

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de L'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة محمد الصديق بن يحيى- جيجل

Université Mohammed-Seddik Benyahia-Jijel

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

Département de Biologie Moléculaire et Cellulaire



كلية علوم الطبيعة والحياة

قسم البيولوجيا الجزيئية و الخلوية

**Mémoire de fin d'étude**

En vue de l'obtention du diplôme : **Master Académique en Biologie**

**Option : Biochimie et Santé**

**Thème**

**Activité antioxydante des polyphénols extraits de deux plantes médicinales de Jijel**

**Membre de jury :**

**Présidente : M<sup>me</sup> REZZAGUI Abir.**

**Examinatrice : M<sup>me</sup> CHERBAL Asma.**

**Encadrante: M<sup>me</sup> BOUTENNOUN Hanane.**

**Présenté par :**

**M<sup>me</sup> : BOUHRIS SARA.**

**M<sup>elle</sup> : SISSAOUI IMENE.**

**M<sup>elle</sup> : SOUFANE MADIHA.**

**Année universitaire 2016-2017**

**N°d'ordre :.....**

## **Remerciement**

*« Nos sincères remerciements s'adressent avant tout à **ALLAH**  
Le tout puissant qui nous a donné le courage, la force, la volonté et la patience durant notre cursus  
universitaire ».*

*Un grand merci est également adressé à nos familles, d'abord nos parents qui nous ont encouragé,  
soutenu, épaulé, motivé et boosté tout au long de notre parcours, nous ne les remercierons jamais  
assez pour tout ce qu'ils ont fait pour nous. Ensuite à nos frères et sœurs*

*Nous adressons un énorme remerciement et un profond respect à notre encadreur Madame  
**Boutennoun Hanane**, signe de gratitude envers une personne qui a su être là, nous apprendre, nous  
soutenir, nous corriger, nous guider et nous inspirer tout au long de ce travail. En tant que  
directeur de mémoire, il s'est toujours montré à l'écoute et disponible. Nous le remercions pour  
l'aide et le temps qu'il a bien voulu nous consacrer et sans qui ce travail n'aurait jamais vu le jour.*

*Bien entendu, nous remercions chaleureusement les membres de jury Mme **CHERBAL A.** et Mme  
**RAZZAGUI A** qui ont accepté de juger notre travail.*

*Nos remerciements vont ainsi à tous les enseignants qui nous ont suivis durant notre cursus de  
formation.*

*Nous exprimons nos profondes reconnaissances au responsable du département de biologie moléculaire  
et cellulaire Dr. **Bouhous** pour ses conseils et son orientation durant nos études en master.*

*Nous remercions également tous les membres du Laboratoire de département de biologie moléculaire  
et cellulaire.*

*Et enfin nous remercions tous les camarades de nos promotions 2017.*

# Sommaire

## Sommaire

## Liste des abréviations

## Liste des figures

## Liste des tableaux

## Introduction ..... 01

### Partie bibliographique

## Chapitre I: Stress oxydant..... 03

### I.1. Définition..... 03

### I.2. Les radicaux libres..... 03

#### I.2.1. Définition..... 03

#### I.2.2. Différents types de radicaux libres..... 04

#### I.2.3. Rôle des radicaux libres..... 04

### I.3. Production des espèces réactives de l'oxygène (ROS)..... 04

#### I.3.1. Production endogène (intra-mitochondriale)..... 05

#### I.3.2. Production exogène (extra-mitochondriale)..... 05

### I.4. Conséquence du stress oxydant..... 06

#### I.4.1. Dommage de l'ADN..... 06

#### I.4.2. Peroxydation lipidique..... 06

#### I.4.3. Oxydation des protéines..... 07

### I.5. Le système antioxydant..... 08

#### I.5.1. Antioxydants enzymatiques..... 08

##### I.5.1.1. Les superoxydes dismutases (SOD)..... 08

##### I.5.1.2. Les catalases..... 09

##### I.5.1.3. Les glutathions peroxydases (GPX)..... 09

#### I.5.2. Antioxydants non enzymatiques..... 09

##### I.5.2.1. Vitamine E..... 09

##### I.5.2.2. Vitamine C (acide ascorbique) ..... 09

##### I.5.2.3. Les caroténoïdes..... 10

##### I.5.2.4. Le glutathion..... 10

I.5.2.5. Les polyphénols.....	10
<b>Chapitre II : Les composés phénoliques.....</b>	<b>12</b>
II.1. Définition .....	12
II.2. Localisation et répartition .....	12
II.3. Classification des polyphénols .....	12
II.3.1. Polyphénols monomériques.....	13
II.3.1.1. Acides phénoliques .....	13
II.3.1.2. Flavonoïdes .....	13
A. Flavonols.....	13
B. Flavones.....	13
C. Flavan-3-ols.....	13
D. Flavanones.....	14
E. Anthocyanes .....	14
F. Isoflavones.....	14
II.3.2. Polyphénols sous forme de polymères .....	14
II.3.2.1. Tanins .....	14
A. Tanins hydrolysables.....	15
B. Tannins condensés.....	15
II.3.2.2. Coumarines .....	15
II.3.2.3. Stilbénes .....	15
II.4. Biosynthèse.....	15
II.4.1. Voie de l'acide shikimique.....	15
II.4.2. Voie d'acétate malonate.....	15

II.5. Activités biologiques des polyphénols.....	16
II.5.1. Activité antioxydante.....	16
II.5.1.1. Inhibition enzymatique.....	16
II.5.1.2. Piégeage des radicaux libres .....	16
II.5.1.3. Chélation des ions métalliques.....	17
II.5.2. Autres activités.....	17
II.6. Les plantes médicinales étudiées.....	18
II.6.1. <i>Mentha rotundifolia</i> .....	18
II.6.1.1. Présentation.....	18
II.6.1.2. Classification.....	19
II.6.1.3. Propriétés thérapeutiques.....	19
II.6.2. <i>Urtica dioïca</i> .....	19
II.6.2.1. Présentation.....	19
II.6.2.2. Classification.....	20
II.6.2.3. Propriétés thérapeutiques.....	20

### **Partie pratique**

<b>I. Matériels et méthodes</b> .....	21
I.1. Matériel végétal.....	21
I.2. Préparation des extraits.....	21
I.2.1. Séchage.....	21
I.2.2. Broyage.....	22
I.2.3. Tamisage.....	22
I.2.4. Extraction des composés phénoliques.....	22
I.2.4.1. Macération.....	22
I.2.4.2. Filtration et décantation.....	23
I.2.4.3. Evaporation.....	23
I.2.5. Détermination du rendement d'extraction.....	25
I.2.6. Dosage des polyphénols.....	25
I.2.7. Dosage des flavonoïdes.....	26
I.3. Evaluation de l'activité antioxydante.....	27
I.3.1. Pouvoir antiradicalaire.....	27

I.3.2. Pouvoir réducteur.....	28
I.3.3. Neutralisation du radical peroxyde d'hydrogène (H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> ).....	30
I.4. Analyse statistique.....	31
<b>II. Résultats et interprétations</b> .....	32
II.1. Détermination du rendement d'extraction .....	32
II.2. La teneurs en polyphénols et en flavonoïdes.....	32
II.3. Evaluation de l'activité antioxydante.....	34
II.3.1. Pouvoir antiradicalaire DPPH.....	34
II.3.2. Pouvoir réducteur du fer.....	36
II.3.3. Neutralisation du radical peroxyde d'hydrogène (H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> ).....	37
<b>III. Discussion</b> .....	39
<b>Conclusion</b> .....	43
<b>Références bibliographiques</b> .....	45









## *Liste des Abréviations*

**%** : Pourcentage.

**µg** : Microgramme.

**µm** : Micromètre.

**4HNE** : 4-hydroxy-2-nonenal.

**ADN** : Acide désoxyribonucléique.

**CAT** : La catalase.

**ClO** : Hypochlorite.

**Cu<sup>+</sup>** : Cuivre.

**DPPH** : 2, 2-diphénylpicrylhydrazyl.

**EAG** : Equivalent acide gallique.

**EB** : Extrait brute.

**EOA** : Espèces oxygénées activées.

**EQ** : Equivalent quercétine.

**ERO** : Espèces radicalaires de l'oxygène.

**FeCl<sub>2</sub>** : Chlorure ferreux.

**FeCl<sub>3</sub>** : Chlorure ferrique.

**GPX** : Les glutathion peroxydase.

**GR** : Glutathion réductase.

**GSH** : Glutathion.

**GSHPX** : La phospholipide-hydro peroxyde glutathion peroxydase.

**GSSG** : Glutathion oxydé.

**H** : Heur.

**H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>** : Peroxyde d'hydrogène.

**HOO°** : Radical hydro peroxyde.

**IC50** : Concentration inhibitrice de 50 % de l'activité.

**K<sub>3</sub>Fe(CN)<sub>6</sub>** : Le ferricyanure de potassium.

**LDL** : Lipoprotéines de basse densité.

**MDA** : Malone dialdéhyde.

**ml** : Millilitre.

**mn** : Minute.

**N** : Nanomètre.

**NADPH** : Nicotinamide Adénine Dinucléotide Phosphate.

**NO°** : Radical oxyde nitrique.

**O<sub>2</sub>** : Peroxynitrite.

**O<sub>2</sub><sup>°-</sup>** : Anion super oxyde.

**-OH** : Groupements hydroxyles.

**OH°** : Radical hydroxyle.

**ONOO<sup>-</sup>** : Nitroperoxyde .

**PHGPx** : La phospholipide-hydro peroxyde glutathion peroxydase.

**RO°** : Radical alcoyle.

**ROO°** : Radical peroxyde.

**ROS** : Espèces réactives de l'oxygène.

**SOD** : Superoxydesdismutases.

**Tr** : Toure.

**UV** : Ultrat violet.

**μl** : Microlitre.

## Liste des figures

<b>Figure 01 :</b>	La balance d'équilibre entre les systèmes pro et antioxydants.....	<b>03</b>
<b>Figure 02:</b>	Production de ROS par la chaîne respiratoire.....	<b>05</b>
<b>Figure 03 :</b>	Mécanisme en chaîne de la peroxydation des acides gras polyinsaturés et nature des produits terminaux formés.....	<b>07</b>
<b>Figure 04 :</b>	Nature de quelques modifications des chaînes latérales d'acides aminés des protéines après attaque radicalaire.....	<b>08</b>
<b>Figure 05 :</b>	Classification des polyphénols.....	<b>11</b>
<b>Figure 06 :</b>	Effets biologiques des polyphénols.....	<b>17</b>
<b>Figure 07 :</b>	<i>Mentharotundifolia</i> .....	<b>17</b>
<b>Figure 08 :</b>	<i>Urtica dioïca</i> .....	<b>19</b>
<b>Figure 09 :</b>	Les situations géographiques des deux stations de récolte.....	<b>20</b>
<b>Figure 10 :</b>	Macération sous agitation magnétique.....	<b>22</b>
<b>Figure 11 :</b>	La filtration à l'aide du papier Whatman N°3.....	<b>22</b>
<b>Figure 12 :</b>	Délipidation et décantation des extraits .....	<b>22</b>
<b>Figure 13 :</b>	Evaporation des extraits phénoliques.....	<b>23</b>
<b>Figure 14 :</b>	Protocole général d'extraction des polyphénols.....	<b>23</b>
<b>Figure15 :</b>	Protocole de dosage des composés phénoliques.....	<b>25</b>
<b>Figure16 :</b>	Protocole de dosage des flavonoïdes.....	<b>26</b>
<b>Figure17 :</b>	Protocole d'étude de l'activité antiradicalaire.....	<b>27</b>
<b>Figure18 :</b>	Protocole d'étude de pouvoir réducteur fer.....	<b>28</b>
<b>Figure19 :</b>	Protocole d'étude de Pouvoir réducteur H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> .....	<b>29</b>
<b>Figure20 :</b>	Les rendements des extraits méthanoliques des deux plantes en pourcentage.....	<b>31</b>
<b>Figure21 :</b>	Courbe d'étalonnage pour le dosage des polyphénols totaux.....	<b>32</b>
<b>Figure22 :</b>	Courbe d'étalonnage pour le dosage des flavonoïdes totaux.....	<b>32</b>

<b>Figure23 :</b>	La teneur en polyphénols des deux plantes.....	<b>32</b>
<b>Figure24 :</b>	La teneur en flavonoïdes des deux plantes.....	<b>33</b>
<b>Figure25 :</b>	Pouvoir réducteur de l'extrait des deux plantes et le standard exprimé en pourcentage.....	<b>34</b>
<b>Figure26 :</b>	Pouvoir réducteur de l'extrait des deux plantes et le standard exprimé en pourcentage.....	<b>36</b>
<b>Figure27 :</b>	Pouvoir réducteur de (H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> )% des deux extraits des deux plants et le standard...	<b>37</b>

## *Liste des tableaux*

<b>Tableau I :</b>	Principaux ROS et comparaison des pouvoirs oxydants.....	<b>04</b>
<b>Tableau II :</b>	Les espèces végétales utilisées dans l'expérimentation.....	<b>19</b>
<b>Tableau III :</b>	Pouvoir réducteur de l'extrait des deux plantes et le standard exprimé en pourcentage.....	<b>34</b>
<b>Tableau IV :</b>	Pouvoir réducteur des extraits des plantes testés et le standard en fonction de la concentration appliquée.....	<b>35</b>
<b>Tableau V :</b>	Le pourcentage de réduction de(H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> )% par les deux extraits des deux plantes et le standard.....	<b>37</b>

Les plantes médicinales restent encore le premier réservoir de nouveaux médicaments. Elles sont considérées comme source de matière première essentielle pour la découverte de nouvelles molécules nécessaires à la mise au point de futurs médicaments (Maurice, 1997).

Ainsi, durant ces dernières années une recrudescence d'intérêt est remarquée concernant les effets biologiques des antioxydants naturels inclus dans la lutte contre le stress oxydatif impliqué dans le vieillissement et dans le déclenchement et la progression de plusieurs maladies.

Une réelle prise de conscience de l'importance d'une alimentation riche en fruits et légumes est apparue, en particulier dans le cadre de la prévention des maladies métaboliques telles que les pathologies cardiovasculaires, l'obésité, le diabète, les maladies neurodégénératives, etc. Une consommation élevée de fruits et légumes a pu être associée à la diminution du risque de ces maladies dans de nombreuses études épidémiologiques. De multiples constituants et micronutriments de ces aliments tels que les fibres, les vitamines, les minéraux et les polyphénols jouent potentiellement un rôle dans cet effet protecteur (Keys, 1970 ; Keys, 1995).

Les polyphénols sont des micronutriments particulièrement abondants dans les fruits, les céréales et les légumes ainsi que dans des boissons comme le thé, le café ou les jus de fruits. Ces métabolites secondaires, sont impliqués dans de nombreuses facettes des systèmes biologiques des plantes : pigmentation, mécanismes de croissance et de reproduction, protection contre les prédateurs. Leurs effets positifs qu'ils exercent sur l'organisme humain en leur qualité d'antioxydants ont commencé à être reconnus, notamment dans le domaine de la médecine préventive (Edeoga *et al.*, 2005).

Plusieurs études épidémiologiques et travaux expérimentaux ont établi que l'alimentation méditerranéenne traditionnelle est la meilleure alternative pour une meilleure santé (Keys, 1970 ; Keys, 1995).

Sur le plan floristique, la région de Jijel est très riche en plantes médicinales, parmi lesquelles on trouve *Urtica dioica* et *Mentha rotundifolia*.

L'objectif de la présente étude consiste à évaluer l'activité antioxydante des extraits polyphénoliques obtenus à partir des feuilles de *Mentha rotundifolia* et *Urtica dioica* reconnue par la médecine folklorique dans le traitement de certaines maladies en utilisant des outils biochimiques.



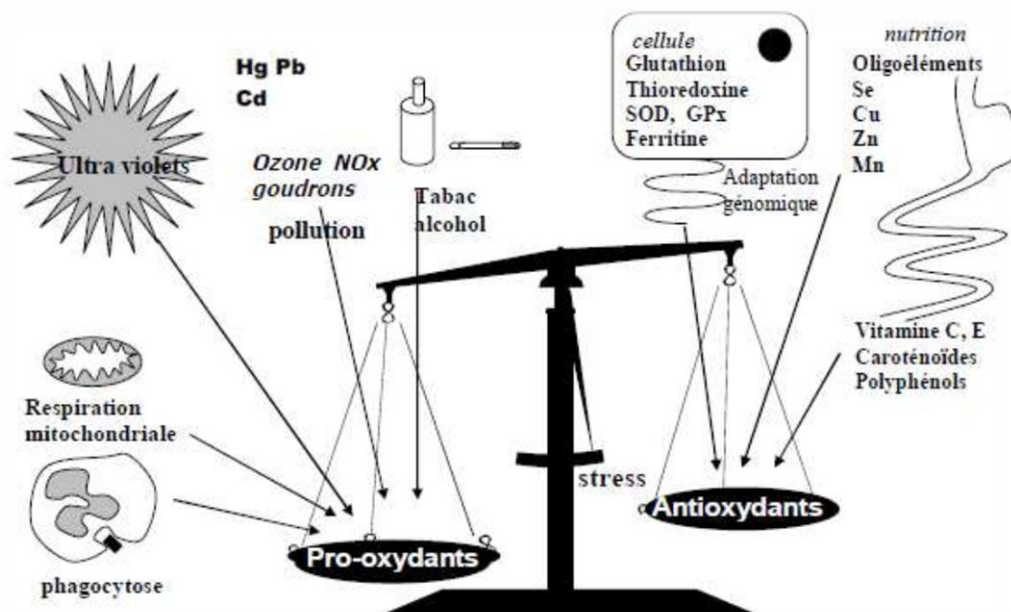
Au cours de ce travail, nous nous sommes intéressées dans la première partie à une étude bibliographique, relative au stress oxydatif, aux composés phénoliques et aux plantes étudiées.

La deuxième partie sera consacrée à l'étude expérimentale, dont on a cité la méthode d'extraction des deux échantillons étudiés, leurs teneurs en polyphénols et en flavonoïdes totaux, ainsi que l'évaluation de l'activité antioxydante en utilisant trois méthodes classiques : test DPPH, chélation du fer Ferreux et le pouvoir réducteur  $H_2O_2$ .

## I. Stress oxydant

### I.1. Définition

La production des espèces radicalaires de l'oxygène (ERO) et de leurs dérivés est physiologique. Lorsque cette production dépasse les capacités de défenses antioxydants de l'organisme, cette rupture d'équilibre correspond à l'état dit de « stress oxydant » (Roussel, 2009). Le stress oxydatif résulte d'un déséquilibre de la balance « Pro-oxydants/antioxydants », ce qui se traduit par des dommages oxydatifs de l'ensemble des constituants cellulaires : les lipides avec perturbations des membranes cellulaires, les protéines avec l'altération des récepteurs et des enzymes et les acides nucléiques avec un risque de mutation et de cancérisation. Un stress oxydatif peut donc se développer suite à une surproduction de radicaux libres comme les espèces oxygénées activées (EOA) et/ou à une diminution des systèmes de défense antioxydants (figure1) (Sergent *et al.*, 2001).



**Figure1** : La balance d'équilibre entre les systèmes pro-oxydants et antioxydants (Favier, 2006).

### I.2. Les radicaux libres

#### I.2.1. Définition

Un radical libre est une espèce chimique (atome, molécule, fragment de molécule) contenant un ou plusieurs électrons non appariés sur l'orbite extérieure (Afonso *et al.*, 2007). Dans les phénomènes de stress oxydant, les radicaux libres qui interviennent ont une propriété caractéristique commune, celle d'avoir un électron célibataire sur un atome d'oxygène. Cette configuration instable crée de l'énergie qui est libérée par les réactions avec des molécules adjacentes, telles que les protéines, les lipides, les glucides et les acides nucléiques ce qui provoque leur inhibition et accélère

leur dégradation (Ratnam *et al.*, 2006). Ceci leur confère la dénomination d'espèces réactives de l'oxygène (ERO ou ROS) (Serteyn *et al.*, 2002).

### I.2.2. Différents types de radicaux libres

Il ya plusieurs types des radicaux libres tel que l'anion super oxyde ( $O_2^{\circ-}$ ), le radicale hydroxyle ( $^{\circ}OH$ ) et le monoxyde d'azote ( $NO^{\circ}$ ). D'autres espèces dérivées de l'oxygène comme l'oxygène singulet (Droge, 2002), le peroxyde d'hydrogène ( $H_2O_2$ ) ou nitroperoxyde ( $ONOO^-$ ) qui ne sont pas de radicaux libres, mais sont aussi réactifs et peuvent être des précurseurs (tableau I).

