



REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE



UNIVERSITE SAAD DAHLAB de BLIDA

DEPARTEMENT DES SCIENCES AGRONOMIQUES

MEMOIRE

En vue de l'obtention du diplôme de Master II en Sciences de la nature et de la vie.

Spécialité : Biotechnologie des Plantes Aromatiques et Médicinales et
des Produits Naturels

THEME

Évaluation de L'activité antioxydante des
composés phénoliques de *Malva sylvestris*
L.

Présenté par : LARBI IBTISSEM.

Soutenir le 29/10/2013.

Devant le jury :

AISSAT A.	MCA	USDB	Président
GHANAI R.	MAA	USDB	Examinatrice
CHEBATA N.	MAA	USDB	Promotrice
BELGUENDOUZ R.	MAA	USDB	Co- promotrice

Année universitaire 2012-2013

Remerciements

Avant tout, je remercie mon Dieu de m'avoir donné la volonté afin d'arriver à la finalité de ce modeste travail.

*Aux joyaux de ma vie "**mes parents**" qui sont la source de ma réussite, je souhaite qu'ils trouvent à travers ce mémoire le faible témoignage de leurs efforts et sacrifices.*

*Je tiens à exprimer ma profonde gratitude à, madame **HOUMANI Z.**, Pour son aide et ses conseils.*

*Je remercie également Monsieur **AISSAT A.**, pour l'honneur qu'il me fait de présider le jury de ce mémoire.*

*J'exprime mes profonds remerciements, ma vive reconnaissance et ma sincère gratitude à **Mme CHEBATA N.**, pour avoir accepté de m'encadrer et pour ses conseils et ses précieuses orientations qu'elle n'a cessé de m'apporter tout au long de ce travail.*

*J'adresse mes sincères remerciements à **Mme GHANAI R.**, pour son aide, et ses conseils tout au long de la réalisation d ce travail. Et de me fait l'honneur d'accepter d'examiner ma thèse.*

*Je tiens à remercier **Mme BELGUENDOUZ R.**, pour avoir accepté de juger ce modeste travail.*

Je remercie les techniciennes de laboratoire pour leur précieuse contribution.

*Un remerciement particulier va à **Mme NISA.**, le chef de laboratoire de chimie analytique, de CRD El-Harrach, pour sa bienveillance et ces conseils. Et toute l'équipe de son laboratoire. Pour leur aide dans les moments difficiles.*

Mes sentiments de reconnaissance et mes remerciements vont également à tous mes amis pour les sympathiques moments qu'on a passé ensemble.

Je remercie gracieusement mes sœurs, mon frère qui m'ont soutenue, m'ont encouragée, pour que ce travail aboutisse. Enfin, je remercie toute personne qui a contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

Dédicace

- ✚ *A l'aide de dieu tout puissant, qui m'a tracé le chemin de ma vie, j'ai pu réaliser ce travail que je dédie :*

- ✚ *A la lumière de mes yeux, l'ombre de mes pas et le bonheur de ma vie ma mère qui ma apporté son appui durant toutes mes années d'étude, pour son sacrifice et soutien qui m'ont donné confiance, courage et sécurité.*

- ✚ *A mon cher père qui ma appris le sens de la persévérance tout au long de mes études, pour son sacrifice ses conseils et ses encouragements.*

- ✚ *A mes très chère sœur Khadîdja, Fatiha et Nesrin*
 - ✚ *A mes frères Mohammed, Moustafa.*
 - ✚ *A ma très chère, la petite sœur Khaoula*
 - ✚ *A mes meilleurs amis Najdia, Ridha.*
 - ✚ *A toute la famille LARBI.*

LARBI IBTISSEM



*Master en science de la nature et de la
vie
Biotechnologie des plantes aromatiques
et médicinales et des produits naturels*

Thème

**Évaluation de l'activité antioxydante des
composés phénoliques de *Malva sylvestris* L.**

Présenté par

LARBI Ibtissem

Encadrée par

Mme CHEBATA Nada

PROMOTION 2012-2013



Introduction

Plan de travail

*Matériels
et
méthodes*

*Conclusion
et
perspectives*

Résultats

Introduction



n

Presenter Media

Oxygène

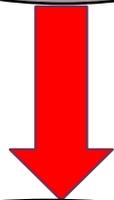


H2O



(2%-5%)

ROS



Stress
oxydatif

ATP



ATP



ATP



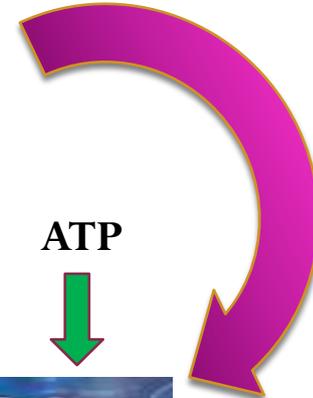
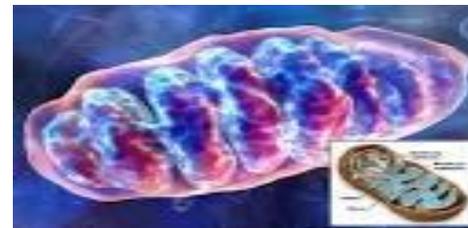
ATP



