raison de leur nature et de la composition des matières qu'ils contiennent ne peuvent être collectés, transportés et traités dans les mêmes conditions que les déchets ménagers et assimilés et les déchets inertes.

Déchets spéciaux dangereux : tous déchets spéciaux qui par leurs constituants ou par les caractéristiques des matières nocives qu'ils contiennent sont susceptibles de nuire à la santé publique et /ou à l'environnement.

Déchets d'activité de soins : tous déchets issus des activités de diagnostic, de suivi et de traitement préventif ou curatif, dans les domaines de la médecine humaine et vétérinaire.

Déchets inertes : tous déchets provenant notamment de l'exploitation des carrières, des mines, des travaux de démolition, de construction ou de rénovation, qui ne subissent aucune modification physique, chimique ou biologique lors de leur mise en décharge, et qui ne sont pas contaminés par des substances dangereuses ou autres éléments générateurs de nuisances, susceptibles de nuire à la santé et / ou à l'environnement.

physique : le déchet est un résidu. cette définition est objective et liée à la détermination en amont d'un processus de production, de transformation ou d'utilisation.

juridique : le déchet est un bien meuble abandonné. Il résulte ainsi de la définition juridique que le déchet est non seulement un résidu mais également tout bien meuble que son détenteur destine à l'abandon [14,15].

### **I.2.2. Les classes des déchets**

Selon la loi algérienne relative à la gestion au contrôle et l'élimination des déchets, les déchets sont [13] :

- ✓ Les déchets spéciaux y compris les déchets spéciaux dangereux;

- ✓ Les déchets ménagers et assimilés;
- ✓ Les déchets inertes.

### I.2.3. Codification des déchets des cafés

Décret exécutif n° 06-104 du 29 morharram 1427 correspondant au 28 février 2006 fixant la nomenclature des déchets, y compris les déchets spéciaux dangereux [16] .

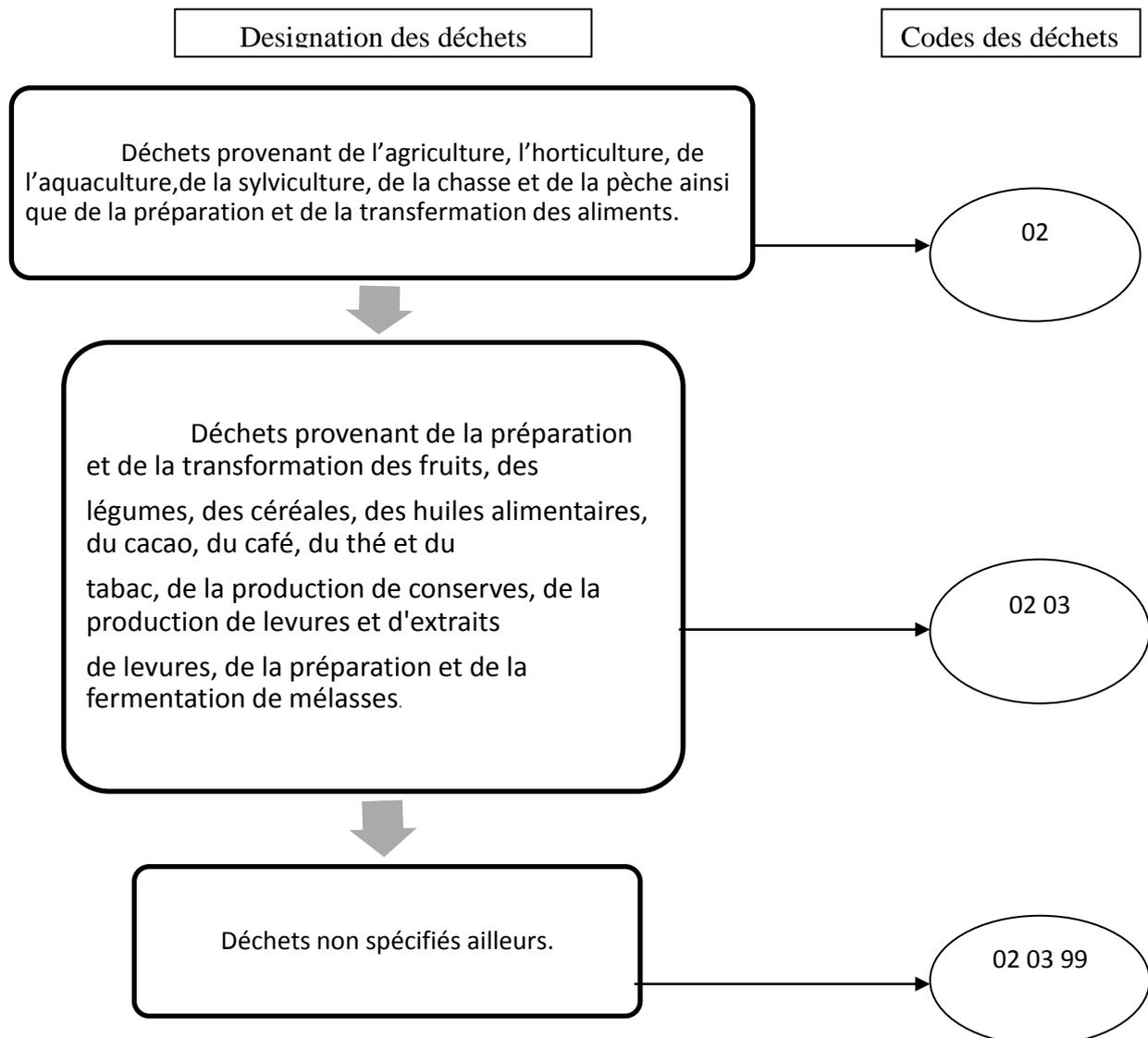


Figure I.6: Codification des déchets des cafés

## I.2.4. Valorisation

### I.2.4.1. Définition

Toute opération dont le résultats principal est que des déchets servent à des fins utiles en remplaçant d'autre matières qui auraient été utilisées à une fin particulière, ou que des déchets soient préparés pour être utilisés à cette fin, dans l'usine ou dans l'ensemble de économie.

On compatibilise trois types de valorisation [17] :

- ✓ Valorisation de matière :se définit par l'utilisation de déchet en substitution à d'autres matières ou substanses, la valorisation de matière exclut toute forme de valorisation énergétique.
- ✓ Valorisation ogranique :désigne l'ensomble des modes de gestion et de valorisation des déchets biodégradables (déchetts alimentaires, déchetts verts, boues urbaines, boues industrielles, déchetts des industies agroalimentaires, déchetts agricoles...).
- ✓ Valorisation énergétique :est utilisation des déchets en tant que moyen de production d'énergie, par incinération direct avec ou sans entres combustibles avec récupération de la chaleur.

### I.2.4.2. Valorisation des déchets

La valorisation des déchets est la réutilisation, le recyclage ou le compostage des déchets. Le recyclage constite à valoriser des produits usés ou des déchets. Le compostage est un processus biologique dans lequel les déchets organiques sont trasformés par les microorganismes du sol en un prouduit stable et hydiénique appelé compost [18].

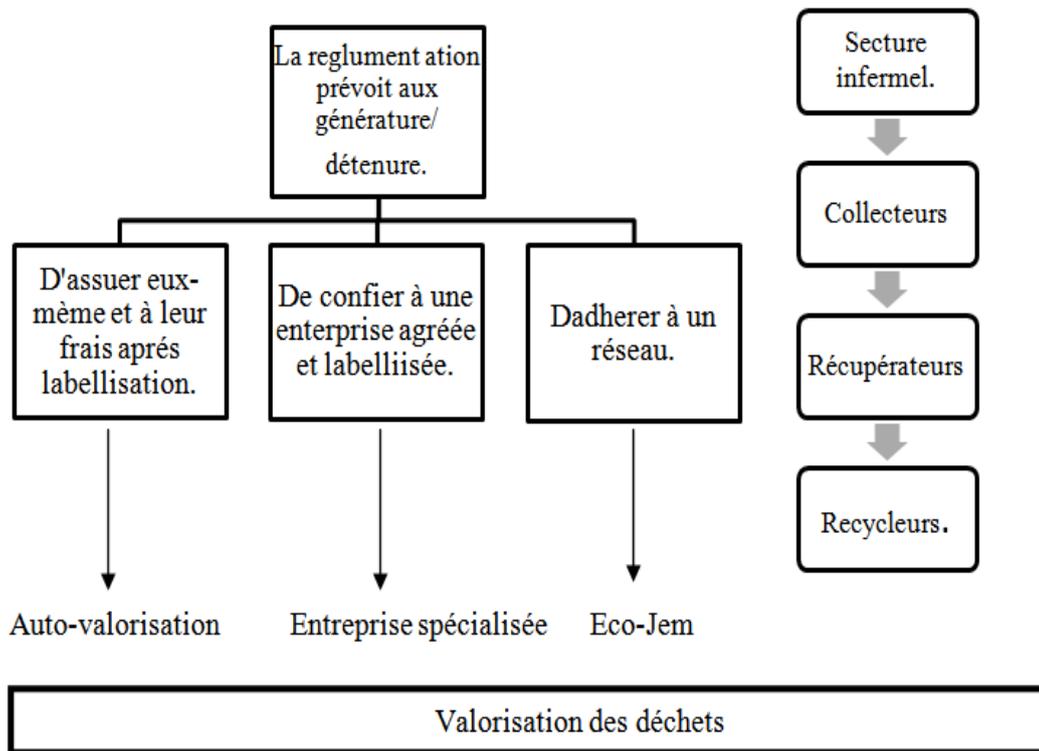


Figure I.7: Schéma récapitulatif de système de la valorisation des déchets en Algérie[18]

### I.2.5. Production de déchets

Les ménagers, les entreprises, les hôpitaux et les administrations rejettent quotidiennement des tonnes de déchets. Ces déchets sont constitués de produits divers utilisés par ces derniers dans leur vie ou activité quotidienne. Il s'agit aussi bien de restes de nourriture, d'emballages hétéroclites, de textiles que d'objets encombrants.

Les quantités de déchets produites par une agglomération dépendent principalement de l'importance de sa population, du mode de vie et de consommation des populations, des conditions climatiques, du mode de conditionnement des denrées et des marchandises...

En Algérie, à l'instar des autres pays du monde, la production des déchets ne fait qu'augmenter en Algérie. La croissance démographique, l'urbanisation de plus en plus forte et les transformations socio-économiques que connaît le pays ces dernières années ont été accompagnées par des changements notables au niveau des quantités et de la qualité des déchets produits.

La loi 01-19 du 12 décembre 2001 relative à la gestion, au contrôle et à l'élimination des déchets définit le cadre général du contrôle et de l'élimination des déchets et consacre les principes d'une gestion rationnelle et saine des déchets et l'ensemble des activités qui s'y rapportent notamment la collecte, le transport, le tri, la valorisation et le traitement [19].