**Tableau I :** Principaux ROS et comparaison des pouvoirs oxydants (Crompton, 1999).

Nom	Symbole
Anion super oxyde.	$O_2^{\circ-}$
Radical hydroxyle.	$^{\circ}OH$
Radical hydro peroxyde.	$HOO^{\circ}$
Peroxyde d'hydrogène.	$H_2O_2$
Hypochlorite.	$ClO$
Oxygène singulet.	$1O_2$
Peroxynitrite.	$ONOO^{\circ}$
Radical alcoxyle.	$RO^{\circ}$
Radical peroxyde.	$ROO^{\circ}$
Radical oxyde nitrique.	$NO^{\circ}$
<b>Pouvoir oxydant:</b> $^{\circ}OH > RO^{\circ} > HOO^{\circ} > ROO^{\circ} > NO^{\circ}$	

### I.2.3. Rôle des radicaux libres

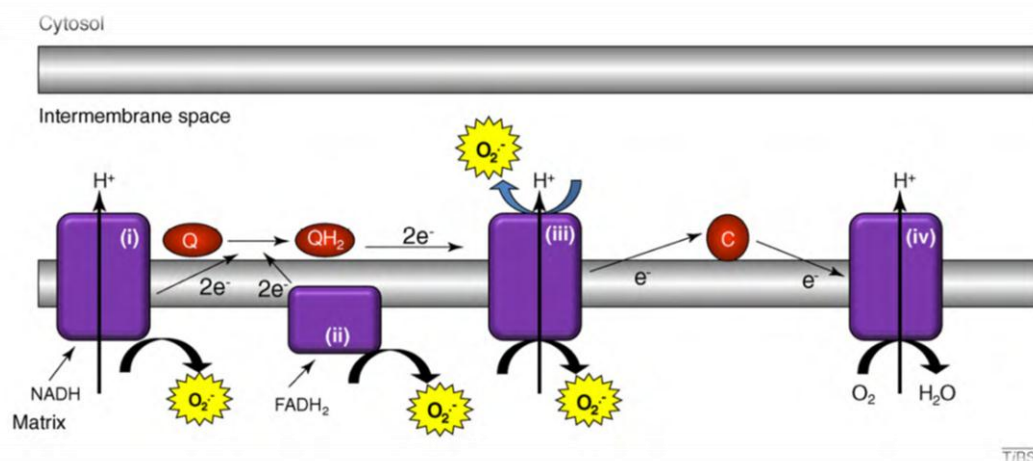
La production de ces espèces pro-oxydantes est normale à faible concentration et s'accompagne d'un rôle physiologique important. Du fait de leur haute réactivité, elles régulent le phénomène d'apoptose, en entraînant la mort des cellules (Wang *et al.*, 1999 ; Soobrattee *et al.*, 2005). Elles activent des facteurs de transcription, eux-mêmes responsables de l'activation de gènes impliqués dans la réponse immunitaire (phagocytose) (Goldsby *et al.*, 2001). Elles modulent encore l'expression de gènes de structure codant pour les enzymes antioxydants (Valko *et al.*, 2007).

### I.3. Production des espèces réactives de l'oxygène (ROS)

Les radicaux libres peuvent avoir plusieurs origines. Ils sont issus du métabolisme physiologique, mais ils peuvent aussi être produits lors de « déviations » du métabolisme cellulaire.

### I.3.1. Production endogène (intra-mitochondriale)

La mitochondrie est considérée comme source majeure des ROS (Stowe et Amadou, 2009). Une proportion significative de l'oxygène (2 à 6 %) échappe à la réduction complète en molécule d'eau et subit une réduction monoélectronique au niveau des complexes I, II et III de la chaîne respiratoire pour donner naissance à l'anion superoxyde ( $O_2^{\cdot-}$ ) (Hamanaka et Chandel, 2010 ; Kowaltowski *et al.*, 2009 ; Murphy, 2009). Soixante-dix % à 80 % de l'anion superoxyde cellulaire est produit au niveau de la chaîne respiratoire mitochondriale faisant de cette dernière le site majeur de production ( $O_2^{\cdot-}$ ) dans la cellule (figure 2). Le radical superoxyde ( $O_2^{\cdot-}$ ) peut être transformé en peroxyde d'hydrogène ( $H_2O_2$ ) puis en radical hydroxyle ( $OH^{\cdot}$ ). Ces produits, dérivés de l'oxygène, sont appelés « espèces réactives de l'oxygène ou ROS (Reactive Oxygen Species) ». Les ROS sont généralement instables et peuvent réagir rapidement avec d'autres molécules chimiques environnantes du fait de leur électron célibataire. Ils peuvent soit « arracher » (oxydant) soit céder un électron (réducteur) (Herrero *et al.*, 2008).



**Figure 2 :** Production de ROS par la chaîne respiratoire (Hamanaka et Chandel, 2010).

### I.3.2. Production exogène (extra-mitochondriale)

L'organisme humain est soumis à l'agression de différents agents capables de donner naissance à des espèces réactives oxygénées.

L'ingestion d'alcool est suivie de la formation des radicaux libres selon divers mécanismes. La xanthine oxydase et l'aldéhyde oxydase peuvent oxyder le principal métabolite de l'éthanol, l'acétaldéhyde avec production d' $O_2^{\cdot-}$ . Les radiations ionisantes provoquent également la génération des radicaux libres dérivés de l'oxygène (Sies, 1991).

D'autres facteurs peuvent conduire à la formation des ROS : les xénobiotiques (toxines, pesticides, herbicides) et les médicaments, en plus des aliments qui peuvent contenir des oxydants (Curtay et Robin, 2000).

## **I.4. Conséquences de stress oxydant**

De légers stress augmenteront la prolifération cellulaire et l'expression des protéines d'adhésion, des stress moyens faciliteront l'apoptose, alors que de forts stress provoqueront une nécrose et des stress violents désorganiseront la membrane cellulaire (Favier, 2006), par peroxydation des lipides, à l'oxydation des protéines et Dommage d'ADN (Koechlin-Ramonatxo, 2006), entraînant des lyses immédiates (Favier, 2006). Les conséquences du stress oxydant seront extrêmement variables selon la dose et le type cellulaire (Cillard J et Cillard P, 2006). De nombreuses autres anomalies biologiques sont induites par le stress oxydant : mutation, carcinogénèse, malformation des fœtus, dépôt de protéines anormales, fibrose, formation d'auto-anticorps, dépôt de lipides oxydés et immunosuppression (Favier, 2006).

### **I.4.1. Dommage de l'ADN**

Les dommages engendrés par le stress oxydant au niveau de l'ADN sont de cinq types à savoir l'oxydation des bases, la formation de sites abasiques, la formation d'adduits intracaténaux (Cadet *et al.*, 2002) (réaction entre les bases aminées de l'ADN et des aldéhydes comme le Malon dialdéhyde ou le 4-hydroxy-2-nonéanal provenant de la peroxydation lipidique) (Therond, 2006), la formation des cassures des brins et des pontages ADN-protéines (Cadet *et al.*, 2002).

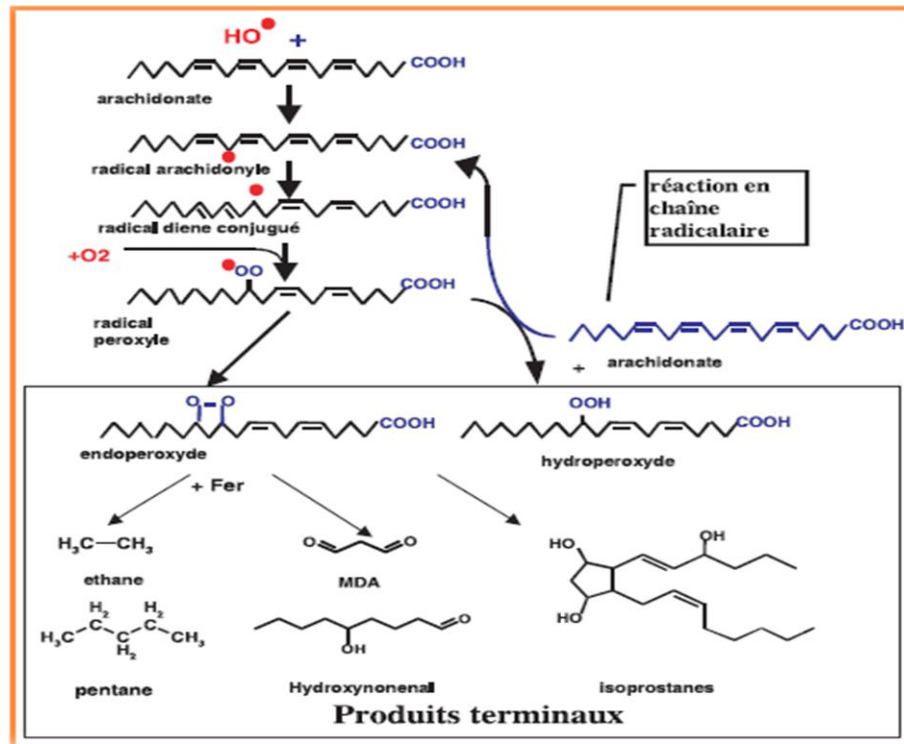
Au niveau de l'ADN, la guanine est très sensible à l'oxydation. Des bases modifiées telles que la 8-oxoguanine, 8-nitroguanine et 8-oxoadénine peuvent entraîner des coupures d'ADN ou des mésappariements ayant pour conséquence des mutations. Les attaques radicalaires peuvent avoir lieu au niveau de la liaison entre le désoxyribose et les bases puriques et pyrimidiques formant un site abasique ou attaquer directement le désoxyribose générant des coupures de chaîne simple brin (Favier, 2003).

### **I.4.2. Peroxydation lipidique**

La peroxydation lipidique est un phénomène également très important. Les membranes des cellules sont particulièrement riches en acides gras polyinsaturés (30 à 50 %) présents dans les phospholipides, les sphingolipides et les cardiolipines. Les lipoprotéines telles que les lipoprotéines de basse densité (LDL) riches en cholestérol et en phospholipides, sont également des cibles privilégiées de la peroxydation lipidique.

La lipoperoxydation des membranes va altérer leur fonctionnalité (modification de leur perméabilité, de leur fluidité, perte d'activité d'enzymes, de récepteurs...) (Josiane et Pierre, 2006), par le radical hydroxyle capable d'arracher un hydrogène sur les carbones situés entre deux doubles liaisons, pour former un radical diène conjugué, oxydé en radical peroxyde (Favier, 2003).

Les hydroperoxydes instables en se décomposant vont donner de nouveaux radicaux libres provoquant des oxydations des biomolécules, mais aussi des aldéhydes réactifs malonedialdéhyde (MDA) et 4-hydroxynonanal (4HNE) qui feront des adduits sur les groupements  $\text{NH}_2$  des biomolécules (acides nucléiques, protéines, lipides) (figure 3) (Josiane et Pierre, 2006).



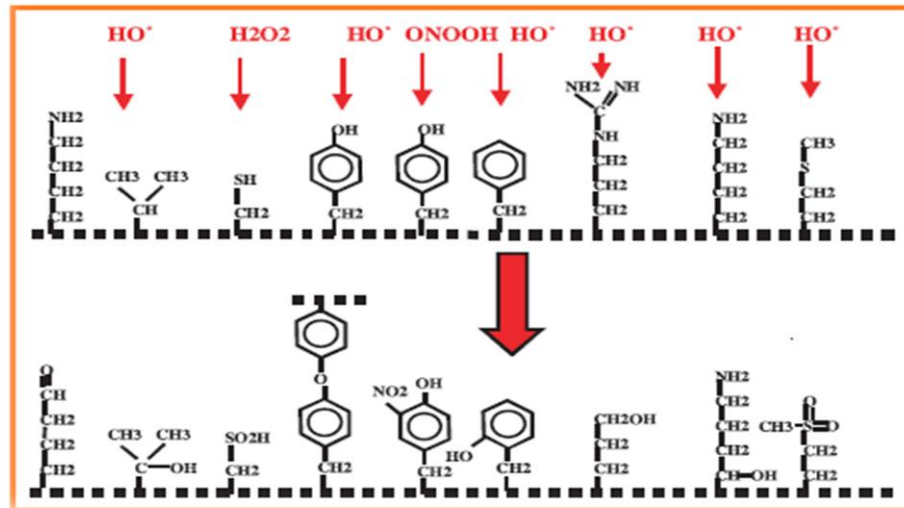
**Figure 3 :** Mécanisme en chaîne de la peroxydation des acides gras polyinsaturés et nature des produits terminaux formés (Favier, 2003).

### I.4.3. Oxydation des protéines

Les protéines sont les constituants cellulaires les plus abondants et sont par conséquent des cibles importantes du stress oxydant (Hunt et Wolff, 1991 ; Thannickal et Fanburg, 2000). La modification structurale mineure d'une protéine peut induire une modification dans le fonctionnement de celle-ci. Comme pour les lipides, c'est le radical hydroxyle qui est le plus réactif responsable des altérations oxydatives des protéines introduisant de nouveaux groupes fonctionnels telles que les fonctions hydroxyles ou carbonyles qui contribuent aux altérations de la fonction des protéines, la modification de leur conformation et de leur fragmentation (Baudin, 2006).

L'action des radicaux libres a lieu sur les chaînes latérales de certains acides aminés comme le thiol des cystéines. A proximité des sites de liaison d'ions métalliques peuvent se dérouler des réactions d'oxydation qui produisent des acides aminés anormaux. Les radicaux libres sont également responsables de la formation de ponts disulfures qui modifient la conformation des

protéines et nuisent à leur activité biologique (activité enzymatique, transduction d'un signal ou système de transport) (figure 4) (Jacques et André., 2004).



**Figure 4 :** Nature de quelques modifications des chaînes latérales d'acides aminés des protéines après attaque radicalaire (Favier, 2003).

## I.5. Le système antioxydant

Le système antioxydant humain est divisé en deux grands groupes, les antioxydants enzymatiques et les antioxydants non enzymatiques (Carocho et Ferreira, 2013). Ces antioxydants sont d'autant plus importants que certains peuvent être utilisés en thérapeutique pour tenter de prévenir le stress oxydatif (Goudable et favier, 1997).

### I.5.1. Antioxydants enzymatiques

#### I.5.1.1. Les superoxydes dismutases (SOD)

Les superoxydes dismutases sont les premiers et les plus importants éléments de défense contre les EOR et plus particulièrement contre l'anion superoxyde (Zelko *et al.*, 2002). En effet, même si elles sont à l'origine de la production de peroxyde d'hydrogène, elles permettent surtout de diminuer la durée d'existence de l'anion superoxyde et ainsi, d'empêcher la formation d'espèces beaucoup plus néfastes comme le peroxynitrite. Découverte en 1969 par Mc Coord et Fridovich (Valko *et al.*, 2007), il existe trois isoformes de la superoxyde dismutase (SOD 1 ou CuZn-SOD, SOD 2 ou Mn-SOD, SOD 3 ou Fe-SOD) qui diffèrent par leurs localisations et leurs cofacteurs (Fridovich, 1997).

### **I.5.1.2. Les catalases**

La catalase est une protéine hémique, formée de quatre chaînes polypeptidiques, comportant chacune un groupe hème, qui constituent les sites actifs de la CAT (Delattre *et al.*, 2005). Elle catalyse la transformation du peroxyde d'hydrogène en eau et oxygène moléculaire pour prévenir la formation des radicaux hydroxyles (Bonfont-Rousselot *et al.*, 2003).

### **I.5.1.3. Les glutathions peroxydases (GPX)**

La glutathion peroxydase (GPx) fait partie d'un système complet qui joue un rôle central dans le mécanisme d'élimination du H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>. Ce système prend aussi en charge les lipides peroxydés. La GPx est l'enzyme chef du système antioxydant et nécessite la présence de glutathion réduit (GSSG) ainsi produit est à nouveau réduit par la glutathion réductase (GR) qui utilise le Nicotinamide Adénine Dinucléotide Phosphate (NADPH) comme donneur des électrons (Kim *et al.*, 2001). Il existe également une glutathion peroxydase associée à la membrane mitochondriale, la phospholipide-hydro peroxyde glutathion peroxydase (PHGPx) qui est spécifiquement impliquée dans la diminution de la peroxydation lipidique (Nomura et Imai, 2000).

## **I.5.2. Antioxydants non enzymatiques**

### **I.5.2.1. Vitamine E**

Cette vitamine est décrite comme étant le principal antioxydant liposoluble dans le plasma et les érythrocytes chez l'homme (Delattre *et al.*, 2005). Elle agit *in vivo* et *in vitro* en neutralisant les radicaux libres, devenant elle-même un radical non toxique. La réduction de la vitamine E oxydée est assurée par la vitamine C. Les concentrations de ces deux vitamines sont donc nécessairement liées pour la protection contre la peroxydation lipidique. Dans le plasma, la vitamine E est transportée par les LDL. Elle est distribuée aux cellules par le récepteur du cholestérol (Goudable et Favier, 1997).

### **I.5.2.2. Vitamine C (acide ascorbique)**

La vitamine C ou acide L-ascorbique est hydrosoluble. Elle joue un rôle de prévention de l'oxydation dans le plasma et les fluides extracellulaires, dont elle est considérée comme le plus important antioxydant (Koolman et Röhm, 2004). Son action est directe et indirecte, elle agit directement sur les ERO (superoxydes, hydroxyle, oxygène singulet, radicaux lipidiques) et indirectement par son action de régénération de la vitamine E et du GSH. L'organisation spatiale de la vitamine C lui permet de se lier à la phase aqueuse de la vitamine E oxydée dans la membrane cellulaire, et de rapidement lui céder son électron. Après avoir cédé son électron, la vitamine C



forme un radical très peu réactif, qui sera ensuite reconverti en vitamine C par une enzyme réductase, qui utilise du GSH ou par l'acide alpha-lipoïque (Duarte *et al.*, 2007).

### **I.5.2.3. Les caroténoïdes**

Les caroténoïdes sont des pigments organiques qui sont naturellement produits par les plantes, les algues, certains types de champignons et certaines bactéries (Masaki, 2010), mais pas les animaux (Rao A.V et Rao L.G, 2007), c'est-à-dire les animaux et les humains ne peuvent pas synthétiser les caroténoïdes de *novo* et dépendent de l'apport alimentaire (Stahl et Sies, 2005).

Les caroténoïdes sont des antioxydants liposolubles (Fusco *et al.*, 2007), ils sont une source importante de la vitamine A (Rao A.V et Rao L.G, 2007). L'activité antioxydante est connue pour être l'une des propriétés biologiques les plus importantes des caroténoïdes (Polyakov *et al.*, 2006). Il existe plusieurs membres dans le groupe des caroténoïdes, mais le caroténoïde le plus connu et étudié est le  $\beta$ -carotène, qui est un puissant antioxydant capable d'éteindre rapidement l'oxygène singulet (Fusco *et al.*, 2007).

### **I.5.2.4. Le Glutathion**

Le glutathion joue un rôle majeur dans la protection des lipides, des protéines et des acides nucléiques contre l'oxydation. En situation de stress oxydant, son rôle protecteur et détoxifiant résulte principalement de sa fonction de coenzyme des GSHPX. Il fait aussi l'objet d'interactions synergiques avec d'autres composants du système protection antioxydant tels que la vitamine C ou la vitamine E (Goudable et Favier, 1997).

### **I.5.2.5. Les polyphénols**

Les polyphénols, dénommés aussi composés phénoliques, sont des molécules spécifiques du règne végétal (Mompon *et al.*, 1996 ; He *et al.*, 2008). Ils sont présents dans toutes les parties des végétaux supérieures (racines, tiges, feuilles, fleurs, pollens, fruits, graines et bois). Ils ont une multitude d'activités biologiques dépendant de leur structure chimique, et ils constituent une importante famille d'antioxydants dans les plantes (Boizot et Charpentier, 2006).

Ce sont les principaux antioxydants diététiques, leurs apports alimentaires journaliers sont d'environ 1 g (Pérez-Jiménez *et al.*, 2008). Ils sont un groupe de molécules chimiques produites par les plantes, caractérisées par la présence d'unités phénoliques dans leur structure moléculaire (Masaki, 2010). Les polyphénols comprennent une multitude de structures chimiques, à partir des molécules simples comme les acides phénoliques, aux composés hautement polymérisés, tels que les tannins condensés (Galleano *et al.*, 2010).