ATP



ATP



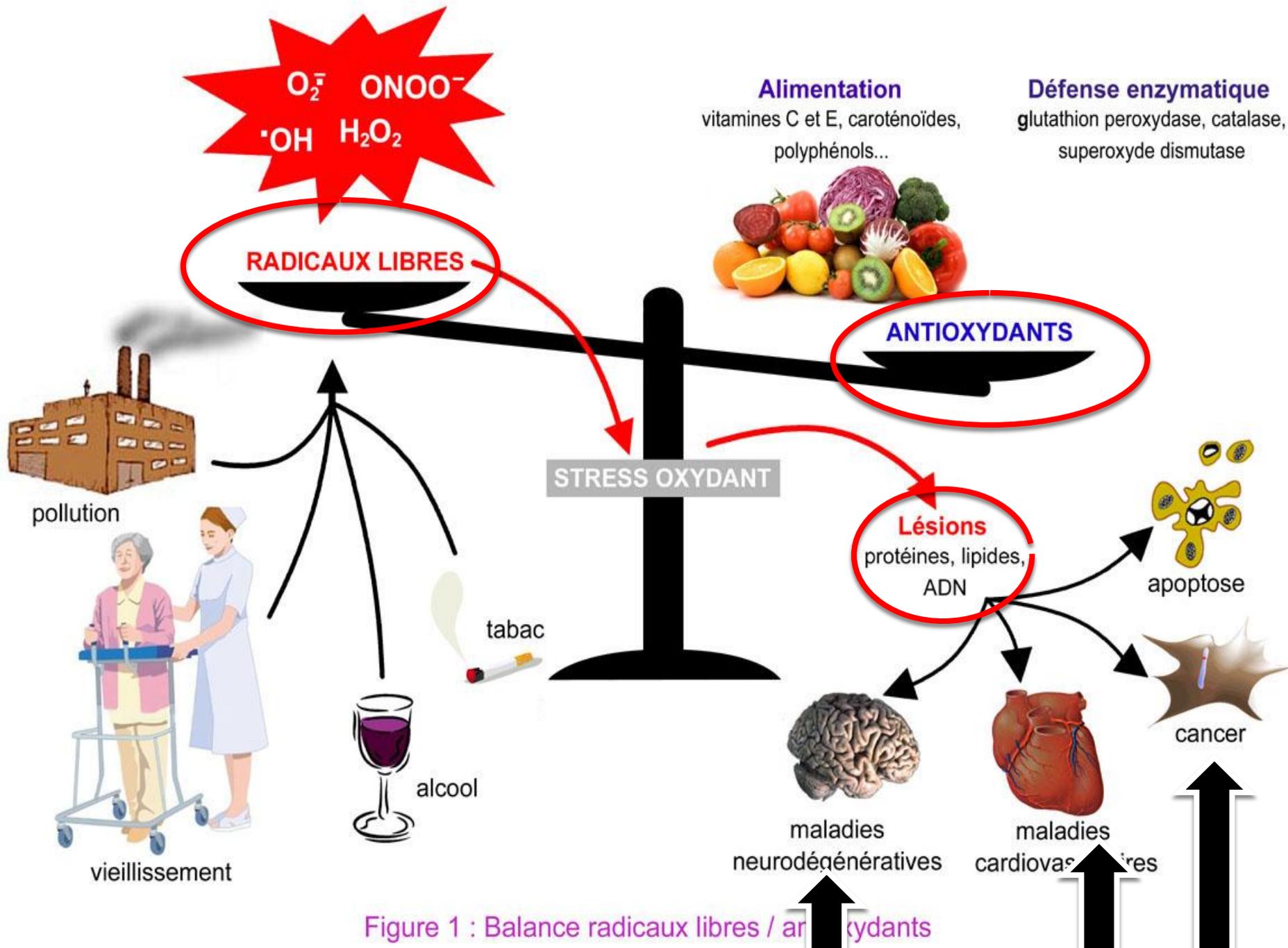


Figure 1 : Balance radicaux libres / antioxydants



Les antioxydants synthétiques



Effets indésirables et apparition de nouvelles maladies



Principes actifs

polyphénols

```
graph TD; A[polyphénols] --> B[pharmaceutique]; A --> C[cosmétique]; A --> D[alimentaire]
```

The diagram is a flowchart with a central root node 'polyphénols' in a pink box. A vertical line descends from this box to a horizontal line. From the left end of this horizontal line, a vertical line with an arrowhead points down to an oval labeled 'pharmaceutique'. From the right end of the horizontal line, a vertical line with an arrowhead points down to an oval labeled 'alimentaire'. From the center of the horizontal line, a vertical line with an arrowhead points down to an oval labeled 'cosmétique'. All three ovals are green with a white border and a drop shadow.

pharmaceutique

alimentaire

cosmétique



Malva sylvestris L.

**•Vérifier le pouvoir antioxydant
des polyphénols de
*Malva sylvestris***

Matériels et méthodes





Récolte



Séchage



Broyage



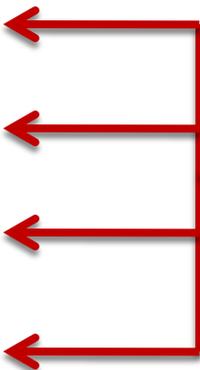
Polyphénols totaux

Flavonoïdes

Anthocyanes

Tanins

Extraction



Extraction des polyphénols totaux

5g de poudre
végétal



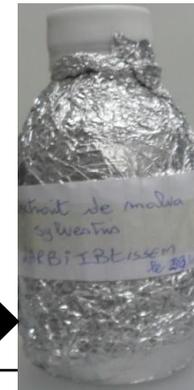
100ml d'éthanol
(70°)

filtration



Récupération
(5ml de méthanol)

