

**UNIVERSITE KASDI MERBAH OUARGLA**  
**Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie**  
**Département des Sciences Biologiques**



**Mémoire En vue de l'obtention du diplôme de**

**MASTER ACADEMIQUE**

**Domaine:** Sciences de la Nature et de la Vie

**Filière:** Biologie

**Spécialité:** Biochimie appliquée

**Présentée par:** KEMASSI Asma

**MERIGA Maroua**

### **Thème**

**Comparaison des méthodes d'extraction des principes actifs de quelques plantes médicinales**

**Soutenu publiquement**

**Le : 04/07/2018**

**Devant le jury :**

|  |              |                     |                    |
|--|--------------|---------------------|--------------------|
| <b>M<sup>r</sup>. BOUAL Z</b>                | <b>M.C.A</b> | <b>Président</b>    | <b>UKM Ouargla</b> |
| <b>M<sup>me</sup>. OULD EL HADJ KHELIL A</b> | <b>Pr</b>    | <b>Encadreur</b>    | <b>UKM Ouargla</b> |
| <b>M<sup>elle</sup>. HADJADJ S</b>           | <b>M.C.B</b> | <b>Co-encadreur</b> | <b>UKM Ouargla</b> |
| <b>M<sup>me</sup>. ANNOU GH</b>              | <b>M.A.B</b> | <b>Examinatrice</b> | <b>UKM Ouargla</b> |

**Année universitaire : 2018/2017**

## *Remerciements*

*Avant tout, nous remercions du plus profond de notre cœur, Dieu le tout puissant de nous avoir ouvert les portes du savoir, et nous avoir donné le courage, la force, la volonté pour réaliser ce modeste travail.*

*En terme de notre mémoire de fin d'étude, nous tenons à remercier notre encadreur **M<sup>me</sup> OULD EL HADJ KHÉLIL Amínata**, Professeur au Département des Sciences Biologiques de la Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie à l'Université KASDI Merbah- Ouargla, qui a proposé le thème de ce mémoire, pour ses conseils et ses dirigés du début à la fin de ce travail.*

*Nous adressons le grand remerciement à notre co-encadreur **M<sup>lle</sup> HADJADJ Soumia** Maître de conférence B au Département des Sciences Biologiques de la Faculté des Sciences de la Nature et de la vie à l'université Kasdi Merbah- Ouargla pour sa grande disponibilité et ses précieux conseils, ses encouragements et sa patience pour la réalisation de ce travail.*

*Nous vifs remerciements vont également à :*

***Mr BOUAL Zakaria**, Maître de conférences A au Département des Sciences Biologiques de la Faculté des Sciences de la Nature et de la vie à l'université Kasdi Merbah- Ouargla pour avoir assuré la présidence du jury.*

***M<sup>me</sup> ANNOU Ghanía**, Maître conférence B au Département des Sciences Biologiques de la Faculté des Sciences de la Nature et de la vie à l'université Kasdi Merbah- Ouargla pour avoir accepté d'examiner notre travail.*

*Nos remerciements s'adressent également à tous les enseignants Département des Sciences Biologiques de la Faculté des Sciences de la Nature et de la vie à l'université Kasdi Merbah- Ouargla, ainsi que nos collègues de la spécialité biochimie appliquée.*

*Enfin, nous remercions profondément tous ceux qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce travail.*

## **Table des matières**

*Remerciements*

Table des matières

Liste des abréviations

Liste des figures

Liste des photos

Introduction

### **Chapitre I : Synthèse bibliographique**

|   |    |
|---|----|
| I- 1-Définition des plantes médicinales .....                 | 3  |
| I-2-Définition de principe actif .....                        | 3  |
| I-2-1-Composés phénoliques .....                              | 3  |
| I-2-1-1-Classification des composés phénoliques .....         | 4  |
| I-2-1-1-1-Acides phénoliques .....                            | 4  |
| I-2-1-1-2- Flavonoïdes .....                                  | 5  |
| I-2-1-1-3-Tannins.....  | 6  |
| I-2-1-2-Activités biologiques des composées phénoliques ..... | 8  |
| I-3-Méthodes d'extraction des composés phénoliques .....      | 9  |
| I-3-1-Macération .....  | 10 |
| I-3-2-Micro-ondes.....  | 10 |
| I-4- Généralités sur les espèces étudiées.....                | 11 |
| I-4-1- <i>Ephédra alata</i> .....                             | 11 |
| I-4-1-1-Description botanique .....                           | 11 |
| I-4-1-2-Systématique .....                                    | 11 |
| I-4-1-3-Usage traditionnel .....                              | 11 |
| I-4-2- <i>Cotula cinerea</i> .....                            | 12 |
| I-4-2-1-Description botanique .....                           | 12 |
| I-4-2-3-Usage traditionnel .....                              | 12 |

|                                      |    |
|--------------------------------------|----|
| I-4-3- <i>Tamarix aphylla</i> .....  | 13 |
| I-4-3-1-Description botanique .....  | 13 |
| I-4-3-2-Systématique .....           | 13 |
| I-4-3-3-Usage traditionnel .....     | 13 |
| I-4-4- <i>Oudneya africana</i> ..... | 14 |
| I-4-4-1-Description botanique .....  | 14 |
| I-4-4-2-Systématique .....           | 14 |
| I-4-4-3-Usage traditionnel .....     | 14 |

## Chapitre II : Matériel et méthodes

|  |    |
|--|----|
| II- 1- Matériel végétal .....                      | 15 |
| II-2- Méthodologie de travail.....                 | 15 |
| II-2-1- Technique de séchage .....                 | 15 |
| II-2-2- Préparation des extraits bruts .....       | 15 |
| II-2-2-1- Extraction par macération .....          | 15 |
| II-2-2-2- Extraction assistée par microondes ..... | 16 |
| II-2-3- Calcul des rendements d'extraction .....   | 16 |
| II-2-4- Analyses phytochimiques.....               | 16 |
| II-2-4-1- Dosage des composés phénoliques .....    | 16 |
| II-2-4-1-1-1- Dosage des polyphénols totaux .....  | 16 |
| II-2-4-1-1-2- Dosage des flavonoïdes .....         | 17 |
| II-2-4-1-1-3- Dosage des tanins condensés .....    | 18 |
| II-2-5- Evaluation Activités biologiques .....     | 19 |
| II-2-5-1- Activité antioxydante .....              | 19 |
| II-2-5-1-1- Test de phosphomolybdate .....         | 19 |

## Chapitre III : Résultats et discussion

|  |    |
|--|----|
| III-1-Résultats .....                          | 21 |
| III-1-1- Effet de la méthode d'extraction..... | 21 |

|  |    |
|--|----|
| III-1-1-1-Rendements des extraits bruts .....  | 21 |
| III-1-1-2-Contenu en polyphénols totaux des espèces étudiées.....                        | 22 |
| III-1-1-3-Contenu en flavonoïdes des espèces étudiées .....                              | 23 |
| III-1-1-4-Contenu en tanins condensés des espèces étudiées .....                         | 23 |
| III-1-1-5-Activité antioxydante des espèces étudiées .....                               | 24 |
| III-1-2- Effet du solvant d'extraction.....  | 25 |
| III-1-2-1-Rendements des extraits bruts .....  | 26 |
| III-1-2-2-Contenu en polyphénols totaux de <i>T. aphylla</i> et <i>O. africana</i> ..... | 26 |
| III-1-2-3-Contenu en flavonoïdes de <i>T. aphylla</i> et <i>O. africana</i> .....        | 27 |
| III-1-2-4-Contenu en tanins condensés de <i>T. aphylla</i> et <i>O. africana</i> .....   | 28 |
| III-1-2-5-Activité antioxydante de <i>T. aphylla</i> et <i>O. africana</i> .....         | 29 |
| III-2-Discussion .....   | 30 |
| Conclusion .....   | 33 |
| Références bibliographiques .....  | 34 |
| Annexes  |    |

## **Liste des abréviations**

EAC : Equivalent d'acide ascorbique

EAG : Equivalent d'acide gallique

EC : Equivalent la catéchine

ER : Equivalent de rutine

MS : Matière sèche

P/V : Poids/ volume

V/V : Volume/ volume

MAE : Extraction assistée par microonde

## Liste des figures

| Numéro | Titre  | Page |
|--------|--|------|
| 01     | Structure des acides hydroxybenzoïques et hydroxycinnamiques .....   | 05   |
| 02     | Structure de l'enchaînement benzo- $\gamma$ -pyrone .....  | 05   |
| 03     | Différents types structuraux de flavonoïdes .....  | 06   |
| 04     | Exemple de tanins hydrolysable .....   | 07   |
| 05     | Exemple de structure de tanins condensés .....   | 08   |
| 06     | Etapes de dosage des polyphénols totaux .....  | 17   |
| 07     | Etapes de dosage des flavonoïdes .....   | 18   |
| 08     | Etapes de dosage des tanins condensées .....   | 19   |
| 09     | Etape d'évaluation de l'activité antioxydante .....  | 20   |
| 10     | Variations des rendements en extraits bruts des espèces testés en fonction de la méthode d'extraction .....                                      | 21   |
| 11     | Variations des teneurs en polyphénols des extraits bruts des espèces testés en fonction de la méthode d'extraction .....                         | 22   |
| 12     | Variations des teneurs en flavonoïdes des extraits bruts des espèces testés en fonction de la méthode d'extraction .....                         | 23   |
| 13     | Variations des teneurs en tanins condensés des extraits bruts des espèces testés en fonction de la méthode d'extraction .....                    | 24   |
| 14     | Variations des teneurs en activité antioxydante totale des extraits bruts des espèces testés en fonction de la méthode d'extraction .....        | 25   |
| 15     | Variations des rendements en extraits bruts de <i>T. aphylla</i> et <i>O. africana</i> en fonction de la nature des solvants d'extraction .....  | 26   |
| 16     | Variations des teneurs en polyphénols totaux de <i>T. aphylla</i> et <i>O. africana</i> en fonction de la nature des solvants d'extraction ..... | 27   |
| 17     | Variations des teneurs en flavonoïdes de <i>T. aphylla</i> et <i>O. africana</i> en fonction de la nature des solvants d'extraction .....        | 28   |
| 18     | Variations des teneurs en tanins condensés de <i>T. aphylla</i> et <i>O. africana</i> en fonction de la nature des solvants d'extraction .....   | 28   |

|    |  |    |
|----|--|----|
| 19 | Variations des teneurs en activité antioxydante de <i>T. aphylla</i> et <i>O. africana</i> en fonction de la nature des solvants extractif ..... | 29 |
|----|--|----|



## Liste des photos

| <b>Numéro</b> | <b>Titre</b>                  | <b>Page</b> |
|---------------|-------------------------------|-------------|
| 01            | <i>Ephedra alata</i> .....    | 11          |
| 02            | <i>Cotula cinerea</i> .....   | 12          |
| 03            | <i>Tamarix aphylla</i> .....  | 13          |
| 04            | <i>Oudneya africana</i> ..... | 14          |

# ***Introduction***

## Introduction

Depuis l'antiquité, les plantes médicinales ont toujours fait partie du savoir de base de toutes les sociétés humaines. A l'issu des progrès rapides de la technologie médicale, les préparations à base de plantes appelées aussi « médecine alternative ou complémentaire » gagnent beaucoup de popularité, et l'intérêt accru pour leur utilisation a encouragé des études plus détaillées sur les ressources végétales (**BETTAIEB *et al.*, 2017**).

Les recherches ont montré que l'action des plantes médicinales est due à quelques constituants élaborés par la plante appelés « principes actifs » qui peuvent être des composés phénoliques, des minéraux, des glycosides, des résines, des huiles essentielles, des alcaloïdes ou (**CHERIF *et al.*; 2009**)

Par ailleurs, beaucoup de plantes sont très connues pour leurs grandes potentialités métaboliques de substances dites secondaires. Ces composés sont synthétisés dans les différentes parties de la plante (racines, tige, feuilles...). Quelles que soient les parties et les formes sous lesquelles elles sont métabolisées, ces substances sont extrêmement complexes du point de vue structure et composition (**BASLI *et al.*, 2012**)

Les métabolites secondaires, représentant généralement de 1 à 3% de la masse de la matière végétale déshydratée, sont synthétisés dans des cellules spécialisées à des stades de développement distincts et ont des structures très complexes, ce qui rend leur extraction et leur purification difficiles (**BEN AMOR, 2008**).

L'extraction par un solvant reste le procédé le plus largement employé. Cependant, le transfert de matière qui s'effectue lors de l'extraction par un solvant est entravé et limité par la structure de la paroi cellulaire des végétaux. Pour contourner cette difficulté, plusieurs solutions ont été proposées : soit des prétraitements telles que la réduction de la taille des particules par broyage, les traitements enzymatiques ou des améliorations dans le procédé classique d'extraction par les solvants telles que l'utilisation des ultrasons, des microondes, des solvants accélérés, l'extraction par fluide supercritique... etc. (**BEN AMOR, 2008**).

Dans le cadre de la valorisation des substances naturelles des plantes spontanées de la flore Algérienne, des espèces endémiques du Sahara septentrional Est-algérien et largement utilisées dans la médecine traditionnelle de la région de Ouargla ont été choisies afin de déterminer la meilleure méthode d'extraction dans le but de comparer les méthodes

d'extraction des composés phénoliques, entre une méthode conventionnelle (macération à la température ambiante) et l'extraction assistée par micro-ondes. Il s'agit de *Ephedra alata*, *Cotula cinerea*, *Tamarix aphylla* et *Oudneya africana*.

Notre travail est organisé en trois chapitres. Le premier concerne la recherche bibliographique où on définit les plantes médicinales, les principes actifs, essentiellement les composés phénoliques et les méthodes d'extraction. La méthodologie de travail est représentée dans le deuxième chapitre où l'on rencontre les méthodes d'extraction et les protocoles expérimentaux des dosages des composés phénoliques et d'évaluation de leur activité antioxydante. Dans le troisième chapitre sont présentés les résultats obtenus suivis de leurs discussions. Finalement, l'ensemble de ce travail est clôturé par une conclusion et les perspectives de recherche envisageables.

# **Chapitre I**

## **Synthèse bibliographie**

**I- 1-Définition des plantes médicinales**

On appelle plante médicinale toute plante renfermant un ou plusieurs principes actifs capables de prévenir, de soulager ou de guérir des maladies (SCHAUENBURG, 2005). Ce sont toutes les plantes qui contiennent une ou des substances pouvant être utilisées à des propriétés thérapeutiques ou qui sont des précurseurs dans la synthèse de drogues utiles (SOFOWORA, 2010).

**I-2-Définition de principe actif**

Les principes actifs sont des éléments actifs contenus dans les plantes médicinales. Ils ont des propriétés thérapeutiques et varient d'une espèce à une autre. Chacun remplit une fonction particulière (EL ABED *et al.*, 2007) .

Les plantes de la médecine traditionnelle constituent un potentiel médical et économique des ressources naturelles qui fournissent les matières premières nécessaires à la fabrication des médicaments (CHERITI *et al.*, 2007). Les principes actifs des plantes médicinales appartiennent essentiellement à trois grands groupes chimiques : les polyphénols, les alcaloïdes et les huiles essentielles (EL ABED *et al.*, 2007).