## II. Les composés phénoliques

### II.1. Définition

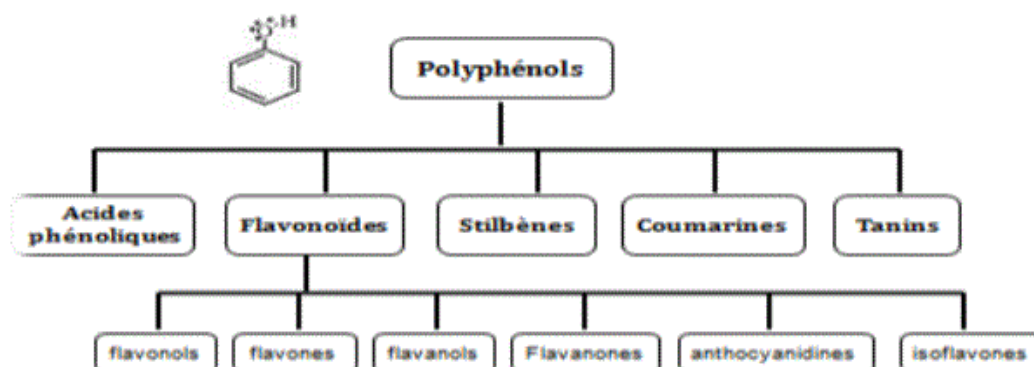
Les polyphénols sont des métabolites secondaires des plantes (Auger *et al.*, 2014) qui possèdent plusieurs groupements phénols, c'est-à-dire un noyau aromatique sur lequel sont présents un ou plusieurs groupements hydroxyles ( $-OH$ ) (Bennetau-Pelissero, 2014). Ils constituent le groupe de métabolites le plus large et le plus répandu du règne végétal (Martin et Andriantsitohaina, 2002) et ils sont présents en grande quantité dans les fruits, les légumes et les produits naturels (Vauzour, 2014).

### II.2. Localisation et répartition

Les composés phénoliques constituent les principes actifs de nombreuses plantes médicinales. On les trouve, d'une manière générale dans toutes les plantes vasculaires. La répartition des composés phénoliques est très caractéristique. Ils s'accumulent principalement dans deux sites : d'une part dans la paroi cellulaire ou sont présentes les lignines et d'autre part dans la vacuole ou sont stockés les phénols solubles (acide chlorogénique, anthocyanes, flavonols, tanin...). Certains flavonoïdes pourraient également être présents au niveau du noyau et de la membrane plasmique mais toujours à faible concentration (Peer *et al.*, 2001).

### II.3. Classification des polyphénols

Les composés phénoliques présentent une grande diversité de structures (Richard *et al.*, 2014). C'est une classe constituée d'environ 8000 composés (Vauzour, 2014). On peut les distinguer en se basant sur le nombre d'atomes constitutifs ou sur la structure de squelette de base. La figure 5 résume les principales classes qui sont largement répandues (Macheix *et al.*, 2006).



**Figure 5** : Classification des polyphénols (Macheix *et al.*, 2006).

### II.3.1. Polyphénols monomériques

#### II.3.1.1. Acides phénoliques

Ce sont des composés organiques possédant au moins une fonction carboxylique et un hydroxyle phénolique (Bruneton, 2008). Ils se divisent en deux classes : les dérivés de l'acide benzoïque (les acides hydroxycinnamiques) et les dérivés de l'acide cinnamique (les acides hydroxybenzoïques) (Pandey et Rizvi, 2009).

#### II.3.1.2. Flavonoïdes

Les flavonoïdes sont un grand groupe des composés polyphénoliques, exprimés de façon omniprésente dans les plantes (Marzocchella *et al.*, 2011). Les flavonoïdes se répartissent en quinze familles de composés, dont les plus importantes sont les suivantes : *flavones*, *flavonols*, *flavanones*, *isoflavones* (Harborne et Williams, 2000 ; Kuresh *et al.*, 2002), les flavan-3 ols et les anthocyanes (Crozier *et al.*, 2009). Ils interviennent dans la pigmentation des fleurs et dans les processus de défense contre les rayonnements UV, les herbivores et les attaques microbiennes (Crozier, 2003).

##### A. Flavonols

Les flavonols contiennent un hétérocycle pyrone (Crozier *et al.*, 2006). Ce sont des pigments jaunes qui se trouvent sous forme glycosylée (Moreno et Peinado, 2012). La glycosylation se produit généralement à la position 3 du noyau C mais elle peut également se produire sur les carbones C5, C7, C4', C3' et C5' (Crozier *et al.*, 2006; Crozier *et al.*, 2009). Les flavonols glycosylés sont présents dans l'épicarpe des raisins rouges et blancs (Moreno et Peinado, 2012).

##### B. Flavones

La structure des flavones ressemble à celle des flavonols (Crozier *et al.*, 2006). L'hétérocycle est formé de 3 atomes de carbones non saturés avec une double liaison entre les carbones 2 et 3, comme les flavonols, avec lesquels ils diffèrent par l'absence du groupement OH en position 3 (Murkovic, 2003). Les flavones se trouvent essentiellement dans le céleri, le persil et quelques fines herbes. Les flavones polyméthoxylés, tels que la tangéretine et la nobilétine, se trouvent dans les agrumes (Crozier *et al.*, 2009).

##### C. Flavan-3-ols

Les flavan-3-ols représentent la sous-classe de flavonoïdes la plus complexe allant des simples monomères, la (+)-catéchine et son isomère l'(-)-épicatéchine aux oligomères et polymères de proanthocyanidines qui sont aussi appelés tanins condensés. Les flavan-3-ols possèdent un

carbone C3 saturé dans l'hétérocycle C. Contrairement aux autres classes des flavonoïdes, les monomères de flavan-3-ols se retrouvent dans les fruits sous forme libre, plutôt que sous forme glycosylée ou estérifiée (Murkovic, 2003). Cela est dû à leur tendance à se combiner entre eux pour former des polymères (Moreno et Peinado, 2012).

#### **D. Flavanones**

La structure des flavanones se caractérise par l'absence de la double liaison dans l'hétérocycle C, et la présence d'un centre chiral au carbone C2. Les flavanones peuvent être hydroxylés, glycosylés et O-méthylés. Ils sont présents à des concentrations élevées dans les agrumes (Crozier *et al.*, 2006).

#### **E. Anthocyanes**

Le terme anthocyane est un terme général qui désigne les anthocyanidines et les anthocyanosides. Les anthocyanidines sont des flavonoïdes contenant un hétérocycle pyrrole, alors que les anthocyanosides sont constitués d'une anthocyanidine liée à un sucre par une liaison glycosidique. Les différentes couleurs des anthocyanes reflètent leurs différences structurales (nombre de groupements hydroxyles, présence ou absence de méthylation et de glycosylation) (Swanson, 2003).

#### **F. Isoflavones**

La structure des isoflavones diffère de celle des autres flavonoïdes, par le fait que l'anneau B est attaché à l'hétérocycle C à la position C3, et non pas à la position C2 (Crozier *et al.*, 2006). Les isoflavones peuvent porter plusieurs substituants, ainsi que des noyaux hétérocycliques supplémentaires. L'enzyme isoflavone synthase est responsable de la transformation des flavones en isoflavones (Murkovic, 2003). Les isoflavones se trouvent presque exclusivement chez les légumineuses, et surtout chez le soja. Les isoflavones (génistéine et daidzéine) possèdent une activité oestrogénique importante et peuvent affecter gravement la reproduction des ruminants, comme les vaches et les moutons (Crozier *et al.*, 2006).

### **II.3.2. Polyphénols sous forme de polymères**

#### **II.3.2.1. Tanins**

Les tanins représentent une classe très importante de polyphénols localisés dans les vacuoles (Aguilera-Carbo *et al.*, 2008). Historiquement, le terme «tanin» regroupe des composés polyphénoliques caractérisés par leurs propriétés de combinaison aux protéines, (Paris et

Hurabeillen, 1981) d'où leur capacité à tanner le cuir. Sur le plan structural, les tanins sont divisés en deux groupes, tanins hydrolysables et tanins condensés (Linden et Lorient, 1994).

**A. Tanins hydrolysables :** sont des esters du D-glucose et de l'acide gallique ou de ses dérivés, en particulier l'acide ellagique (Cowan, 1999 ; O'Connell et Fox, 2001). Ces substances sont facilement hydrolysables par voie chimique ou enzymatique (tannase) (Ribéreau-Gayon, 1968).

**B. Tannins condensés :** les tannins condensés ou les proanthocyanidines sont des polymères constitués d'unités flavane reliées par des liaisons entre les carbones C4 et C8 ou C4 et C6 (Bruyne *et al.*, 1999 ; O'Connell et Fox, 2001).

### II.3.2.2. Coumarines

La coumarine (1,2-benzopyrone) est un composé d'origine naturelle, étant présent dans une grande variété de plante notamment dans les racines (Sproll *et al.*, 2008). Elles sont caractérisées par une structure qui comporte le noyau benzo- $\alpha$  pyrone (coumarine), famille de molécules qui se composent d'un noyau benzénique relié à un noyau pyrone (Jain et Joshi, 2012).

### II.3.2.3. Stilbènes

Les stilbènes sont des composés phénoliques contenant deux noyaux aromatiques reliés par une double liaison (C6-C2-C6) (Waterhouse et Lamuela-Raventos, 1994). Ce sont des phytoalexines produites par les plantes en réponse à des maladies, à des blessures et au stress (Crozier *et al.*, 2009). Ces composés sont présents dans de nombreuses familles de plantes supérieures mais les principales sources alimentaires sont le raisin (les graines, la peau, et les tiges) et le vin (Sun *et al.*, 2006).

## II.4. Biosynthèse

Les composés phénoliques des végétaux sont issus de deux grandes voies d'élaboration de cycles aromatiques (Guignard, 2000) :

### II.4.1. Voie de l'acide shikimique

Elle conduit après transamination et désamination, aux acides cinnamiques et à leurs nombreux dérivés tels que les acides benzoïques ou les phénols simples.

### II.4.2. Voie d'acétate malonate

Elle conduit à des poly  $\beta$ -coesters (polyacétates) de longueur variable menant par cyclisation

à des composés polycycliques tels que les dihydroxy-1,8 anthraquinones ou les naphthoquinones. De plus, la diversité structurale des composés polyphénoliques due à cette double origine biosynthétique, est encore accrue par la possibilité d'une participation simultanée des deux voies dans l'élaboration de composés d'origine mixte (Martin et Tsitohaina, 2002). Cette biosynthèse a permis la formation d'une grande diversité de molécules qui sont spécifiques d'une espèce de plante, d'un organe ou d'un tissu particulière (Guignard, 2000 ; Bruneton, 2008).

## **II.5. Activités biologiques des polyphénols**

### **II.5.1. Activité antioxydante**

La principale caractéristique des polyphénols est qu'ils sont des agents antioxydants très puissants (Frei et Higdon, 2003 ; Oszmianski *et al.*, 2007). En effet, ils sont capables de piéger les radicaux libres et d'activer les autres antioxydants présents dans le corps. Cette activité antioxydante permet aux polyphénols de réguler les radicaux bon-mauvais (qui peuvent être les deux), comme l'oxyde nitrique qui favorise une bonne circulation sanguine, coordonne l'activité du système immunitaire avec celle du cerveau et module la communication entre les cellules de ce dernier (Srivastava *et al.*, 2000 ; Kenny *et al.*, 2007). Les principaux mécanismes d'activité antioxydante sont : le piégeage direct des radicaux libres (EOR), l'inhibition enzymatique et la chélation des ions métalliques (Halliwell, 1994).

#### **II.5.1.1. Inhibition enzymatique**

L'inhibition de la production des EOR par les polyphénols, particulièrement les flavonoïdes, peut procéder directement par formation de complexe inhibiteur-enzyme et/ou par piégeage directe des EOR. Cette double action est bien illustrée par le cas de la xanthine oxydase, cet enzyme est considéré comme une source biologique importante de radical superoxyde. Hansaki et ses collaborateurs (1994), dans une étude sur la maladie de la goutte, ont montrés que les flavonoïdes peuvent agir sur l'activité de la xanthine oxydase et par conséquent, peuvent prévenir cette maladie en réduisant à la fois les concentrations de l'acide urique et celles du radical superoxyde dans les tissus humains (Hanasaki *et al.*, 1994).

#### **II.5.1.2. Piégeage des radicaux libres**

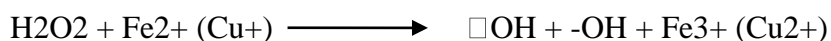
Les composés phénoliques ont des propriétés antioxydants en raison de leur capacité à piéger les radicaux libres et les espèces réactives de l'oxygène, le processus est radicalaire (Sökmen *et al.*, 2012). Ils interfèrent avec l'oxydation des lipides et d'autres molécules par la donation rapide d'un atome d'hydrogène aux radicaux libres selon un mécanisme proposé dès 1976 par Sherwin :

l'antioxydant cède formellement un radical hydrogène, qui peut être un transfert d'électrons suivi plus ou moins rapidement par un transfert de proton pour donner un radical intermédiaire. Il est stabilisé par ses structures mésomères conjuguées.

Les composés phénoliques possèdent une structure chimique idéale pour le piégeage des radicaux libres, parce qu'ils possèdent des groupes phénoliques hydroxyles qui sont susceptibles de donner un atome d'hydrogène ou un électron au radical libre et un système aromatique stabilisé par la résonance (Dai *et al.*, 2010).

### II.51.3. Chélation des ions métalliques

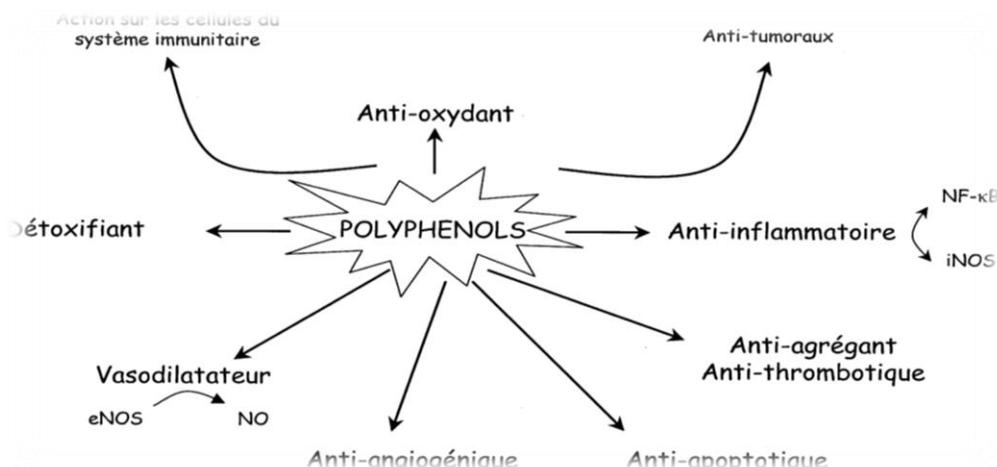
Divers polyphénols abondants dans les plantes et dans l'alimentation sont considérés comme de bons chélateurs des ions. Les ions du fer ou du cuivre sont essentiels pour de nombreuses fonctions physiologiques. Ils entrent notamment dans la composition de cofacteurs d'enzymes du système de défense antioxydant (par exemple : les ions du fer pour la catalase, et ceux du cuivre pour le superoxyde dismutase). Mais ils sont aussi responsables de la production du radical hydroxyle par la réduction du peroxyde d'hydrogène selon la réaction de Fenton :



En outre, l'autoxydation des ions  $\text{Fe}^{2+}$  et  $\text{Cu}^+$  est une source de superoxyde et peroxyde d'hydrogène. Ainsi, complexer les ions du fer et du cuivre sous une forme qui bloque leur activité redox est un mécanisme d'action antioxydant métalliques (Hider *et al.*, 2001 ; Brown *et al.*, 1998 ; Morris *et al.*, 1995).

### II.5.2. Autres activités

Les polyphénols possèdent des propriétés anti-agrégantes plaquettaires, anti-inflammatoires, anti-allergènes, antitumorales et antithrombotiques. Ils ont également la capacité de moduler les processus hémostatiques, vasomoteurs, apoptotiques, prolifératifs et migratoires et finalement le remodelage vasculaire et l'angiogenèse (Figure 6) (Martin et Tsiotou, 2002).



**Figure 6 :** Effets biologiques des polyphénols (Martin et Tsiotou, 2002).

## II.6. Les plantes médicinales étudiées

### II.6.1. *Mentha rotundifolia*

#### II.6.1.1. Présentation

*Mentha rotundifolia*, est une plante herbacée et aromatique qui appartient à la famille des Lamiaceae. Elle est considérée comme un hybride dérivé d'un croisement entre *Mentha longifolia* et *Mentha suaveolens*. Elle est très largement distribuée, autour du bassin méditerranéen, en Amérique, en Occident, en Asie et en Afrique du Nord. Cette plante se développe sauvagement dans une région humide à la fois dans les plaines que dans les montagnes (Ansari *et al.*, 2015).

En Algérie, cette plante endémique est connue comme «timarssat» (Brada *et al.*, 2006). Ses feuilles possèdent un parfum fruité fort et sont couramment mélangées avec du thé, du café, du dessert et de la salade (figure 7) (Wang *et al.*, 2013).



**Figure 7 :** *Mentha rotundifolia*. (Région de Taxanna, 2017).



### II.6.1.2. Classification

La systématique de *Mentha rotundifolia* est la suivante (Skaria *et al.*, 2007) :

Règne :        Plantae  
Division :     Embryophyta  
Subdivision : Angiosperme  
Classe :       Dicotyledonae  
Famille :      Lamiaceae  
Genre :        *Mentha*  
Espèce :       *Mentha rotundifolia*.

### II.6.1.3. Propriétés thérapeutiques

En Algérie, *Mentha rotundifolia* est largement utilisée dans différents traitements médicamenteux traditionnels (Benabdallah *et al.*, 2016 ; Ladjel *et al.*, 2011). La décoction des feuilles est faite pour une application topique pour traiter les abcès et comme rince-bouche pour les douleurs dentaires. En outre, la plante est signalée pour traiter la bronchite, la toux et la colite ulcéreuse. Elle est également prise comme tonique, utilisée comme stimulant, stomachique, carminatif, analgésique, cholérique, antispasmodique et hypotensif ainsi qu'une épice commune (Brahmia *et al.*, 2016).

## II.6.2. *Urtica dioïca*

### II.6.2.1. Présentation

*Urtica dioïca*., connue sous le nom d'ortie est une plante de la famille des *Urticaceae* (Babaei1 *et al.*, 2017). Elle est originaire d'eurasie et considéré comme la source d'un médicament thérapeutique. Cette plante se développe généralement dans les sols humides et dans les grandes étendues. Les parties de la plante telles que les feuilles, les fleurs, les graines et les racines sont utilisées de différentes manières (Ullah *et al.*, 2017).

Les feuilles d'ortie sont souvent mélangées à la tige, tous les deux portent des poils piquant qui sont dressés et hérissés dans la nature (figure 8) (Babaei1 *et al.*, 2017).



**Figure 8:** *Urtica dioica*. (Upton, 2013).

### II.6.2.2. Classification

La systématique d'*Urtica dioica* est la suivante (Beloued, 2005 ; Asgarpanah et Mohajerani, 2012 ; Otlis et Yalcin, 2012).

<b>Règne :</b>	Plantae
<b>Division :</b>	Magnoliophyta
<b>Classe :</b>	Magnoliopsida
<b>Sous classe :</b>	Rosidaedialycarpellées
<b>Ordre :</b>	Urticales
<b>Famille :</b>	<i>Urticaceae</i>
<b>Genre :</b>	<i>Urtica</i>
<b>Espèce :</b>	<i>Urtica dioica</i> .

### II.6.2.3. Propriétés thérapeutiques

*Urtica dioica* est une plante médicinale très importante et l'une des herbes les plus précieuses. Elle contient des vitamines A, la thiamine (B1), la riboflavine (B2) et est chargée avec des minéraux tels que le calcium, le cobalt, le magnésium, le chrome, le phosphore, le cuivre, le fer, le potassium, le silicium, le soufre et le zinc (Abdulkarim, 2015).

*Urtica dioica* est largement utilisée dans le traitement des douleurs rhumatismales, le rhume et la toux (Ullah *et al.*, 2017). Elle est recommandée pour les plaintes liées à l'arthrose et les infections des voies urinaires, la polyarthrite rhumatoïde, les allergies, la maladie d'Alzheimer, l'asthme, les troubles de la vessie, la bronchite, la goutte, la croissance des cheveux, les calculs rénaux, le prostate (Abdulkarim, 2015), la tension artérielle, ... etc. Elle est aussi utilisée comme remède contre les plaies, les ulcères et les maladies dermatologiques tels que l'acné et l'eczéma (Babaei *et al.*, 2017).

## I. Matériel et méthodes

### I.1. Matériel végétal

Deux plantes médicinales à savoir: *Mentha rotundifolia* et *Urtica dioïca* ont fait l'objet de notre étude. Leur sélection s'est faite sur la base de leur très grande présence et très large utilisation traditionnelle dans les régions méditerranéennes et plus particulièrement en Algérie (Beloued, 1998; Ernest, 2000; Damien *et al.*, 2003). La récolte de ces plantes a été effectuée au niveau de la Wilaya de Jijel (figure 9), en mois d'Avril dans la région de Taxanna et Taher (Tableau II).

**Tableau II** : Les espèces végétales utilisées dans l'expérimentation

Nom botanique	Famille	Région de récolte	Période de récolte
<i>M. rotundifolia</i>	<i>Lamiaceae</i>	Taxanna	Avril 2017
<i>U. dioïca.</i>	<i>Urticaceae</i>	Taher	Avril 2017



**Figure 9** : Les situations géographiques des deux stations de récolte (Google earth).

### I.2. Préparation des extraits

#### I.2.1. Séchage

Après avoir été bien nettoyés et débarrassés des particules et de la poussière, les feuilles des deux plantes étudiées ont été séchées dans une étuve de type Memmert, à une température de 40°C pendant une semaine.