Le tableau I.2 représente La quantité de déchets municipaux générée à l'échelle nationale est estimée en 2008 à 8,7 millions de tonnes/an (y compris 1,5 million de tonnes de déchets industriels assimilables aux déchets municipaux).

**Tableau I.2:** Evolution de la production des déchets ménagers

	1977	1987	1998	2008
Population RGPH (milliers)	15 948	23 039	29 081	34 080
Quantité des déchets ménagers générée <sup>9</sup> (tonne)	3093	4200	5300	8700

Le tableau ci-dessus la production des déchets industriels, dangereux et stock :

**Tableau I.3:** Production (Tonne/an) de déchets industriels et dangereux

	La production (tonne/an)	Stock
Déchets industriels (y compris les déchets banals et inertes)	2 547 000	4 483 500
Déchets dangereux	325 100	2 008 500

S'agissant des déchets de soins, une estimation de l'Agence Nationale des Déchets (AND), a évalué la production de déchets d'activité de soins à risques infectieux à environ 37 000 tonnes [19].

# Chapitre II

## Description de la zone d'étude

## Chapitre II

### Description de la zone d'étude

#### II.1. Introduction

Dans ce chapitre, il est important de donner un aperçu global dans un premier temps nous donnons une présentation globale sur la région où les échantillons ont été prélevés. Dans un seconde temps nous donnons les déchets en général.

#### II.2. Situation géographique

La wilaya d'Ain Defla est située à 140Kmau sud ouest de la capitale Alger et s'étend sur une surface de 4544,28 Km<sup>2</sup> avec une population d'environ 859 217 habitants en 2015, soit une densité de 189 habitant /Km<sup>2</sup>. Elle composée de 14 daïras soit 36 communes [20].

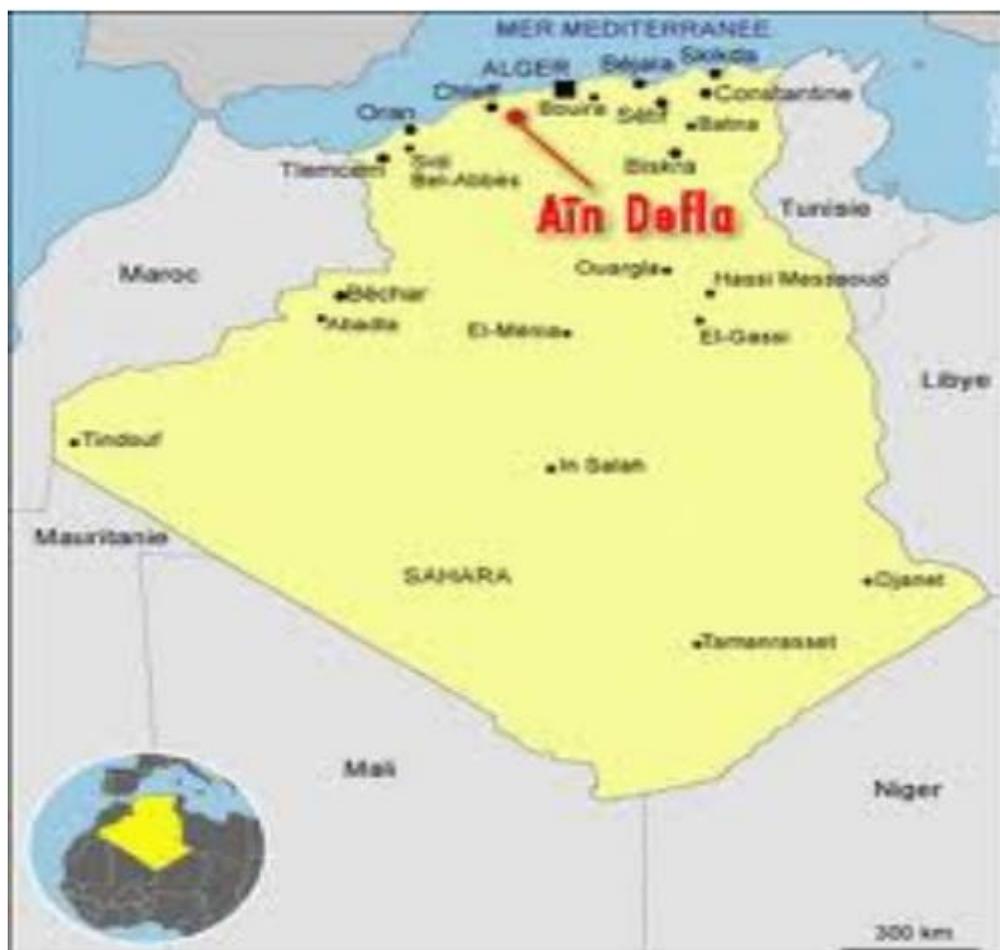


Figure II.1 : Carte géographique d'Ain defla [20]

Les wilayas limitrophes de la wilaya d'Ain Defla sont (Fig.II.2) :

- ✓ Tipaza au Nord.
- ✓ Médéa au Sud, Sud-Est.
- ✓ Tissemsilt au Sud, Sud-Ouest.
- ✓ Chlef à l'Ouest.
- ✓ Blida à l'Est



Figure II.2 : Limites géographiques d'Ain defla [20].

### II.3. Situation démographique

Selon l'office national des statistiques, en 2017 la population résidente totale en Algérie a atteint 41,3 million habitants au 1 er janvier 2017. Pour la wilaya d'Ain Defla et selon la même source, la population est de l'ordre de 809 106 habitants dont 29% ayant un âge inférieur à 15 ans [21].

### II.4. Le climat

La wilaya d'Ain Defla présente un climat méditerranéen semi-aride avec un caractère de continentalité très marqué et un écart de température de 20°C entre les températures du

mois de janvier et celle d'août. L'été s'étend sur 5 à 6 mois environ avec des masses d'air chaud à partir du mois de mai. La pluviométrie reste variable et atteint 500 à 600 mm/an. Une série d'étages climatiques qui va du subaride au fond de la vallée au subhumide sur les reliefs. Cette situation est liée à l'orographie : plus l'altitude est élevée plus l'étage est humide. De même pour l'enneigement qui touche les reliefs de plus de 600 m d'altitude [22].

## II.5. Consommation de café dans la willaya

Selon l'OIC en 2009, la consommation moyenne du café en Algérie était d'environ 1,8 millions de sacs par an, représentant environ 10,5% de la consommation totale des pays non productifs des cafés. Bien que le niveau actuel de consommation par habitant (3,4 kg) soit relativement élevé pour un pays en développement, l'Algérie dispose du potentiel d'augmenter de façon significative sa consommation puisque les capacités de torréfaction avoisinent quelque 4 millions de sacs de café vert. Toutefois, la moyenne du taux de croissance de la consommation annuelle a été seulement de 0,5% entre 2000 et 2006. Le marché intérieur est fortement influencé par des circuits de vente informels dont les statistiques ne sont pas toujours disponibles. L'essentiel des importations algériennes concerne le café vert. Les principales sources d'approvisionnement sont la Côte d'Ivoire, l'Indonésie et le Vietnam.

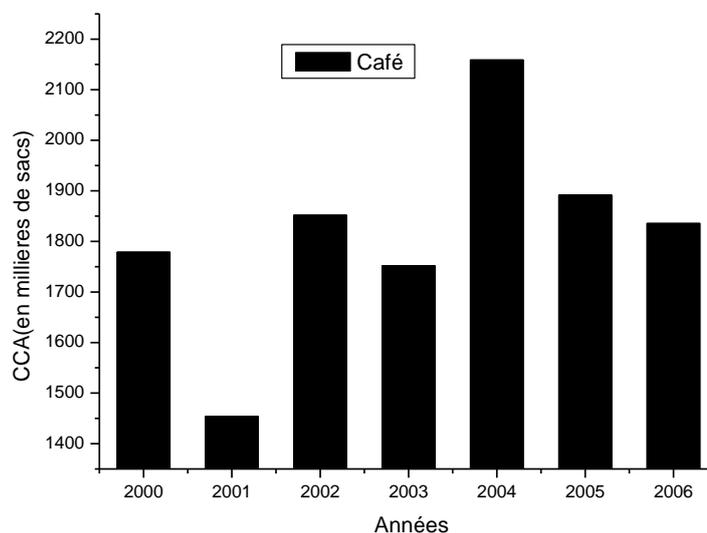


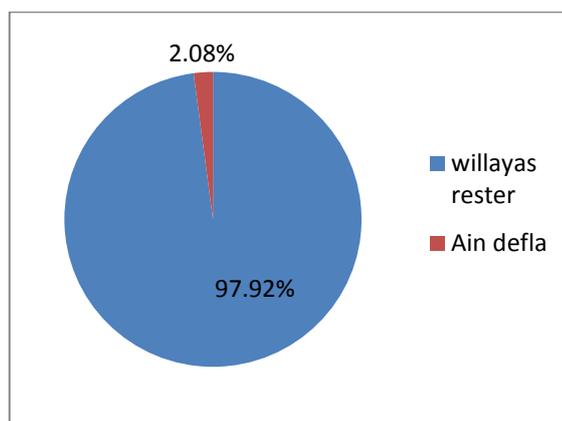
Figure II.3 : Consommation algérienne de café entre 2000 et 2006[23]

Le café est considéré comme un bien de luxe. En dépit de la chute des prix du café depuis Septembre 2008, la dynamique de consommation en Algérie risque d'être affecté par

l'augmentation du prix de café. En effet, le prix de l'importation d'une tonne de café vert, y compris les taxes, est passé de 1 481 dollars EU en Mars 2007 à 2 720 dollars EU à la tonne en Mars 2008, soit une augmentation de près de 100%. En 2015, la consommation de café est estimée à travers de la wilaya d'Ain Defla, au environ 2 921 337,8 Kg/an, soit une consommation de l'ordre de 3,4 Kg /an par habitant [23].

## II.6. Déchets en Algérie

La direction de l'agence nationale des déchets (AND), a indiqué, que l'Algérie produit une moyenne de 20 millions de tonnes de déchets tous types confondus par année dont 12 millions de tonnes sont de type de déchets ménagers. Selon une estimation faite par la même agence, 65 % de ces déchets sont produits par le nord du pays qui représente environ 4% du territoire national [24].



**Figure II.4 :** Quantité de déchets ménagers assimilés dans Aïn Defla

# Chapitre III

## Méthodes et matériels

## Chapitre III

### Méthodes et matériels

#### III.1. Introduction

Ce chapitre présente les différents matériels, les différents produits et ainsi que les essais de caractérisation utilisés. Il englobera trois parties essentielles, la première partie portera sur la présentation des matières végétales utilisées, la seconde portera sur les différentes techniques de broyage et tamisage et enfin dans la dernière partie les méthodes d'analyses utilisées, permettant ainsi d'accéder aux activités microbiologiques des matières obtenues.