**I-2-1-Composés phénoliques**

L'appellation « polyphénols » ou « composés phénoliques » regroupe un vaste ensemble de plus de 8 000 molécules, divisé en une dizaine de classes chimiques, qui présentent toutes un point commun, la présence dans leur structure d'au moins un cycle aromatique à 6 carbones, lui-même porteur d'un nombre variable de fonctions hydroxyles (OH) (HENNEBELLE *et al.*, 2004).

Ces molécules largement répandues dans le monde végétal sont des substances naturelles qualifiées de métabolites secondaires, leur répartition qualitative et quantitative est inégale selon les espèces, les organes, les tissus et les stades physiologiques (MAISUTHISAKUL *et al.* 2007). Elles sont utilisées dans diverses applications et possèdent différentes propriétés biologiques incluant principalement les pouvoirs anti-inflammatoires, antimicrobiens, anticancéreux, antioxydants, antiviraux, ainsi que la prévention des maladies cardiovasculaires et dégénératives (BALASUNDRAM *et al.*, 2006).

**I-2-1-1-Classification des composés phénoliques**

Les composés phénoliques ne sont pas présents à l'état libre dans la nature, mais sous forme d'esters ou, le plus généralement, sous forme d'hétérosides. Cependant, il convient d'ajouter certains polymères, comme les lignines ou les tannins, qui sont des molécules naturelles importantes (**RIBEREAU-GAYON, 1968**). Les polyphénols regroupent différentes classes de molécules principalement les acides phénoliques, les flavonoïdes et les tanins (**MENAT, 2006**).

**I-2-1-1-1-Acides phénoliques**

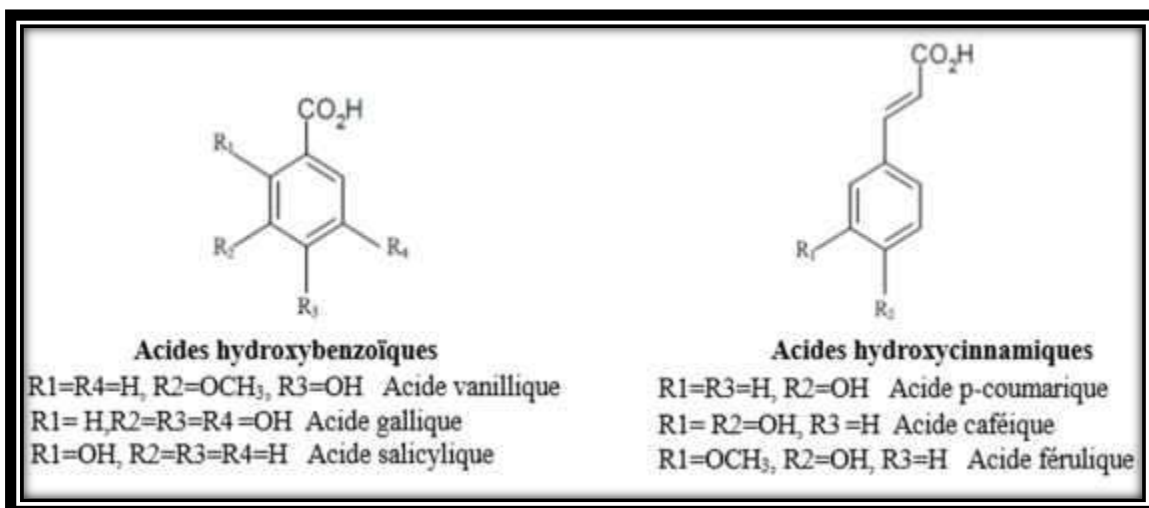
Le terme d'acide-phénol peut s'appliquer à tous les composés organiques possédant au moins une fonction carboxylique et un hydroxyle phénolique (**BRUNETO, 1999**). Les acides phénoliques sont divisés en deux classes différentes, les acides hydroxybenzoïques et les acides hydroxycinnamiques. Ces derniers dérivent de deux molécules non phénoliques, les acides benzoïques et les acides cinnamiques respectivement (**RICHTER *et al.*, 1993**).

**a- Acides hydroxybenzoïques**

Les acides hydroxybenzoïques sont des acides dont la formule de base est C<sub>6</sub>-C<sub>1</sub>. Parmi les composés retrouvés dans les acides hydroxybenzoïques les acides protocatéchique, ellagique, gallique sont les plus abondants (figure 1) (**MACHEIX *et al.*, 2005**).

**b- Acides hydroxycinnamiques**

Les acides hydrocinnamiques offrent une plus grande diversité et quantité comparativement aux acides hydrobenzoïques. Les composés les plus ubiquitaires sont les acides férulique, sinapique, caféique et p-cumarique (figure 1) (**HERMANN, 1989**).

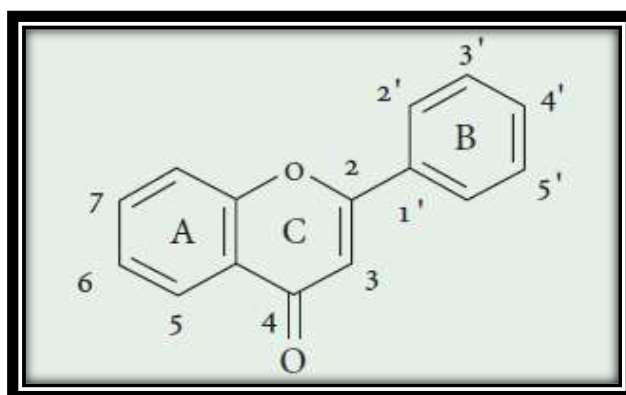


**Figure 1** : Structure des acides hydroxybenzoïques et hydroxycinnamiques.

(MACHEIX *et al.*, 2005)

#### I-2-1-1-2- Flavonoïdes

Les flavonoïdes constituent un groupe de plus de 6000 composés naturels qui sont quasiment universels chez les plantes vasculaires. Ils constituent des pigments responsables des colorations jaune, orange et rouge des différents organes végétaux. Ils sont retrouvés également dans plusieurs plantes médicinales. Des remèdes à base de plantes renfermant des flavonoïdes ont été utilisés en médecine traditionnelle de par le monde. Tous les flavonoïdes dérivent de l'enchaînement benzo- $\gamma$ -pyrone et peuvent être classés selon la nature des différents substituants présents sur les cycles de la molécule et du degré de saturation du squelette benzo- $\gamma$ -pyrone (figure 2) (GHEDIRA, 2005).



**Figure 2** : Structure de l'enchaînement benzo- $\gamma$ -pyrone (GHEDIRA, 2005).



Selon la nature de l'hétérocycle central et son degré d'oxydation qui permettent de distinguer les différentes classes de flavonoïdes (MACHEIX *et al.*, 2005) (figure 3).

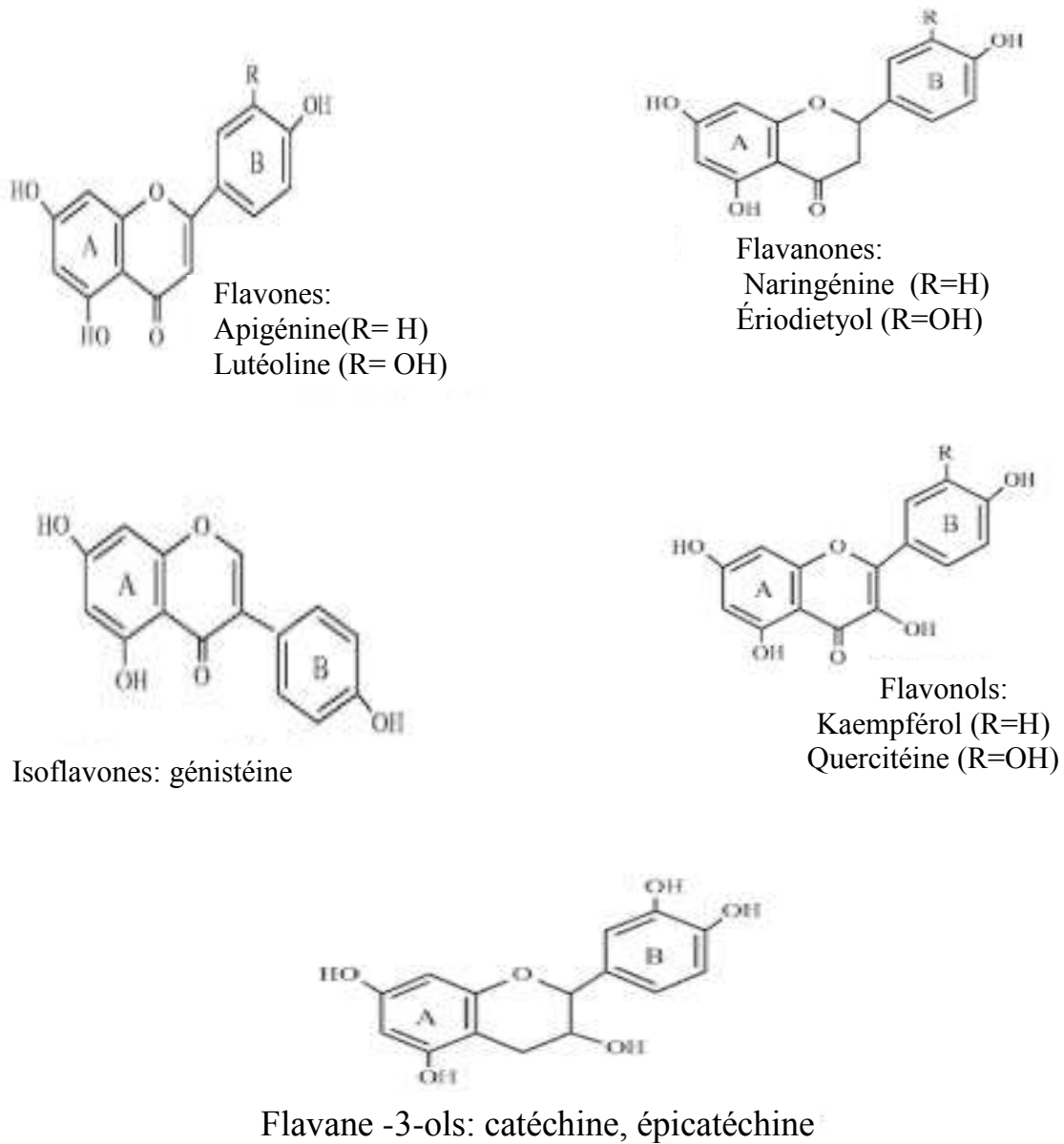


Figure 3 : Différents types structuraux de flavonoïdes (MACHEIX *et al.*, 2005)

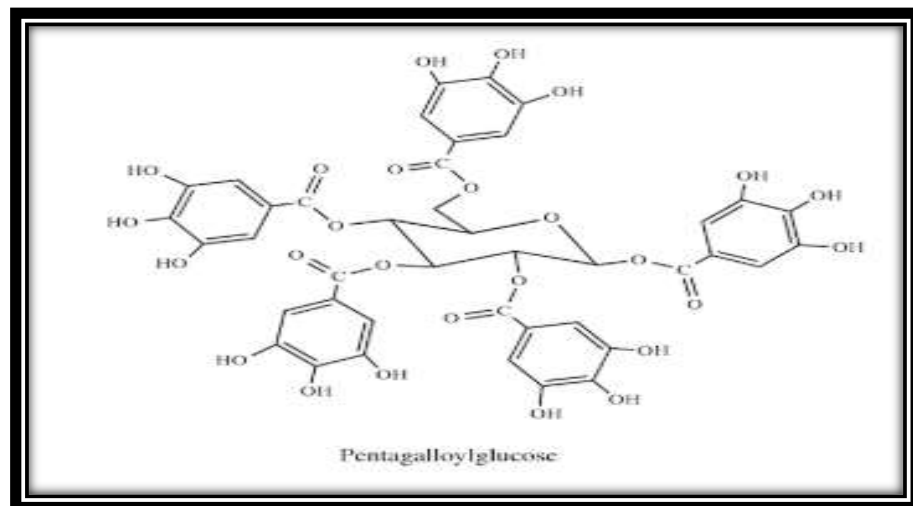
### I-2-1-1-3-Tannins

Les tanins sont des polymères de polyphénols ayant un poids moléculaire élevé et qui en plus des propriétés classiques de phénols, ils ont la propriété de précipiter les alcaloïdes, la gélatine et les autres protéines. Ils sont des corps utilisés en tannerie pour leur capacité de transformer les peaux animales fraîches en cuir (RIBEREAU-GAYON, 1968).

Selon la structure moléculaire, on distingue des tanins hydrolysables, les tanins condensés (**RIBEREAU-GAYON, 1968**).

#### a- Tanins hydrolysables

Les tanins hydrolysables sont des molécules complexes qui font intervenir des liaisons de type ester et donnent par hydrolyse une fraction glucidique et une fraction phénolique constituée elle-même, soit de l'acide gallique, soit d'un dimère l'acide ellagique (figure 4) (**RIBEREAU-GAYON, 1968**).

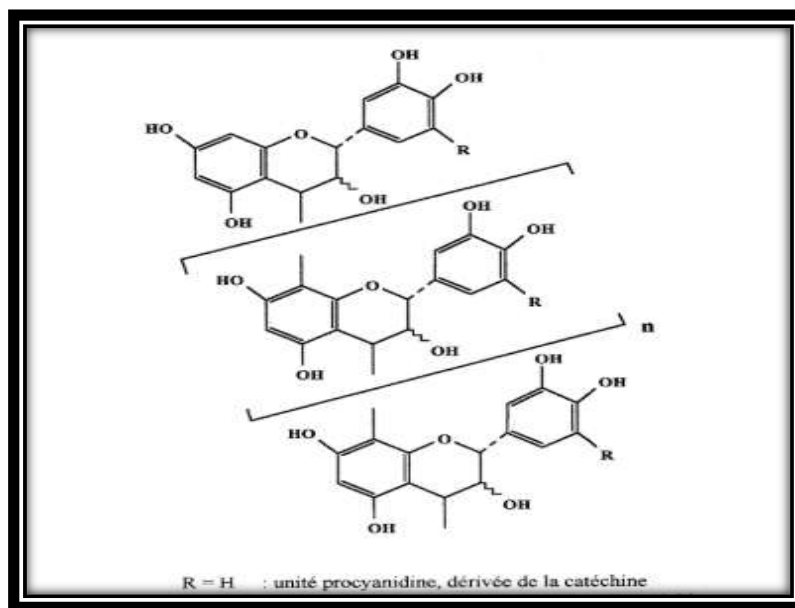


**Figure 4** : Exemple de tanins hydrolysable (**MACHEIX *et al.*, 2005**).

#### b- Tanins condensés

Les tanins condensés sont des oligomères ou des polymères de flavane 3-ols (catéchines) ou de ses nombreux isomères. Ces oligomères sont dénommées proanthocyanidines.

Contrairement aux tanins hydrolysables, ils sont résistants à l'hydrolyse (figure 5) (**MACHEIX *et al.*, 2005**).