Conservation
(4°C)



Extraction des flavonoïdes et anthocyanes

3g de la poudre+ 240ml du HCl au bain-
marie pendant 40min

Extraction à l'ether à 3 fois reprises
dans une ampoule à décanter

Épiphasse étherée:
Les flavonoïdes

Hypophase acide:
Extraction des anthocyanes avec 50 ml
du n-butanol

Évaporation des extraits à l'air libre

Épiphasse butanolique

Récupération avec 5ml du méthanol

Extraction des tannins condensés

5g de la poudre végétale
+
50 ml d'acétone 70°

Agitation pendant 24h

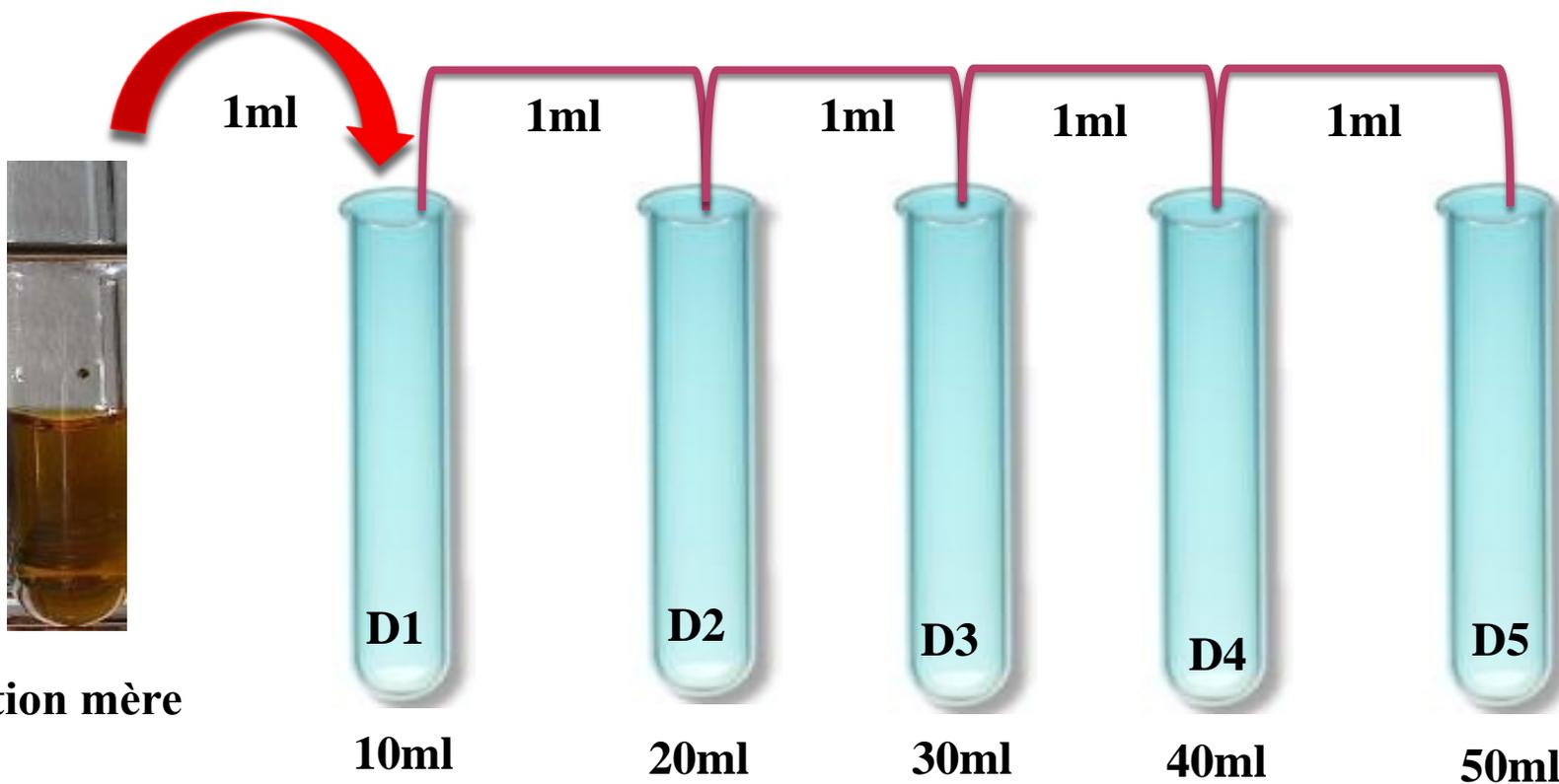
Décantation pendant 24h

Évaporation sous pression réduite à 60°C

Récupération de l'extrait sec avec 100 ml d'eau
distillée

*Répéter
l'opération 3 fois*

Évaluation de l'activité antioxydante



Solution mère