#### III.2. Echantillonnage

##### III.2.1. Préparation des échantillons

Tous les produits (les différents types de cafés) et leurs déchets ont été broyés à une granulométrie inférieure à 80 micro. Pour réaliser cette étude une dizaine des échantillons ont été préparés. Le tableau III.1 regroupe les échantillons à examiner avec leur codification.

**Tableau III .1** : Identification des échantillons utilisés

Echantillon	Code	Echantillon	Code
Cafés	C	Déchets de cafés	DC
Café 1001	C 10	Déchet 1001	DC 10
Café Aroma	C A	Déchet Aroma	DC A
Café Facto	C F	Déchet Facto	DC F
Café Gosto	C G	Déchet Gosto	DC G
Café Torréfié Arabica	T Ar	Café Brut Arabica	B Ar

### III.3. Analyses par spectrophotomètre (UV-visible)

#### III.3.1. Principe

Le principe de la méthode d'analyse par spectrophotométrie UV, est basé sur la recherche de l'absorbance maximale pour chaque échantillon. L'analyse a été faite à différentes longueurs d'ondes (200, 400, 600, 700nm).

#### III.3.2. Mode opératoire

Le mode opératoire se résume comme suit :

- La préparation des solutions à tester;
- Les solutions à analyser, ont été récupéré après filtration;
- Introduire la solution à analyser dans une cuve à condition de ne pas mettre les doigts sur les faces de cuve;
- Placer la cuve dans le compartiment prévu;
- Réaliser l'étalonnage, c'est-à-dire l'absorbance au blanc doit être nulle.



Figure III. 1: système de filtration

### III.4. Analyses par spectrométrie FTIR

L'analyse spectrophotomètre FTIR, s'est effectuée au niveau de laboratoire d'analyse physicochimique de LEMMC à l'université de Sétif.

Les spectres FTIR sont enregistrés, à l'aide d'un appareil Shimadzu FTIR-8201 PC Spectromètre. Les principales bandes d'absorption sont données en  $\text{cm}^{-1}$ . Ces spectres sont réalisés à partir d'échantillon dispersé dans une poudre de KBr.

### **III .5. Les analyses physico-chimiques**

#### **III.5.1. Température**

La température est mesurée à l'aide d'un Multi-paramètre.

#### **III.5.2. pH mètre**

La mesure de pH est effectuée couramment par la méthode potentiométrique avec électrode de verre plus.

##### **III.5.2.1. Principe**

La différence de potentiel existant entre une électrode de verre et une électrode de référence plongeant dans une même solution, est une fonction linéaire du pH de celle-ci, selon l'expression de NERNST, le potentiel de l'électrode est lié à l'activité des ions  $\text{H}^+$  [25].

#### **III .5.3. Conductimètre**

Typiquement, un conductimètre applique un courant alternatif  $I$  à une fréquence optimale à deux électrodes actives, puis il mesure le potentiel qui en résulte. Le courant et le potentiel vont tous deux être utilisés pour déterminer la conductance. En se servant de conductance obtenue et de la constante de cellule, le conductimètre va afficher la conductivité [26].

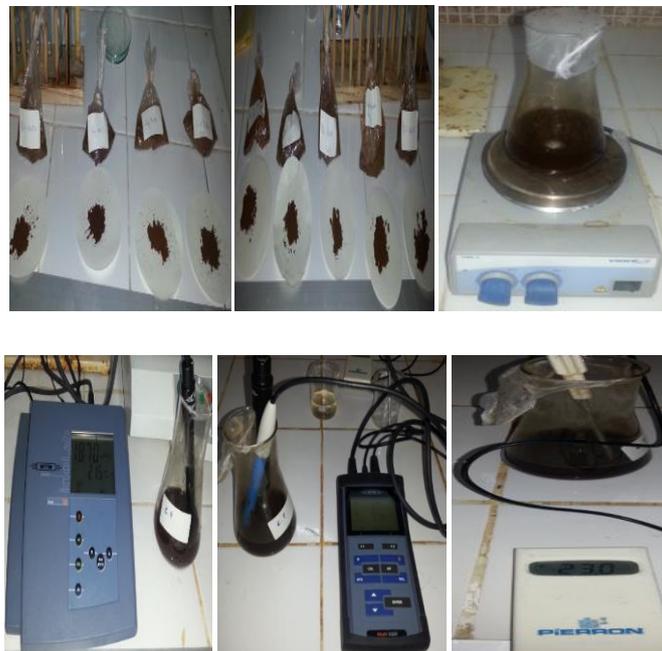
#### **III.5.4. Oxygène dissous ( $\text{O}_2$ )**

Le principe de quantifier la quantité d'oxygène dissoute se fait par la réduction de l'oxygène, au niveau d'une cathode convenable qui engendre un courant proportionnel à la pression partielle de l'oxygène dans la solution, la mesure de la quantité d'oxygène dissoute est donnée à l'aide d'un Multi-paramètre.

#### **III .5.5. Mode opératoire**

Le mode opératoire pour évaluer les différents paramètres tels que : le pH, la conductivité, la température et l'oxygène dissous, se déroule comme suit :

- Peser exactement 5g de chaque échantillon du café et de son déchet;
- Verser chaque pesée dans un bécher noté;
- Ajouter 100ml d'eau distillée;
- Introduire un barreau aimanté dans le bécher et agiter les solutions pendant 15 à 20 min à l'aide d'un agitateur magnétique.
- Mesurer à l'aide d'un Multi-paramètre (pH, conductivité, température et l'oxygène dissous).
- Nettoyer Multi-paramètre et mesurer les autres solutions.



**Figure III. 2:** les étapes de mesure à l'aide d'un multi paramètre

### III.5.6. Dureté totale

#### III.5.6.1. Principe

La dureté totale représente sa teneur en ions calcium et magnésium. Le titre hydrotimétrique est mesuré par complexométrie, un puissant – l'EDTA – formant des complexes avec les cations métalliques. Dans la pratique, tous les métaux divalents, par exemple les ions ferreux, sont susceptibles d'être dosés ce sont donc des interférents mais on considère que leur concentration est négligeable par rapport à celles du calcium et du magnésium. L'estimation du titre hydrométrique a été faite par l'expression suivante [27] :

$$TH = C_{EDTA} * V_{EDTA} * M_{CaCO_3} * 100 / V_{éch} \text{ (Eq.III.1)}$$

TH : Titre Hydrométrique

$C_{EDTA}$  : La concentration du titrant EDTA

$V_{EDTA}$  : Volume du titrant EDTA

$M_{CaCO_3}$  : Molarité de l'EDTA(en mol/l)

$V_{éch}$  : Le volume de l'échantillon

### III.5.6.2. Mode opératoire

#### Estimation du volume $V_1$ de $Ca^{2+}$

- prendre 50ml de chaque café et de son déchet après la filtration.
- Ajouter 2ml de NaOH à 2N.
- Ajouter du Murexide.
- Et titrer avec l'EDTA jusqu'au virage de couleur violette
- Noter le volume de l'EDTA.

#### Estimation du volume $V_2$ de $Ca^{2+}$ et $Mg^{2+}$

- Prendre 50m de chaque café et son déchet après la filtration.
- Ajouter 2ml de  $NH_4OH$  ( 10,1) .
- Ajouter noir eriochrome.
- Et titrer avec l'EDTA jusqu'au virage de couleur bleu
- Noter le volume de l'EDTA.



**Figure III.3:** Titrage de la dureté totale de cafés et son déchet

### III.5.7. Calcination

L'opération de grillage de l'échantillon est effectuée à une température de 200 C° pendant 2 heures, ensuite les matières en suspension sont déterminées par pesée différentielle.

L'estimation du Résidu Sec a été faite par l'expression suivante [27]:

$$RS = P_P - P_V \text{ (Eq. III.2)}$$

RS : Résidu Sec des cafés et ses déchets

$P_P$  : poids plein de la capsule des cafés et ses déchets

$P_V$  : poids vide de la capsule

#### III.5.7.1. Mode opératoire

Le mode opératoire s'est déroulé de la manière suivante :

- pesée les capsule en porcelaine, rincée 1g de café et son déchet.
- porter cette dernière au four à 200C° pendant 2 heures.
- laisser refroidir pendant 15min au dessiccateur.
- peser immédiatement et rapidement.



Figure III. 4: La calcination des cafés et leurs déchets

### III.5.8. Ammonium

La détermination de l'ammonium a été faite à l'aide d'un CHECKIT Disc avec des pastilles (Ammonia No.1 et Ammonia No.2) [27].

#### III.5.8.1. Mode opératoire

Le mode opératoire s'est déroulé de la manière suivante :

- Remplir les cuves avec chaque café et de son déchet après la filtration, jusqu'à la marque 10ml.
- Placer une cuve dans la chambre de mesure de gauche du comparateur (solution témoin) . Ajouter une pastille d'Ammonia No.1 dans l'autre cuve.
- Ecraser la pastille. Puis ajouter une pastille d'Ammonia No. 2 et écraser la pastille. Fermer la cuvette avec son couvercle. Dissoudre la pastille en agitant la cuvette.
- Attendre 10min le développement complet de la couleur.
- Placer celle-ci dans la chambre de mesure de droite.
- Faire concorder la couleur obtenue avec le CHECKIT Disc et lire le résultat en mg/l

$$(N \times 1.29 = \text{NH}_4^+)$$



Figure III. 5: la détermination d'ammonium des cafés et son déches

## III.6. Analyse Microbiologique

### III .6.1. Quantifications des germes totaux

A partir des dilutions décimales allant de  $10^{-3}$  à  $10^{-1}$ , porte aseptiquement 1ml dans une boîte de pétri vide préparée à cet usage numérotée.

Compléter ensuite avec environ 20ml de gélose PCA, le choix des milieux dépend de la nature des denrées analyser, On utilise généralement la gélose PCA pour les laits et produits laitiers. On fait ensuite des mouvements circulaires et de va-et-vient pour permettre à l'inoculum de se mélanger à la gélose utilisée. On fait ensuite des mouvements circulaires et de va-et-vient pour permettre à l'inoculum de se mélanger à la gélose utilisée.

On fait ensuite des mouvements circulaires et de va-et-vient pour permettre à l'inoculum de se mélanger à la gélose utilisée.

On laisse solidifier sur paillasse, puis rajouter une deuxième couche d'environ ml de la même gélose ou de gélose blanche. Cette double couche a un rôle protecteur contre les contaminations diverses [28].

#### III.6.1.1. Mode opératoire

Le mode opératoire s'est déroulé de la manière suivante :

- Préparer 1g de café et son déchet et ajouter 10ml d'eau distillée, avec chaque échantillon.
- Ensemencer en masse avec la gélose PCA.

- Incuber les boites à l'étuve de 30 C° pendant 72 heures.
- Faire la lecture.