**Figure 5** : Exemple de structure de tanins condensés (MACHEIX *et al.*, 2005).

### I-2-1-2-Activités biologiques des composées phénoliques

#### a- Propriétés antioxydantes

Ces dernières années, l'intérêt porté aux antioxydants naturels a augmenté considérablement à cause de leurs propriétés thérapeutiques. Des recherches scientifiques dans diverses spécialités ont été développées pour l'extraction, l'identification et la quantification de ces composés à partir de plusieurs substances naturelles à savoir, les plantes médicinales et les produits agroalimentaires (SANCHEZ-MORENO, 2002).

Les antioxydants sont des molécules capables de ralentir ou d'empêcher l'oxydation des autres molécules. L'oxydation est une réaction chimique qui s'explique par le transfert d'électrons d'une substance vers l'agent oxydant, ce qui donne comme produits des radicaux libres en mesure de démarre une réaction en chaîne (CHEMAT, 2011). L'origine de ces radicaux libres peuvent être exogène comme les produits des radiations (rayons X et lumière (UV) et des polluants de l'air (N, NO<sub>2</sub>) (TESSIER *et al.*, 1995), ou endogène résultant par des déchets du métabolisme cellulaire et emballement de notre métabolisme au niveau de la chaîne respiratoire, c'est-à-dire au contact entre l'oxygène et certaines protéines du système respiratoire ; une production d'anion superoxydes se produit ainsi lors du fonctionnement de la chaîne respiratoire mitochondriale (GOUSSARD, 1999). Une quantité élevée de radicaux libres engendre un stress oxydatif. Dans le groupe humain, ce stress généré une grande variété

de liaison biochimiques et physiologiques, se traduisent le plus souvent par des maladies métaboliques et une morte cellulaire par ailleurs, des niveaux élevés en oxygène actif et en radicaux libres pourraient également provoquer une oxydation des lipides conduisant à un processeur hautement destructeur ainsi que des propriétés alimentaires inacceptables (perte de valeur nutritive), les antioxydants les plus connus sont caroténoïdes; les polyphénols et les flavonoïdes (**CHEMAT, 2011**).

Les polyphénols peuvent réagir avec les espèces réactives de l'oxygène anion super oxyde O<sub>2</sub><sup>-</sup> et autre radicale hydroxyle OH pour produire des radicaux phénoxy stable, ils peuvent aussi agit comme des antioxydants grâce à leur capacité à complexer les ions métalliques (**COLLIN et al., 2011**).

#### **a- Propriétés antibactériennes**

La thérapeutique des infections bactériennes se base principalement sur l'usage des antibiotiques. La prescription à grande échelle et parfois inappropriée de ces agents a entraîné la sélection de souches multirésistantes d'où l'importance d'orienter les recherches vers la découverte de nouvelles voies qui constituent une source d'inspiration de nouveaux médicaments à base des plantes, sous forme de métabolites secondaires dont les composés phénoliques, sont toujours utilisés dans l'industrie alimentaire et cosmétique et comme agents antimicrobiens en médecine populaire (**ZEGHAD, 2009**).

Les polyphénols notamment les flavonoïdes et les tannins sont reconnus par leur toxicité vis-à-vis des microorganismes. Le mécanisme de toxicité peut être lié à l'inhibition des enzymes hydrolytiques (les protéases et les carbohydrases) ou d'autres interactions pour inactiver les adhesines microbiens, les protéines de transport et d'enveloppe cellulaire (**COWAN, 1999**).

#### **I-3-Méthodes d'extraction des composés phénoliques**

L'extraction de principe actif à haute valeur est une étape très importante dans l'isolement aussi bien que dans l'identification des molécules bioactives naturelles (**MAHMOUDI et al., 2013**). C'est la séparation sélective des parties actives des tissus végétaux des composants inactifs ou inertes à l'aide des solvants (**OROIAN et al., 2015**).

**I-3-1-Macération**

La macération est une infusion dans un solvant à froid. Elle est préparée en plaçant la matière végétale avec la totalité du solvant d'extraction dans un récipient fermé et en laissant reposer pendant une durée de temps. Puis, le contenu est alors filtré avant de presser le marc. Les extraits liquides ainsi obtenus sont mélangés. La préparation est clarifiée par précipitation ou filtration (SOLOWORA, 2010).

La macération peut présenter quelques inconvénients, en termes de fermentation, ou de contamination bactérienne notamment si le solvant utilisé est l'eau. Ces phénomènes peuvent entraîner une dégradation rapide des molécules actives. En vue d'éviter ou de réduire ces inconvénients, la macération peut être opérée dans un récipient couvert, le tout à l'abri de la lumière et dans certains cas, maintenue dans un réfrigérateur (BEN AMOR, 2008).

**I-3-2-Micro-ondes**

Les micro-ondes sont des ondes électromagnétiques qui situent dans le spectre électromagnétique dans la gamme de fréquences 300 MHz à 300 GHz entre les ondes radio et infra-rouge (CHEMAT, 2011). Cependant, seules quelques fréquences sont autorisées pour utilisations industrielles, scientifiques, médicales afin d'éviter toute interférence avec les radiocommunications, et en général 0,195 à 2,45 GHz sont le plus utilisés dans le monde entier (CHEMAT *et al.*, 2012). Dans l'extraction assistée par micro-onde, les matières végétales sont extraites dans un réacteur microonde avec ou sans solvants organiques ou dans l'eau, dans des conditions différentes selon le protocole expérimental (CHENNI, 2015).

L'extraction assistée par microondes (MAE) correspond à une soumission du mélange solvant/matrice à un champ électromagnétique de 2,45 GHz, sous l'influence du courant alternatif, les molécules possédant un moment dipolaire vont changer d'orientation 4,9.10<sup>9</sup> fois par seconde. Le transfert d'énergie au mélange se fait grâce à la rotation des dipôles et à la conduction ionique. Dans le cas d'un mélange hydro-alcoolique alliant deux solvants polaires, le mélange va s'échauffer très rapidement. La MAE permet ainsi d'augmenter la pénétration du solvant dans la matrice. Dans le cas de matériel végétal frais, l'eau intrinsèque au végétal possède un moment dipolaire (1,85 D) et peut jouer aussi un rôle de solvant (GOURGUILLON *et al.*, 2016).

Cette technique peut présenter quelques avantages et des inconvénients. Comme avantages remarquables en termes d'efficacité de l'extraction, de stabilité et de reproductibilité de la technique et également la possibilité de conserver les valeurs fonctionnelles des substances bioactives extraites. Les inconvénients et des limites liées à sa faible sélectivité car elle est dépendant de la nature de solvant et de la température d'extraction (CHENNI, 2015).

#### **I-4- Généralités sur les espèces étudiées**

##### **I-4-1-Ephédra alata**

###### **I-4-1-1-Description botanique**

Arbustes ou lianes dioïques rarement monoïques, feuilles opposées réduites soudées en gaine à leur base fleurs males en petits châtrons axillaires, 2 à 6 anthères sur un filet commun fleurs femelles solitaires ou groupées par 2 à 3 entourées de bractées (de 2 à 4 paires) imbriquées faux fruits (galbules) constitués par des bractées accrescentes (BELOUED, 2005).

###### **I-4-1-2-Systématique**

**Embranchement :** Spermaphyte

**Sous embranchement :** Gymnosperme

**Classe :** Gnetopsida

**Ordre :** Ephedrales

**Famille :** Ephedraceae

**Genre :** Ephedra

**Espèce :** *Ephedra alata* (Stapf.)

**Nom vernaculaire :** El alanda

(OZENDA, 1991).



**Photo 1 :** *Ephedra alata*

###### **I-4-1-3-Usage traditionnel**

Ephédra était déjà connue et employé par l'ancienne médecine traditionnelle chinoise. Cette plante était utilisée contre les maladies infectieuses, comme la grippe, la coqueluche et

la faiblesse générale. C'est aussi un décongestionnant employé en usage externe sous forme de gouttes nasales et en usage interne, comme bronchodilatateur antiasthmatique et un hypertenseur (BELOUED, 2005).

#### **I-4-2-Cotula cinerea**

##### **I-4-2-1-Description botanique**

Le genre *Cotula* comptant 80 espèces sont présents dans l'hémisphère sud et est représenté par trois espèces dans l'Algérie parmi laquelle *C. cinerea*. *Cotula cinerea* est une plante laineuse blanchâtre avec des feuilles épaisses divisées dans leur partie supérieure de 3 à 5 dents obtuses, les tiges sont de 10-40 cm, couchées puis redressées, capitule de 6 à 10 mm de diamètre avec involucre laineux fleurs tubulaires, les bourgeons bruns (DJELLUOLI *et al.*, 2013).

##### **I-4-2-2-Systématique**

**Embranchement :** Spermaphytes.

**Sous embranchement :** Angiospermes.

**Classe :** Dicotylédones.

**Ordre :** Astéales

**Famille:** Asteraceae

**Genre :** *Cotula*

**Espèce :** *Cotula cinerea* Del.

**Nom vernaculaire :** Chihia

(BOUZIANE, 2002).



**Photo 2 : *Cotula cinerea***

##### **I-4-2-3-Usage traditionnel**

*Cotula cinerea* est généralement connue comme "Guertofa" parmi les plantes locales du Sahara septentrional et est couramment utilisée en médecine traditionnelle dans le Sud-ouest de l'Algérie pour le traitement de plusieurs maladies comme les coliques, la toux, la diarrhée, les maux de tête et les troubles digestifs. Toutes les parties de la plante sont utilisées sous différentes

formes (macération, décoction, infusion ou inhalation) en fonction des maladies traitées (DJELLUOLI *et al.*, 2013).

### **I-4-3-Tamarix aphylla**

#### **I-4-3-1-Description botanique**

C'est un arbre de très grande taille, pouvant dépasser une dizaine de mètres de hauteur à racines très développées et des rameaux très intriqués. Feuilles effilées, ponctuées de minuscules trous correspondant à des entonnoirs au fond desquels se trouvent placés des stomates et par où exsude un mucus contenant du sel et du sucre donnant à la plante un aspect beaucoup plus verdâtre (CHEHMA, 2006).

#### **I-4-3-2-Systématique**

**Règne:** Végétal

**Embranchement:** Angiospermes

**Classe:** Eudicots

**Ordre:** Caryophyllales

**Famille:** Tamaricaceae

**Genre:** Tamarix

**Espèce :** *Tamarix aphylla* (L.) Karst

**Nom vernaculaire :** Ethel, Tarfa

(MOHAMMEDI, 2011)



**Photo3 :** *Tamarix aphylla*

(KEMASSI et MERIGA, 2018).

#### **I-4-3-3-Usage traditionnel**

*Tamarix aphylla* est utilisée dans la phytothérapie comme diurétique, carminatif, anti-inflammatoire et pour le traitement des hématomes interne (MOHAMMEDI, 2011), tuberculose, lèpre, hépatite, eczéma et autres affections cutanées. Bien qu'il soit systématiquement certifié comme analgésique et antipyrétique, antimicrobien, antifongique et un effet cardio-protecteur dans la cardiotoxicité induite par la doxorubicine (ULLAH *et al.*,2017).



**I-4-4-Oudneya africana****I-4-4-1-Description botanique**

Plante vivace en buisson rameux, pouvant atteindre 1 m de haut. Feuilles entières en spatule, un peu charnues. Fleurs à quatre pétales de couleur mauve ou violette. Fruit cylindrique étroit. Plante pérenne, ligneuse, en période chaude, qui régénèrera dès que les conditions seraient favorables (CHEHMA, 2006).

**I-4-4-2-Systématique**

**Embranchement :** Spermaphyte

**Classe :** dicotylédone

**Ordre :** Pariétale

**Famille :** Brassicaceae

**Genre :** Oudneya

**Espèce :** *Oudneya africana*

**Nom vernaculaire :** *Hannet l'ibel*

(SMADI, 2010).



**Photo 4 :** *Oudneya africana*

**I-4-4-3-Usage traditionnel**

*Oudneya africana*, connue sous le nom arabe "Hannet l'ibel", elle est utilisée en phytothérapie dans le traitement des problèmes digestifs, au rhume et à la grippe, à la fièvre et au les piqûres scorpion (BOUHADJERA *et al.*, 2005).

## ***Chapitre II***

### ***Matériel et méthodes***

**II- 1- Matériel végétal**

Le matériel végétal utilisé dans le présent travail, comporte les parties aériennes fleuries des plantes d'*Ephedra alata*, *Tamarix aphylla* et *Cotula Cinerea* récoltées dans la région de Ouargla et *Oudneya africana* récoltée dans la wilaya de Ghardaïa.

Concernant la période d'échantillonnage, le printemps Février- Mars 2018 est retenu car c'est la saison où le développement et la diversité floristique sont au maximum.

**II-2- Méthodologie de travail****II-2-1- Technique de séchage**

Après la récolte, le matériel végétal est débarrassé des débris. Pour s'assurer de la bonne conservation de nos échantillons, un séchage à l'air libre et à l'obscurité pendant une dizaine de jours a été réalisé. Elles sont ensuite, broyées par un broyeur électrique. La poudre ainsi obtenue a été conservée dans des flacons hermétiques en verre afin de garder leur couleur et principalement leur effet thérapeutique, elle a été stockée soigneusement dans un endroit sec jusqu'à leur utilisation pour les différents analyses.

**II-2-2- Préparation des extraits bruts**

Dans le présent travail, nous avons ciblé les composés phénoliques. Des extraits hydro-alcooliques et hydriques sont préparés selon deux techniques d'extraction à savoir la macération conventionnelle et l'extraction assistée par micro-ondes.

**II-2-2-1- Extraction par macération**

Des extraits hydro-alcooliques sont préparés par macération de la poudre végétale à température ambiante dans l'éthanol à 70% à raison de 1/5 (P/V) pendant 30 min .

Une quantité de 10 g de poudre végétale a été reprise avec 100ml d'éthanol à 70% dans un erlenmeyer de 100 ml. Le mélange a été laissé en macération sous agitation pendant 30 min à la température du laboratoire. Cette opération a été répétée pour une deuxième et troisième fois successives avec un volume de 50 ml de mélange hydro-alcoolique, pour un volume final d'extraction de 200 ml.

**II-2-2- Extraction assistée par microondes**

Une quantité de 10 g de matériel végétale réduit en poudre est mélangée avec 100 ml de solvant (éthanol à 70% ou l'eau distillée) dans un bécher. Un barreau aimanté est placé dans le bécher pour assurer une bonne homogénéisation poudre- solvant. La température maximale de consigne autorisée pour cet appareil est de 70°C. La suspension est ensuite placée dans le four et irradiée pendant 1 min à 450W. A la fin de l'irradiation, le bécher est laissé refroidir dans le bac d'eau froide, puis l'extrait est récupéré après filtration sur papier filtre. La poudre retenue par le filtre est réutilisée par épuisement une deuxième et troisième fois d'extraction avec 50 ml de solvant.

Après filtration sur papier filtre, les filtrats obtenus sont concentrés au rota vapeur de type **LABOROTA4002CONTROL** sous vide à la température de 40°C.