D1

10ml

D2

20ml

D3

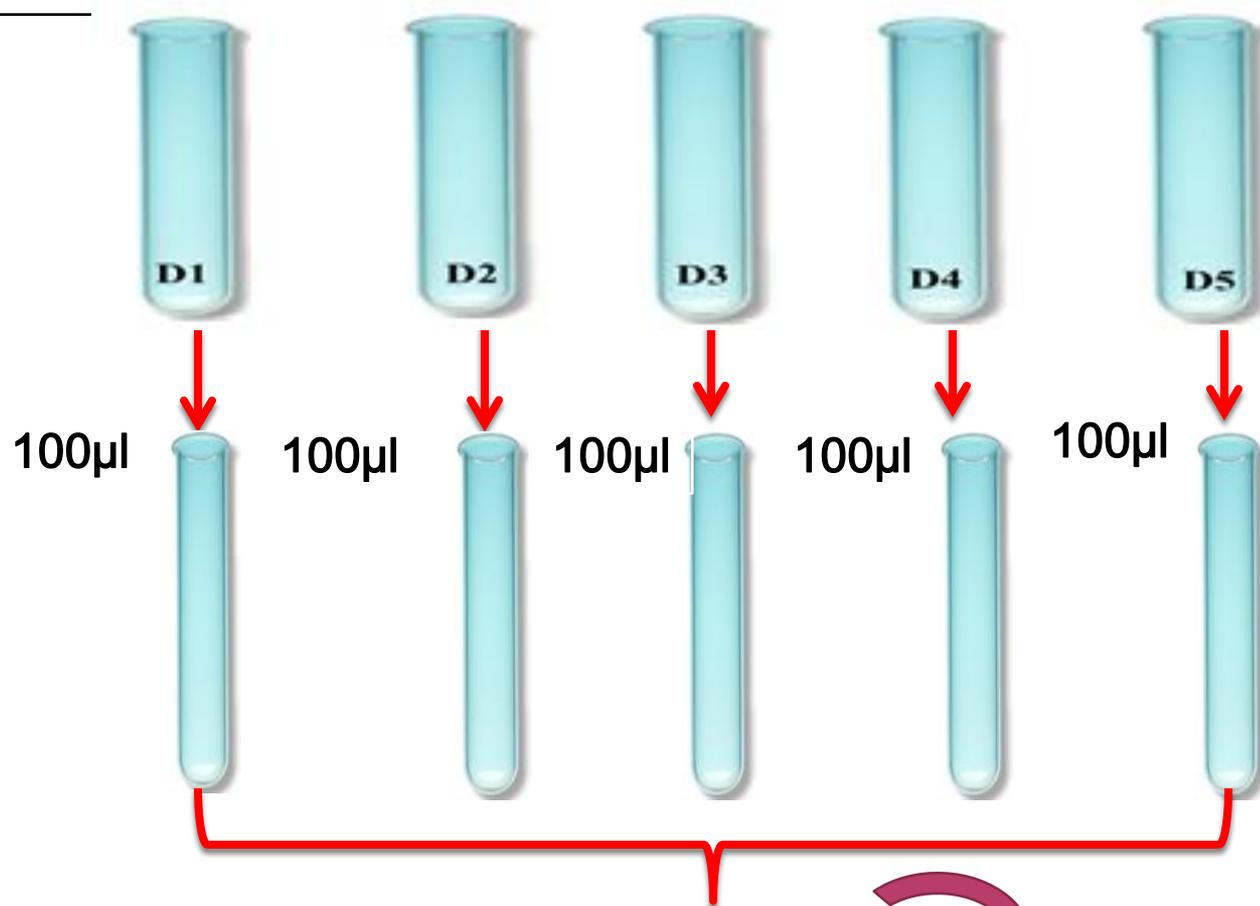
30ml

D4

40ml

D5

50ml



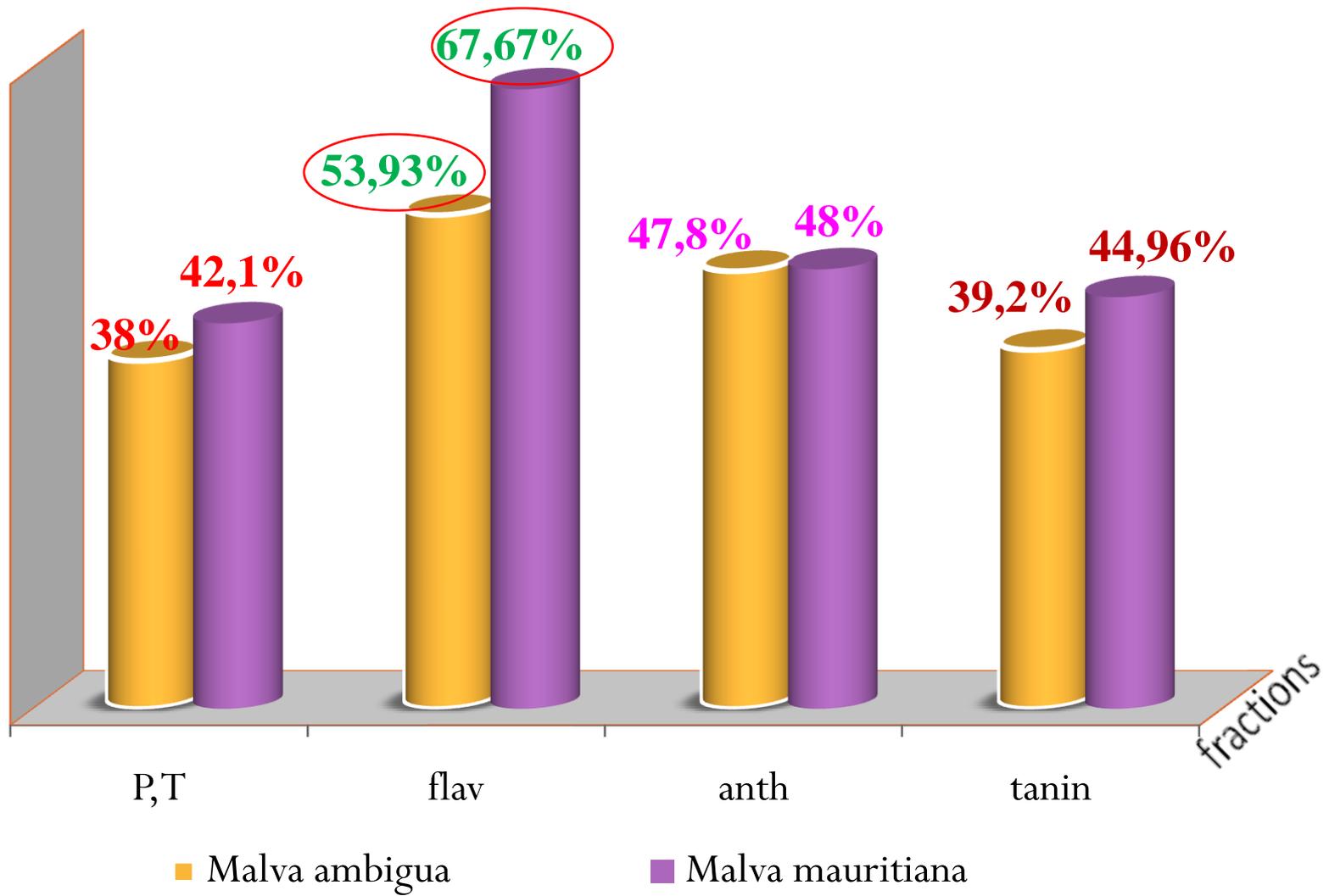
100µl de chaque extrait

2ml
DPPH

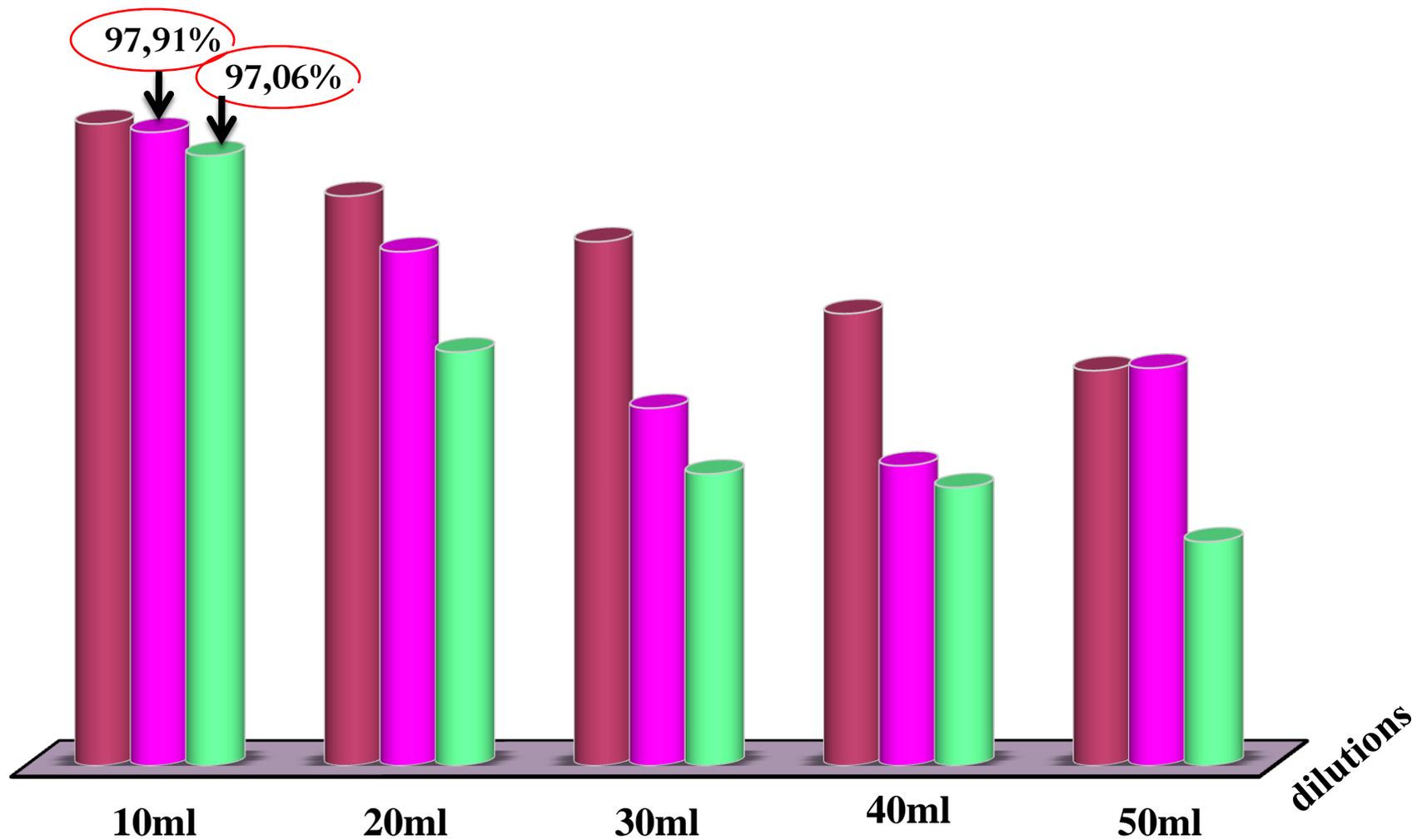


Résultats

R%