### III .6.2. Quantifications des coliformes totaux

Les coliformes sont dénombrés :

\* soit en milieu solide par technique en boite sur gélose au Désoxycholate à 100% ou sur gélose VRBL (gélose lactose biliée au vert brillant et au rouge de phénol)

\* soit en milieu liquide par la technique NPP (nombre le probable)

A l'aide du bouillon VBL (bouillon lactose bilié au vert brillant) réparti à raison de 10ml par tubes munis au préalable d'une cloche de durham [28].

#### III.6.2.1. Mode opératoire

Le mode opératoire s'est déroulé de la manière suivante :

- Préparer 1g de café et déchet de café et ajouter 10ml d'eau distillée, avec chaque échantillon.
- ensemencer en masse par la gélose VRBL.
- Incuber les boites pour les recherches des coliformes totaux à l'étuve de 37 C° pendant 24 heures.
- Faire la lecture.

### III.6.3. Quantifications des levures et moisissure

A partir des dilutions décimales,  $10^{-3}$  à  $10^{-1}$ , porter aseptiquement 4 gouttes dans une boite pétri contenant de la gélose OGA ou saburraud. Etaler les gouttes à l'aide d'un râteau stérile, puis incuber à 37c° pendant 72 jours.

Dans le souci de ne pas se trouver en face de boites envahies soit par les levures soit par les moisissures on doit effectuer des lectures et des dénombrements tous les jours, levures a part et les moisissures à part [28].

**III.6.3.1. Mode opératoire**

Le mode opératoire s'est déroulé de la manière suivante :

- Préparer 1g de café et de son déchet et ajouter 10ml d'eau distillée, avec chaque échantillon.
- Ensemencer en masse de saburraud.
- Incuber les boites à l'étuve de 30 C° pendant 72 heures.
- Faire la lecture.

# Chapitre IV

## Résultats et discussions

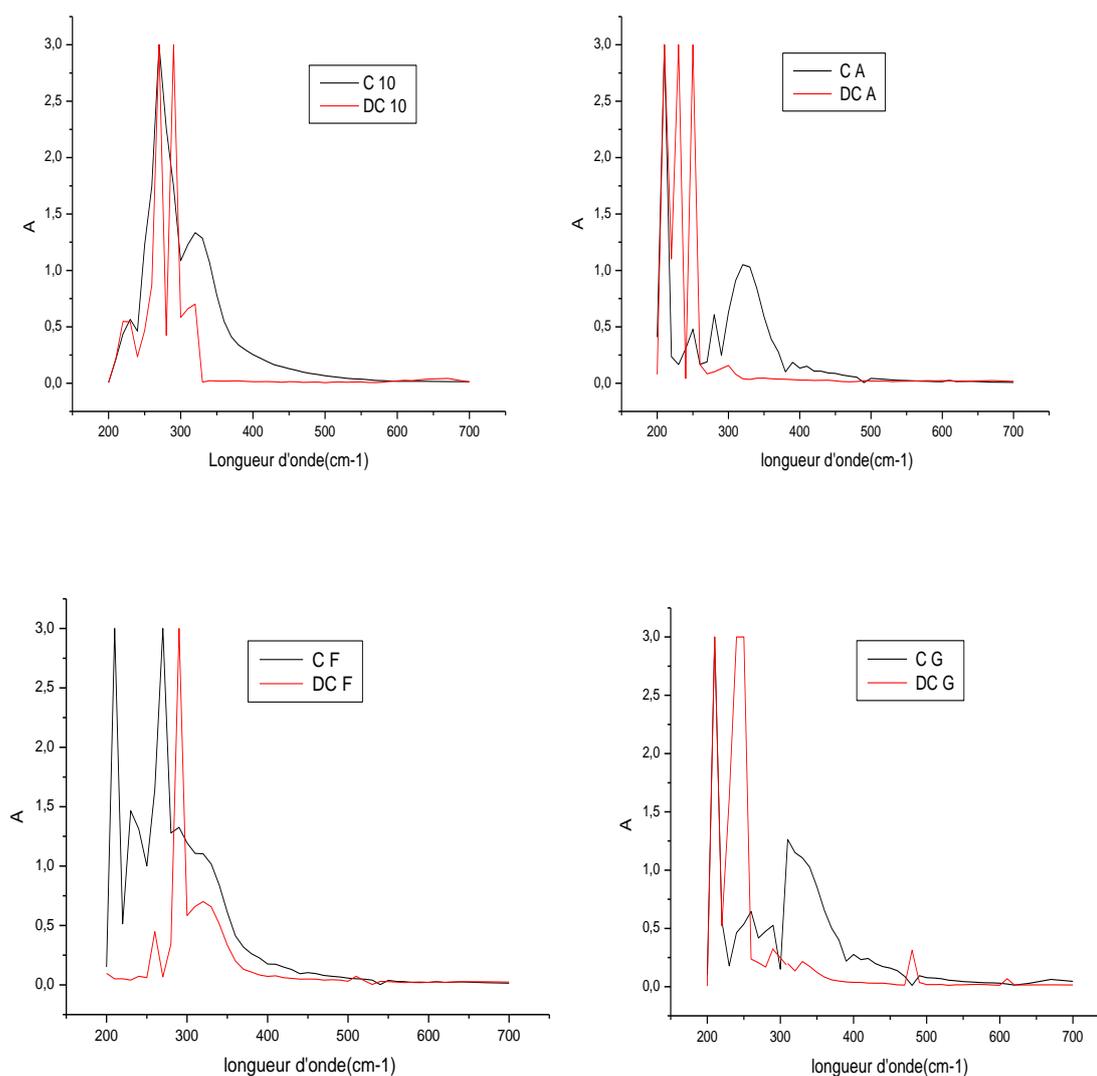
## Chapitre IV

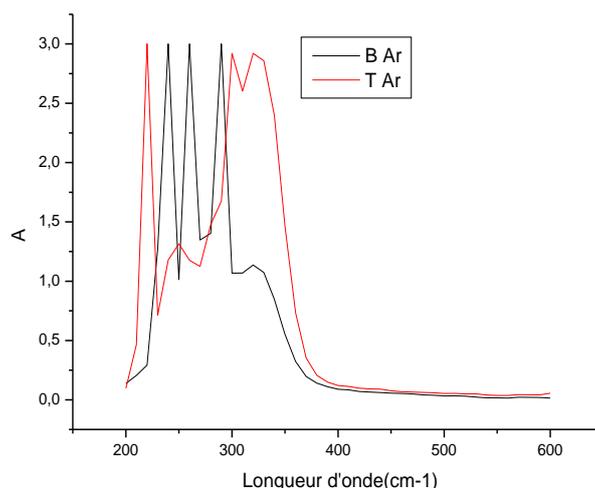
### Résultats et Discussions

#### IV.1. Analyse par spectrophotomètre (UV-visible)

La spectroscopie est une technique de caractérisation basée sur l'utilisation des propriétés d'absorption des solutions liquides (pour différents types de rayonnements lumineux). Dans la présente étude les mesures ont été effectuées à différentes longueurs d'onde dans la région spectrale balayée de 200 à 700nm.

La figure IV.1 présente les résultats de variation de l'absorbance (A) en fonction de la longueur d'onde  $\lambda$ , par l'analyse spectrophotomètre (UV-visible) dans un intervalle de longueurs d'onde variant de 200-700 nm,





**Figure IV.1:** Variation de l'absorbance (A) en fonction de la longueur d'onde  $\lambda$  des différents échantillons analysés

L'analyse des spectres d'absorbance illustrés dans la figure IV.1, montre que pour tous les spectres, la région d'absorbance maximale ( $A_{\max}$ ) se situe entre 200-400nm et que tous Ceux-ciprésententuneforme hyperbolique dans cette bande 200-400nm dont les valeurs maximales d'absorbances esituent entre 1, 5 et 3. Les valeurs maximales d'absorbances sont données dans le tableau (IV.2).

**Tableau IV. 1 :** Absorbance des différents échantillons analysés

Produits (café et déchet)	$A_{\max}$	$\lambda$ (nm)
C10 (1 pic)	3	$\approx 290$
DC10 (2 pics)	3	$\approx 290$ et $\approx 300$
CA (1 pic)	3	$\approx 210$
DCA (3 pic)	3	$\approx 210$ et $\approx 230$ et $\approx 250$
CF (2 pic)	3	$\approx 210$ et $\approx 270$
DCF (1 pic)	3	$\approx 250$
CG (1 pic)	3	$\approx 210$
DCG (3pic)	3	$\approx 210$ , $\approx 240$ et $\approx 260$
T Ar (3 pic)	3	$\approx 240$ , $\approx 270$ et $\approx 290$
B Ar (1 pic)	3	$\approx 220$

## IV.2. Analyse par spectrométrie FTIR

Lorsqu'une molécule est mise en présence d'infrarouge, les atomes qui la composent se mettent à vibrer. Chaque vibration est caractéristique d'une liaison atomique selon sa fréquence et son intensité. On peut se servir de tables afin d'interpréter les spectres obtenus

pour identifier les atomes d'une molécule et la caractériser. La figure IV.2 présente les différents spectres obtenus par la méthode d'analyse spectrométrie FTIR.