**II-2-3- Calcul des rendements d'extraction**

Le rendement d'extraction a été estimé par rapport au poids de l'extrait brut et de la masse de matière végétale sèche utilisée initialement. Il est exprimé en pourcentage et calculé selon la formule suivante:

$$\text{RE}(\%) = \frac{\text{PBE} - \text{PBV}}{\text{PP}} \times 100$$

**RE** : rendement d'extraction en pourcentage.

**PBE** : poids des ballons pleins après séchage (contient l'extrait brut) en gramme.

**PBV** : poids des ballons vides en gramme.

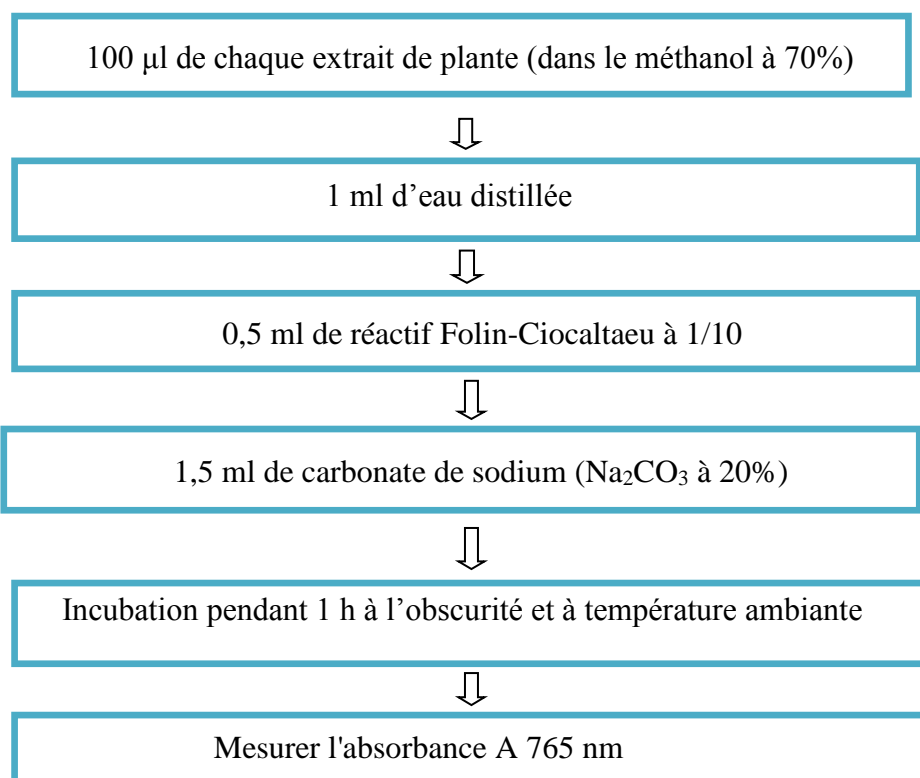
**PPV** : poids des poudres végétales utilisés en gramme.

**II-2-4- Analyses phytochimiques****II-2-4-1- Dosage des composés phénoliques****II-2-4-1-1-1- Dosage des polyphénols totaux**

La détermination de la teneur en polyphénols totaux des différents extraits a été réalisée selon la méthode décrite par **SINGLETON et ROSSI (1965)** avec le réactif de Folin-Ciocalteu. En milieu basique, l'ensemble des composés phénoliques sont oxydés par le réactif de Folin-Ciocalteu, ce dernier est constitué par un mélange d'acide phosphotungstique ( $\text{H}_3\text{PW}_{12}\text{O}_{40}$ ) et d'acide phosphomolybdique ( $\text{H}_3\text{PM}_{12}\text{O}_{40}$ ) qui est réduit, lors de l'oxydation des phénols, en mélange d'oxydes bleus de tungstène ( $\text{W}_8\text{O}_{23}$ ) et de molybdène ( $\text{Mo}_8\text{O}_{23}$ ). La

coloration bleue produite, présente un maximum d'absorption à 765 nm dont l'intensité est proportionnelle à la quantité de polyphénols présents dans l'échantillon. les étapes de dosage des polyphénols totaux représentent dans (figure 6).

Les teneurs en composés phénoliques sont calculées à partir de l'équation de régression de la gamme d'étalonnage établie avec l'acide gallique. Les résultats sont exprimés en milligramme équivalent d'acide gallique par gramme de matière sèche (mg EAG/ g de MS) (Annexe I).

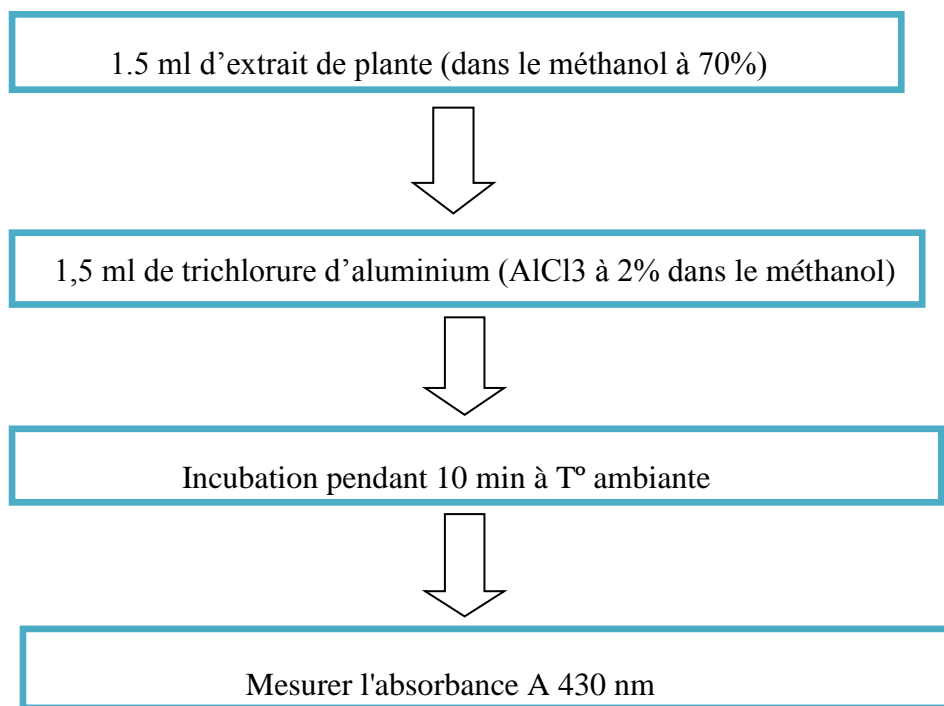


**Figure 6 :** Etapes de dosage des polyphénols totaux.

#### II-2-4-1-1-2- Dosage des flavonoïdes

La teneur en flavonoïdes totaux des différents extraits a été déterminée selon une méthode colorimétrique au trichlorure d'aluminium AlCl<sub>3</sub> décrite par **QUETTIER-DELEU et al. (2000)**. En présence de trichlorure d'aluminium, les flavonoïdes sont capables de former un complexe acide stable de couleur jaunâtre, grâce à la présence des groupements orthodihydroxylés sur les noyaux A ou B et les groupements hydroxyles libres en position C3 et C5 ou le groupement cétonique en position C4, Ce complexe peut être dosé par spectrophotométrie UV-visible à 430 nm (figure 7).

Les résultats obtenus sont exprimés en milligramme équivalent de rutine par gramme de matière sèche (mg ER/g de MS) en utilisant l'équation de la régression linéaire de la courbe d'étalonnage de la rutine (Annexe II).

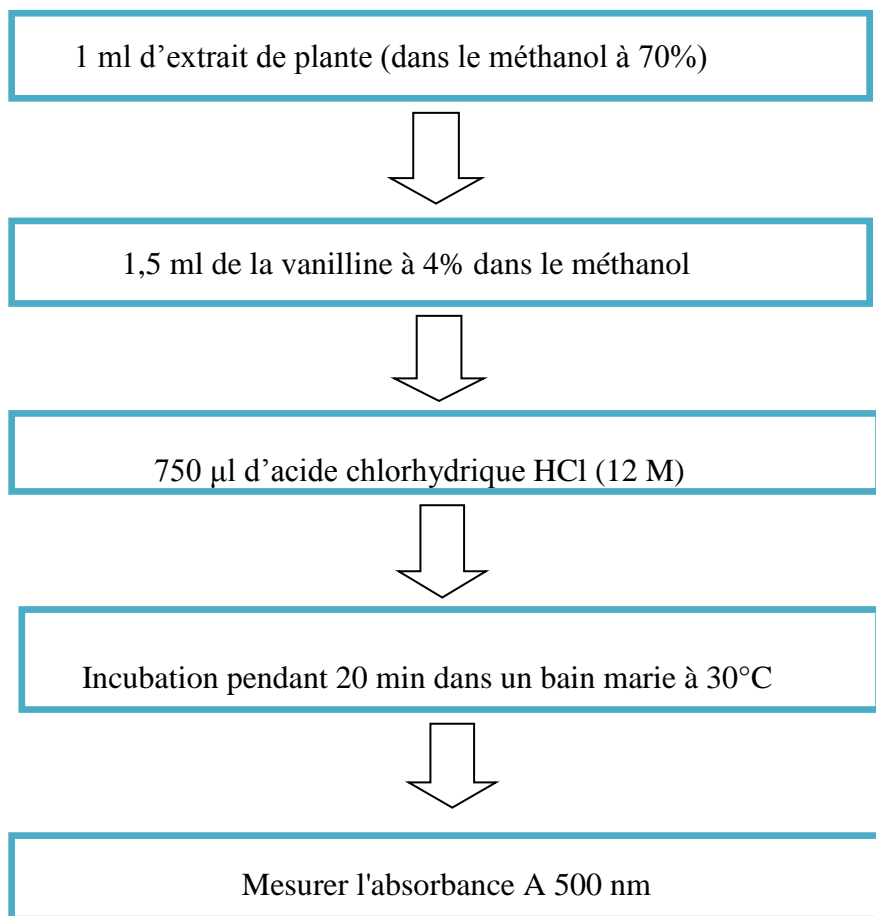


**Figure 7** : Etapes de dosage des flavonoïdes.

#### II-2-4-1-1-3- Dosage des tanins condensés

La teneur en tanins condensés totaux des différents extraits a été déterminée selon une méthode colorimétrique à la vanilline en milieu acide décrite par **JULKUMEN-TITTO (1985)**. La vanilline réagit avec les flavan 3-ols libres et les unités terminales des proanthocyanidines donnant une coloration rouge dont l'intensité est proportionnelle aux taux de flavanols présents dans le milieu et qui présente un maximum d'absorption à 500 nm (figure 8) .

Les résultats obtenus sont exprimés en milligramme équivalent de catéchine par gramme de matière sèche (mg EC/g de MS) en utilisant l'équation de la régression linéaire de la courbe d'étalonnage de la catéchine (Annexe III).



**Figure 8** : Etapes de dosage des tanins condensés.

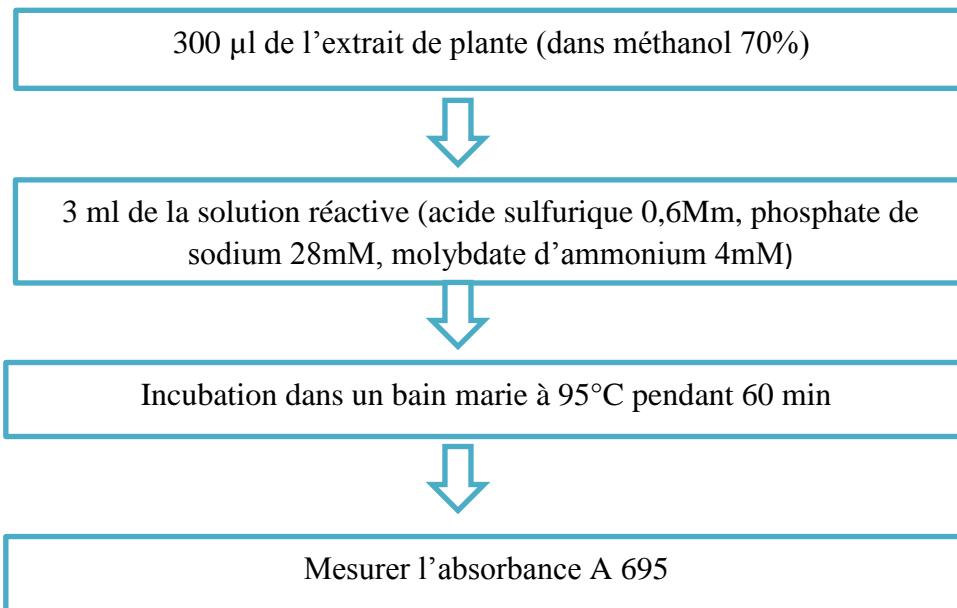
## II-2-5- Evaluation Activités biologiques

### II-2-5-1- Activité antioxydante

#### II-2-5-1-1- Test de phosphomolybdate

La méthode utilisant le phosphomolybdate d'ammonium est un test antioxydant important basé sur la réduction de  $\text{Mo}^{+6}$  en  $\text{Mo}^{+5}$  par un composé antioxydant conduisant à la formation d'un complexe (phosphate / $\text{Mo}^{+5}$ ) à un pH acide, de couleur verte, avec une absorption maximale à 695nm (NAGAVANI *et al.*, 2010) (figure 9).

Les résultats obtenus sont exprimés en milligramme équivalent d'acide ascorbique par gramme de matière sèche (mg EAC /g de MS) en utilisant l'équation de la régression linéaire de la courbe d'étalonnage de l'acide ascorbique (Annexe IV).



**Figure 9 :** Etapes d'évaluation de l'activité antioxydante



***Chapitre III***  
***Résultats et discussion***

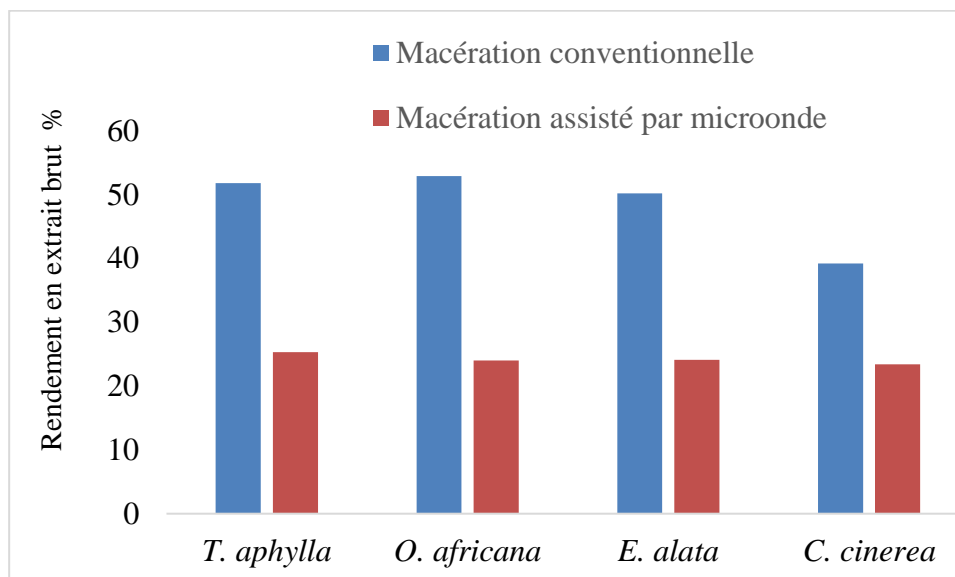
### III-1-Résultats

L'investigation phytochimique effectuée sur les extraits bruts issus des plantes spontanées à caractère médicinal *T. aphylla*, *O. africana*, *E. alata* et *C. cinerea* a pour objectif de comparer l'effet des deux méthodes d'extraction (macération conventionnelle et extraction assistée par micro-onde) sur les rendements d'extraction, les teneurs en composés phénoliques ainsi que sur leur potentiel antioxydant.