Le séchage a une importance majeure dans l'extraction des composés phénoliques, car les cellules végétatives contiennent des enzymes susceptibles de provoquer des modifications dans la composition phénolique de la plante. Cet inconvénient peut être éliminé par un séchage rapide du matériel végétal, aussitôt après sa récolte (Ribéreau-Gayon, 1968).

### **I.2.2. Broyage**

Les échantillons séchés ont été broyés à l'aide d'un broyeur électrique de type Sub permettant d'obtenir des poudres très fines. Plus le diamètre de la poudre est petit, plus la surface d'échange entre celle-ci et le solvant d'extraction est grand; donc le rendement d'extraction est meilleur (Diallo, 2004).

### **I.2.3. Tamisage**

Une fois broyées, les poudres obtenues ont été tamisées à l'aide d'un tamis de type AFNOR-ASTM dont le diamètre des pores est inférieur à 100  $\mu\text{m}$ . Les poudres ainsi obtenues ont été conservées dans des flacons en verre, bien hermétique, à l'abri de la lumière (Ribéreau-Gayon, 1968).

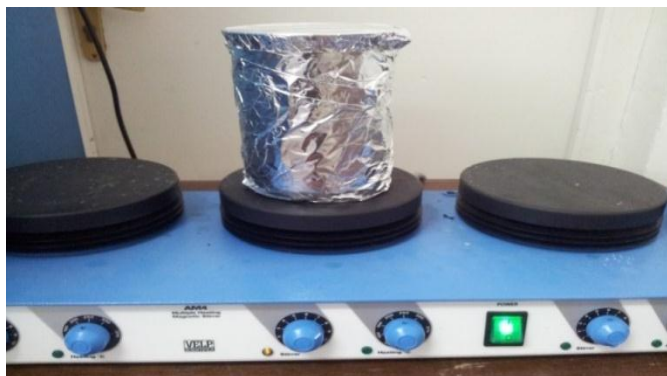
### **I.2.4. Extraction des composés phénoliques**

Plusieurs solvants organiques peuvent être utilisés pour l'extraction des composés phénoliques. Le méthanol s'avère le meilleur solvant, car il permet d'obtenir un meilleur rendement d'extraction et il possède l'avantage d'être plus facile à éliminer (Ribéreau-Gayon, 1968; Owen et Johns, 1999). D'après Owen et Johns (1999), le procédé général d'extraction a été réalisé selon les étapes suivantes:

#### **I.2.4.1. Macération**

cent g de la poudre de chacune des deux échantillons ont été ajustés à 1000 ml avec du méthanol 80%. Les mélanges ainsi obtenus sont soumis à une agitation, à l'aide d'un agitateur magnétique de type Heidolph (figure10) pendant 48h à une température ambiante et à l'abri de la lumière afin d'éviter les phénomènes d'oxydations.

L'agitation permet le maintien des particules en suspension et l'homogénéité des milieux.



**Figure 10:** Macération sous agitation magnétique.

#### I.2.4.2. Filtration et décantation

Après macération, les deux solutions des deux plantes ont été filtrées à l'aide de papier Whatman N°3 (figure 11). Chaque filtrat obtenu a été ajusté avec 100 ml d'hexane. Les mélanges ont été par la suite décantés (figure 12) pour recueillir la phase méthanolique.



**Figure 11 :** La filtration à l'aide du papier Whatman N°3.



**Figure 12 :** Délipidation et décantation des extraits.

#### I.2.4.3. Evaporation

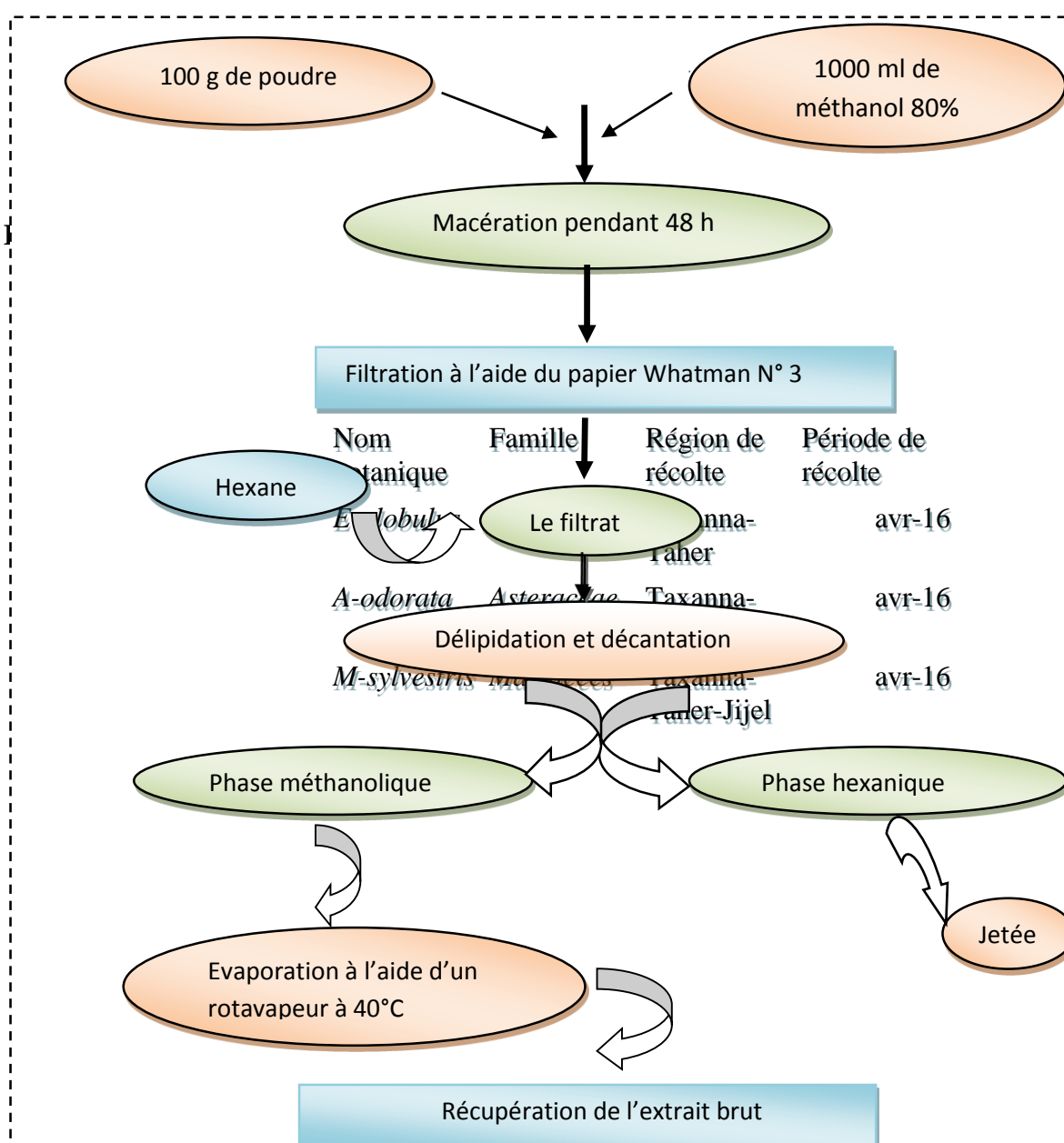
La phase méthanolique de chaque échantillon a été évaporée à l'aide d'un rotavapeur de type Heidolph (figure13) puis, a été séchée à l'étuve à 40°C jusqu'à ce que le méthanol soit totalement évaporé. Chaque extrait a par la suite été repris avec la concentration désirée.

Les extraits bruts végétaux ainsi constitués sont conservés au réfrigérateur jusqu'à leur utilisation pour les différents tests.

Le protocole général d'extraction des polyphénols est schématisé dans la figure (14).



**Figure 13 :** Evaporation des extraits phénoliques.



**Figure 14 :** Protocole général d'extraction des polyphénols.

### I.2.5. Détermination du rendement d'extraction

Le rendement des extraits méthanoliques est le rapport entre le poids de l'extrait sec et le poids de la plante en poudre utilisée (Owen et Johns, 1999). Il est exprimé en pourcentage selon la formule suivante:

$$\text{Rendement d'extraction (\%)} = P_s / P_p \times 100$$

Où :

**P<sub>s</sub>**: Poids de l'extrait sec en gramme (g).

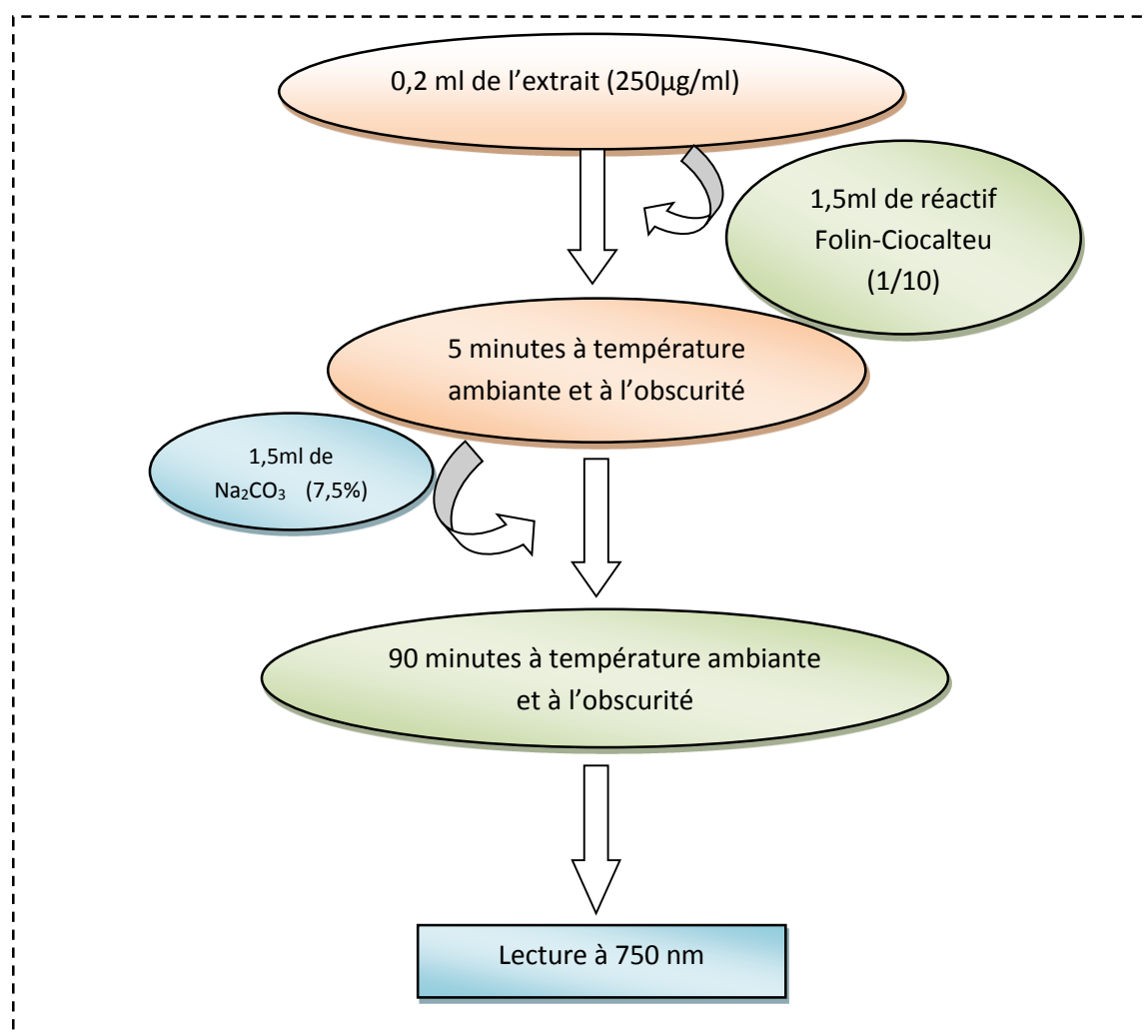
**P<sub>p</sub>** : Poids de la poudre en gramme (g).

### I.2.6. Dosage des polyphénols

Les polyphénols ont été déterminés spectrophotométriquement par la méthode de Folin Ciocalteu (Heilerova *et al.*, 2003). 0,2 ml de l'extrait méthanolique dilué (250 µg/ml) ont été additionnés avec 1,5 ml du réactif de Folin Ciocalteu (1/10). Le mélange est laissé reposer 5 minutes à l'obscurité. Par la suite, 1,5 ml de la solution Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> (7,5%) a été ajouté à l'ensemble. Après 90 minutes d'incubation à 23°C, l'absorbance a été mesurée à 750 nm contre un blanc sans extrait.

La quantification des polyphénols a été faite en fonction d'une courbe d'étalonnage linéaire ( $Y = a X + b$ ) réalisée par un extrait étalon, l'acide gallique à différentes concentrations dans les mêmes conditions que l'échantillon. Les résultats sont exprimés en milligramme équivalent acide gallique par gramme d'extrait brute (mg EAG/g EB).

Le mode opératoire pour le dosage des polyphénols totaux est schématisé dans la figure (15).



**Figure 15 :** Protocole de dosage des composés phénoliques.

### I.2.7. Dosage des flavonoïdes

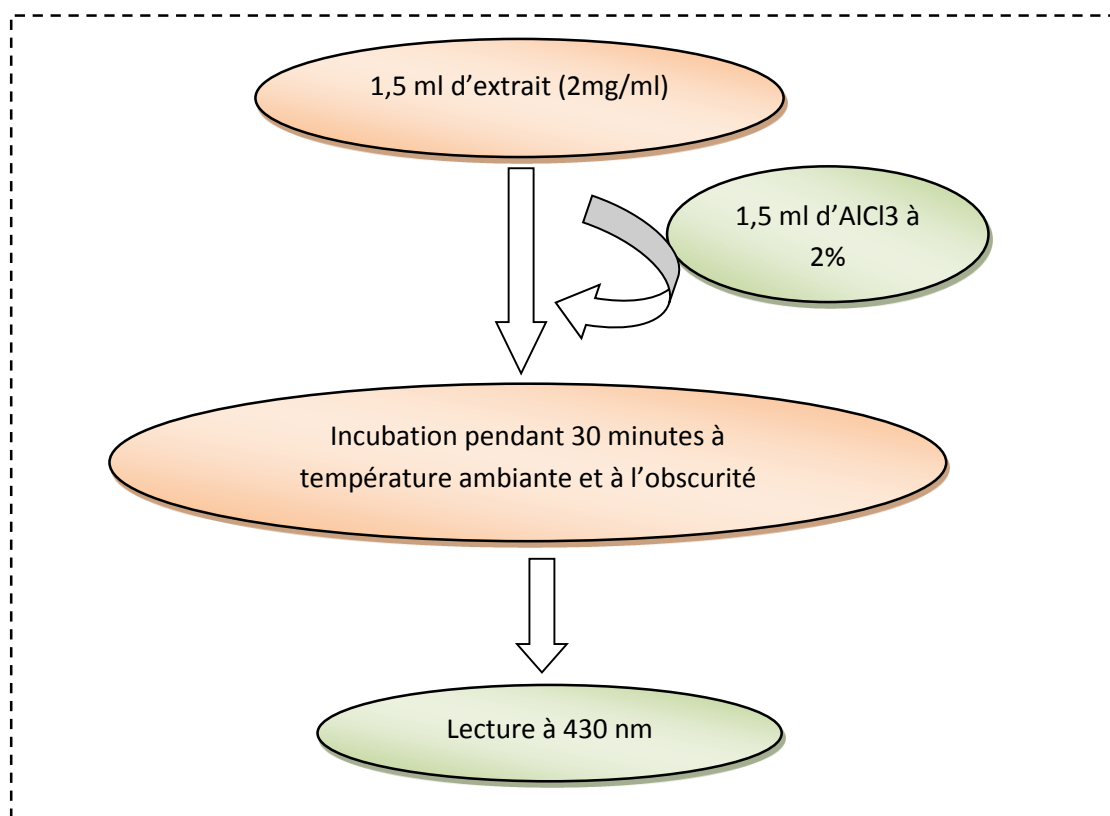
La méthode au AlCl<sub>3</sub> a été employée pour la détermination de la teneur des extraits en flavonoïdes (Huang *et al.*, 2004).

Un millilitre et demi (1,5ml) de l'extrait phénolique (2mg/ml) a été ajouté à un volume égal d'une solution de 2% AlCl<sub>3</sub>. Le mélange a été vigoureusement agité, et l'absorbance a été lue à 430 nm, après 30 minutes d'incubation à température ambiante.

Une courbe d'étalonnage ( $Y = aX + b$ ) réalisée par la quercétine à différentes concentrations pratiquée dans les mêmes conditions opératoires que les échantillons a servi pour la quantification des flavonoïdes. La teneur en flavonoïdes a été exprimée en milligramme équivalent quercétine par gramme d'extrait brute (mg EQ/g EB).

Le protocole de dosage des flavonoïdes est présenté dans la figure (16).





**Figure 16 :** Protocole de dosage des flavonoïdes.

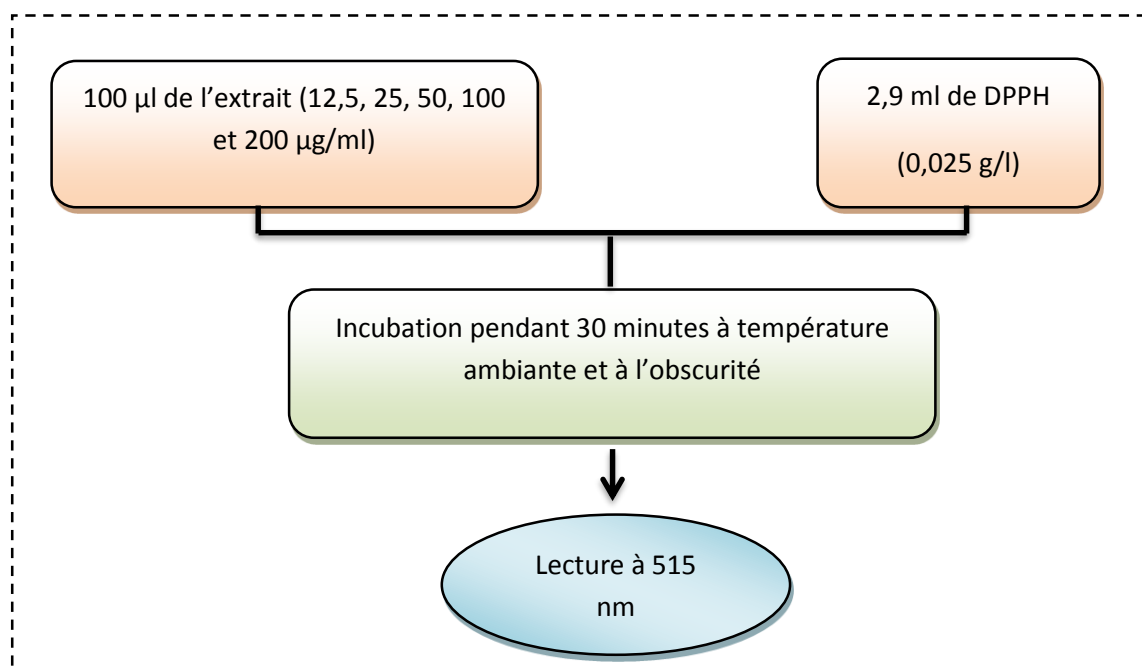
### I.3. Evaluation de l'activité antioxydante

#### I.3.1. Pouvoir antiradicalaire

Le DPPH est un radical libre stable violet en solution. Il présente une absorbance caractéristique dans un intervalle compris entre 512 et 517 nm. Sa couleur disparaît rapidement lorsque le DPPH est réduit en diphényle picryl hydrazine par un composé à propriété antiradicalaire, entraînant ainsi une décoloration. L'intensité de la couleur est proportionnelle à la capacité des antioxydants présents dans le milieu à donner des protons (Sanchez-Moreno, 2002).

Pour réaliser l'analyse, 2,9 ml de la solution méthanolique de DPPH (0,025 g/l) est ajouté à 100 µl de la solution de chaque extrait à différentes concentrations (12,5, 25, 50, 100 et 200 µg/ml). Le mélange est vigoureusement agité, puis les tubes sont incubés à température ambiante et à l'obscurité pendant 30 minutes. La longueur d'onde d'absorption maximale a été préalablement déterminée. Toutes les lectures sont effectuées à 515 nm.

Le protocole d'évaluation du pouvoir antiradicalaire est illustré par la figure (17).