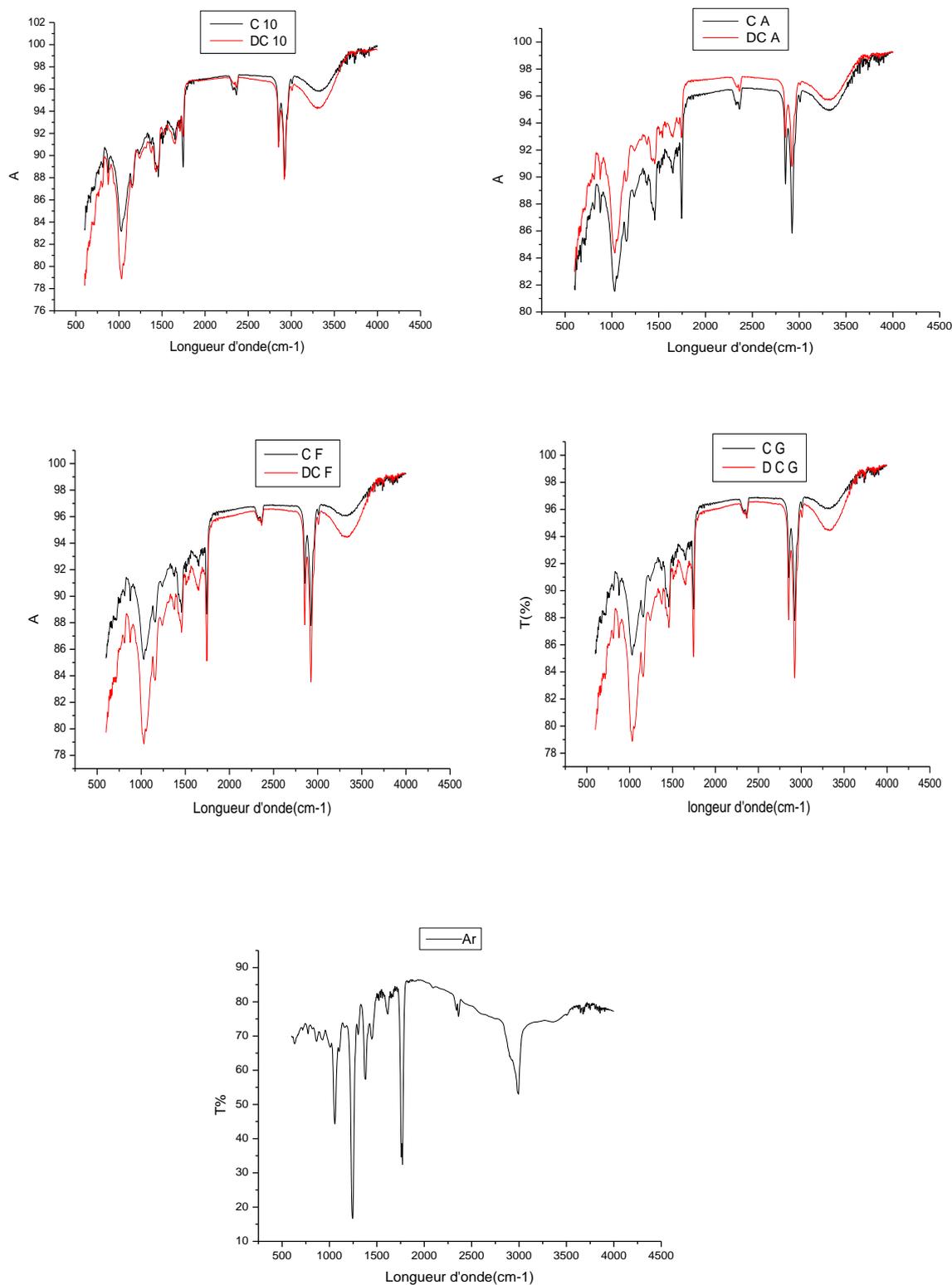


Figure IV. 2 : Spectres d'absorbance d'infrarouge des différents échantillons analysés

Généralement on observe que tous les bandes des cafés commercialisées et leurs déchets sont superposables, des longueurs d'onde identiques et différents dans l'intensité d'absorption(T).

Il existe deux bandes de café Arabica et café commercialisée sont mêmes, des longueurs d'onde identiques et des différents l'intensité d'absorption, et les autres bandes sont différents.

L'identification des spectres illustrés dans la figure IV.2, permet de caractériser les matériaux de cafés étudiés. Ces résultats sont donnés le tableau ci-dessous (IV.2).

**Tableau IV. 2 :** Les transmissions, les liaisons et les groupements obtenus par spectrométrie IR

Paramètre Produit	Nombre d'onde (cm <sup>-1</sup> )	Liaison	Groupement
C 10	535-615	C=O	Amide
	1000-1050	R-CO	Alk-O-Ar
	1515	N-H	Amine aromatique
	1695-1725	C=O	R-CO-H
	2240-2260	C≡N	RC≡ N
	3280-3460	N-H	R-NH <sub>2</sub>
DC 10	535-615	C=O	Amide
	1000-1050	R-CO	Alk-O-Ar
	1515	N-H	Amine aromatique
	1695-1725	C=O	R-CO-H
	2240-2260	C≡N	RC≡ N
	3280-3460	N-H	R-NH <sub>2</sub>
Ar	100-1050	R-C-O	Alk-O-Ar
	1250-1370	-C≡CH	R≡CH
	1515	N-H	Amine aromatique

	1740-1800	C=O	R-CO-OH
	2240-2260	C≡N	RC≡ N
	3180-3200	NH <sub>2</sub>	R-CO- NH <sub>2</sub>

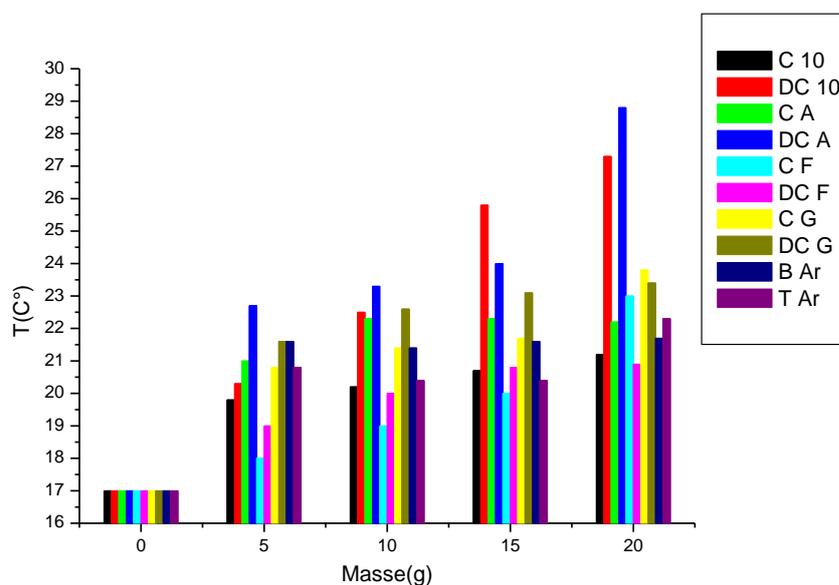
Pour les cafés (C A, C F et C G) et leur déchets (DC A, DC F et DC G) sont les même avec le café 1001(C 10) et son déchet (DC 10), elles diffèrent seulement pour l'intensité d'absorption.

Cette variation des bandes et l'intensité d'absorption entre le café brute du Arabica, les cafés commercialisées et leurs déchets, explique l'effet de la température de calcination et de cuisson sur les groupements fonctionnels de structure du café.

### IV.3. Résultats physico-chimiques

#### IV.3.1. Température

Les températures expérimentales obtenues des matériaux testés, sont données sur la figure IV.3.



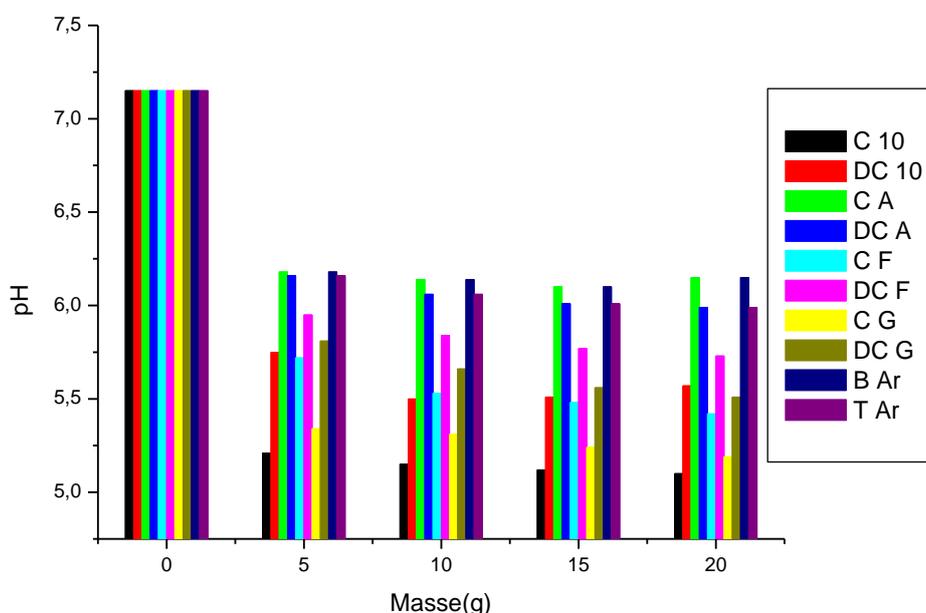
**Figure IV.3:** Effets de l'incorporation de café et de son déchet sur la température

L'analyse de l'histogramme présenté sur la figure IV.3, permet de conclure :

- ✓ Pour tous les matériaux que ce soit café ou déchet, la température suit une progression régulière en fonction du taux d'addition de ce matériau. Ceci caractérise l'effet exothermique de l'addition de ces produits.
- ✓ Pour tous les matériaux, la température de café mère est inférieure à celle de déchet associé. Donc les cafés sont moins exothermiques que leurs déchets.
- ✓ Pour une addition de 20g, la température maximale enregistrée est de l'ordre  $T=28,5^{\circ}\text{C}$  pour le déchet du café (DC A), alors que le déchet (C 10) a donné une température minimale de  $T = 20^{\circ}\text{C}$ .

### IV.3.2. pH mètre

La figure IV.4 illustre la variation du potentiel d'hydrogène pH des cafés et de leurs déchets.



**Figure IV.4:** Effets de l'addition des matériaux étudiés sur le pH de différents échantillons analysés

L'analyse de l'histogramme présenté sur la figure IV.4, permet de tirer les conclusions suivantes :

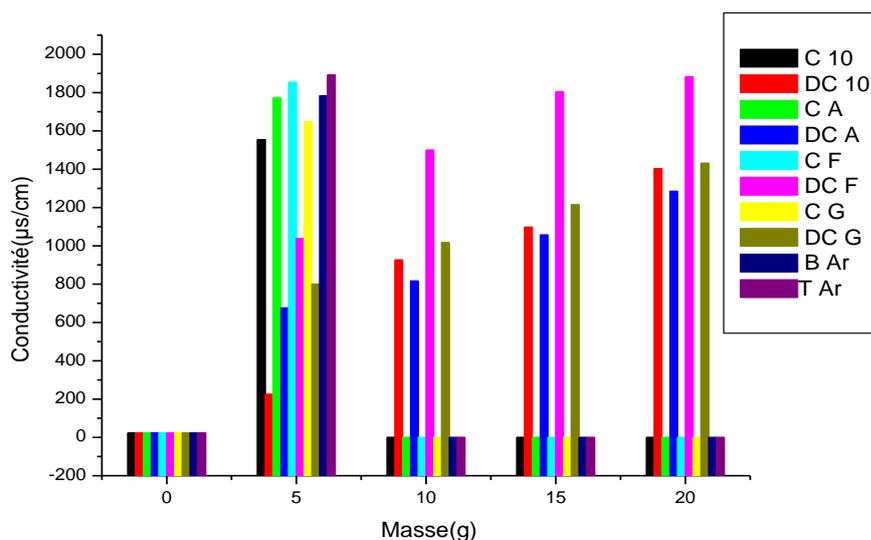
- ✓ Pour tous les matériaux que ce soit café ou déchet, l'addition a entraîné une diminution du pH, d'où l'augmentation de l'acidité.
- ✓ Pour tous les matériaux, la variation de pH du café comparé avec celui du déchet est faible à l'exception du café de type C 10 et son déchet dérivé où l'écart était important ( $\Delta\text{pH} = 5,72$ ) à température de café mère est inférieure à celle de déchet associé. Pour

une addition de 20g, le pH minimum enregistré est de l'ordre pH=5.10 pour le déchet du café (DC A), alors que le café (C A) a donné un pH maximum de pH = 5.95.