Rendement des différentes fractions

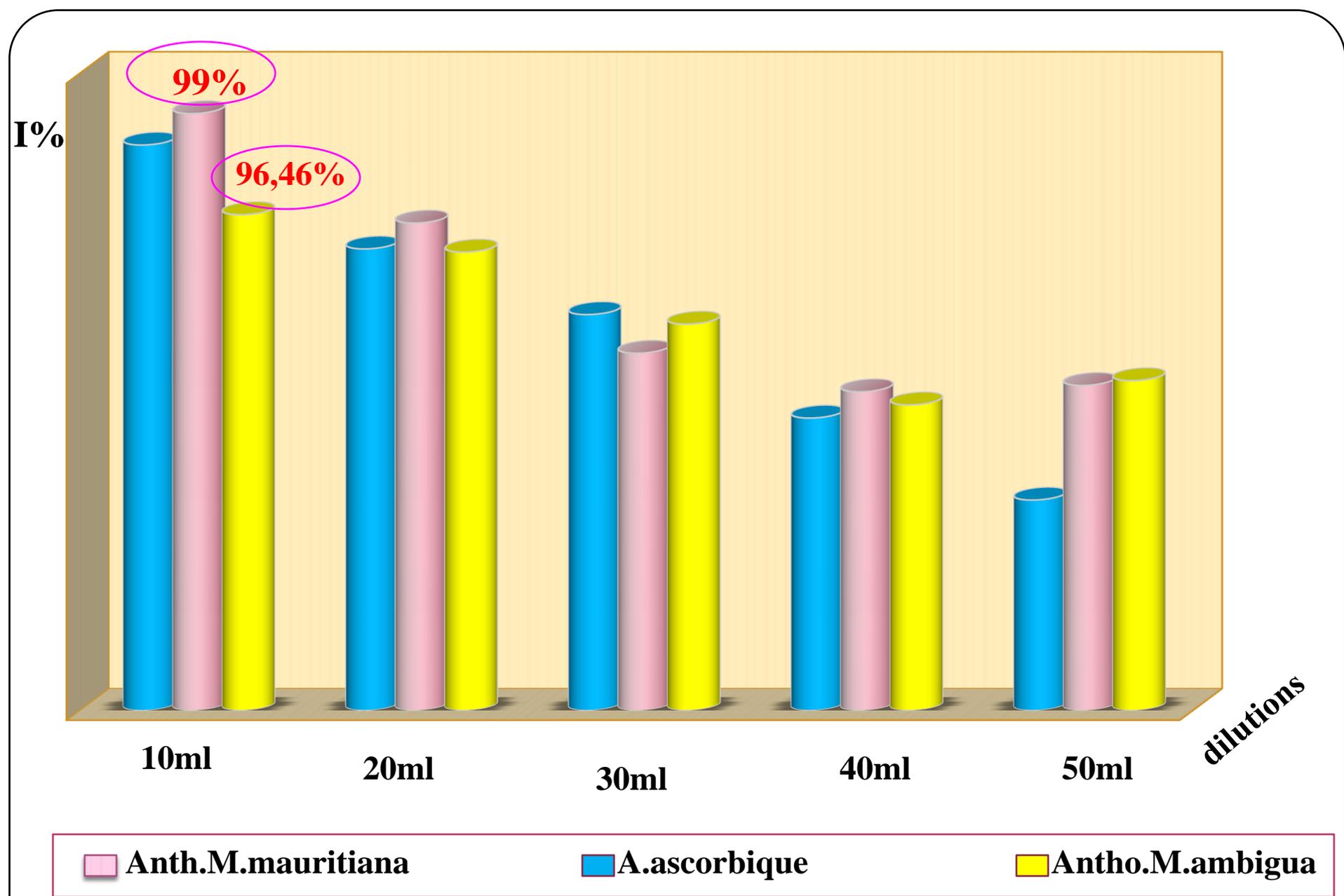


■ P.T.M.mauritiana

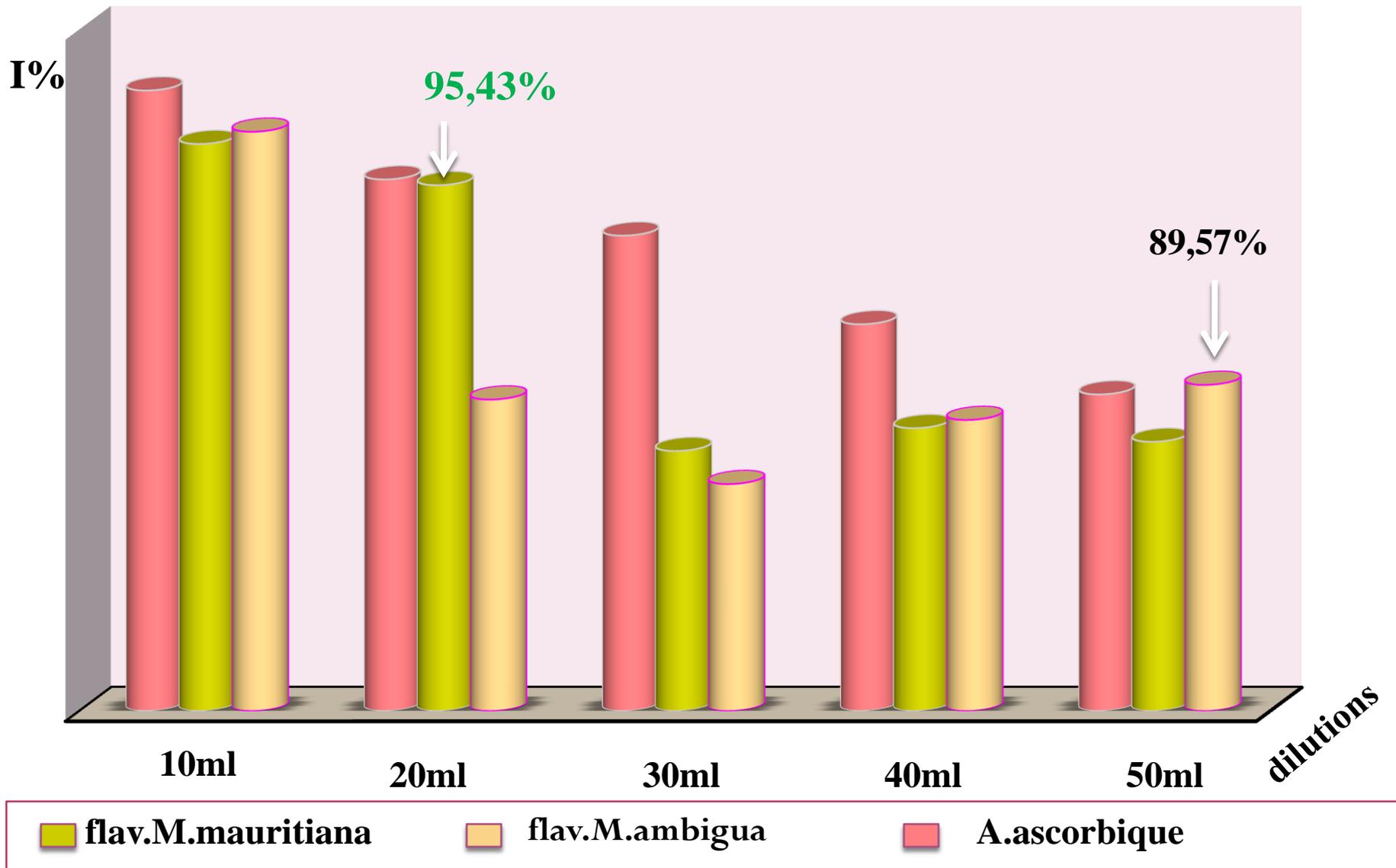
■ P.T.M.ambigua

■ A. ascorbique

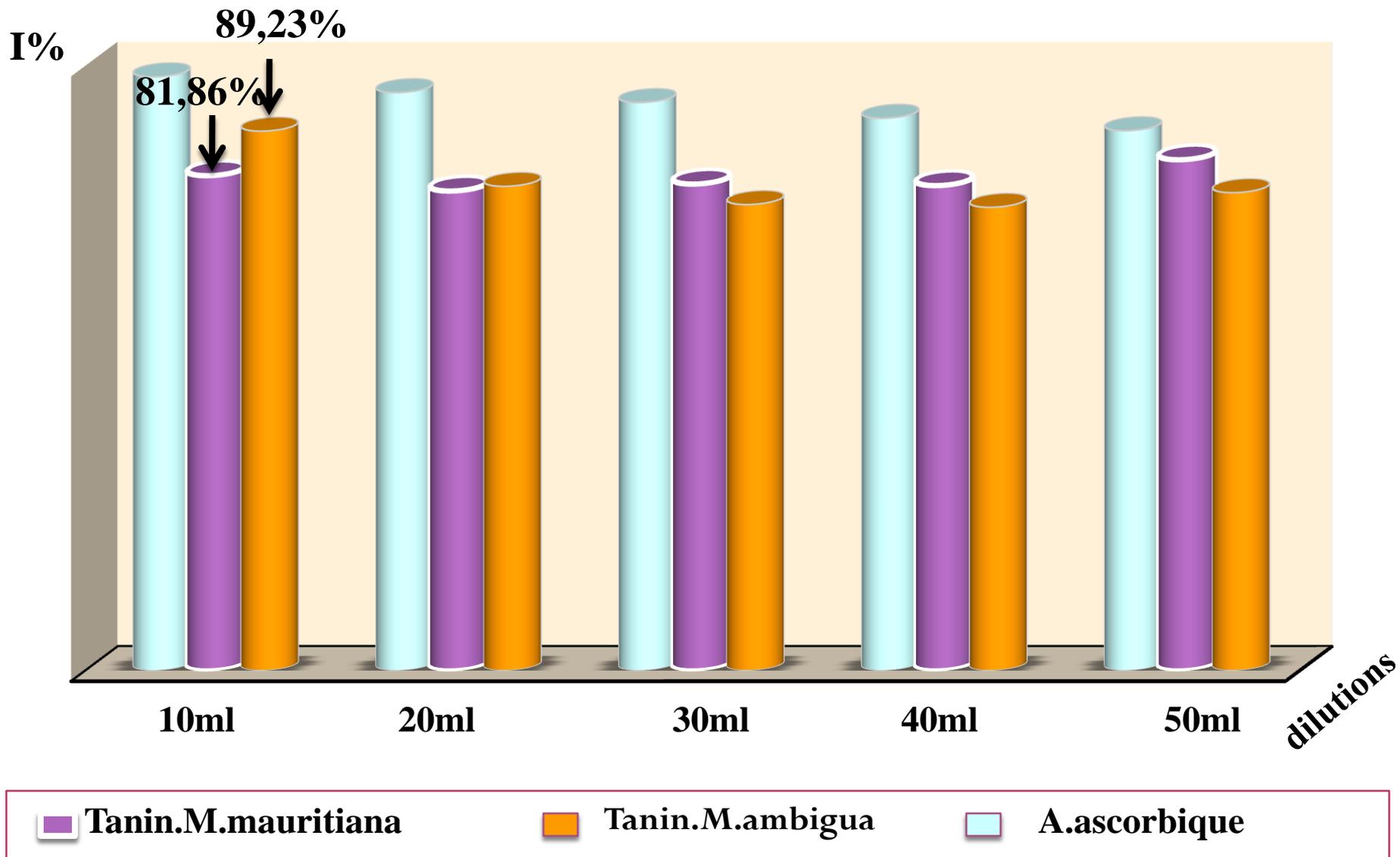
Pourcentages d'inhibition des polyphénols totaux