**Figure 17** : Protocole d'étude de l'activité antiradicalaire..

L'activité antiradicalaire est estimée selon l'équation suivante :

$$\text{Activité antiradicalaire (\%)} = (A_T - A_E / A_T) \times 100$$

Où :

$A_T$  : Absorbance du témoin après 30 minutes d'incubation.

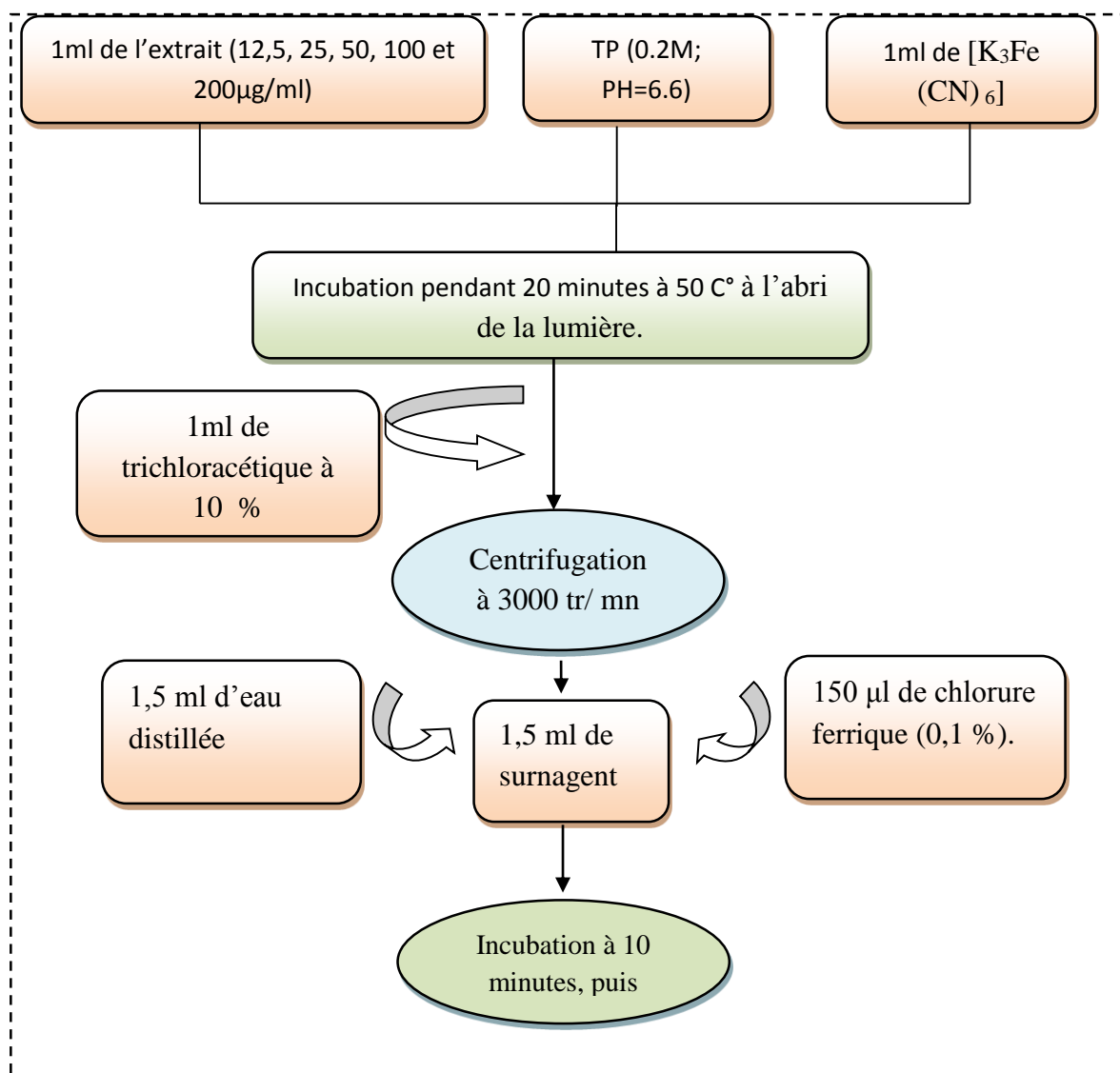
$A_E$  : Absorbance de l'échantillon après 30 minutes d'incubation.

### I.3.2. Pouvoir réducteur

Le pouvoir réducteur se base sur la réaction d'oxydoréduction, dont la réduction du chlorure ferrique ( $\text{FeCl}_3$ ) en chlorure ferreux ( $\text{FeCl}_2$ ) en présence d'un agent chromogène: le ferricyanure de potassium [ $\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$ ] en milieu acidifié par l'acide trichloracétique (Ribeiro *et al.*, 2008). La forme réduite donne une couleur verte qui est proportionnelle au pouvoir réducteur de l'extrait (Balasundram *et al.*, 2005).

La détermination du pouvoir réducteur a été réalisée selon la méthode d'Oyaizu (1986) décrite par Hseu et ses collaborateurs (2008) avec une légère modification. Un volume de 1ml de chaque extrait, à différentes concentrations, est ajouté à 2 ml de tampon phosphate (0,2 M; pH= 6,6) et à 1ml de ferricyanure de potassium [ $\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$ ] à 1 % et après agitation, le mélange est soumis à l'incubation à 50 °C pendant 20 minutes à l'abri de la lumière. 1 millilitre de

trichloracétique à 10 % est additionné au mélange. Après centrifugation à 3000 tr/ mn pendant 10 min, un volume de 1,5 ml de surnageant est ajouté à 1,5 ml d'eau distillée et 150 µl de chlorure ferrique (0,1 %). Le mélange homogénéisé préalablement, est incubé pendant 10 minutes à température ambiante et à l'obscurité. L'absorbance est lue à 700 nm. Le protocole d'évaluation du pouvoir réducteur des différents extraits ainsi que celui du standard est illustré par la figure (18).



**Figure 18** : Protocole d'étude du pouvoir réducteur du ferreux.

### I.3.3. Neutralisation du radical peroxyde d'hydrogène (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>)

La capacité des extraits méthanoliques des feuilles de *Mentha rotundifolia* et *urtica dioïca* à neutraliser le peroxyde d'hydrogène a été déterminée selon la méthode de Brands Williams et *al.*,(1995) avec quelques modifications. Des tubes à essai ont été préparés avec 2,0 ml de divers extraits de plante (12.5, 25, 50, 100 et 200 µg/ml) et une solution du H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (1,2 ml, 40 mM) dans la solution tampon de phosphate (pH = 7,4; 0,1M). Le blanc a été préparé avec la même manière mais

sans H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>. Un contrôle a été préparé contenant seulement de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (sans extrait). Après incubation pendant 10 min, l'absorbance a été enregistrée à 230 nm.

Le pourcentage de neutralisation de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> est calculé par la formule suivante :

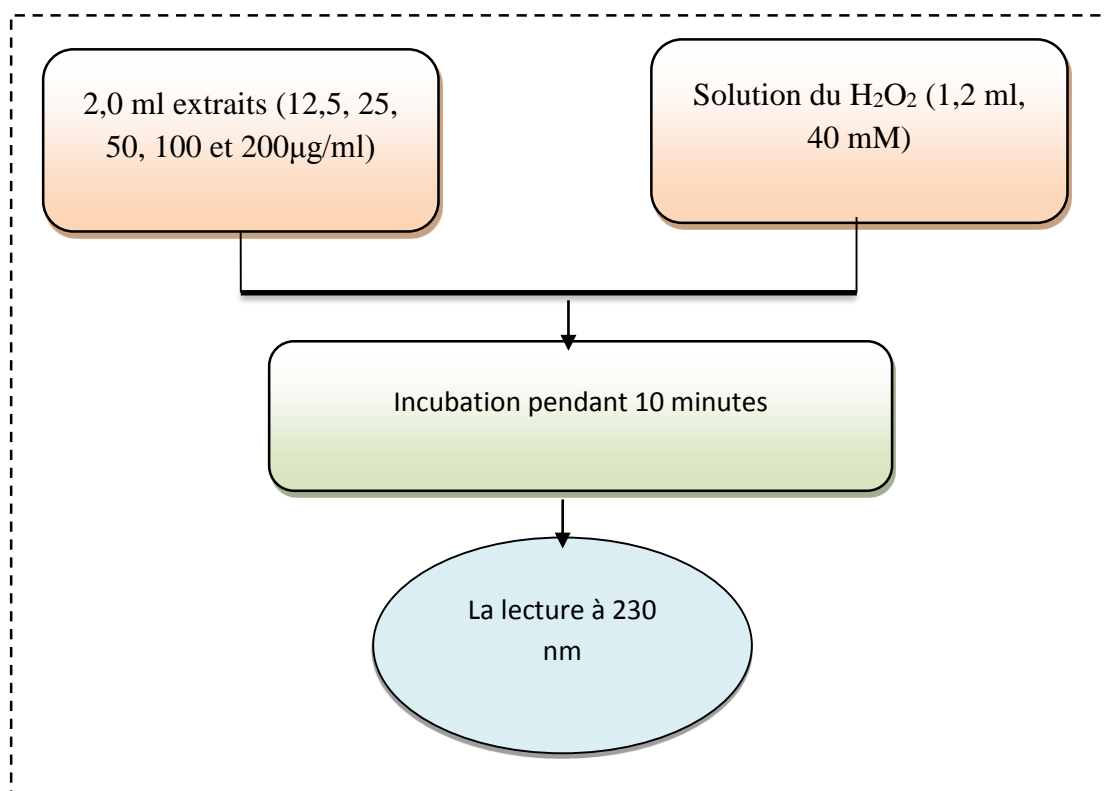
$$\text{Inhibition (\%)} = (A_0 - A/A_0) \times 100$$

Tel que :

A est l'absorbance de l'extrait

A<sub>0</sub> est l'absorbance du contrôle (Atmani et al., 2009).

Le protocole d'évaluation du pouvoir réducteur des différents extraits ainsi que celui des standards est illustré par la figure (19).



**Figure 19** : Protocole d'étude de Pouvoir réducteur H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>.

#### I.4. Analyse statistique

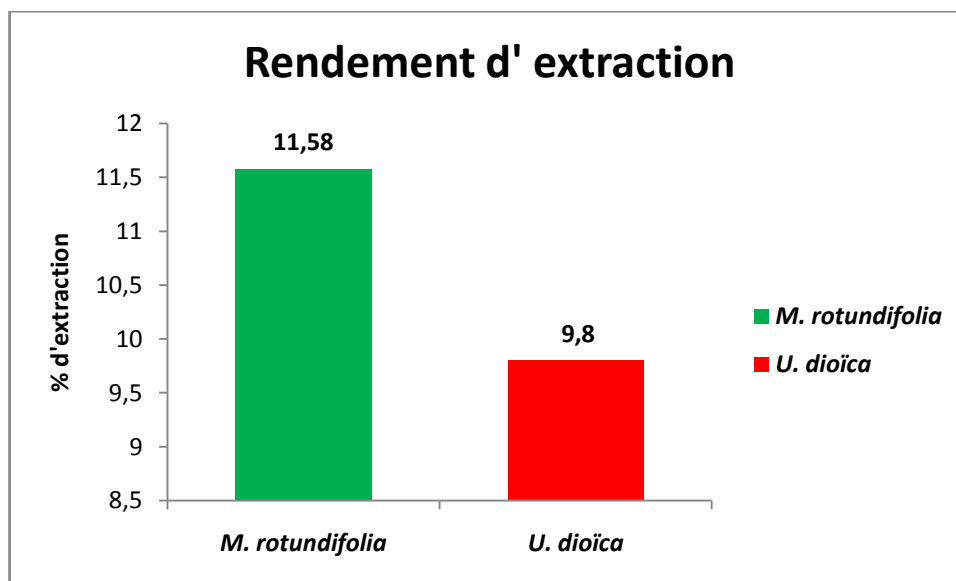
Les moyennes et les écarts types sont calculés à partir de cinq essais avec Excel de Microsoft Office 2007. L'évaluation statistique est effectuée en utilisant le test de *Student*. La valeur trouvée par le calcul du  $t$  peut affirmer que les populations sont différentes avec un risque d'erreur  $p$  tel que :

- $p > 0,05$  = la différence n'est pas significative (ns) ;
- $0,05 > p > 0,01$  = la différence est significative (\*) ;
- $0,01 > p > 0,001$  = la différence est hautement significative (\*\*) ;
- $p < 0,001$  = la différence est très hautement significative (\*\*\*) .

## II. Résultats et interprétations

### II.1. Les pourcentages des rendements des extraits phénoliques

A l'aide de l'évaporateur rotatif, l'évaporation des extraits des deux plantes a été effectuée. Le poids sec de chaque extrait a été pris afin de calculer le rendement de chaque plante, les résultats obtenus sont représentés dans la figure 20 ci-dessous.



**Figure 20 :** Les rendements des extraits méthanoliques des deux plantes en pourcentage.

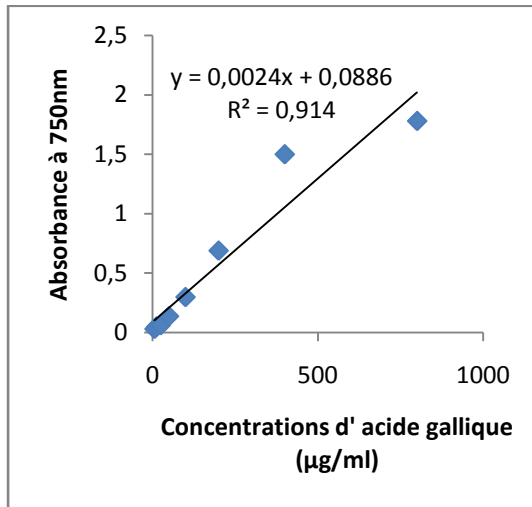
Les résultats obtenus montrent que le rendement en extrait sec méthanolique des feuilles de *Mentha rotundifolia* (11.58%) est légèrement supérieur à celui des feuilles d'*Urtica dioica* (9.8%).

### II.2. La teneur en polyphénols et en flavonoïdes

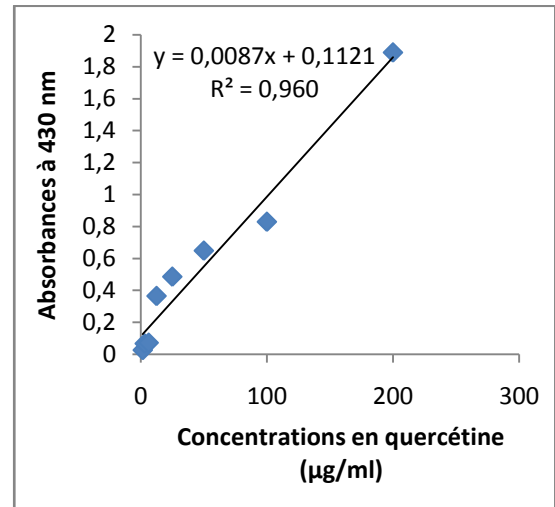
L'étude quantitative des extraits phénoliques au moyen des dosages spectrophotométriques, avait pour objectif de déterminer de la teneur totale des polyphénols et des flavonoïdes. Deux courbes d'étalonnages (figure 21 et 22) ont été tracées pour cette objectif, une réalisée avec l'acide gallique à différentes concentrations (dosage des polyphénols) et l'autre avec la quercétine (dosage des flavonoïdes).

Des mesures de densité pour chaque extrait sont réalisées à 750 nm et 430 nm pour les polyphénols et les flavonoïdes respectivement.

Les quantités des polyphénols et des flavonoïdes ont été rapportées en mg équivalent de l'étalon utilisé par gramme d'extrait brut et sont déterminées par les deux équations de type :  $Y = aX + b$ .

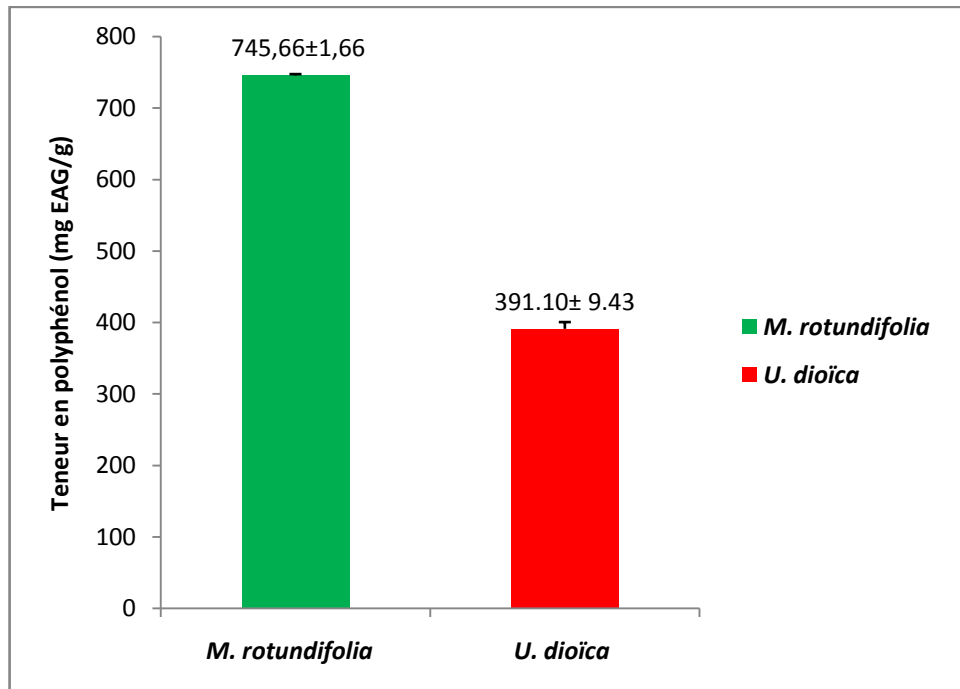


**Figure 21:** Courbe d'étalonnage pour le dosage des polyphénols totaux.

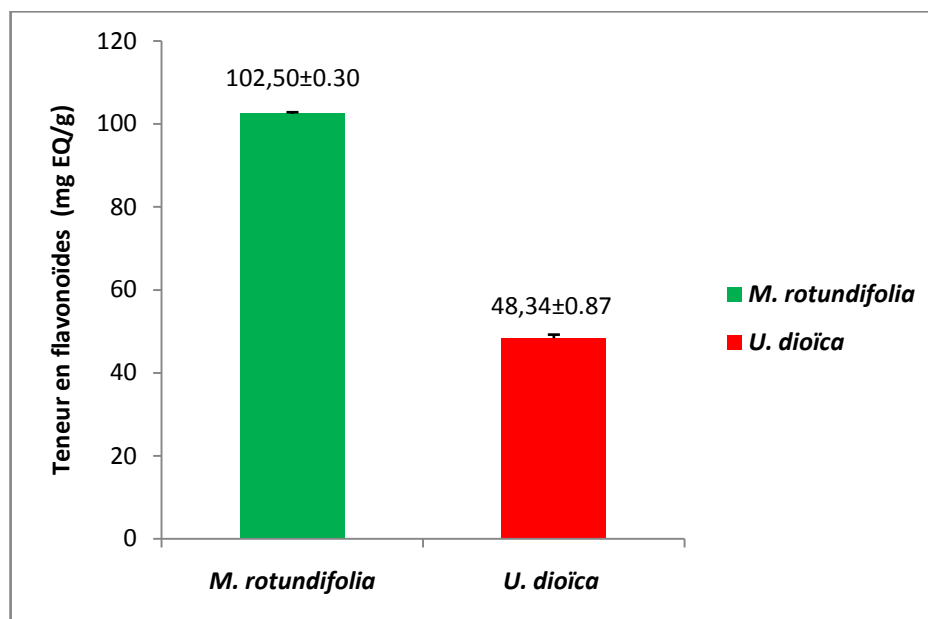


**Figure 22:** Courbe d'étalonnage pour le dosage des flavonoïdes totaux.

Les résultats obtenus pour évaluer la teneur en polyphénols et en flavonoïde sont présentés dans les figures (23) et (24).



**Figure 23:** La teneur en polyphénols des deux plantes.



**Figure 24:** La teneur en flavonoïdes des deux plantes.

La figure 23 montre que l'extrait méthanolique du *Mentha rotundifolia* possède la plus haute teneur en polyphénols ( $745.66 \pm 1.66$  mg EAG/g EB) par rapport à *Urtica dioica* qui a une teneur de  $391.1 \pm 9.43$  mg EAG/g EB.

En ce qui concerne la teneur en flavonoïdes, les résultats obtenus montrent que *Mentha rotundifolia* dispose aussi de la teneur la plus élevée ( $102.50 \pm 0.30$ ) par rapport à l'*Urtica dioica* ( $48.34 \pm 0.87$ ) (figure 24).

### II.3. Evaluation de l'activité antioxydante

L'activité antioxydant ne doit pas être conclue sur la base d'un seul modèle de test antioxydant. Plusieurs méthodes sont utilisées pour la détermination de l'activité antioxydante, nommées d'après le nom de la substance utilisée comme source de radicaux libres. Dans notre étude, nous avons réalisé trois méthodes différentes qui sont : le DPPH, le pouvoir réducteur du fer et la neutralisation du radical peroxyde d'hydrogène ( $H_2O_2$ ).