- ✓ Le pH des échantillons étudiés, sont supérieurs à 5, ce qui est conforme aux normes.

### IV.3.3. Conductimètre

La figure IV.5 présente les valeurs de la conductivité électrique des produits (cafés et déchets) étudiés.



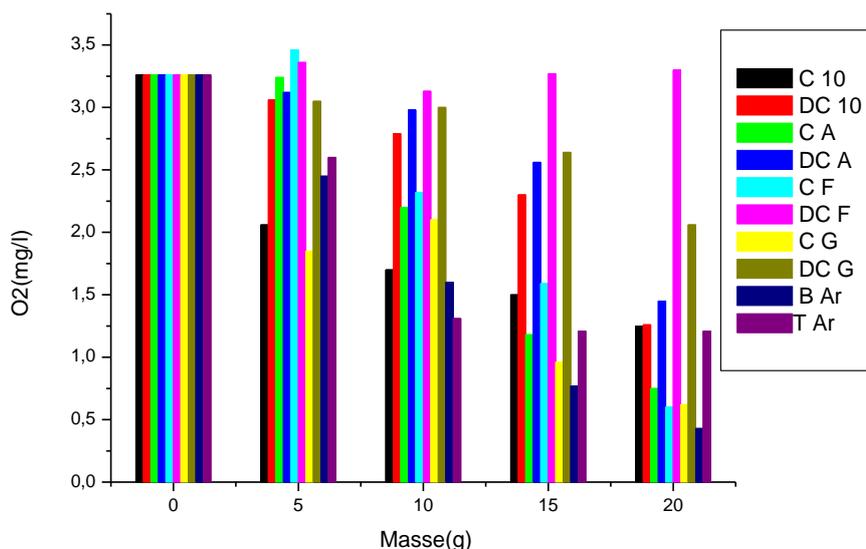
**Figure IV.5:** Variation de la conductivité de différents échantillons analysés, en fonction du taux d'addition.

L'analyse de l'histogramme présenté sur la figure IV.5, permet de conclure :

- ✓ Pour tous les cafés et leurs déchets, l'addition de ces matériaux, un effet négligeable
- ✓ L'effet d'addition de café mère est négligeable par contre celui des déchets est plus remarquables. A titre d'exemple l'ajout de 20g du café 1001(C 10) est l'ordre de  $\sigma=0,00340\mu\text{s}/\text{cm}$ , par contre pour son déchet (DC 10) est de  $\sigma=1404\mu\text{s}/\text{cm}$ .

### IV.3.4. Oxygène dissous (O<sub>2</sub>)

La figure IV.6 présente les valeurs de l'oxygène des produits (cafés et déchets) étudiés.



**Figure IV.6:** Variation l'oxygène de différents échantillons analysés, en fonction du taux d'addition.

L'analyse de l'histogramme présenté sur la figure IV.6, permet de conclure :

- ✓ Pour tous les matériaux que ce soit café ou déchet, l'addition du produit a entraîné une diminution régulière la quantité d'oxygène dissoute, sauf pour le déchet du café Facto (DC F) cette propriété non vérifiée où il a été constaté que la quantité d'oxygène est sensiblement constante.
- ✓ La quantité d'oxygène dissoute dans le cas des déchets, est supérieure à celle des cafés mères. A titre d'exemple, pour une addition de 20g du café Facto (C F), la quantité d'oxygène dissoute est de l'ordre  $[O_2] = 0,6\text{mg/l}$  par contre pour son déchet (DC F) est de l'ordre de  $[O_2] = 3,3\text{mg/l}$ .

#### IV.4. La dureté totale

Le tableau VI.3 regroupe tous les résultats de la dureté totale des cafés et son déchet avec les expressions suivantes :

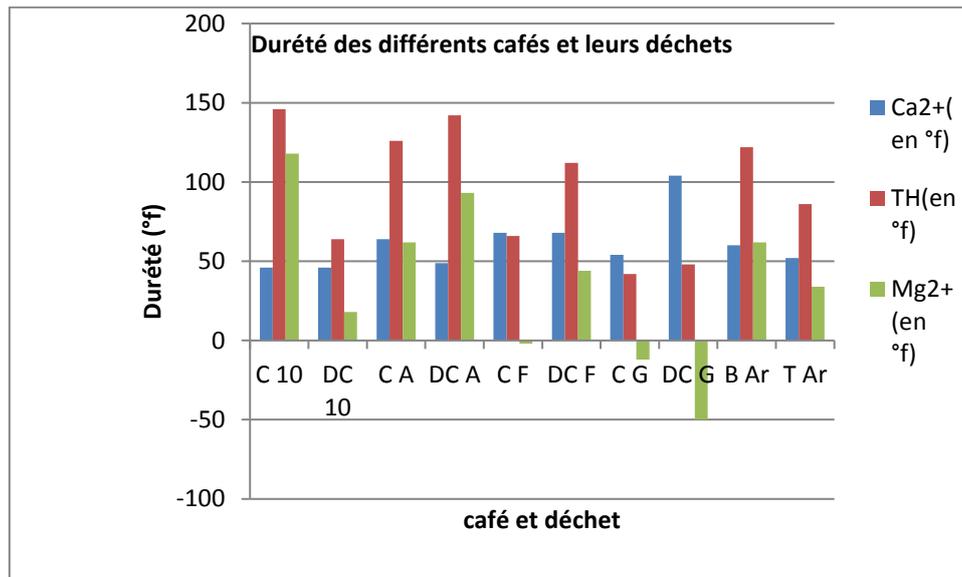
$$\text{Dureté totale(en}^\circ\text{F)} = C_{\text{EDTA}} * V_{\text{EDTA}} * M_{\text{CaCO}_3} * 100 / V_{\text{Ech}}$$

$$\text{Dureté calcique (en}^\circ\text{F)} = C_{\text{EDTA}} * V_{\text{EDTA}} * M_{\text{CaCO}_3} * 100 / V_{\text{Ech}}$$

Donc, La Dureté Magnésienne (en $^\circ$ F) = Dureté totale - Dureté calcique

**Tableau IV.3:** Les résultats de la dureté totale des cafés et leurs déchets

café et son déchet associé	C 10	DC 10	C A	DC A	C F	DC F	C G	DC G	B Ar	T Ar
Ca <sup>2+</sup> (en °f)	46	46	64	48,8	68	68	54	104	60	52
TH(en °f)	146	64	126	142	66	112	42	48	122	86
Mg <sup>2+</sup> (en °f)	118	18	62	93,2	-2	44	-12	-50	62	34

**Figure IV.7:** Dureté des différents cafés et leurs déchets

L'analyse de l'histogramme présenté sur la figure IV.7, permet de conclure :

- ✓ Pour tous les matériaux, la variation de la dureté totale du café comparé avec celui du déchet.
- ✓ La dureté totale du café étudié, est supérieure à celle du déchet dérivé. La dureté totale du café étudié à l'état brut, est supérieure à celle du café grillé.
- ✓ La teneur du café mère testé en Ca<sup>2+</sup> est inférieure à celle qui correspond à son déchet, sauf pour le café 1001(C 10) où cette teneur est sensiblement constante.
- ✓ Pour la dureté magnésienne, la teneur des cafés examinés en Mg<sup>2+</sup>, est inférieure à celle déchet, contrairement le café Gosto a donné l'inverse.
- ✓ D'après ces résultats tous les cafés et y compris leurs déchets sont classés comme matériaux très dures.

#### IV.3.6. Calcination

Les essais de calcination des différents échantillons examinés sont donnés sur le tableau ci-dessous :

**Tableau IV.4 :** Les résultats de résidu sec des cafés et leurs déchets

Cafés et leurs déchets	P <sub>V</sub> (g)	P <sub>P</sub> (g)	10 <sup>3</sup> *R S (g)	10 <sup>3</sup> *MO (g)
C 10	10,1017	10,1250	0,0233	0,9767
DC 10	10,5933	10,7758	0,1825	0,8175
C A	10,4114	10,4435	0,0321	0,9679
DC A	10,6661	10,7302	0,0641	0,9359
C F	9,7181	9,7612	0,0431	0,9566
DC F	9,4127	9,4541	0,0414	0,9586
C G	9,4852	9,5220	0,0368	0,9632
DC G	9,9727	10,0823	0,1096	0,8904
B Ar	9,4186	9,4554	0,0368	0,9632
T Ar	10,2318	10,2712	0,0394	0,9606

P<sub>V</sub> : Poids vide des capsules exprimé en g.

P<sub>P</sub> : Poids plein des capsules exprimé en g.

R S : résidus sec exprimé en g.

MO : matière organique exprimée en g.

- ✓ Pour tous les matériaux, la calcination a diminué cette teneur.
- ✓ Pour le résidu sec, les cafés examinés est inférieure à celle déchet, sauf pour le café Facto (C F) est de l'ordre RS = 0,0431\*10<sup>3</sup>g par contre pour son déchet (DC F) est de l'ordre RS = 0,0414\*10<sup>3</sup>g.
- ✓ Pour la matière organique, tous les matériaux réguliers entre les cafés et leurs déchets, A titre d'exemple, le café Aroma (C A) dissoute est de l'ordre MO= 0,9679\*10<sup>03</sup>g et pour son déchet (DC A) est de l'ordre MO=0,9359\*10<sup>03</sup>g.

#### IV.3.7. Ammonium

Les essais de l'ammonium des différents échantillons examinés sont donnés sur le tableau ci-dessous :

**Tableau IV.5 :** Les résultats d'Ammonium des cafés et leurs déchets

Types de cafés et son déchet	C 10	DC 10	C A	DC A	C F	DC F	C G	DC G	B Ar	T Ar	Norme (JOA 2011 N°18)
Ammonium (mg/l)	1,6125	0	1,1997	0	1,419	0	1,548	0	0	0	0,5

- ✓ Pour tous les matériaux, la variation d'ammonium du café comparé avec celui du déchet.
- ✓ La concentration en ammonium  $\text{NH}_4^+$  pour tous les cafés est nulle.
- ✓ pour tous les déchets est inférieure à la norme. Donc tous les matériaux sont conformes aux normes (JOA 2011 N°18).