#### III-1-1- Effet de la méthode d'extraction

##### III-1-1-1-Rendements des extraits bruts

Les rendements d'extraction obtenus par macération à température ambiante et par extraction assistée aux micro-ondes des plantes étudiées sont illustrés dans la figure 10.



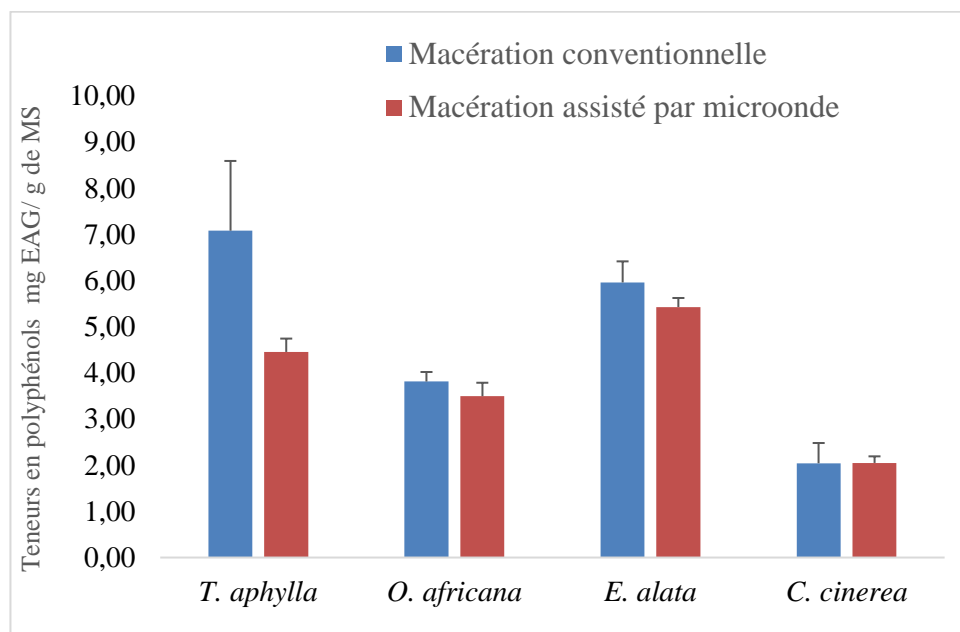
**Figure 10 :** Variations des rendements en extraits bruts des espèces étudiées en fonction de la méthode d'extraction.

Les rendements d'extraction sont déterminés en pourcentage par rapport à la masse de la matière sèche rendue en poudre. Les meilleurs rendements d'extraction sont obtenus par macération à la température ambiante comparativement avec ceux obtenus par micro-onde.

*O. africana*, *T. aphylla* et *E. alata* présentent les rendements les plus élevés de (52.9, 51.8 et 50.2%) versus (24, 25.3 et 24.1%) pour l'extraction assisté par microonde, respectivement.

## III-1-1-2-Contenu en polyphénols totaux des espèces étudiées

Les teneurs en polyphénols totaux des extraits hydro-éthanoliques obtenues par macération conventionnelle et celle assistée par microonde des poudres des espèces étudiées sont illustrées dans la figure 11.



**Figure 11 :** Variations des teneurs en polyphénols totaux des extraits bruts des espèces étudiées en fonction de la méthode d'extraction

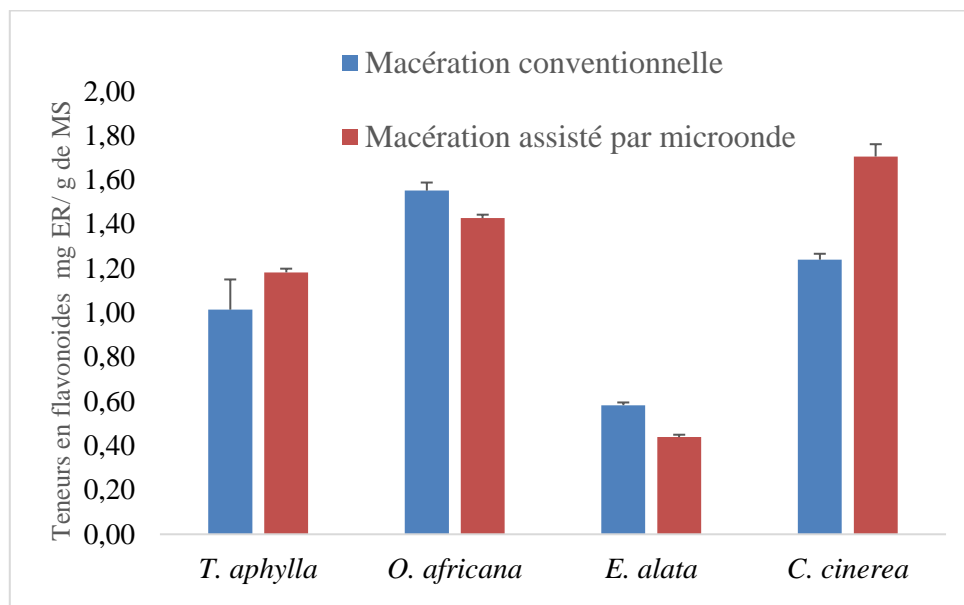
La figure 11 indique que les teneurs en phénols totaux de l'extrait brut de *T. aphylla* obtenu par macération conventionnelle ( $7.08 \pm 1.51$  mg EAG/ g de MS) sont plus élevées que celles enregistrées dans celui obtenu par micro-onde ( $4.45 \pm 0.29$  mg EAG/ g de MS) avec une supériorité de l'ordre de 37.09%.

Pour *O. africana* et *E. alata*, les teneurs en ces composés sont légèrement supérieures dans les extraits obtenus par macération conventionnelle par rapport à ceux obtenus par microonde ( $3.81 \pm 0.21$  et  $5.96 \pm 0.46$  mg EAG/ g de MS) versus ( $3.49 \pm 0.29$  et  $5.43 \pm 0.2$  mg EAG/ g de MS), respectivement.

Contrairement chez *C. cinera*, on remarque que les concentrations en polyphénols exprimées dans ses extraits obtenus par les deux méthodes d'extraction utilisées, sont très proches et comparables.

### III-1-1-3-Contenu en flavonoïdes des espèces étudiées

Les teneurs en flavonoïdes des extraits hydroéthanoliques issus des espèces étudiées sont présentées dans les histogrammes de la figure 12.



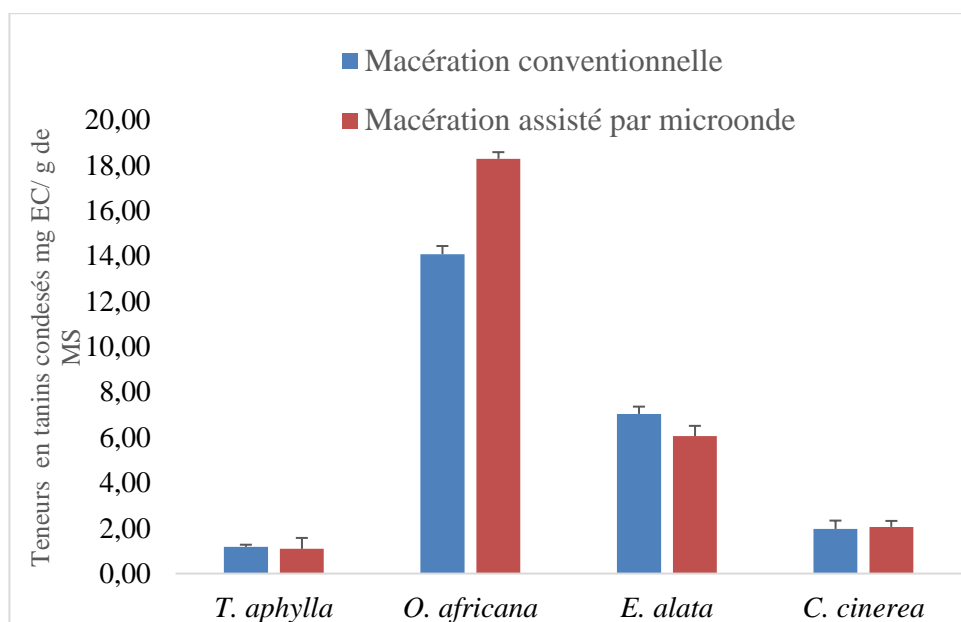
**Figure 12:** Variations des teneurs en flavonoïdes des extraits bruts des espèces testées en fonction de la méthode d'extraction

Les données de la figure 12 montrent que la technique d'extraction assistée par microonde présente une efficacité importante que celle de la macération conventionnelle pour extraire les flavonoïdes des plantes de *C. cinerea* et *T. aphylla* avec des pourcentages d'améliorations estimées à 37,58 et 16,59%, respectivement.

Pour les deux autres espèces, *O. africana* et *E. alata*, la macération conventionnelle reste toujours la méthode sensiblement la plus efficace pour extraire les flavonoïdes avec des pourcentages d'augmentations enregistrées respectives de 8,00 et 24,75%.

### III-1-1-4-Contenu en tanins condensés des espèces étudiées

Les résultats relatifs aux variations des teneurs en tanins condensés selon les méthodes d'extraction sont indiqués dans la figure 13.



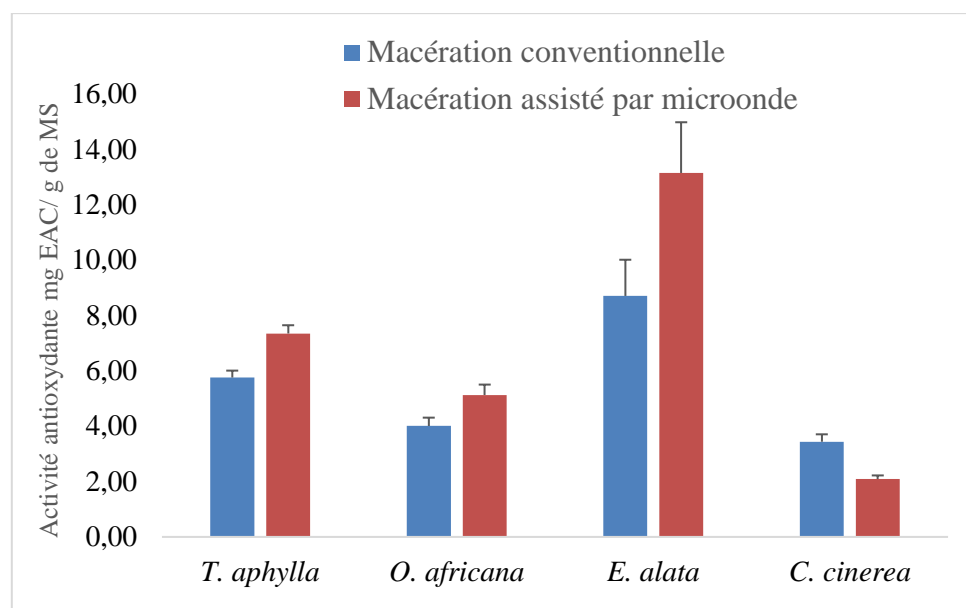
**Figure 13** : Variations des teneurs en tanins condensés des extraits bruts des espèces étudiées en fonction de la méthode d'extraction

D'après l'examen des résultats obtenus, on enregistre une amélioration dans les concentrations des tanins condensés des extraits obtenus par irradiation électromagnétique de l'ordre de 04.61 et 29.89 %, respectivement chez *C. cinerea* et *O. africana*. Alors qu'on remarque que chez *T. aphylla* et *E. alata*, l'extraction par macération conventionnelle présente les teneurs les plus élevés en tanins condensés comparés à celle assistée par micro-onde avec des pourcentages d'augmentation de 07.69 et 12.66%, respectivement.

#### III-1-1-5-Activité antioxydante des espèces étudiées

Afin d'évaluer encore la méthode d'extraction des composés antioxydants chez les plantes étudiées, une comparaison des activités antioxydantes des extraits obtenus par les deux techniques décrites précédemment, a été réalisée.

Les variations des teneurs en activité antioxydante totale des extraits bruts des espèces testées en fonction de la méthode d'extraction sont indiquées dans la figure 14.



**Figure 14 :** Variations de l'activité antioxydante totale des extraits bruts des espèces étudiées en fonction de la méthode d'extraction.

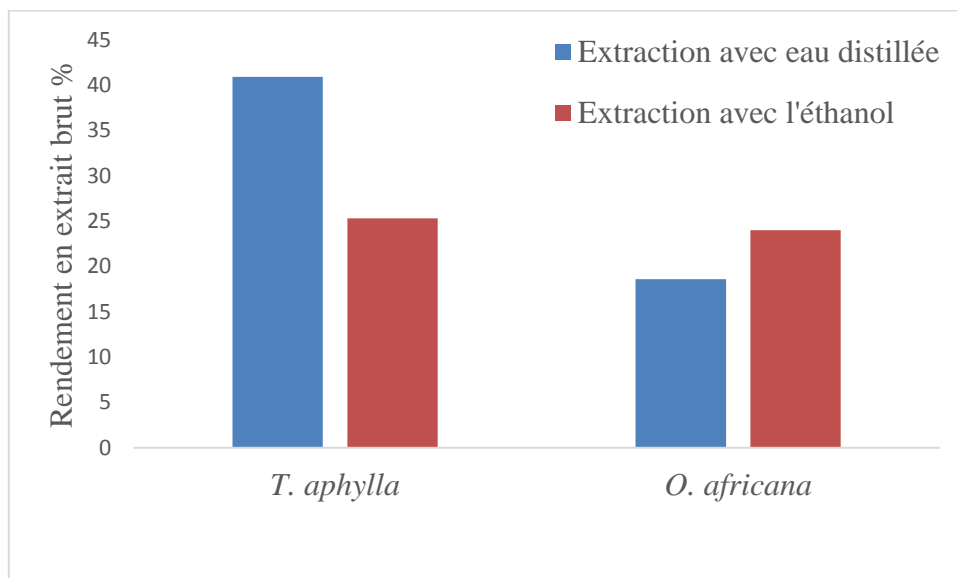
Au vu des résultats consignés dans la figure 14, on enregistre que les extraits obtenus par microonde sont les plus dotés à réduire le molybdène que ceux obtenus par macération. Les taux d'amélioration atteignent 51.03, 27.92 et 27.61% chez *E. alata*, *O. africana* et *T. aphylla*, respectivement. Curieusement, on constate que l'extraction par microonde affecte négativement le pouvoir réducteur de l'extrait brut de *C. cinerea* avec un taux de réduction évalué de 39.23%.