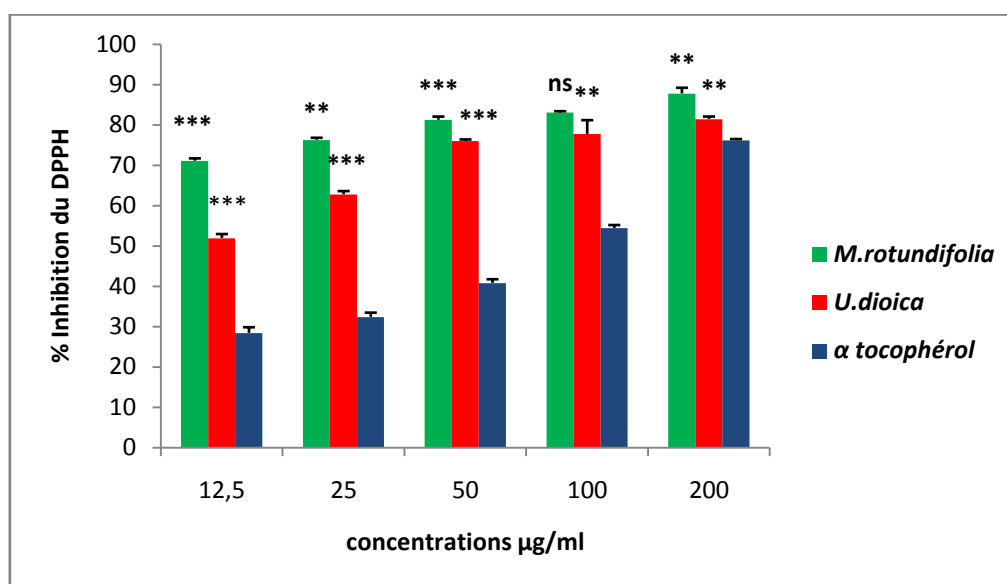
#### II.3.1. Pouvoir antiradicalaire DPPH

L'activité antiradicalaire des extraits de *Mentha rotundifolia* et *Urtica dioica* ainsi que du standard ( $\alpha$  tocophérol) a été déterminées par la méthode au DPPH. Les résultats obtenus sont représentés dans le tableau III et la figure 25.



**Tableau III:** Pouvoir scavenger du DPPH de l'extrait des deux plantes et du standard exprimé en pourcentage.

	12,5µg/ml	25µg/ml	50 µg/ml	100 µg/ml	200 µg/ml
<i>M.rotundifolia</i>	71,09±0,58	76,30±0,46	81,25±0,77	83,10±0,26	87,78±1,39
<i>U. dioïca</i>	51,93±0,97	62,75±0,80	76,00±0,36	77,74±3,40	81,46±0,57
$\alpha$ -tocophérol	28,43±1,37	32,38±1,04	40,80±0,90	54,41±0,73	76,21±0,24



**Figure 25:** Pouvoir antiradicalaire en vers le DPPH de l'extrait des deux plantes et du standard exprimé en pourcentage.

Les valeurs sont données en moyenne  $\pm$  Ecart type. Test de Student : \*\*\* $p < 0.001$  très hautement significative, \*\* $p < 0.01$  hautement significative, \* $p < 0.05$  significative,  $p > 0.05$  non significative (ns) en comparaison par rapport à l' $\alpha$ -tocophérol.

Les résultats de l'activité antioxydante a révélé que les deux extraits de *Mentha rotundifolia* et *Urtica dioïca* possèdent une activité anti-radicalaire significative ( $p < 0,05$ ) dose-dépendante.

La figure 25 montre les variations de pourcentage d'inhibition de *Mentha rotundifolia* et *Urtica dioïca* à différentes concentrations contre le radical libre DPPH.

Les résultats sont exprimés en moyenne  $\pm$  écart type. Nous avons constaté que l'effet de *Mentha rotundifolia* et *Urtica dioïca* sont concentration dépendant ; les pourcentages de réduction sont de (71.09 $\pm$ 0.58, 76.30 $\pm$ 0.46, 81.25 $\pm$ 0.77, 83.10 $\pm$ 0.26, 87.78 $\pm$ 1.39) et (51.93 $\pm$ 0.97, 62.75 $\pm$ 0.80,

76.00±0.36, 77.74±3.40, 81.46±0.57) respectivement pour les deux plantes aux concentrations 12.5, 25, 50, 100 et 200 µg/ml.

Dans toutes les concentrations les extraits méthanoliques de *Mentha rotundifolia* et *Urtica dioica* ont donné l'effet scavenger le plus important que l'α-tocophérol donc l'effet piégeur de l'extrait méthanolique des deux plantes est mieux que celui de l'α-tocophérol car la différence est significative  $p < 0.05$ .

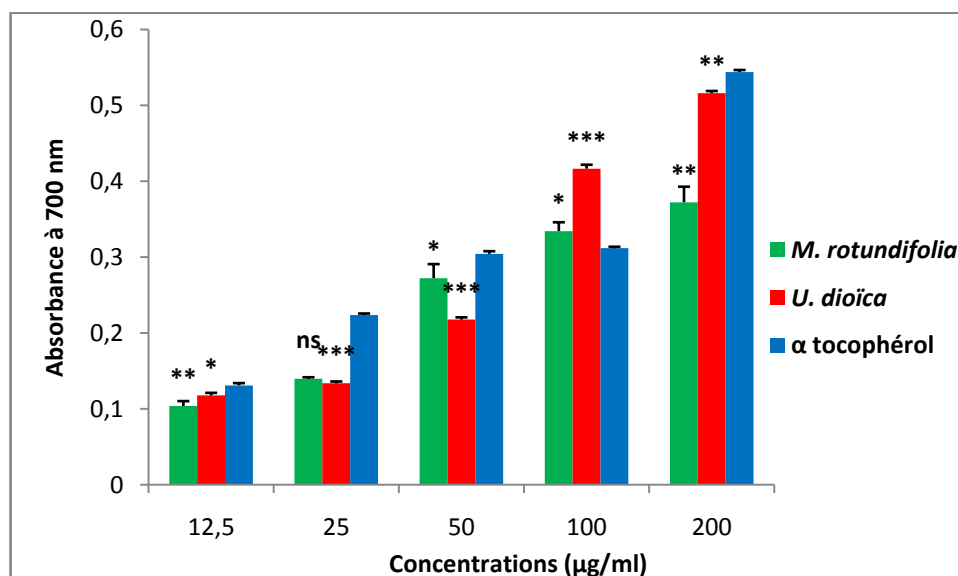
### II.3.2. Pouvoir réducteur du fer

Le pouvoir réducteur des extraits méthanoliques des deux plantes ainsi que du standard (α-tocophérol) a été réalisé selon la réaction d'oxydoréduction de fer. Les résultats obtenus sont représentés dans le tableau IV et la figure 26.

**Tableau IV:** Pouvoir réducteur Fe des extraits des plantes testées et du standard en fonction de la concentration appliquée.

	12,5 µg/ml	25 µg/ml	50 µg/ml	100 µg/ml	200 µg/ml
<i>M.rotundifolia</i>	0,10±0,006	0,13±0,002	0,27±0,01	0,33±0,01	0,37±0,02
<i>U. dioica</i>	0,11±0,003	0,13±0,002	0,21±0,003	0,41±0,005	0,51±0,003
α-tocophérol	0,13±0,003	0,22±0,002	0,30±0,003	0,31±0,002	0,54±0,002

Les données issues de ce tableau sont traduites sous forme de diagrammes (figure 26).



**Figure 26 :** Pouvoir réducteur Fe des extraits des deux plantes et du standard.

Les valeurs sont données en moyenne ± Ecart type. Test de Student : \*\*\* $p < 0.001$  très hautement significative, \*\* $p < 0.01$  hautement significative, \* $p < 0.05$  significative,  $p > 0.05$  non significative (ns) en comparaison par rapport à l'α-tocophérol.

Les valeurs du pouvoir réducteur Fe de *Mentha rotundifolia*, varient entre  $0,10 \pm 0,006$  et  $0,37 \pm 0,02$ , et ils sont de  $0,11 \pm 0,003$  à  $0,51 \pm 0,003$  pour *Urtica dioïca*.

Les résultats montrent clairement que l'activité réductrice des deux extraits augmente significativement ( $p < 0,05$ ) au fur et à mesure que la concentration des extraits augmente.

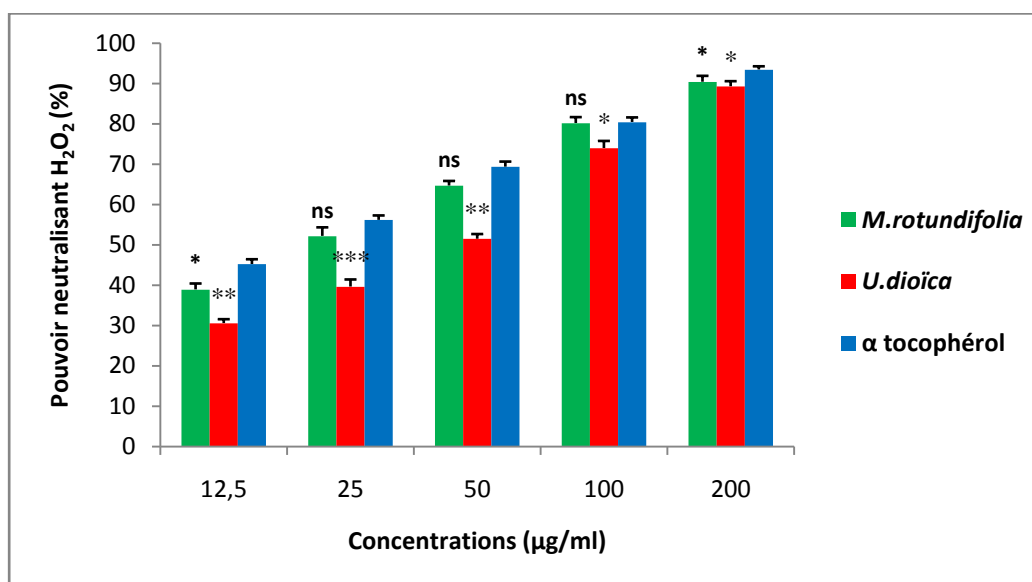
A la concentration de  $100 \mu\text{g/ml}$ , *Mentha rotundifolia* et *Urtica dioïca* présentent un pouvoir réducteur du fer supérieur à celui de l' $\alpha$  tocophérol avec une différence significative ( $p < 0,05$ ).

### II.3.3. Neutralisation du peroxyde d'hydrogène ( $\text{H}_2\text{O}_2$ )

Le tableau V et la figure 27 ci-dessous représente les variations de la capacité de neutralisation du peroxyde d'hydrogène ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ) des deux extraits méthanoliques étudiés.

**Tableau V:** Pouvoir de neutralisation du  $\text{H}_2\text{O}_2$  de l'extrait des deux plantes et du standard exprimé en pourcentage.

	12,5 $\mu\text{g/ml}$	25 $\mu\text{g/ml}$	50 $\mu\text{g/ml}$	100 $\mu\text{g/ml}$	200 $\mu\text{g/ml}$
<i>M. Rotundifolia</i>	$38,91 \pm 1,46$	$52,18 \pm 2,11$	$64,66 \pm 1,13$	$80,16 \pm 1,46$	$90,39 \pm 1,46$
<i>U. dioïca</i>	$30,56 \pm 0,96$	$39,62 \pm 1,75$	$51,47 \pm 1,16$	$73,96 \pm 1,75$	$89,28 \pm 1,25$
$\alpha$ -tocophérol	$45,20 \pm 1,18$	$56,15 \pm 1,09$	$69,34 \pm 1,25$	$80,42 \pm 1,12$	$93,43 \pm 0,78$



**Figure 27:** Pouvoir neutralisant du  $\text{H}_2\text{O}_2$  des extraits des deux plantes et du standard exprimé en pourcentage.

Les valeurs sont données en moyenne  $\pm$  Ecart type. Test de Student : \*\*\* $p < 0,001$  très hautement significative, \*\* $p < 0,01$  hautement significative, \* $p < 0,05$  significative,  $p > 0,05$  non significative (ns) en comparaison par rapport à l' $\alpha$ -tocophérol.

Les valeurs du pouvoir neutralisant du H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> de *Mentha rotundifolia*, varient entre 38.91±1.46 et 90.39±1.46, et ils sont de 30.56±0.96 à 89.28±1.25 pour *Urtica dioïca*. L'analyse statistique indique que la capacité des deux plantes à neutraliser le peroxyde d'hydrogène en fonction de la concentration de chaque plante est significative (p<0,05). A la concentration de 100 µg/ml, *Mentha rotundifolia* a présenté un pouvoir de neutralisation du H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> similaire à celui de l'α-tocophérol (p<0.05).

Dans notre étude nous avons choisis deux plantes médicinales à savoir : *Mentha rotundifolia* et *Urtica dioïca*. Ces deux plantes sont très utilisées dans la région de Jijel en médecine traditionnelle. Pour confirmer cette importante utilisation traditionnelle nous avons effectués l'extraction des polyphénols à partir des poudres des feuilles de chacune des plantes par macération dans le méthanol.

L'extraction de ces composés phénoliques à partir des plantes est influencée par leur nature chimique, la méthode d'extraction employée, la durée et les conditions de stockage ainsi que la présence de substances interférentes. Différents solvants peuvent être utilisés pour l'extraction telle que le méthanol, l'éthanol, eau et acétone ...etc. Naczket et Shahidi (2004) ont mentionnés que l'extraction idéale de ces composés est faite à partir de méthanol (Naczket et Shahidi, 2004), car il permet d'obtenir un meilleur rendement d'extraction et il possède l'avantage d'être plus facile à éliminer (Ribéreau-Gayon, 1968 ; Owen et Johns, 1999).

Donc l'extraction des composés phénoliques par le méthanol des plantes étudiées, nous permis de déterminer les rendements de ces extraits secs.

Le calcul des rendements par rapport au poids total de la poudre de *Mentha rotundifolia* et *Urtica dioïca* montre des proportions de l'ordre de 11.58% et 9.8% pour les deux plantes, respectivement.

L'extrait méthanolique de *Mentha pulegium* a fait l'objet de quelques études, dont le rendement a été supérieur au nôtre notamment celle de Khaled-Khodja *et al.*, (2014) qui ont pu en déterminer un rendement de 25.12% de la région de Bejaia. Par contre, les travaux de Brahmi *et al.*, (2015) sur le genre *Mentha rotundifolia* ont montrés un rendement d'extraction de 4,6%. Ce résultat est inférieur à celui obtenu dans notre travail.

Pour *Urtica dioïca*, ces résultats sont supérieurs aux travaux de Daoudi *et al.*, (2015) qui est de 2,31% réalisé sur *Urtica urens*.

L'activité importante observée pour *Mentha rotundifolia* peut être expliquée par la présence d'une teneur élevée en polyphénols totaux avec  $745.66 \pm 1.66$  mg EAG/g EB en comparaison avec l'*Urtica dioïca* par une teneur faible de  $391.10 \pm 9.43$  mg EAG/g EB.

Ces résultats sont très supérieurs de celles cités par Benabdallah *et al.*, (2016) réalisés sur *Mentha rotundifolia* qui étaient de  $15.10 \pm 0.60$  mg EAG/g EB.

Les teneurs en composés phénoliques obtenues par Kukrića *et al.*, (2012) travaillant sur l'espèce d'*Urtica dioïca* sont de l'ordre de  $208.37 \pm 4.39$  mg EAG/g EB et qui sont largement inférieur à nos résultats ( $391.10$  mg EAG/g EB).

Le taux des composés phénoliques dans les deux plantes varie d'une plante à une autre. L'extrait phénolique de *Mentha rotundifolia* était le plus riche en polyphénols en comparaison avec l'extrait d'*Urtica dioïca*.

Ceci est dû à la différence en temps de récolte, la forme des feuilles, les conditions de conservation et de stockage, la température, le degré de maturation et la taille des particules (Sousa *et al.*, 2008 ; Conde *et al.*, 2009).

La variation des teneurs en polyphénols peut être due aussi à au matériel végétal appartenant à des espèces qui diffèrent par la composition chimique. La diversité structurale des composés phénoliques conduit à la variabilité des propriétés physico-chimiques ce qui rend la comparaison entre les données difficiles.

Plusieurs tests peuvent être utilisés pour évaluer l'activité antioxydant des extraits des plantes. Dans la présente étude, l'activité antioxydant des extraits méthanoliques des plantes étudiés a été déterminée en utilisant trois méthodes différentes : le pouvoir antiradicalaire, en mesurant le pourcentage de scavenger radical DPPH par les antioxydants présents dans les extraits étudiés, et le pouvoir réducteur, qui mesure la capacité des extraits à réduire le chlorure ferrique ( $\text{FeCl}_3$ ) en chlorure ferreux ( $\text{FeCl}_2$ ) en présence d'un agent chromogène et enfin la neutralisation au radical peroxyde d'hydrogène ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ) par les extraits méthanoliques des deux plantes.

L'analyse des données expérimentales a montré que les extraits phénoliques des deux plantes exercent une activité antioxydant *in vitro* variable selon les espèces testées.

L'activité antiradicalaire des différents extraits a été évaluée par le test au DPPH, celui-ci est souvent utilisé pour la rapidité des résultats comme il est employé pour le criblage des molécules douées d'activités antioxydants présentes dans les extraits des végétaux. La réduction du radical DPPH par un antioxydant peut être suivie par spectrophotométrie visible, en mesurant la diminution de l'absorbance à 517 nm provoquée par la présence de composés phénoliques. Le radical synthétique DPPH initialement violet, se décolore lorsque l'électron célibataire s'apparie à l'antioxydant. Cette décoloration est représentative de la capacité des composés phénoliques à piéger ces radicaux libres indépendamment de toutes activités enzymatiques. Ce test permet alors d'obtenir des informations sur le pouvoir antiradicalaire direct de différentes substances phénoliques des extraits (Molyneux, 2004).

Les résultats de la réduction du radical DPPH par les extraits de *Mentha rotundifolia* varie entre  $71.09 \pm 0.58$  et  $87.78 \pm 1.39$ . Ces résultats sont supérieurs aux travaux de Mandana *et al.*, (2011) réalisées sur *Mentha spicata* qui est de  $28.63 \pm 1.42$ .

Pour l'*Urtica dioïca* le pourcentage d'inhibition du radical DPPH varie entre  $51.93 \pm 0.57$  et  $81.46 \pm 0.97$ . Ces résultats sont supérieurs aux travaux de Güder et Korkmaz, (2012) qui est de 54.2, donc on peut dire que l'extrait de l'*Urtica dioïca* possède une activité anti-radicalaire plus élevée. Le balayage radical est censé être dû à leurs capacités de don d'hydrogène ou d'électrons. Pour devenir une molécule diamagnétique stable, elle accepte un électron ou un radical hydrogène Güder et Korkmaz, 2012. Le composé chimique 1,1-diphényl-2-picrylhydrazyle fut l'un des premiers

radicaux libres utilisés pour étudier la relation structure-activité antioxydante des composés phénoliques (Takao *et al.*, 1994 ; Brand-Williams *et al.*, 1995).

L'activité réductrice du fer de nos extraits est déterminée selon la méthode d'Oyaizu (1986) décrite par Hseu et ses collaborateurs (2008) qui est basée sur la réaction chimique de réduction du  $\text{Fe}^{3+}$  présent dans le complexe  $[\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6]$  en  $\text{Fe}^{2+}$  (Kholkhal *et al.*, 2013). Pour les mesures de la capacité réductrice, nous avons déterminés le pouvoir réducteur de fer qui réalisée sur *Mentha rotundifolia* et *Urtica dioïca*, les résultats obtenus varient entre  $0.10 \pm 0.006$ - $0.37 \pm 0.02$  et  $0.11 \pm 0.003$ - $0.51 \pm 0.003$  respectivement.

Nous avons remarqué que les études concernant le pouvoir réducteur de fer sur le genre *Mentha rotundifolia* sont limitées, néanmoins nous avons trouvés un travail de Riahi *et al.*, (2013) sur *Mentha pulegium* présente un pouvoir réducteur de 0.57% qui est supérieure à nos résultats.

Le travail de Kukrića *et al.*, (2012) sur l'*Urtica dioïca* présente un pouvoir réducteur de fer supérieure à celui obtenu dans notre étude qui est de  $7.50 \pm 0.43$ .

L'ion ferreux, qui existe communément dans les systèmes alimentaires, est bien connu comme un composant pro-oxydant efficace. Le fer ferreux possède la capacité de réduire l'oxygène au radical superoxyde, il peut catalyser la décomposition du peroxyde et donner un radical hydroxyle du peroxyde d'hydrogène (Milosevic *et al.*, 2011).