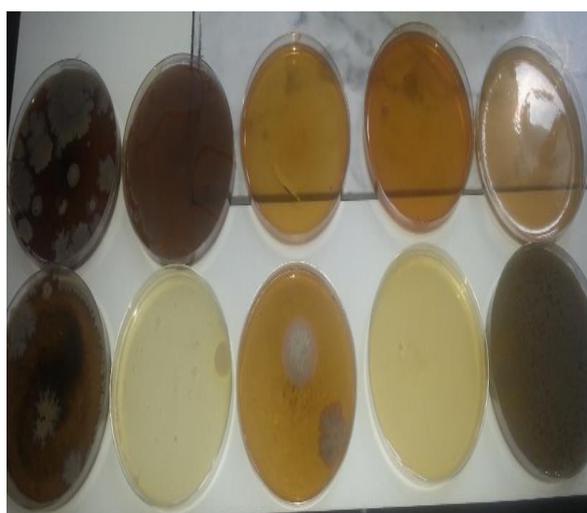
#### IV.4. Résultats Microbiologique

Le tableau IV.6, regroupe les résultats d'analyse microbiologique pour les dix échantillons examinés.

**Tableau IV.6 :** Résultats d'analyse microbiologique des produits testés (cafés et déchets)

Code de café et son déchet	C 10	DC 10	C A	DC A	C F	DC F	C G	DC G	B Ar	T Ar	Normes (JOA 2017 N°39)
Germes Totaux	Abs	750	Abs	640	10	110	40	50	Abs	Abs	$10^3$
coliformes Totaux	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	$10^2$
Levures	00	Abs	00	20	Abs	00	00	00	60	20	$10^3$
Moisissures	40	Abs	20	30	Abs	30	10	30	100	70	$10^3$

##### IV.4.1. Quantification des germes totaux



**Figure IV.8 :** Germes totaux des cafés et leurs déchets

Les résultats de la quantification des germes totaux pour les produits étudiés (cafés et déchets), présentent un nombre de germes totaux, conforme à la norme (JOA 2017 N°39).

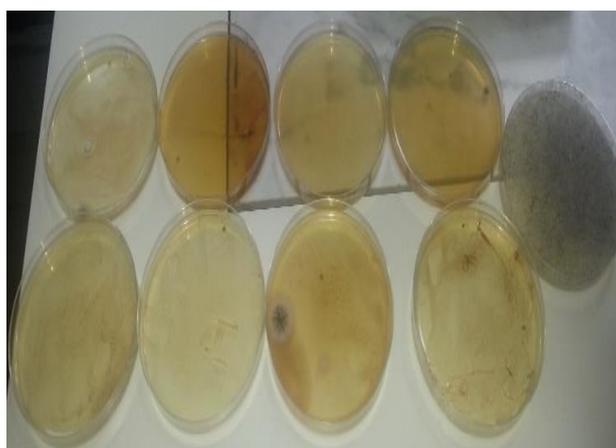
#### IV.4.2. Quantification des coliformes totaux



**Figure IV.9 :** Coliformes totaux des cafés et leurs déchets

Les résultats d'analyse microbiologique obtenus, montrent que tous les types de cafés ainsi que leur déchets, ne présentent aucun coliforme, c'est-à-dire ils sont conformes d'après la norme algérienne citée dans le journal (JO 2017 N°39).

#### IV.4.3. Quantification des levures et de moisissures



**Figure IV.10:** Quantification de levures et de moisissure des cafés étudiés

L'analyse de la quantification du nombre de levures et du nombre de moisissures, a donné des valeurs inférieures à 1000 levures/ml, donc ces produits sont conformes selon la norme algérienne citée dans le journal (JO 2017N°39).

# Conclusion générale

La présente étude constitue une contribution à la valorisation des déchets de cafés commercialisés et consommés dans la région d'Ain Defla. A cet effet, trois techniques d'analyse (analyse spectroscopique (UV-Visible et FTIR), physicochimique et microbiologique) ont été effectuées.

Les principaux résultats expérimentaux menés à travers cette étude permettent de dégager les conclusions générales et les perspectives pour des futurs travaux de recherche suivantes :

- ✓ Les cafés sont moins exothermiques que leurs déchets
- ✓ Le pH des échantillons étudiés, est supérieur à 5, ce qui est conforme aux normes. Le pH des cafés étudiés est inférieur à celui de son déchet à l'exception pour le café Aroma (CA) son pH est supérieur à celui de son déchet. De même il a été constaté que la tohréfécation (la calcination) a diminué le pH.
- ✓ La conductivité des cafés mères est sensiblement constante, par contre celle des déchets est très variée. La conductivité des différents déchets est plus élevée que du café mère, donc sont des milieux plus conductrice.
- ✓ La quantité d'oxygène dissoute dans le cas des déchets, est plus élevée que celle des cafés mères. A titre d'exemple, la quantité d'oxygène dissoute pour le café Facto (C F), est de 0,6mg/l par contre pour son déchet (DC F) est de 3,3mg/l.
- ✓ La dureté totale du café étudié, est supérieure à celle du déchet dérivé. La dureté totale du café étudié à l'état brut, est supérieure à celle du café grillé. La teneur du café mère testé en  $\text{Ca}^{+2}$ , est inférieure à celle qui correspond à son déchet sauf pour le café 1001 où cette teneur est sensiblement constante. Pour la dureté magnésienne, la teneur des cafés examinés en  $\text{Mg}^{+2}$ , est inférieure à celle déchet, contrairement le café gosto a donné l'inverse. De même la calcination a diminué cette teneur. D'après ces résultats tous les cafés et y compris leurs déchets sont classés comme matériaux très dures.
- ✓ La concentration en ammonium  $\text{NH}_4^+$  pour tous les cafés est nulle et pour tous les déchets, est inférieure à la norme. Donc tous les matériaux sont conformes aux normes.
- ✓ L'analyse des produits extraits par la technique d'analyse UV-visible, a révélé que les cafés et leurs déchets se caractérisent par des absorbances maximales plus ou moins constantes autour de 3 caractérisée par des longueurs d'onde oscille autour  $\lambda = 298 \text{ nm}$ . Ceci a été confirmé par la méthode d'analyse spectroscopique d'infrarouge IR, en montrant l'existence de groupements fonctionnels semblables.
- ✓ L'analyse bactériologique des cafés ainsi que leurs déchets étudiés, présentent des nombres acceptables pour les coliformes totaux et des germes totaux et des str. Donc

ces matériaux sur le plan bactériologique sont conformes aux normes exigées par l'organisation mondiale de la santé (OMS).

- ✓ A la lumière des conclusions rapportées précédemment, nous recommandons quelques perspectives et axes de recherches suivantes :
- ✓ La quantification des déchets de cafés consommés et commercialisés dans la région d'Ain Defla, et ceci effectuant une étude géostatistique sur la consommation de ces déchets.
- ✓ Afin de confirmer nos résultats, l'utilisation d'autres techniques de caractérisation et d'identification telles MEB, DRX, EDS, est indispensable.

# Références bibliographiques

## Références bibliographiques

- [1] : Manon Constanty, stratégie des acteurs dans la gestion des déchets de l'usinage du café au Costa Rica, Mémoire du Master 2015.
- [2] : Gestion des déchets, thèse La Custer
- [3] : Etude sur la valorisation des déchets organiques dans le district d'Abidjan en vue des réductions polluantes climatiques à courte durée de vie, thèse juillet 2015.
- [4] : Le café, les effets bénéfiques et néfastes sur la santé, thèse Université de Lorraine 05/07 2013.
- [5] : Le secteur de café, Examen National de l'Export Vert(ENEV) de Madagascar<sup>1<sup>er</sup></sup> Atelier National Hôtel Carlton, Antananarivo, 03 et 04 novembre 2016.
- [6] : Rôle des constituants chimiques du café vert, du terroir et des traitements post-récolte sur la qualité aromatique du « Bourbon pointu », thèse université de la Réunion 27 octobre 2011.
- [7] : Autour de café, Anne-Laure Bonnin, thèse 17 juin 1991 à Laval(53).
- [8] : M<sup>elle</sup> Bahia, Contribution à l'étude qualitative des cafés de consommation commercialisés dans la région de Tlemcen, Mémoire de Master, 20/06/2013.
- [9] : M<sup>elle</sup> Ghizlane, Effets de la consommation du café sur le statut oxydant/ antioxydants des étudiants de L'Université de Tlemcen, Mémoire de master, 08/06/2017.
- [10] : Petite histoire du café.
- [11] : ADEME, Choix des catégories et des sous-catégories pour l'analyse de la composition des déchets, Rapport Française, Mai 2006.
- [12] : Directive n°75/442/CEE, relative aux déchets, 15/07/75, la communauté européenne.
- [13] : Loi n° 01-19 du 12 décembre 2001, relative à la gestion, au contrôle et à l'élimination des déchets, Algérienne.
- [14] : Guide, gestion des déchets en, Français Mai 2002.
- [15] : Joël SOTAMENOU, le compostage : une alternative soutenable de gestion publique des déchets, THESE, université de Cameroun, Novembre 2010.
- [16] : Journal officiel de la République algérienne N°13, 5Safar 1427, 5 mars 2006.

- [17] : Eric Landot, valorisation et élimination des déchets, article, 6 septembre 2016.
- [18] : Brahim Djemaci, La gestion des déchets municipaux en Algérie, thèse, 27 novembre 2012.
- [19] : Belaib Alem, étude de la gestion et de la valorisation par compostage des déchets organique par le restaurant universitaire Aicha Oum elmouminine, Mémoire de Magister, Constantine 2011/2012.
- [20] : ANIREF, 21/10/2011.
- [21] : ANDI, 2013.
- [22] : Official National des Statistique, 2017
- [23] : ICC, 102<sup>e</sup> session 18 – 20 mars 2009, Londres, Angleterre, Étude : Consommation du café dans les pays non membres de l'Organisation internationale du Café.
- [24] : Pollution gestion traitement des déchets Algérie, février 2017.
- [25] : M<sup>elle</sup> Benmansournassima, Contrôle de qualité d'un antiseptique de fabrication locale vendu en pharmacie l'eau de Dakin, mémoire master université de Tlemcen 29/06/2015.
- [26] : Jean François Rouleau, Etude de la conductivité électrique de la permittivité diélectrique du polymère poly aniline dopé par exposition à l'acide phosphorique, thèse, novembre 1994.
- [27] : Journal Officiel de la République Algériennes N°18.
- [28] : Journal Officiel de la République Algériennes N°39.
- [29] : M<sup>elle</sup> Abadi Khadija, Etude vérificatif de la validité des concentrations des quelques composés actifs dans les médicaments commercialisés, Mémoire master, université d'EL Oued 2014.
- [30] : Jean François Nicoud, chimie organique avancée, université de Strasbourg.
- [31] : Franck Denat, spectroscopie UV- Visible, 9.AV. Alain Savary
- [32] : Mathias Borella, méthode de caractérisation : la spectroscopie infrarouge, Article 2006-2016.
- [33] : Introduction à la spectroscopie infrarouge, Article, 07/01/2004.
- [34] : Céline DAHER, Analyse par spectroscopies Raman et infrarouge de matériaux naturels organiques issus d'objets du patrimoine, thèse française, 12 septembre 2012.
- [35] : classifications des déchets, Article française, 26 février 2014.