### III-1-2- Effet du solvant d'extraction

Les plantes endémiques *O. africana* et *T. aphylla* qui présentent des rendements d'extractions importants selon les deux méthodes d'extraction utilisées et montrent des variations dans les contenus en différentes classes de composés phénoliques suivant la méthode d'extraction sont sélectionnées pour étudier l'effet des solvants d'extraction sur leurs teneurs en ces composés et leurs potentialités antioxydantes.

### III-1-2-1-Rendements des extraits bruts

L'extraction des composés phénoliques s'est faite par micro-onde à l'éthanol à 70% et l'eau distillée. Les résultats sont consignés dans la figure 15.

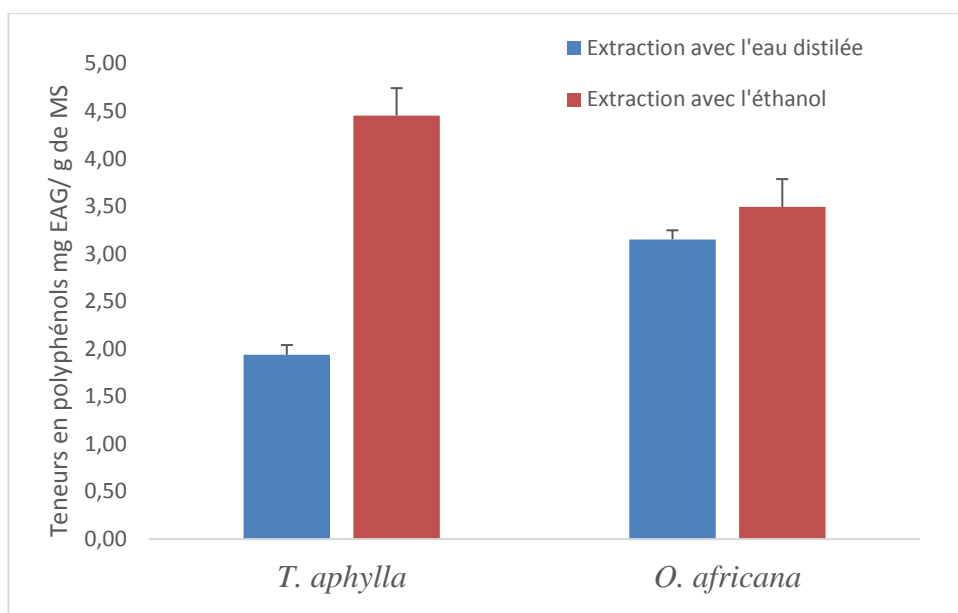


**Figure 15:** Variations des rendements en extraits bruts de *T. aphylla* et *O. africana* en fonction de la nature des solvants d'extraction

Les résultats illustrés dans la figure 15 révèlent que l'eau distillée s'est montrée plus efficace pour extraire les composés phénoliques de l'espèce *T. aphylla*. En effet, le taux de récupération estimé est 1.6 fois plus important que celui rapporté pour l'éthanol aqueux à 70%. A l'opposé, chez *O. africana* l'éthanol à 70% a donné le meilleur rendement d'extraction de 24% versus 18.6 %.

### III-1-2-2-Contenu en polyphénols totaux de *T. aphylla* et *O. africana*

Les variations des teneurs en polyphénols totaux de *T. aphylla* et *O. africana* en fonction de la nature des solvants d'extraction sont données dans la figure 16.



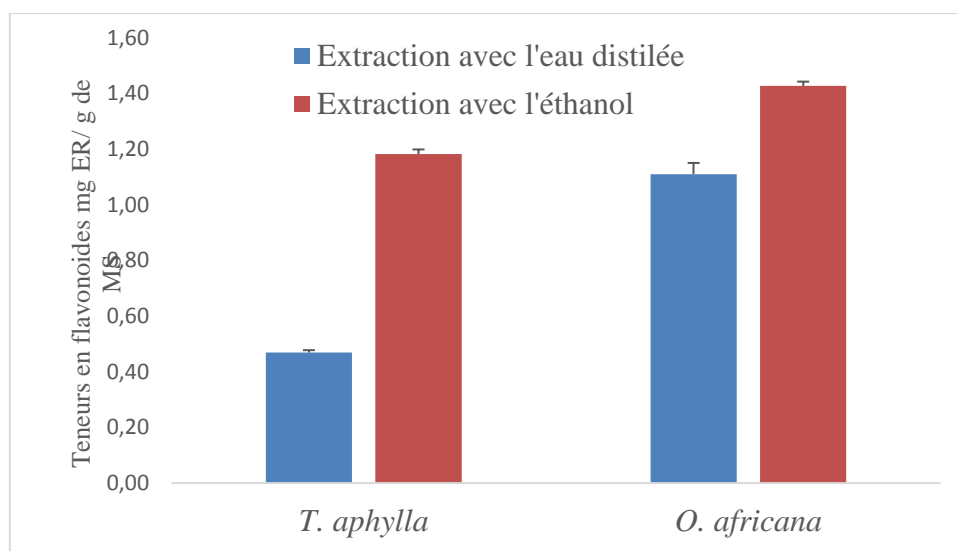
**Figure 16** : Variations des teneurs en polyphénols totaux de *T. aphylla* et *O. africana* en fonction de la nature des solvants d'extraction

L'examen des résultats obtenus montre que les teneurs en polyphénols totaux des espèces sélectionnées varient considérablement selon le solvant d'extraction. L'éthanol à 70% a permis d'obtenir les concentrations les plus élevées aussi bien chez *T. aphylla* que celle *O. africana*, avec ( $4.45 \pm 0.29$  et  $3.49 \pm 0.29$  mg EAG/ g de MS) contre ( $1.94 \pm 0.1$  et  $3.15 \pm 0,1$  mg EAG/ g de MS), respectivement.

### III-1-2-3-Contenu en flavonoïdes de *T. aphylla* et *O. africana*

Les histogrammes de la figure 17 illustrent les variations des teneurs en flavonoïdes totaux de *T. aphylla* et *O. africana* en fonction de la nature des solvants d'extraction.



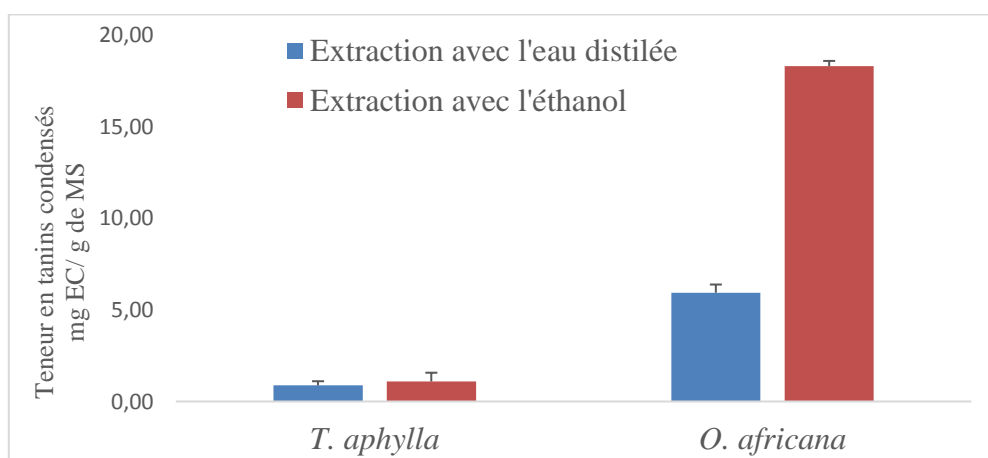


**Figure 17** : Variations des teneurs en flavonoïdes de *T. aphylla* et *O. africana* en fonction de la nature des solvants d'extraction

Identiquement à l'observation signalée dans le cas des polyphénols totaux, c'est ainsi que l'éthanol à 70% apparaît comme étant le solvant le plus efficace à extraire les flavonoïdes totaux chez *T. aphylla* et *O. africana*. Les taux de supériorité du macérât hydroalcoolique par rapport au macérât aqueux sont estimés à 60.32 et 22.21%, respectivement.

#### III-1-2-4-Contenu en tanins condensés de *T. aphylla* et *O. africana*

Les données de la quantification des tanins condensés de *T. aphylla* et *O. africana* en fonction de la nature des solvants d'extraction sont présentées dans la figure 18.

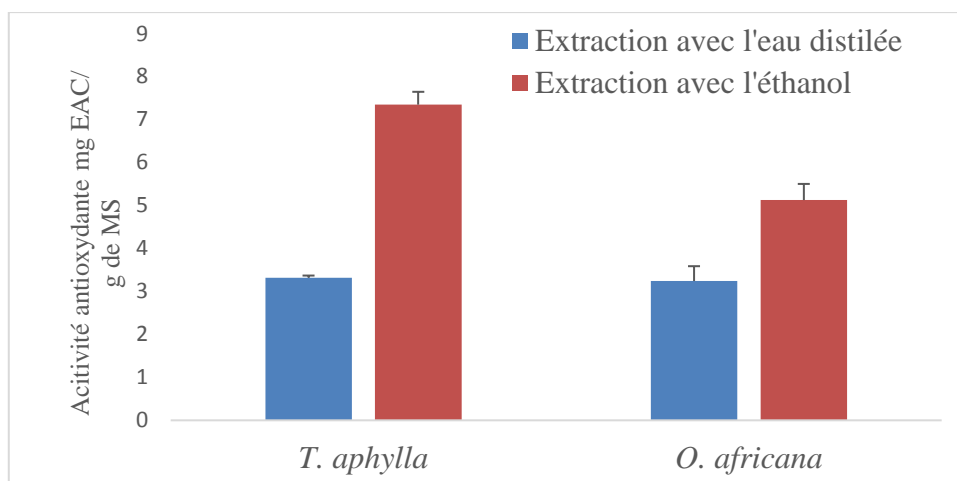


**Figure 18** : Variations des teneurs en tanins condensés de *T. aphylla* et *O. africana* en fonction de la nature des solvants d'extraction

Les données relatives aux variations des teneurs en tanins condensés obtenus par l'extraction assistée par microonde et selon les solvants d'extraction montrent que l'utilisation de l'éthanol à 70% a abouti à l'enrichissement des extraits phénoliques en ces composés. Cet enrichissement est plus remarquable dans l'extrait brut d'*O. africana* où l'on note un taux d'augmentation de 67.54% alors qu'ils ne dépassent pas 20% dans celui de *T. aphylla*.

### III-1-2-5-Activité antioxydante de *T. aphylla* et *O. africana*

Les données relatives aux variations des teneurs en activité antioxydante de *T. aphylla* et *O. africana* selon les solvants d'extraction sont figurées dans les histogrammes de la figure 19.



**Figure 19:** Variations de l'activité antioxydante de *T. aphylla* et *O. africana* en fonction de la nature des solvants extractif.

Les histogrammes illustrés dans la figure 19 indiquent que les extraits obtenus par microonde exhibent la capacité la plus élevée à réduire le molybdène. Cette capacité réductrice est plus efficace en présence de l'extrait brut de *T. aphylla* ( $7.35 \pm 0.29$  mg EAC/ g de MS) qu'en présence celui d'*O. africana* ( $5.13 \pm 0.38$  mg EAC/ g de MS). Les extraits aqueux des deux espèces *T. aphylla* et *O. africana* présentent des pouvoirs réducteurs similaires, atteignent respectives ( $3.32 \pm 0.06$  et  $3.25 \pm 0.35$  mg EAC/ g de MS).

### III-2-Discussion

L'extraction est une étape très importante dans l'isolement et la récupération des composés phytochimiques existant dans le matériel végétal (Quy Diem Do et al., 2014). Elle est influencée par sa nature chimique, la méthode utilisée, la taille d'échantillon étudié ainsi que la présence de substances interférentes (Stalikas, 2005). Dans ce travail, nous avons utilisé deux méthodes d'extraction ; extraction par macération conventionnelle et extraction assistée par micro-onde.

D'après les résultats obtenus, il apparaît que les rendements d'extraction varient en fonction de la méthode d'extraction ainsi que de l'espèce végétale. Les meilleurs taux de récupération en composés phénoliques, sont obtenus par macération conventionnelle comparativement à celle assistée par microonde, chez les plantes d'*O. africana*, *T. aphylla* et *E. alata* avec des pourcentages d'amélioration supérieurs à 50%. Cette amélioration dans les rémanents de récupération peut être due au temps d'extraction qui est généralement long dans le cas de la première méthode (30 min) par rapport à deuxième méthode (01 min). En effet, la prolongation dans le temps d'extraction peut augmenter le phénomène de transfert de masses issues du matériel végétal dans l'extrait.

La quantification des contenus en polyphénols totaux des extraits hydroéthanoliques des plantes étudiées, nous a permis de constater que la macération simple, qui présente les meilleurs rendements d'extraction a permis d'obtenir des teneurs les plus élevées en ces composés alors qu'on assiste à une baisse dans ces teneurs lors de l'utilisation du micro-onde, avec des maximales atteignant  $07.08 \pm 1.51$  mg EAG/ g de MS chez *T. aphylla*. Ces résultats sont supérieurs à ceux de Mahfoudhi et al. (2014), qui ont révélé que les extraits d'acétate d'éthyle des feuilles et des tiges de *T. aphylla* renferment  $993.1 \pm 22.5$  et  $113.1 \pm 25.8$  µg EAG/g de MS, respectivement.

Cette différence dans les contenus phénoliques des espèces étudiées en fonction de la méthode d'extraction peut être attribuée à la progression de temps d'extraction, ce qui conduit à l'extraction de plus d'impuretés, favorise la diffusion et la solubilité des substances comme les protéines, les sucres et les colorants qui interagissent avec le réactif Folin –ciocalteau causent des interférences lors de dosage des polyphénols. Ce réactif est connu extrêmement sensible à la réduction de tous les groupes hydroxyles, non seulement ceux des composés phénoliques (Tawaha et al., 2007). Par ailleurs, l'extrait sec ne renferme pas uniquement des

polyphénols et des flavonoïdes, il contient également d'autres substances naturelles (BÉKRO *et al.*, 2007 ; Kebièche *et al.*, 2011).

Concernant les flavonoïdes et les tanins condensés, l'efficacité de la méthode d'extraction varie d'une espèce végétale à l'autre. L'irradiation par micro-onde montre leur efficacité d'extraire des flavonoïdes chez *T. aphylla* et *C. cinera* et des tanins condensés chez *C. cinera* et *O. africana*. Ces résultats sont en accord avec DJABALI et DJELLOULI (2013), qui ont révélé une amélioration dans les teneurs en flavonoïdes totaux des extraits de miel et de confiture de *Ziziphus jujuba* obtenus par l'extraction assistée par micro-ondes comparés à ceux obtenus par l'extraction sous agitation et l'extraction assistée aux ultrasons.