Le test  $\text{H}_2\text{O}_2$  est un autre test appliqué pour confirmer le pouvoir antioxydant des plantes. Le peroxyde d'hydrogène est considéré comme une importante espèce d'oxygène réactif en raison de sa grande capacité à pénétrer les membranes biologiques où elle joue un rôle important, mais elle peut être toxique si elle est convertie en radical hydroxyle dans la cellule (Sayed-Ahmad *et al.*, 2015).

La capacité des extraits méthanoliques de *Mentha rotundifolia* et *Urtica dioïca* à neutraliser le peroxyde d'hydrogène a été déterminée selon la méthode de Brands Williams *et al.*, (1995). Les résultats des pourcentages d'inhibition de *Mentha rotundifolia* et *Urtica dioïca* à varie entre  $38.91 \pm 1.46$ - $90.39 \pm 1.46$  et  $30.56 \pm 0.96$ - $89.28 \pm 1.25$  respectivement pour les deux plantes.

Ces résultats sont similaires aux travaux de Khaled khoja *et al.*, (2014) et Güder et Korkmaz, (2012) réalisées sur *Mentha pulegium* et *Urtica dioïca* qui sont respectivement de 39.48% et 83.3% pour les deux plantes étudiées.

Le balayage du  $\text{H}_2\text{O}_2$  par les extraits méthanolique peut se référer à leur richesse en composés phénoliques, puis ils ont la possibilité de faire un don d'électrons au  $\text{H}_2\text{O}_2$  puis de le réduire dans  $\text{H}_2\text{O}$ . Par conséquent, elle considérée comme une bonne source de produits naturels qui peuvent être utilisés dans le traitement de diverses maladies associées au stress oxydatif (Sayed-Ahmad *et al.*, 2015).

Le Peroxyde d'hydrogène  $\text{H}_2\text{O}_2$  ou l'eau oxygénée, qui n'est pas un radical libre, peut être formé secondairement à la dismutation de ( $\text{O}_2^{\circ-}$ ) par la superoxyde-dismutase. Il est également un agent

oxydant très réactif ; c'est pour cela qu'on l'utilise souvent comme désinfectant et comme agent de blanchiment. S'il n'est pas rapidement détruit, il peut se décomposer et produire des radicaux hydroxyles qui s'attaquent aux macromolécules de la cellule (Karp, 2010).



Ce travail avait pour objectif le dosage des polyphénols totaux et des flavonoïdes de deux plantes médicinales de la région de Jijel (*Mentha rotundifolia* et *Urtica dioïca*) ainsi que l'évaluation *in vitro* des propriétés biologiques des extraits méthanoliques bruts des deux plantes en estimant leurs activités antioxydantes.

L'étude phytochimique a indiqué la richesse des feuilles de l'espèce *Mentha rotundifolia* en composés phénolique totaux et en flavonoïdes par rapport à l'espèce d'*Urtica dioïca*. Les extraits des deux plantes médicinales traitées dans ce travail, et qui sont connues pour leurs propriétés thérapeutiques, présentent des propriétés antioxydantes non négligeables. Le rendement en extrait sec méthanoliques des feuilles de *Mentha rotudifolia* (11.58%) est légèrement supérieur à celui des feuilles d'*Urtica dioïca* (9.8%).

D'après les résultats du dosage, on constate que *Mentha rotundifolia* est la plus riche en polyphénols totaux avec une valeur de 745.66 mg EAG/g EB suivie par *Urtica dioïca* qui a une teneur plus faible 391.10 mg EAG/g EB. Concernant la teneur en flavonoïdes totaux, les feuilles de *Mentha rotundifolia* enregistrent la plus forte teneur 102.50 mg EQ/g EB et les feuilles de l'*Urtica dioïca* sont les moins riches en flavonoïdes totaux 48.34 mg EQ/g EB.

L'activité antioxydant des extraits des deux espèces testées est évaluée par trois tests : l'activité antiradicalaire contre le DPPH, le pouvoir réducteur Fe et la neutralisation du radical peroxyde d'hydrogène (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>). L'activité antioxydant varie selon l'extrait méthanolique testé et les extraits exercent une activité dose-dépendante. La méthode chimique, qui consiste à l'utilisation du test DPPH, a montré que *Mentha rotundifolia* donné une activité plus importante contre le radical DPPH (87,78%), qu' *Urtica dioïca* (81,46%). L'activité antiradicalaire des extraits suit le même ordre que celui des teneurs en polyphénols : *Mentha rotundifolia* > *Urtica dioïca*.

Le pouvoir réducteur du fer des extraits suit l'ordre de : *Urtica dioïca* > *Mentha rotundifolia*.

La neutralisation du radical peroxyde d'hydrogène (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) pour *Mentha rotundifolia* et *Urtica dioïca* sont de l'ordre de (90,39%) et (89,28%) respectivement pour les deux plantes. donc *Mentha rotundifolia* a un pouvoir de neutralisé le peroxyde d'hydrogène (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) supérieur à celui de l'*Urtica dioïca*.

D'après les résultats obtenus, on conclut qu'il y a une forte corrélation entre la teneur en polyphénols totaux et l'activité antioxydante, calculée par les trois méthodes différentes. Alors cette coordinance confirme que l'activité antioxydante de *Mentha rotundifolia* et l'*Urtica dioïca* étudiées est due principalement à leur composition phénolique, ce qui est confirmé par les recherches bibliographiques qui ont démontré que les composés phénoliques sont des donneurs puissants de proton dans les légumes et les fruits.

Dans le but de compléter ce travail et sachant que la wilaya de Jijel possède une biodiversité immense dont chaque plante se caractérise par un réservoir assez important de métabolites secondaires avec des caractéristiques thérapeutiques particulières qui demandent d'être exploitées par les recherches, nous proposons les perspectives suivantes :

- ✓ Poursuivre l'étude phytochimique des deux plantes étudiées afin d'identifier ses constituants et d'arriver à la molécule pure responsable de l'activité antioxydante, et d'établir ainsi la relation structure-activité.
- ✓ Evaluation *in vivo* de l'activité antioxydante des deux plantes étudiées.

- Abdulkarim, S.N.** (2015). Effect of nettle (*Urtica dioïca*) extract on gentamicin induced nephrotoxicity in male rabbits. *Journal of Tropical Biomedicine*, 5: 756–760.
- Afonso, V., Champy, R., Mitrovic, D., Collin, P. and Lomri, A.** (2007). Reactive oxygen species and superoxide dismutases: role in joint diseases. *Journal of Revue du Rhumatisme*, 74: 636-643.
- Aguilera-Carbo, A., Augur, C., Prado-Barragan, L. A., Favela-Torres, E. and Aguilar, C.N.** (2008). Microbial production of ellagic acid and biodégradation of ellagic tannins. *Journal of Applied Microbiology and Biotechnology*, 78: 189-199.
- Ansari, A., Znini, M., Laghchimi, A.J., Costa, J., Ponthiaux, P. and Majidi, L.** (2015). Chemical composition, adsorption proprieties and corrosion inhibition on mild steel of *Mentha rotundifolia L.* Essential oil from Morocco. *Journal of Scholars Research Library. Pharmacia. Lettre*, 7: 125–140.
- Asgarpanah, J. and Mohajerani, R.** (2012). Phytochemistry and pharmacologic properties of *Urtica dioïca L.* *Journal of Medicinal Plants Research*, 6: 5714-5719.
- Auger, C., Valérie, B. et Schini-Kerth.** (2014). Potentiel des polyphénols pour améliorer la santé vasculaire en stimulant la fonction endothéliale. *Journal de Cahiers de nutrition et de diététique*, <http://dx.doi.org/10.1016/j.cnd.2014.03.005>.
- Babaei, E., Asghari, M.H., Mehdikhani, F., Moloudizargari, M., Ghobadi, E. and pouya, S.R.H.** (2017). The healing effects of herbal preparations from *Sambucusebulus* and *Urticadioïcaïn* full-thickness wound models. *Journal of Tropical Biomedicine*, <http://dx.doi.org/10.1016/j.apjtb.2017.01.013>.
- Barros, S.A., Morais, M.S., Ferreira, T.A.P., Vieira, P.G.I.A., Craveiro, A.I., Fontenelle, S.O.R., Menezes, E.A. J., Silva, F.W.F. and Sousa, A.H.** (2015). Chemical composition and functional properties of essential oils from *Mentha* species, *journal of Industrial Crops and Products*, 76: 557–564.
- Baudin, B.** (2006). Stress oxydant et pathologies cardiovasculaires. *Journal de Cardiologie*, 2: 43-52.
- Beloued A.** (2005). Plantes médicinales d'Algérie, office de la publication universitaire. *Alger*. P: 152.
- Beloued, A.** (1998). Plantes médicinales d'Algérie. Office des publications universitaires. PP: 88 152.
- Benabdallah, A., Rahmoune, C., Boumendjel, M., Aissi, O. and Messaoud, C.** (2016). Total phenolic content and antioxidant activity of six wild *Mentha* species (Lamiaceae) from

- northeast of Algeria. *Journal of Tropical Biomedicine*, <http://dx.doi.org/10.1016/j.apjtb.2016.06.016>.
- Benabdallah, A., Rahmoune, C., Boumendjel, M., Aissi, O. and Messaoud, C.** (2016). Total phenolic content and antioxidant activity of six wild *Mentha* species (Lamiaceae) from northeast of Algeria. *Journal of Tropical Biomedicine*, <http://dx.doi.org/10.1016/j.apjtb.2016.06.016>.
- Bennetau-Pelissero, C.** (2014). Polyphénols et voies de signalisation, données récentes. *Journal of Cahiers de nutrition et de diététique*, <http://dx.doi.org/10.1016/j.cnd.2014.02.004>.
- Boizot, N. et Charpentier, J.P.** (2006). Méthode rapide d'évaluation du contenu en composés phénoliques des organes d'un arbre forestier. Méthodes et outils pour d'observation et l'évaluation des milieux forestiers, prairiaux et aquatiques, INRA, pp 79-82.
- Bonnefont-Rousselot, D., Théron, P. et Delattre, J.** (2003). Radicaux libres et antioxydants. En : Delattre J., Durand G., Jardillier J-C. Biochimie pathologique. Flammarion, Paris. 317p.
- Brada, M., Bezzina, M., Marlier, M. and Lognay, G.C.** (2006). Chemical Composition of the Leaf Oil of *Mentha rotundifolia* (L.) from Algeria. *Journal of Essential Oil Research*, 18: 663-665.
- Brahmi, F., Abdenour, A., Bruno, M., Silvia, P., Alessandra, P., Danilo, F., Drifa, Y., Fahmi, E.M., Khodir, M. and Mohamed, C.** (2016). Chemical composition and in vitro antimicrobial, insecticidal and antioxidant activities of the essential oils of *Mentha pulegium* L. and *Mentha rotundifolia* (L.) Huds growing in Algeria. *Journal of Industrial Crops and Products*, <http://dx.doi.org/10.1016/j.indcrop.2016.03.002>.
- Brahmi, F., Didier, H., Naima, Khodir, M., Martin, K., Léocadie, K., Caroline, S., Mohamed, C. and Pierre, D.** (2015). Phenolic composition, in vitro antioxidant effects and tyrosinase inhibitory activity of three Algerian *Mentha* species: *M. spicata* (L.), *M. pulegium* (L.) and *M. rotundifolia* (L.) Huds (Lamiaceae). *Journal of Industrial Crops and Products*, 74: 722–730.
- Brown, J. E., Khodr, H., Hider, R.C. and Rice-Evans, C.A.** (1998). Structural dependence of flavonoid interactions with Cu<sup>2+</sup> ions: implications for their antioxidant properties. *Journal of Biochemical*, 330: 1173-1178.
- Bruneton, J.** (2008). Acides phénoliques. Dans: Pharmacognosie, phytochimie et plantes médicinales. Ed: Tec et Doc. Lavoisier, Paris. Pp 198-260.
- Bruyne, T., Pieters, L., Deelstra, H. and Vlietink, A.** (1999). Condensed vegetable tannins: bioavailability and effects on health. *Journal of Natural Product Reports*, 26: 1001-1043.

- Cadet, J., Bellon, S., Berger, M., Bourdat, A.G., Douki, T., Duarte, V., Frelon, S., Gasparutto, D., Muller, E., Ravanat, J.L. and Sauvaigo, S.** (2002). Recent Aspects of Oxidative DNA Damage: Guanine Lesions, Measurement and Substrate Specificity of DNA Repair Glycosylases, *Journal of Biology Chememical*, 383: 933 – 943.
- Carocho, M. and Ferreira, I.C.F.R.** (2013). A reviews on antioxidants, prooxidants and related controversy: Natural and synthetic compounds, screening and analysis methodologies and future perspectives. *Journal of Food and Chemical Toxicology*, 51:15–25.
- Cillard, J. et Cillard, P.** (2006). Mécanismes de la peroxydation lipidique et des anti-oxydations. *Journal de Graines oléagineuses et graisses, Cultures et lipides*, 13: 24-29.
- Conde, E., Cara, C., Moure, A., Ruiz, E., Castro, E. and Dominguez, H.** (2009). Antioxidant activity of the phenolic compounds released by hydrothermal treatments of olive tree pruning. *Journal of Food Chemistry*, 114: 806-812.
- Cowan, M.M.** (1999). Plant products as antimicrobial agents. *Journal of Clinical Microbiology Reviews*, 12: 564-582.
- Crompton, M.** (1999). The mitochondria permeability transition pore and its cell death. *Journal of Biochemical*, 341: 233-249.
- Crozier, A.** (2003). Classification et biosynthèse de produits végétaux secondaires: un aperçu. Dans les plantes "régime alimentaire et santé". *Ed. Goldberg*. Pp: 27- 4.
- Crozier, A., Clifford, M.N. and Ashihara, H.** (2006). Plant secondary metabolites: Occurrence, structure and role in the human diet. Blackwell publishing, Royaume-Uni, Pp. 383.
- Crozier, A., Jaganath, I.B. and Clifford, M.N.** (2009). Dietary phenolic: chemistry, bioavailability and effects on health. *Journal of Natural Product Reports*, 26: 1001-1043.
- Curtay, J.P. et Robin, J.M.** (2000). Intérêt des complexes antioxydants. *Nutrithérapie Info*. Pp. 4.
- Dai, J. and Mumper, R.J.** (2010). Plant Phenolics: Extraction, Analysis and Their Antioxidant and anticancer Properties. *Journal of Molécules*, 15: 7313-7352.
- Damien, D.H.J., Kosar, M., Kahlos, K., Holm, Y. and Hiltunen, R.** (2003). Antioxidant properties and Composition of aqueous Extracts from *Mentha* Species, Hybrids, Varieties and Cultivars. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51: 4563-4569.
- Daodi, A., Sabiri, M., Bammou, M., Touria Zair, T., Ibijbijen, J. et Nassiri, L.** (2015). Valorisation des extraits de trois espèces du genre *Urtica*: *Urtica urens* L., *Urtica membranacea* Poiret et *Urtica pilulifera* L. *Journal of Applied Biosciences*, 87:8094– 8104.
- Delattre, J., Beaudoux, J.L. et Bonnefont-Rousselot, D.** (2005). Radicaux libres et stress oxydant : aspects biologiques et pathologiques. Lavoisier édition TEC & DOC éditions médicales internationales, Paris. 405p.

- Diallo, A.M.** (2004). Etude des plantes médicinales de Niofunke (Région Tombouctou). Phytochimie et pharmacologie de *Maerua Crassifolia* Forsk (Capporidacée). Thèse de doctorat, *Université de Bamako. Mali*. PP: 125.
- Duarte, T.L. and Jones, G.D.D.** (2007). Vitamin C modulation of H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>-induced damage and iron homeostasis in human cells. *Journal of Free Radical Biology and Medicine*, 43: 1165-1175.
- Edeoga, H.O., Okwu, D.E. and Mbaebie, B.O.** (2005). Phytochemical constituents of some Nigerian medicinal plants. *African Journal of Biotechnology*, 4 : 685-688.
- Ernest, S. et Paul, M.** (2000). Cultures médicinales Canadienne. Conseil National de la recherche de Canada .pp :1-222.
- Favier, A.** (2003). Le stress oxydant : intérêt conceptuel et expérimental dans la compréhension des mécanismes des maladies et potentiel thérapeutique. *Journal de L'Actualité Chimique*, 108-115.
- Favier, A.** (2006). Stress oxydant et pathologies humaines. *Journal of Annales Pharmaceutiques Francaises*, 64: 390-396.
- Frei, B. et Higdon, J.V.** (2003). Antioxidant Activity of Tea Polyphenols in Vivo: Evidence from Animal Studies. *Journal of Nutritional Sciences*, 133: 3275-3284.
- Fridovich, I.** (1997). Superoxide anion radical (O<sub>2</sub><sup>•-</sup>), superoxide dismutases, and related matters. *Journal of Biology Chemical*, 272: 18515–18517.
- Fusco, D., Colloca, G., Lo Monaco, M.R. and Cesari, M.** (2007). Effects of antioxidant supplementation on the aging process. *Journal of Clinical Interventions in Aging*, 2: 377-387.
- Galleano, M., Verstraeten, S.V., Oteiza, P.I. and Fraga, C.G.** (2010). Antioxidant actions of flavonoids: thermodynamic and kinetic analysis. *Journal of Archives of Biochemistry and Biophysics*, 50: 23-30.
- Goldsby, R., Kindt, T.J. et Osborne, B.A.** (2001). Immunologie 4 ème éd. Dunod, Paris, 1-675.
- Goudable, J. et Favier, A.** (1997). Radicaux libres oxygénés et antioxydants. *Journal de Nutrition Clinique et Métabolisme*, 11:115-120.
- Güder, A and Korkmaz, H.** (2012). Evaluation of in-vitro antioxidant properties of hydroalcoholic solution extracts *urticadioica* L. *malvaneglectawallr.* And their mixture. *Services Iranian Journal of Pharmaceutical Research*, 11: 913-923.
- Guignard, J.L.** (2000). Les aromatiques aromatiques En: Biochimie végétal. Ed: Dunod. Pp: 161-217.

- Hamanaka, R.B. and Chandel, N.S.** (2010). Mitochondrial reactive oxygen species regulate cellular signaling and dictate biological outcomes. *Journal of Trends in Biochemical Sciences*, 35: 505–513.
- Hanasaki, Y., Ogawa, S. and Fukui, S.** (1994). The correlation between active oxygènes scavenging and antioxydative effects of flavonoids. *Journal of free radical biology and medicine*, 16: 845-850.
- Harborne, J. B. and Williams, C.A.** (2000). Advances in flavonoid research since 1992. *Journal of Phytochemistry*, 55: 481-504.
- He, Z., Xia, W and Chen, J.** (2008). Isolation and structure elucidation of phénolics compounds in Chinese olive (*Cnarium album L.*) fruit. *Journal of European Food Research and Technology*, 226:1191-1196.
- Heilerova, L., Buckova, M., Tarapcik, P., Silhar, S. and Labuda, J. (2003).** Comparaison of antioxydative activity data for aqueous extracts of Lemon Balm (*Mellissa officinalis*), Oregano (*Origanumvulgare*), Thym (*thymus vulgaris*), and Agrimony (*Agrimoniaeupatoria*) obtained by conventional methods and the DNA-based biosensor, *Czech Journal of Nutritional Biochemistry*. 13: 572-584.
- Herrero, E., Ros, J., Belli, G. and Cabiscol, E.** (2008). Redox control and oxidative stress in yeast cells. *Journal of Biochimicaand BiophysicaActa*, 1780: 1217-1235.
- Hider, R.C., Liu, Z.D. and Khoder, H.H.** (2001). Metal chelation of polyphénols. *Journal of Enzymology Method*, 335: 190-203.
- Huang, D.J., Lin, C., Chen, H.J. and Lin, Y.H.** (2004). Antioxidant and proliferative activities of sweet potato (*Ipomoea botatas L Lam Tainong 57*). *Journal of constituentsBotanical Bulletin- Academia Sinica Taipei*. 45:179-186.
- Hunt, J. and Wolff, S.** (1991). The role of histidine residues in the non-enzyme covalent attachment of glucose and ascorbic acid to protein. *Journal of Free Radical Research*, 14: 279-87.
- Jacques, B. et André, R.** (2004). Biochimie métabolique Ed ellipses .Paris. pp: 217-225.
- Josiane, C. et Pierre, C.** (2006). Mécanismes de la peroxydation lipidique et des anti-oxydations. *Journal of Faculté de pharmacie Rennes*, 13: 24-29.
- Karp, G.** (2010). Biologie cellulaire et moléculaire : Concepts and experiments. *Edition De Boeck Supérieur*, p 35.
- Kenny, T.P., Keen, C.L., Schmitz, H.H. and Gershwin, M.E.** (2007). Immune effects of cocoa procyanidin oligomers on peripheral blood mononuclear cells. *Journal of Biology Medicine*, 232: 293-300.