# Annexes

## 1. La spectrophotométrie UV-visible

### 1.1. Définition

La spectrophotométrie est une méthode analytique quantitative qui consiste à mesurer l'absorbance ou la densité optique d'une substance chimique donnée en solution.

Plus cette espèce est concentrée plus elle absorbe la lumière dans les limites de proportionnalités énoncées par la loi de Beer-Lambert.

La densité optique des solutions est déterminée par un spectrophotomètre préalablement étalonné sur la longueur d'onde d'absorption de l'espèce chimique à étudier.

Lorsqu'une lumière d'intensité  $I_0$  passe à travers une solution, une partie de celle-ci est absorbée par les solutés

L'intensité  $I$  de la lumière transmise est donc inférieure à  $I_0$ . L'absorbance de la solution est définie comme suit :

$$A = \log_{10}(I_0/I) \quad (\text{Eq. 1})$$

$$A = -\log T \quad (\text{Eq. 2})$$

$$\text{Avec } T \text{ (transmittance) } T = I/I_0 \quad (\text{Eq. 3})$$

L'absorbance est une valeur positive, sans unité. Elle est d'autant plus grande que l'intensité transmise est faible [29].

### 1.2. Domaine UV-visible de la spectrophotométrie

Un soluté coloré absorbe la lumière visible (longueur d'onde comprise entre 400 et 800 nm) [29].

### 1.2. Etalonnage

- Insérer une cuve contenant de l'eau distillée pour faire le blanc, C'est-à-dire réaliser une référence en intensité. Cette étape est obligatoire avant chaque mesure par spectrophotomètre;
- Introduire la solution à analyser;
- Lire et noter la valeur de l'absorbance affichée sur l'écran de spectrophotomètre;

- 
- Répéter cette opération à différents longueur d'ondes (200, 400, 600,700nm) pour tous les échantillons;
  - Enfin; tracer l'histogramme pour comparer les échantillons étudiés à la longueur d'onde maximale.



**Figure 1:** spectrophotométrie - UV visible

### 1.3. Appareillage

Un appareillage classique comporte 5 éléments principaux :

- ✓ un source de rayonnement continu.
- ✓ un système de sélection en longueur d'onde ou en fréquence ( filtres absorbants prisme en verre ou un quartz, réseaux plans ou concaves comportant une série de traits rectilignes parallèles équidistants gravés à la surface)
- ✓ un compartiment pour l'échantillon ( cuve en verre ou en quartz)
- ✓ un récepteur ( transforme la radiation en courant électrique)
- ✓ un appareil de mesure de éventuellement précédé d'un amplificateur[30].

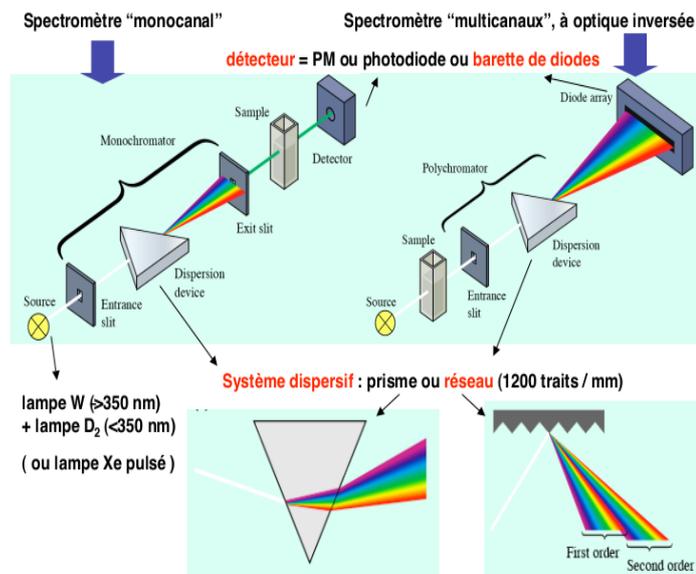


Figure 2 : Appareillage d'UV-visible [30]

## 1.4. Intérêts de la spectroscopie UV- visible

- large domaine d'application ( chimie minérale, organique biochimie), 90% des analyses médicales .
- analyses quantitatives ( loi de beer-lambert )
- grande sensibilité : limite de ditection  $10^{-5}$  M
- précision : 1-5% erreur.
- simplicité, rapidité [31].

## 2. La spectroscopie FTIR

### 2.1. Définition

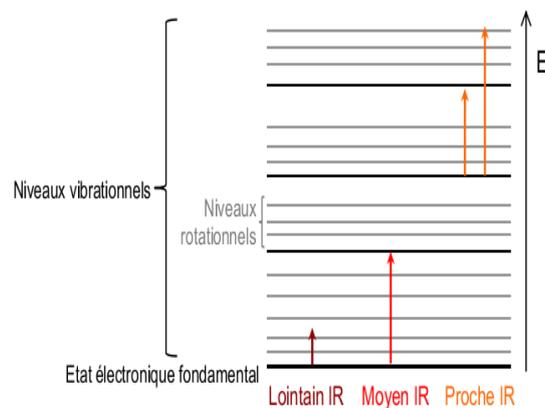
La spectroscopie infrarouge est un moyen de diagnostic permettant de déterminer la nature des liaisons chimique présentes dans une molécule. En effet l'expérience montre que certaines « fréquences de groupe », sont caractéristiques de la présence d'un groupement chimique dans la molécule étudiée. La théorie mécanique des prévoir l'existence des fréquences de groupe à partir des ordres de grandeur des différents types de constante de force.

Ainsi, la spectroscopie infrarouge est un très puissant moyen de caractérisation pour identifier des groupements moléculaires et obtenir de nombreuses informations microscopiques sur leur conformation et leurs éventuelles interactions [32].

## 2.2. Principe générale

Le domaine infrarouge (IR) du spectre électromagnétique peut être divisé en trois régions selon les longueurs d'onde : le lointain IR entre 25 et 1000  $\mu\text{m}$  ( $4000\text{--}13000\text{ cm}^{-1}$ ), le moyen IR entre 2,5 et 25  $\mu\text{m}$  ( $400\text{--}4000\text{ cm}^{-1}$ ) et le proche IR entre 0,75 et 2,5  $\mu\text{m}$  ( $10\text{--}400\text{ cm}^{-1}$ ). Suivant ces régions, des phénomènes différents sont observés en spectroscopie IR. La figure 3 Montre un diagramme représentation les différents niveaux énergétique quantifiés d'une molécule.

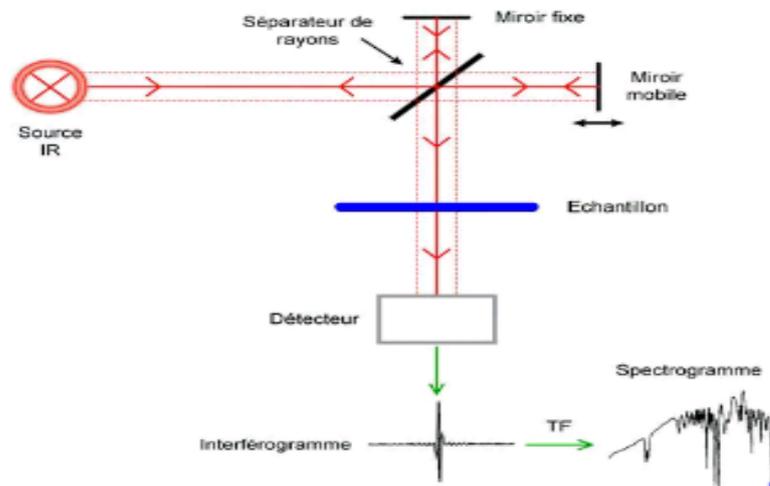
En lointain IR, se sont les rotations moléculaires qui sont étudiées, dans le moyen IR, les vibrations (et les rotations vibrations), et dans le proche IR des vibrations plus complexes comme des harmoniques et des combinaisons. Afin de caractériser les structures moléculaires de nos matériaux, nous allons sonder les vibrations des molécules comme pour le Raman, et donc travailler dans le moyen IR [32].



**Figure 3 :** Diagramme d'énergie d'une molécule avec les différentes transitions possibles dans le domaine de l'infrarouge [32,34]

## 2.3. Appareillage

L'appareillage utilisé est une spectroscopie infrarouge à transformée de fourrier. Il est constitué de quatre éléments fondamentaux : la source infrarouge, interféromètre, détecteur et électronique de calcul [33, 34].



**Figure 4 :** schéma de principe de l'analyse par spectroscopie d'absorption infrarouge [33]



**Figure 5 :** Broyage et tamisage des cafés et leurs



**Figure 6 :** appareil de pH mètre



**Figure 7 :** L'appareil de conductimètre

## Annexes

**Tableau 1** : Catégories des certains déchets [11,35]

Catégorie des déchets	Sous-catégorie	Exemple
Déchet Municipaux et Assimiles	Déchets ménagers	●Ordures ménagères
	Déchets des espaces verts	●tonte des pelouses publiques,...
	Déchets des l'assainissement public	●eaux usées
	Déchets d'origine commerciale, assimilables aux ordures ménagères dont les quantités sont connus	●vieux papiers des locaux administratifs,...
Déchet des Entreprises	Déchets industriels banals(DIS)	<ul style="list-style-type: none"> <li>●Les déchets d'emballages non souillés (cartons, matières plastiques,...),</li> <li>●Les produits et équipements arrivés en fin de vie (équipements automobiles,...)</li> <li>●Les loupés et chutes de fabrication (plastiques, matières organiques, hors matériaux réputés toxiques), Les déchets de la cantine,</li> <li>●Les déchets des bureaux, les résidus de nettoyage, d'entretien.</li> </ul>

## Annexes

	<p>Déchets industriels spéciaux (DIS) ou déchets dangereux</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Déchets spécifiques de l'activité industrielle, contenant en quantité variable des éléments polluants, toxiques ou dangereux (toxicité chimique, risque d'explosion,...) : les déchets toxiques en quantités dispersées (DTQD) (emballages phytos, cartouches d'encre...), et déchets des équipements électriques et électroniques en fin de vie (DEEE)</li> </ul>
	<p>Déchets organiques</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Constitués de matières de vidange, corps gras divers, résidus animaux...</li> </ul>
	<p>Déchets inertes</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Déchet qui ne subit aucune modification physique ou chimique ou biologique importante. Il ne se décompose pas, ne brûle pas, n'est pas biodégradable (le béton, les pierres, le ciment...).</li> </ul>
	<p>Déchets ultimes</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Déchet résultant d'un traitement d'autres déchets, qui n'est plus susceptible d'être traité ou valorisé dans les conditions techniques et économiques du moment (résidus d'incinération après exploitation).</li> </ul>