Les composés phénoliques sont connus pour leurs activités biologiques diverses notamment l'activité antioxydante. La capacité antioxydante totale des extraits obtenus a été déterminée par la méthode de phosphomolybdate. Les résultats obtenus montrent que les extraits récupérés par microonde sont les plus dotés d'activité antioxydante par rapport à ceux obtenus par macération, avec des taux d'amélioration atteignant plus de 30% chez *O. africana* et *T. aphylla* et plus de 50%, chez *E. alata*. Cet effet peut être expliqué par le processus produit par cavitation, lequel est induit par l'effet thermique, qui se produit en raison de l'irradiation électromagnétique, ce qui laisse penser à une libération des oligomères bioactifs de certains polymères phénoliques dans l'extrait, ou à la rupture de liaisons entre les polyphénols et d'autres substances (protéines, polysaccharides...), menant à l'accessibilité de ces principes actifs, augmentent de ce fait leur réactivité. En outre, un temps prolongé d'extraction pendant la macération peut augmenter les risques d'altération oxydative des composés bioactifs par les polyphénols oxydases, réduisant ainsi leur activité antioxydante.

Considérant l'effet solvant, il ressort des résultats obtenus que les rendements d'extraction varient d'une espèce végétale à l'autre en fonction de la nature du solvant utilisé pour l'extraction. L'eau distillée s'est montrée plus efficace pour extraire les composés phénoliques de l'espèce *T. aphylla*, le taux d'amélioration atteint 38.14%. Contrairement chez *O. africana*, l'éthanol à 70% a donné le meilleur rendement d'extraction, avec un taux d'augmentation de 22.5%. Cette différence pourrait s'expliquer par la variation de la nature chimique des composants biosynthétisés par l'espèce végétale, suggérant la richesse de la première espèce en molécules fortement polaires et la seconde en molécules polaires. En effet, la solubilité des composés phénoliques dépend de leur nature chimique dans la plante, qui varie de composés simples à fortement polymérisés. Cette diversité structurale est responsable

de la grande variabilité des propriétés physico-chimiques influençant l'extraction des polyphénols (KOFFI *et al.*, 2010).

Les contenus en composés phénoliques (polyphénols, flavonoïdes et tanins condensés) des espèces sélectionnées varient considérablement selon le solvant. L'éthanol à 70% a permis d'obtenir les concentrations les plus élevées des extraits phénoliques en ces composés. Cela dû au fait que l'éthanol est un bon absorbant de l'énergie des micro-ondes (HERNANDEZ-Pérez *et al.*, 2005), car il possède un facteur de dissipation ( $\tan \delta = 0,941$ ), beaucoup plus élevé que les autres solvants (BOUGRIN *et al.*, 2005 ; HERNANDEZ-PEREZ *et al.*, 2005) et une constante diélectrique de 24,3 (BONNAILLI *et al.*, 2012). De plus, la présence appropriée d'eau dans le solvant facilite l'extraction et améliore le gonflement de la matière végétale, favorisant la surface de contact entre la matrice végétale et le solvant (HUANG *et al.*, 2009).

De même les données de l'activité antioxydante, indiquent que les extraits éthanoliques sont les plus efficaces à réduire le molybdène comparativement avec ceux aqueux. Cette efficacité peut être attribuée à leur richesse en composés phénoliques, les flavonoïdes possèdent une structure idéale pour le balayage des radicaux libres, puisqu'ils présentent un certain nombre d'hydroxyles agissant comme donneurs d'hydrogène, ce qui en fait d'importants agents antioxydants (USMANI *et al.*, 2013).

# ***Conclusion***

### Conclusion

Cette étude a pour objectif de comparer les méthodes d'extraction des composés phénoliques, entre une méthode conventionnelle (macération à la température ambiante) et la macération assistée par micro-ondes. La comparaison porte sur le rendement d'extraction des métabolites visés, le dosage colorimétrique et l'évaluation de l'activité antioxydante des extraits obtenus.

Les résultats de l'étude comparative montrent que le rendement d'extraction le plus élevé a été obtenu par macération conventionnelle.

Les données d'évaluation quantitative des différentes classes en composés phénoliques (polyphénols totaux, flavonoïdes et tanins condensés) montrent que la macération permet une meilleure extraction quantitative de polyphénols totaux. L'efficacité d'extraction des flavonoïdes et des tanins condensés varie d'une espèce à l'autre.

Les résultats d'évaluation de la potentialité antioxydante par la méthode de phosphomolybdate révèlent une amélioration de pouvoir réducteur en utilisant l'extraction assistée par microonde. La technique microonde présente des avantages de réduire considérablement le temps d'extraction des composés phénoliques et d'obtenir des extraits sélectifs tout en conservant un potentiel antioxydant important.

Concernant l'effet solvant,

L'application des microondes accélère la diffusion du soluté et le rendement d'extraction par l'éthanol, et permet pour le même solvant d'accroître la sélectivité d'extraction des composés phénoliques en termes d'activité antioxydante aussi bien pour la même opération effectuée à l'eau distillée.

En perspective, nous suggérons :

- ✓ D'élargir le panel des tests biologiques afin de mettre en évidence d'autres activités antidiabétique, anti-inflammatoire, anticancéreuse ou autres
- ✓ Une caractérisation qualitative des composés phénoliques.
- ✓ Une purification de ces composés en faisant des essais *in vivo*.

**Références**  
**bibliographiques**



**Références bibliographiques**

**BALASUNDRAM N., SUNDRAM K., SAMMAN S., (2006).** Phenolic compounds in plants and agri-industrial by-products: Antioxidant activity, occurrence and potential uses. Food Chem., Vol. 99: 191-203.

**BASLI A., CHIBANE M., MADNI K., OUKIL N., (2012).** Activité anti bactérienne des polyphénols extrait d'une plante médicinale de flore d'Algérie : phytothérapie, Vol. 10 : 2-9p.

**BEN AMOR B., (2008).** Matrise de l'aptitudue technologique de la matière végétale dans les opérations d'extraction de principes actifs ; texturation par détente instantanée contrôlée. Thèse de doctorat en génie des procédés industriels université LA ROCHELLE, France : 187.

**BELOUD A., (2005).** Plantes médicinales d'Algérie. Ed N 2, REIMPRIMEE, France, 277.

**BEKRO Y.A , JANAT A., BEKRO M., BOUA B., TRABI F.H ., ÉHILE E. (2007)** Etude ethnobotanique et screening phytochimique de *caesalpinia benthamiana* (baill.) herend et *zarucchi* (caesalpiniaeeae). Sciences & Nature, Vol. 4: 217 – 225.

**BETTAIEB R., BOURGOU S., SAIDANITOUNSI M., FAUCONNIER M.L., KSOURI R., (2017).** Etude de composition chimique et de l'activité antioxydante des différents extraits de la lavande dentée (*lavandula dentata*). Journal of New Sciences, Agriculture and Biotechnology, Vol. 32 : 2096-2105.

**BONNAILLI C., SALACS M., VASSILIOVA E., SAYKOVA I., (2012).** Etude de l'extraction de composés phénoliques à partir de pellicules d'arachide (*Arachis hypogaea L.*). Revue de Génie Industriel, Vol 7 : 35-45.

**BOUHADJERA K., KEBIR T., BABA-AHMED A., BENDAHOU M., (2005).** Antimicrobial activity of the sterols and steroids extracted from the Algerian *Oudneya africana* R.Br. Pak J Biol Sci, Vol 8 : 834-838.

**BOUGRIN K., LOUPY A. SOUFIAUI M., (2005).** Microwave-assited solvent-free heterocyclic synthesis. Journal Photochem Photobiol. Vol. 6 :139-167.

- BOUZIANE M., (2002).** Caractérisation structurel de quelque molécule organique dans la plante : *Cotula cinerea* de la région de ouargla .mémoire de magistère en chimie organique appliqué. Université KASDI MERBAH OUARGLA,ALGERIE : 53.
- BRUNETO J., (1999).** Pharmacognosie phytochimie plante médicinales. Ed N 3:Tec et Doc, Paris : 1120.
- CHEHMA A. M., (2006).** Catalogue des plantes spontanées de Sahara septentrional algérien. Dar elhouda Ain M'Lila, Alger, 140p.
- CHEMAT F., (2011).** Eco-extraction du végétal procédés innovants et solvants alternatif. Ed N 4, DUNOD, France, 336p.
- CHEMAT F., GRAVOTTO G., (2012).** Microwave-assisted extraction for bioactive-compound : theory and practice. Ed , springer,
- CHENNI M., (2016).** Etude comparative de la composition chimique et de l'activité biologique de l'huile essentielle du *ocimum basilicum* l. extraite par hydro-distillation et par micro-ondes. Thèse de doctorat en sciences exactes et appliquées, Université d'Oran 1 AHMED BEN BELLA, (Oran) : 167.
- CHERIF H., SAIDI F., BOUTOUMI H., ROUBI A., CHAOUIA C., (2009).** Identification et caractérisation de quelques composés chimiques chez *aristochia longa*. Agricultura, Vol 3 : 76-82p.
- COLLIN S.,CROUZET J., (2011).** Polyphénols et procédés. Ed N2, LAVOISIER, France , 337p.
- Cowan M. M., (1999).** Plant products as antimicrobial agents. Clinical Microbiology Reviews, Vol. 12: 564-570p.
- DJABLI K., DJELLOULI K., (2017).** Effet des méthodes d'extraction (Agitation, microonde et sonication) sur les teneurs en composés phénoliques et l'activité antioxydante des extraits de miel et de confiture de *Ziziphus jujuba*. Mémoire de master en Pharmacologie Moléculaire, Université A. Mira , (Bejaia) : 74.

- DJELLOULI M., MOUSSAOUI A., BENMEHDI H., ZIANE L., BELABBES A., BADRAOUI M., (2013).** Ethnopharmacological study and phytochemical screening of three plants (Asteraceae family) from the region of south west Algeria. *Asian J Nat Appl Sci*, Vol. 2: 59-65.
- EL ABED D., (2007).** Principes actifs des *apiaceae*s. *Phyto Chem et Bio Sub journal*, Vol. 1 : 1-6.
- GHEDIRA K., (2005).** Les flavonoïdes : structure propriétés biologiques, prophylactique et emploi on thérapeutique. *Phytothérapie*, Vol 4 :162-169.
- GOURGUILLON L., DESTANDAU E., LOBSTEIN A., (2016).** Comparaison des différentes méthodes d'extraction d'acides dicaféoylquiniques à partir d'un plante halophile. Elsevier, Vol. 9 :1-9.
- GOUSSARD J.P., (1999).** Les radicaux libres et antioxydants. Denis RICÉ in *Guide Nutritionnel des sports d'endurance*. 1-11.
- KEBIECHE M., LAKROUN Z., MRAÏHI Z., SOULIMANI R., (2011).** Effet antidiabétogène et cytoprotecteur de l'extrait butanolique de *Ranunculus repens* L. et de la quercétine sur un modèle expérimental de diabète alloxanique. *Phytothérapie*, Vol. 9: 274-282.
- KSOURI R., SMAOUI A.R., ISODA H., ABDELLY C., (2012).** Utilization of Halophyte Species as New Sources of Bioactive Substances. *Journal of Arid Land Studies*, Vol. 22 : 41-44.
- KOFFI E., SEA T., DODEHE Y., SORO. (2010).** Effect of solvent type on extraction of polyphenols from twenty three Ivorian plants. *J. Animal & Plant Sci*, Vol. 5 : 550-558.
- HARISARANRAJ R., SURESH K., SARAVANABABU S., (2009).** Evaluation of the Chemical Composition *Rauwolfia serpentina* and *Ephedra vulgaris*. *Advances in Biological Research*, Vol. 3: 174-178.

- HENNEBELLE T., SAHPAZ S., BAILLEUL F., (2004).** Polyphénols végétaux, source, utilisation et potentiel dans la lutte contre le stress oxydatif. *Phytothérapie*, Vol. 1 : 3-6.
- HERNANDEZ-PEREZ T., CARRILLO-LOPEZ A., GUEVARA -LARA F., CRUZ-HERNANDEZ A., PAREDES-LOPEZ O. (2005).** Biochemical and Nutritional Characterization of Three Prickly Pear Species with Different Ripening Behavior. *Plant Foods for Human Nutrition*, Vol. 60 :195–200.
- HERMANN K., (1989).** Occurrence and content of hydroxycinnamic and hydroxybenzoic acid compounds in foods. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, Vol. 28: 315-347.
- HUANG WEN, AN XUE, HAI NIU, ZHEN JIA , JIAWEN WANG, (2009).** Optimised Ultrasonic assisted extraction of flavonoids from *Folium eucommiae* and evaluation of antioxidant activity in multi-test systems in vitro. *Food Chemistry*, Vol. 114 :1147–1154.
- MACHEIX J., I., FLEURIET., ALLEMAND C. J., (2005).** les composées phénolique des végétaux : un exemple des métabolites secondaire d'importance .Ed N5, LAUSANNE , France ,192 P.
- MAHFOUDHI A., PRENCIPE F. P., MIGHRI Z., PELLATI F., (2014).** Metabolite profiling of polyphenols in the Tunisian plant *Tamarix aphylla* (L.) Karst. *Pharmaceutical and Biochemical Analysis*, Vol. 14: 3- 31.
- MAISUTHISAKUL P, SUTTAJIT M, PONGSAWATMANIT R., (2007).** Assessment of phenolic content and free radical scavenging capacity of some Thai indigenous plants. *Food Chem.*, Vol. 4: 1409-1418.
- MENAT., (2006).** Les polyphénols de thé, du vin et du cacao. *Phytothérapie*, Vol. 1 : 40-45.
- MOHAMMEDI Z., (2011).** Etude Phytochimique et Activités Biologiques de quelques Plantes médicinales de la Région Nord et Sud-Ouest de l'Algérie. Thèse de doctorat en biologie, UNIVERSITE ABOU BEKR BELKAID, Tlemcen, (Algérie) : 169.

**Mahmoudi S, Khali M, Mahmoudi N., (2013).** Etude de l'extraction des composés phénoliques de différentes parties de la fleur d'artichaut (*Cynara scolymus* L.). *Nature and Technologie*. 09: 35-40.

**NAGAVANI V, MADHAVI YD, BHASKARRAO P, KOTESWARA R, RAGHAVARAO T. (2010).** Free radical scavenging activity and qualitative analysis of polyphenols by RP-HPLC in the flowers of *Couroupita quinaensis* Sabul. *EJEAF. Chem*, Vol. 9: 1471-1484.

**OROIAN M, ESCRICHE I., (2015).** Antioxidants: Characterization, natural sources, extraction and analysis. *Food Research International*. 74: 10-36.

**OZANDA P., (1991).** Flore et végétation du Sahara. Ed N3, CNRS, Paris: 662 p.

**QUAN V VUONG., HIRUN S., PAUL D.ROACH., MICHAEL C. BOWYER., PHOEBE A. PHILLIPS CHRISTOPHER SCARLETT J., (2013)** Effect of extraction conditions on total phenolic compound and antioxidant activities of *Carica papaya* leaf aqueous extracts, *journal of herbal medicine*, Vol. 3: 104–111.

**QUETTIER-DELEU C., GRESSIER B., VASSEUR J., DINE T., BRUNET C., LUYCKX M., CAZIN M., CAZIN J.C., BAILLEUL F., TROTIN F., (2000).** Phenolic compounds and antioxidant activities of buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench) hulls and flour. *Ethnopharmacology*, Vol. 72: 35-42.