- Keys, A.** (1970). Coronary heart disease in seven countries. *Journal of Circulation*, 41: 1-211.
- Keys, A.** (1995). Mediterranean diet and public health: Personal reflections. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 61: 1321-1323.
- Khaled-Khodja, N., Boulekbache-Makhlouf, L. and Madani, K.** (2014). Phytochemical screening of antioxidant and antibacterial activities of methanolic extracts of some Lamiaceae. *Journal of Industrial crops and products*, 61: 41–48.
- Kholkhal, F., Lazouni, H.A., Bendahou, M., Boublenza, I., Chabane, S.D. et Chaouch, T.** (2013). Étude phytochimique et évaluation de l'activité anti-oxydante de *Thymus Ciliatus*ssp. *Coloratus*. *Journal de Science d' Afrique*, 09: 151 – 158.
- kim, H.S., kang, S.W., Rhee, S.G. and Clerch, L.B.** (2001). Rat lung peroxiredoxins I and pene differentially regulated during developpement and by hyperoxia. *Journal of American physiology*, 280: 1212-1217.
- Koechlin-Ramonatxo, C.** (2006). Oxygène, stress oxydant et supplémentations antioxydantes ou un aspect différent de la nutrition dans les maladies respiratoires Nutrition clinique et métabolisme. *Journal de Nutrition clinique et métabolisme*, 20:165–177.
- Koolman, J. et Röhm, K-H.** (2004). Atlas de Poche de Biochimie. 3e édition. Flammarion, Paris. Pp. 478.
- Kowaltowski, A.J., Souza-Pinto, N.C., Castilho, R.F. and Vercesi, A.E.** (2009). Mitochondria and reactive oxygen species. *Journal of Free Radical Biology & Medicine*, 47: 333-343.
- Kukrića, Z.Z., Topalić-Trivunovića, L. N., Kukavicab, B. M., Pavičić, S.S., Boroja., M.M. et Savić, A.V.** (2012). Characterization of haracterization of antioxidant and antimicrobial activities of nettle leaves (*Urtica dioica* L.). *Journal of Apteff*, 43: 257-272.
- Kuresh, A., Youdim, A., Jeremy, P.E., Spencer, Hangen, S. and Rice-Evans, C.** (2002). Dietary Flavonoids as Potential Neuroprotectants. *Journal of Biology Chemical*, 383: 503-519.
- Ladjel, S., Gherraf, N. and Hamada, D.** (2011). Antimicrobial effect of essential oils from the Algerian medicinal plant *Mentha rotundifolia* L. *Journal of applied sciences research*, 7: 1665-1667.
- Linden. et Lorient, D.** (1994). Pigments et aromes .In: Biochimie agro-industrielle valorisation alimentaire de la production agricole. Ed : Masson. 338-340.
- Macheix, J.J., Fleuriet, A. et Sarnil-Manchado, P.** (2006). Les Polyphénols en agroalimentaire. *Ed: Tec et Doc. Paris, France.* Pp. 1-28.
- Mahmoudi, S., Khali, M. et Mahmoudi, N.** (2013). Etude de l'extraction des composés phénoliques de différentes parties de la fleur d'artichaut (*Cynara scolymus* L.). *Journal de Nature & Technologie*, 09: 35-40.



- Mandana, B., Russly, A. R., Ali, G. and Farah, S. T.** (2011). Antioxidant activity of spearmint (*Mentha spicata* L.) leaves extracts by Supercritical Carbon Dioxide (SC-CO<sub>2</sub>) extraction. *International Journal Food Research*, 18: 543-547.
- Martin, S. et Tsitohaina, A.R.** (2002). Mécanismes de la protection cardiaque et vasculaire des polyphénols au niveau de l'endothélium. *Journal annales de cardiologie et d'angéiologie*, 51: 304-315.
- Marzocchella, L., Fantinia, M., Benvenutoa, M., Masuellib, L., Tresoldia, I., Modestia, A. and Beia, R.** (2011). Dietary Flavonoids: Molecular Mechanisms of Action as Anti-Inflammatory Agents. *Journal of Recent Patents on Inflammation & Allergy Drug Discovery*, 5: 200-220.
- Masaki, H.** (2010). Role of antioxidants in the skin: anti-aging effects. *Journal of Dermatological Science*, 58: 85- 90.
- Maurice, N.** (1997). L'herboristerie d'antan à la phytothérapie moléculaire du XXI<sup>e</sup> siècle. Ed. Lavoisier, Paris.
- Milosevic, S., Zekovic, Z., Lepojvic, Z., Vidovic, S., Idovic, S., Radojkovic, M. and Cvetanovic, A.** (2011). Antioxidant properties of tablets prepared from ginkgo, echinacea and mentha dry extracts. *Journal of Romanian Biotechnological Letters*, 16: 6481- 6487.
- Molyneux, P. and Songklanakarinn, J.** (2004). The use of the stable free radical diphenyl picryl hydrazyl (DPPH) for estimating antioxidant activity. *Songklanakarinn Journal of Science Technology*, 26:211-219.
- Mompon, B., Lemaire, B., Mengal, P. et Surbel, D.** (1996). Extraction des polyphénols : du laboratoire à la production industrielle. IN « Polyphénols 96 ». Ed INRA. 31-35.
- Moreno, J. and Peinado, R.** (2012). Polyphenols, in Waltham, M.A., *Encyclopedia of Food Sciences and Nutrition*, Second edition, Academic Press, London, Pp. 53-76.
- Morris, C.J., Earl, J.R., Trenam, C.W. and Blake, D.R.** (1995). Reactive oxygen species and iron-a dangerous partnership in inflammation. *The International Journal of Biochemistry & Cell Biology*, 27: 109-122.
- Murkovic, M.** (2003). Phenolic compounds, in: Caballero, B. (Ed.), *Encyclopedia of Food Sciences and Nutrition*, Second edition, Academic Press, Oxford, pp. 4507-4514.
- Murphy, M.P.** (2009). How mitochondria produce reactive oxygen species. *Journal of Biochemical*, 417: 1-13.
- Naczki, M. and Shahidi, F.** (2004). Extraction and analysis of phenolics in food. *Journal of Chromatography A*, 1054 : 95-111.

- Nomura, K., Hirotaka, I. and Koumura, T.** (2000). Mitochondrial phospholipid hydroperoxide glutathione peroxidase inhibits the release of cytochrome c from mitochondria by suppressing the peroxidation of cardiolipin in hypoglycaemia-induced apoptosis. *Journal of biochemical*, 351: 183-193.
- O'Connell, J.E and. Fox, P.F.** (2001). Signification and applications of phénolic compounds in the production and quality of milk dairy products. *Journal of a review International Dairy*, 11: 103-120.
- Oszmianski, J., Wojdylo, A., Lamer-Zarawska, E. and Swiader, K.** (2007). Antioxidant tannins from Rosaceae plant roots. *Journal of Food Chemistry*, 100: 579-83.
- Owen, P.L. and Johns, T.** (1999). Xanthine oxidase inhibitory activity of north eastern north American plant remedies used for gout. *Journal of Ethnopharmacology*, 64: 149-160.
- Pandey, K.B. and Rizvi, S.I.** (2009). Plant polyphenols as dietary antioxidants in human health and disease. *Journal of Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, 2: 270-278.
- Paris, M. et Hurabeillen, M.** (1981). Abrégé de Matière médicale, pharmacognosie. Ed: Masson. 210-215.
- Peer, W.A., Brown, D.E., Tague, B.W., Muday, G.K., Taiz, L. et Murphy, A.S.** (2001). Modèles d'accumulation de flavonoïdes de testa mutants transparents d'arabidopsis. *Journal of Plant physiology*, 126: 536-548.
- Perez-Jimenez, J., Arranza, S., Tabernero, M., Diaz-Rubio, M.E., Serrano, J, Gonib I. and Saura-Calixto, F.** (2008). Updated methodology to determine antioxidant capacity in plant foods, oils and beverages: Extraction, measurement and expression of results. *Journal of Food Research International*, 41: 274–285.
- Polyakov, N.E., Leshina, T.V., Salakhutdinov, N.F., Konovalova, T.A. and Kispert, L.D.** (2006). Antioxidant and redox properties of supramolecular complexes of carotenoids with beta-glycyrrhizic acid. *Journal of Free Radical Biology & Medicine*, 40: 1804-1809.
- Rao, A.V. and Rao, L.G.** (2007). Carotenoids and human health. *Journal of Pharmacological Research*, 55: 207-216.
- Ratnam, V.D., Ankola, D.D., Bhardwaj, V., Sahana, D.K. et Ravi Kumar, M.N.V.** (2006). Role of antioxidants in prophylaxis and therapy: A pharmaceutical perspective. *Journal of Control Release*, 113: 189-207.
- Riahi, L., Elferchichi, M., Hanene Ghazghazi, H., Jebali, J., Ziadi, S., Chedia Aouadhi, C., Chograni, H., Zaouali, Y., Zoghlami, N and Ahmed Mliki, A.** (2013). Phytochemistry, antioxidant and antimicrobial activities of the essential oils of *Mentha rotundifolia* L. in Tunisia. *Journal of Industrial Crops and Products*, 49: 883– 889.

- Ribéreau-Gayon, P.** (1968). Les composés phénoliques des végétaux. Ed: Dunod. Paris. PP : 317-436.
- Ribéreau-Gayon.** (1968). Les composés phénoliques des végétaux. Edition Dunod. Paris. Pp : 173-201.
- Richard, T., Tamsamani, H., Jean-Claude Delaunay, J.C., Krisa, S. et Mérillon, J.M.** (2014). Stilbènes : de la chimie à la neuroprotection. *Journal de Cahiers de nutrition et de diététique*, <http://dx.doi.org/10.1016/j.cnd.2014.03.001>.
- Roussel, A.M.** (2009). Qui manque d'antioxydants, et comment le savoir ? *Journal of Cahiers de nutrition et de diététique*, 44: 230-236.
- Sanchez-Moreno, C.** (2002). Methods used to evaluate the free radical scavenging activity in food and biological systems. *International Journal of Food Science Technology*, 8: 121-137.
- Sergent, O., Griffon, B., Cillard, P. et Cillard, J.** (2001). Alcool et stress oxydatif. *Journal de Pathologie Biologie*, 49: 689-695.
- Serteyn, D., Mouithys-Mickalad, A., Franck, T., Grulke, S., Lamy, M., Deby, C. et Deby-Dupont, G.** (2002). La nature chimique et la réactivité de l'oxygène. *Journal d'Annale de Médecine Vétérinaire*, 146: 137-153.
- Sies, H.** (1991). Oxidative stress: introduction in oxidative stress, oxidants and antioxidants. H. Sies, London academic press, 12-22.
- Skaria B.P., Joy P.P., Mathew S., Joseph A. and Joseph R.** (2007). Aromatic Plants New India Publishing Agency, Pitampura, New Delhi. Pp: 17-35.
- Sökmen, B. B., Aydın, S. and Kınaloğlu, K.** (2012). Antioxidant and antibacterial properties of a lichen species *Diploschistes scruposus* (Schreb.) Norman. *Journal of Biology*, 71: 43-51.
- Sousa, A., Ferreira, I.C.F.R., Barros, L., Bento, A. and Pereira, A.** (2008). Effect of solvent and extraction temperatures on the antioxidant potential of traditional stoned table olives "alcaparras". *Journal of Learning with Technologies*, 41: 739-745.
- Soobrattee, M.A., Neergheen, V.S., Luximon-Ramma A., Aruoma, O.I. and Bahorun T.** (2005). Phenolics as potential antioxidant therapeutic agents: Mechanisms and actions. *Journal of Mutation Research*, 579: 200-213.
- Sproll, C., Ruger, W., Andlauer, C., Godelmann, R. and Lachenmaier, D.W.** (2008). HPLC analysis and safety assessment of coumarin in foods. *Journal of Food Chemistry*, 109: 462-469.
- Srivastava, R.C., Husain, M.M., Hasan, S.K. and Athar, M.** (2000). Green tea polyphenols and tannic acid act as potent inhibitors of phorbol ester-induced nitric oxide generation in rat hepatocytes independent of their antioxidant properties. *Journal of Cancer Letters*, 153: 1-5.

- Stahl, W. and Sies, H.** (2005). Bioactivity and protective effects of natural carotenoids. *Journal of Biochimica Biophysica Acta*, 1740: 101-107.
- Stowe, D.F. and Amadou, C.K. S.** (2009). Mitochondrial Reactive Oxygen Species Production in Excitable Cells: Modulators of Mitochondrial and Cell Function. *Journal of Mary Annals Liebertin Corporation*, 11:1373-1414.
- Sun, B., Ribes, A.M., Leandro, M.C., Belchior, A.P. and Spranger, M.I.** (2006). Stilbenes: Quantitative extraction from grape skins, contribution of grape solids to wine and variation during wine maturation. *Journal of Analytica Chimica Acta*, 563: 382–390.
- Swanson, B.G.** (2003). Tannins and polyphenols, in: Caballero, B. (Ed.), *Encyclopedia of Food Sciences and Nutrition*, Second edition, Academic Press, Oxford, pp. 5729-5733.
- Takao, T., Kitatani, F., Watanabe, N., Yagi, A. and Sakata, K.** (1994). A simple screening method for antioxidants and isolation of several antioxidants produced by marine bacteria from fish and shell fish. *Journal of Bioscience, Biotechnologie and Biochemistry*, 58: 1780-1783.
- Thannickal, V.J. and Fanburg, B.L.** (2000). Reactive oxygen species in cell signaling. *Journal of American Physiology - Lung Cellular and Molecular Physiology*, 279, 1005-1028.
- Therond, P.** (2006). Dommages créés aux biomolécules (lipides, protéines, ADN) Par le stress oxydant. *Journal of Annales Pharmaceutiques Francaises*, 64: 383-389.
- Ullah, R., Hussain, I. and ahmad, S.** (2017). Diocanol; one new phenol derivative isolated and characterized from *Urticadioica*. *Journal of Chemistry*, 10: 1284–1286
- Upton, R.H.** (2013). Stinging nettles leaf (*Urtica dioica* L.): Extraordinary vegetable medicine. *Journal of Herbal medicine*, 3: 9-38.
- Valko, M., Leibfritz, D., Moncol, J., Cronin, M.T.D., Mazur, M. and Telser, J.** (2007). Free radicals and antioxidants in normal physiological functions and human disease. *Journal of Biochemistry and Cell Biology*, 39: 44-84.
- Vauzour, D.** (2014). Polyphénols et neuroprotection : où en sommes-nous aujourd'hui ? *Journal de Cahiers de nutrition et de diététique*, <http://dx.doi.org/10.1016/j.cnd.2014.01.001>.
- Wang, I.K., Lin-Shiau, S.Y. and Lin, J.K.** (1999). Induction of apoptosis by apigenin and related flavonoids through cytochrom C release and activation of caspase-9 and caspase-3 in leukemia HL-60 Cells. *Journal of European Cancer*, 35: 1517-1525.
- Wang, J., Li, R., Tan, J. et Jiang, Z-T.** (2013). “Effect of drying on essential oil yields and chemical composition of pineapple mint (*Mentha rotundifolia* variegata”) from China. *Journal of Essential Oil Bearing Plants*, 16: 630–635.

- Waterhouse, A. L. and Lamuela-Raventos, R. M.** (1994). The occurrence of piceid, a stilbene glucoside in grape berries. *Journal of Phytochemistry*, 37: 571-573.
- Yumrutas, O. and Saygideger, S.D.** (2012). Determination of antioxidant and antimutagenic activities of *Phlomis armeniaca* and *Mentha pulegium*. *Journal of Applied Pharmaceutical Science*, 02: 236-240.
- Zelko, I.N., Mariani, T.J. and Folz, R.J.** (2002). Superoxide dismutase multigene family: a comparison of the Cu Zn-SOD (SOD1), Mn-SOD (SOD 2) and EC-SOD (SOD3) gene structures, evolution and expression. *Journal of Free Radical Biology & Medicine*, 33: 337-349.

<b>Présenté par :</b> Bouhris Sara. SissaouiImene. SoufaneMadiha.	<b>Encadreur :</b> M <sup>me</sup> Boutennon H.	<b>Date de soutenance :</b> 02 /07/2017.
--	--	---

**Thème :**  
**Activité antioxydante des polyphénols extraits de deux plantes médicinales de Jijel.**

**Résumé :**

Dernièrement, un grand intérêt est accordé aux plantes médicinales à cause de leurs propriétés thérapeutiques démontrées. Ce travail est une contribution à l'étude de la teneur en polyphénols totaux et de l'activité antioxydante *in vitro* de deux plantes médicinales de la région de Jijel, qui sont *Mentha rotundifolia* et *Urtica dioïca*. Donc comment évaluer leur activité antioxydants des polyphénols? L'activité antioxydante des extraits est évaluée par trois méthodes : l'activité antiradicalaire du DPPH, le pouvoir réducteur Fe et la neutralisation du radical peroxyde d'hydrogène (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>). Les résultats indiquent que les teneurs les plus élevées en composés phénoliques et en flavonoïdes sont enregistrées par *Mentha rotundifolia* (745.66 ± 1.66 mg EAG/g EB et 102.50 ± 0.30 mg EQ/g EB respectivement) suivie par l'*Urtica dioïca* qui a donné des résultats en en moins degré (391.10 ± 9.43 mg EAG/g EB et 48.34 ± 0.87 mg EQ/g EB respectivement). Les deux extraits méthanoliques ont une activité antioxydante importante qui est en relation avec les teneurs en composés phénoliques. Les résultats indiquent que *Mentha rotundifolia* enregistre le pouvoir antioxydant le plus élevé. D'après ces résultats obtenus, on conclut qu'il y a une forte corrélation entre la teneur en polyphénols totaux et l'activité antioxydante, calculée par les trois méthodes différentes.

**Mots clés :** Composés phénoliques, activité antioxydante, *Mentha rotundifolia*, *Urtica dioïca*.

**Abstract :**

Recently, medicinal plants have been of great interest because of their demonstrated therapeutic properties. This work is a contribution to the study of the total polyphenol content and antioxidant activity *in vitro* of two medicinal plants in the Jijel region, which are *Mentha rotundifolia* and *Urtica dioïca*. So how to evaluate their antioxidant activity of polyphenols? The antioxidant activity of the extracts is evaluated by three methods: the antiradical activity of DPPH, the reducing power Fe and the neutralization of the hydrogen peroxide (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) radical. The results indicate that the highest levels of phenolic compounds and flavonoids are recorded by *Mentha rotundifolia* (745.66 ± 1.66 mg AGE /g CE and 102.50 ± 0.30 mg QE /g CE respectively), followed by *Urtica dioïca* which gave results in less degree (391.10 ± 9.43mg AGE /gCE and 48.34 ± 0.87mg QE /g CE respectively). The two methanolic extracts have an important antioxidant activity, which is related to the contents of phenolic compounds. The results indicate that *Mentha rotundifolia* records the highest antioxidant power. From these results, it is concluded that there is a strong correlation between total polyphenol content and antioxidant activity, calculated by the three different methods.

**Key words:** polyphenols, antioxidant activity, *Mentha rotundifolia*, *Urtica dioïca*

**المخلص**

في الآونة الأخيرة ارتفع الاهتمام بالنباتات الطبية نظرا للخصائص العلاجية التي تتمتع بها. هذا العمل هو عبارة عن مساهمة في دراسة كمية البوليفينولات الاجمالية و الفعالية المضادة للاكسدة لصنفتين طبيين بولاية جيجل، وهما *Mentha rotundifolia* و *Urtica dioïca*. فكيف يتم تقييم نشاط مضادات الأكسدة للبوليفينول؟ تم تقييم النشاط المضاد للاكسدة للمستخلصات بثلاث طرق: النشاط المضاد للجذور الحرة، قدرة ارجاع الحديد و تحييد جذر البيروكسيد هيدروجين. النتائج تشير الى ان مستخلص *Mentha rotundifolia* سجل أكبر كمية في البوليفينولات و الفلافونويدات (745.6 ± 1.66 مغ مكافئ حمض الغاليك /غ الوزن الجاف و 102.50 ± 0.30 مغ مكافئ كارستين /غ الوزن الجاف على التوالي)، تليه *Urtica dioïca* والتي أعطت نتائج أقل درجة (391.10 ± 9.43 مغ مكافئ حمض الغاليك / الوزن الجاف و 48.34 ± 0.87 مغ مكافئ كارستين /غ الوزن الجاف على التوالي). كلا المستخلصين الميثانوليين اظهرا نشاطا مهما مضادا للاكسدة، هذا النشاط عائد إلى محتوى البوليفينولات الموجودة في مستخلص كل نبتة. من هذه النتائج، نستخلص أن هناك علاقة قوية بين المحتوى الكلي لمادة البوليفينول والنشاطية المضادة للاكسدة والتي تم حسابها بثلاث طرق مختلفة .

**الكلمات المفتاحية:** البوليفينولات ،النشاط المضاد للاكسدة، *Mentha rotundifolia*، *Urtica dioïca*.