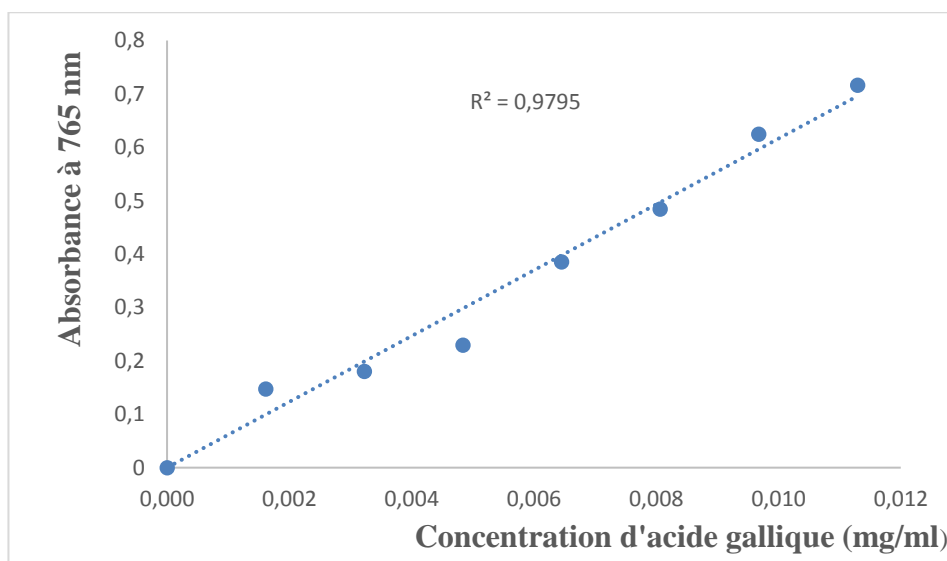
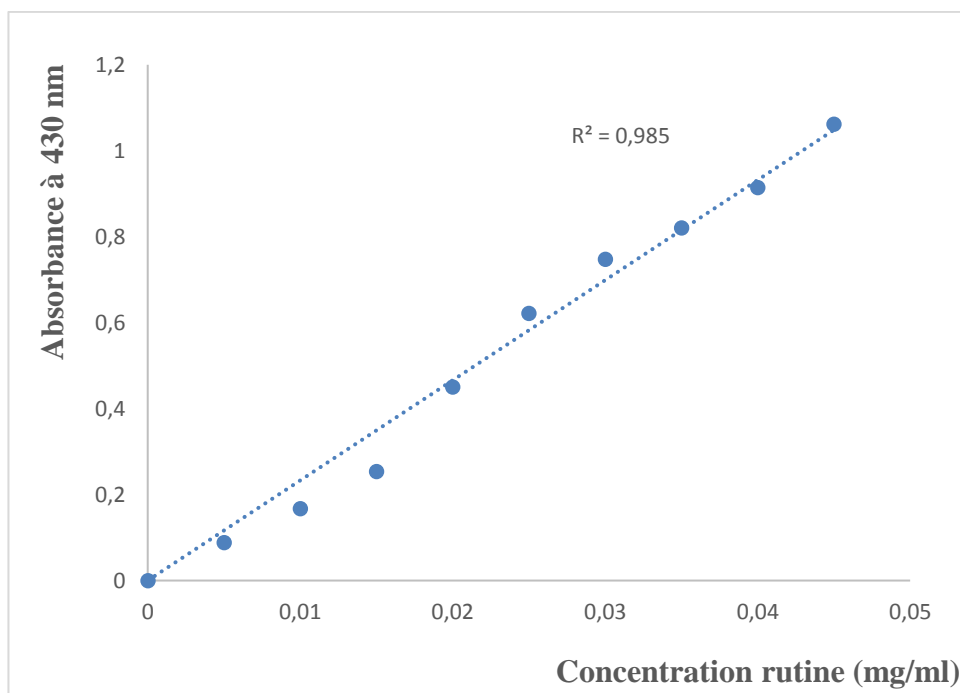
**RIBEREAU-GAYON P., R., (1968).** les composés phénoliques des végétaux. Ed N 128, DUNOD, PARIS ,254p.

**RICHTER G., REYMON D., (1993).** Métabolisme des végétaux et biochimie. Ed N5 LAVOISIER, paris, 526p.

**SANCHEZ-MORENO C., (2002).** Methods used to evaluate the free radical scavenging activity in foods and biological systems. *Food Science and Technology International*. Vol 8, 121-137.

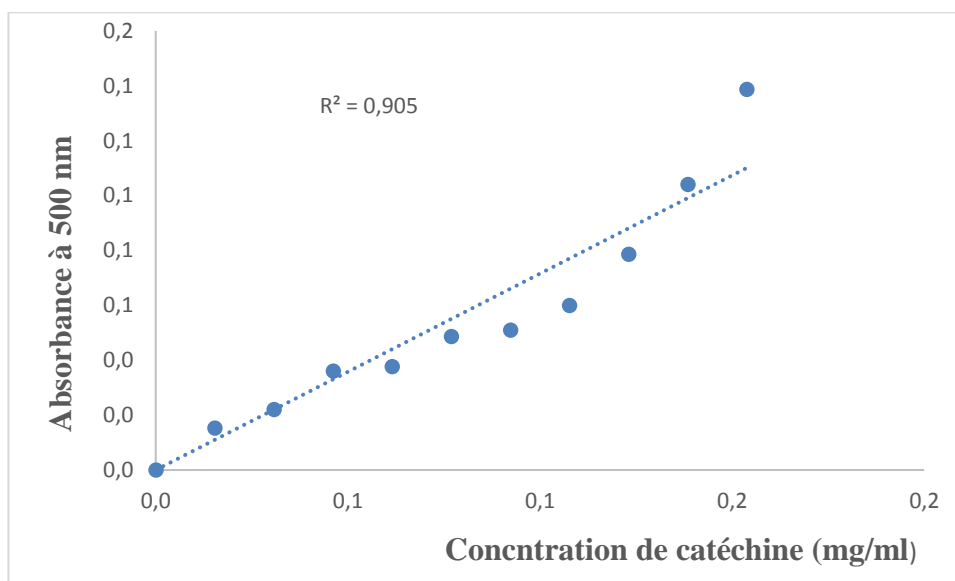
- SMADI A., (2010).** Etude de l'extrait chloroformique d'Oudneya africana. mémoire de magister en chimie organique, université EL-HADJ LAKHDAR, Batna, (Algérie) : 118.
- SCHAUENBERG P., (2005).** Guide des plantes médicinales. Ed N3, DELACHAUX ET NIESTLE, Paris : 396p.
- SINGLETON V. L. et ROSSI J A., (1965).** Indice de Folin, polyphenols totaux. Eol. Vitic, Vol. 16: 144-158.
- SoFOWORA A., (2010).** Plantes médicinales et médecine traditionnelle d'Afrique. Ed N2, KARTHALA, paris, 378p.
- STALIKAS C. D., (2007)** Extraction, separation, and detection methods for phenolic acids and flavonoids. J. Sep. Sci, Vol. 30 : 3268–3295.
- Tawaha K., Alali, F.Q., Gharaibeh M., Mohammad M., El-Elimat T., (2007).** Antioxidant activity and total phenolic content of selected Jordanian plant species. Food Chemistry 104: 1372–1378.
- TESSIER F., MARCONNET P., (1995).** Radicaux libres, systèmes antioxydants et exercice. *Science et Sports*. 10 :1-13.
- ULLAH R., TARTQA .S., KHAN N., SHARIF N ., Manssor k ., (2017).** Antihyperglycemic effect of methoad of extract of *tamarix aphylla* karst in stere ptozocin nicotinamide induced diabetic rats. Elsevier, Vol. 7 :619.623.
- USMANI S., HUSSAIN A., FAROOQUI A.H., (2013).** Determination of infochemicals, phytochemical screening and evaluation of antioxidant potential of *Digera muricata*. Scholars research library, Vol. 5: 3-4.
- ZEGHAD N., (2008).** Etude du contenu polyphénols de deux plantes médicinales d'intérêt économique (*Tymus vulgaris*, *Romarius officinalis*) et evaluation de leur activité antibactérienne. Mémoire de magister en biotechnologie végétale. Université de MENTOURI Constantine, (Algérie) : 130.

# ***Annexes***

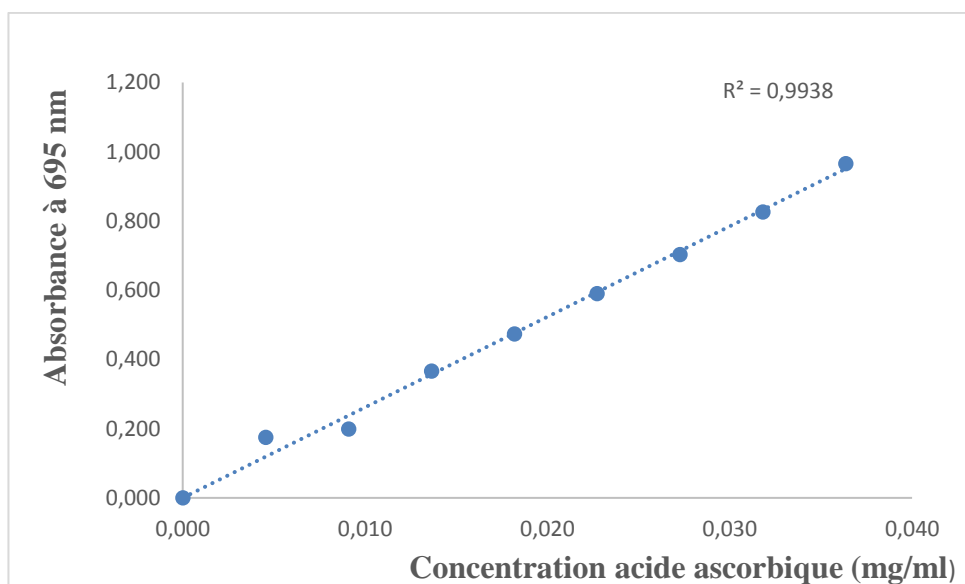
**Annexe I: Courbe d'étalonnage d'acide gallique.****Annexe II: Courbe d'étalonnage de la rutine.**



## Annexe III: Courbe d'étalonnage de catéchine



## Annexe IV: Courbe d'étalonnage d'acide ascorbique.



## Comparaison des méthodes d'extraction des principes actifs de quelques plantes médicinales

### Résumé

Afin de déterminer la meilleure méthode d'extraction des composés phénoliques, une comparaison entre une macération conventionnelle et l'extraction assistée par micro-onde a été étudiée. Les meilleurs rendements en composés phénoliques, sont obtenus par macération conventionnelle comparativement à celle assistée par micro-onde, chez les plantes médicinales d'*O. africana*, *T. aphylla* et *E. alata* avec des pourcentages d'amélioration supérieurs à 50%. L'évaluation quantitative des contenus en polyphénols totaux, flavonoïdes et tanins condensés des extraits hydroéthanoliques des plantes étudiées montrent que la macération présente les teneurs les plus élevées en polyphénols totaux, avec des maximales atteignent  $07.08 \pm 1.51$  mg EAG/ g de MS chez *T. aphylla*. L'efficacité d'extraire des flavonoïdes et des tanins condensés varie d'une espèce à l'autre. L'évaluation de l'activité antioxydante par la méthode de phosphomolybdate a révélé que l'extraction assistée par microonde présente l'avantage d'obtenir des extraits sélectifs, les plus optés à réduire le molybdène avec des taux d'amélioration de 51.03, 27.92 et 27.61% chez *E. alata*, *O. africana* et *T. aphylla*, respectivement. L'effet solvant d'extraction a été testé chez *T. aphylla* et *O. africana*. Les données obtenues montrent que l'irradiation électromagnétique du microcode augmente le rendement et la sélectivité d'extraction des composés phénoliques par l'éthanol par rapport à ceux obtenus qu'en présence de l'eau distillée.

**Mots clés :** Macération conventionnelle, micro-onde, plantes médicinales, composés phénoliques, activité antioxydante, solvant d'extraction.

### مقارنة بين طرق استخلاص العناصر الفعالة لبعض النباتات الطبية

#### ملخص

لتحديد أفضل طريقة لاستخلاص المركبات الفينولية، تمت دراسة مقارنة بين نقاعة التقليدية والاستخلاص بواسطة الميكروويف. أفضل العوائد من المركبات الفينولية تم حصول عليها عن طريق نقاعة تقليدية مقارنة مع تلك التي تم استخلاصها بواسطة الميكروويف، عند النباتات الطبية من *O. africana*، *T. aphylla* و *E. alata* مع زيادة نسب تحسين أكبر من 50%. أظهر التقييم الكمي للمحتوى البوليفينول الكلي، الفلافونويد، والعفص مكثفان مستخلصات إيثانولية مائية لنباتات المدروسة أن النقع لديه أعلى نسبة من البوليفينول الاجمالي، مع حد أقصى يصل  $(07.08 \pm 1.51)$  ملغ مكافئ حمض الغاليك/غ من المستخلص، فعالية إستخلاص الفلافونويد و العفص المكثف يختلف من نوع الى آخر. لقد تم تقييم نشاط مضادات للأكسدة عن طريق إرجاع الفوسفوموليبيدات أن استخلاص بواسطة الميكروويف لديه ميزة حصول على مسخلصات إنتقائية، الأكثر ملائمة لخفض الموليبيدان مع تحسين في معدلات 51.03 و 27.92 و 27.61% عند *E. alata* و *O. africana* و *T. aphylla* على التوالي. تم إختبار تأثير المذيب عن *O. africana* و *T. aphylla*. تظهر النتائج أن الأشعاع الكهرومغناطيسي لميكروويف يزيد من العائد وإنتقائية اسخلاص لمركبات الفينولية عن طريق الإيثانول مقارنة بتلك التي تم حصول عليها في وجود الماء المقطر.

**الكلمات المفتاحية:** النقع التقليدي، الميكروويف، النباتات الطبية، المركبات الفينولية، النشاط المضاد للأكسدة، مذيب الاستخلاص.

## Comparison of the extraction methods of the active ingredients of some medicinal plants

### Abstract

To determine the best method of extraction of phenolic compounds a comparison between conventional maceration and microwave-assisted extraction was investigated. The best yields in phenolic compounds are obtained by conventional maceration compared to that assisted by microwave, in the medicinal plants of *O. Africana*, *T. Aphylla* and *E. alata* with improvement percentages greater than 50%. The quantitative assessment of the contents of total polyphenols, flavonoids, and condensed tannins of the hydroethaonic extracts of the plants studied show that the maceration exhibits the highest levels of total polyphenols, with maximum Reach  $07.08 \pm 1.51$  mg EAG/g of MS to *T. Aphylla*. The efficacy of extracting flavonoids and condensed tannins varies from one species to another. The evaluation of antioxidant activity by the Phosphomolybdate method revealed that microwave-assisted extraction has the advantage of obtaining selective extracts, the most opted to reduce molybdenum with improvement rates of 51.03, 27.92 and 27.61% to *E. alata*, *O. Africana* and *T. Aphylla*, respectively. The extraction solvent effect was tested to *T. Aphylla* and *O. africana*. The data obtained show that the electromagnetic irradiation of microcode increases the yield and selectivity of extraction of phenolic compounds by ethanol compared to those obtained only in the presence of distilled water.

**Key words:** Conventional maceration, microwave, medicinal plants, phenolic compounds, antioxidant activity, extraction solvent