Pourcentages d'inhibition des anthocyanes



Pourcentages d'inhibition des flavonoides



Pourcentage d'innhibition des tanins

Conclusion



les feuilles des deux ssp sont riches en polyphénols totaux notamment en flavonoïdes.

Cette étude révèle que *Malva sylvestris*, peuvent être une source intéressante de principes antioxydants, avec une utilisation potentielle dans différents domaines (alimentation, cosmétique et pharmaceutique).

perspectives

Tester d'autres méthodes d'extraction des polyphénols, et de déterminer les concentrations pour chaque fraction.

Identifier les molécules responsables de cette activité en utilisant des techniques plus performantes.

Evaluer l'activité antioxydante par d'autres méthodes et faire des tests *in vivo*.



perspectives

Il serait intéressant de faire un screening chimique de la plante afin de mettre en évidence la présence d'autres métabolites secondaires.

Etudier d'autres activités biologique de *Malva sylvestris*: antimicrobienne, antalgique, anti-inflammatoires cicatrisante...etc.
pour pouvoir l'exploiter dans les domaines pharmaceutique, cosmétique et agro-alimentaire.



*Merci
pour votre
attention*



Résumé

La présente étude porte sur l'évaluation de l'activité antioxydante des groupements phénoliques des feuilles de deux sous espèces de *Malva sylvestris*: *Malva mauritiana* et *Malva ambigua*, largement utilisées en médecine traditionnelle. L'extraction des différentes fractions de polyphénols, à savoir: les polyphénols totaux, les flavonoïdes, les anthocyanes et les tanins, révèle des rendements très importants pour *M. mauritiana* et *M. ambigua*, notamment en flavonoïdes qui représentent respectivement **67,67%** et **53,93%**. L'effet antioxydant des différentes fractions a été évalué en utilisant la technique de l'inhibition du radical libre stable, le 2,2-diphényl-1-picrylhydrazyle (DPPH). Les extraits phénoliques des feuilles des deux sous espèces ont montré un effet inhibiteur très important vis-à-vis du DPPH, avec des pourcentages d'inhibition plus ou moins proches (**80,22%- 99%**) à celui de l'acide ascorbique (**89,29%-98,21%**). Les anthocyanes des feuilles de *M. mauritiana* constituent d'excellents piègeurs des radicaux libres. Leur effet atteint son maximum à la plus faible dilution (10 ml), avec un pourcentage de **99%**. Par contre, les flavonoïdes des feuilles de *M. ambigua* montrent une forte inhibition des radicaux libres, où le pourcentage d'inhibition atteint **97%**, pour la plus forte concentration (dilution 10ml).

Mot clés: *Malva sylvestris*, Sous espèces, Polyphénols, Fractions, Activité antioxydante.

Abstract

This study focuses on the evaluation of the antioxidant activity of phenolic groups of leaves of two subspecies of *Malva sylvestris*: *Malva mauritiana* and *Malva ambigua*, widely used in traditional medicine. The extraction of the different fractions of polyphenols, namely: total polyphenols, flavonoids, anthocyanins and tannins, reveals important returns for *M. mauritiana* and *M. ambigua*, including flavonoids which represent 67.67% and 53.93%. The antioxidant effect of the different fractions was assessed using the technique of inhibition of stable free radical, 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH). Phenolic extracts of leaves of both subspecies showed a very significant inhibitory effect vis-à-vis the DPPH, with inhibition percentages more or less close (80.22% - 99%) than ascorbic acid (89.29% - 98.21%). Anthocyanins leaves *M. mauritiana* are excellent free radical scavengers. The effect peaks at the lowest dilution (10 ml), with a percentage of 99%. By cons, flavonoids of leaves of *M. ambigua* showed strong inhibition of free radicals, where the percentage of inhibition was 97% for the highest concentration (10 ml dilution).

Keyword: *Malva sylvestris*, Sub species Polyphenols, Fractions, antioxidant activity.

المخلص

وتركز هذه الدراسة على تقييم نشاط مضادات الأكسدة للمجموعات الفينولية لأوراق نبتة *Malva sylvestris* لفرعين مختلفين: *Malva mauritiana* و *Malva ambigua* والتي تستخدم على نطاق واسع في الطب التقليدي . تم استخراج أجزاء مختلفة من البوليفينول ، وهي إجماليا polyphénols ، flavonoides ، anthocyanes و tanins ، والتي أظهرت عوائد عالية جدا بالنسبة الى: *Malva mauritiana* و *Malva ambigua* ،

بما في ذلك مركبات الفلافونويد التي تمثل 67.67 % و 53.93 % . تم تقييم تأثير مضاد للأكسدة من الأجزاء المختلفة باستخدام تقنية تثبيط الجذور الحرة المستقرة (2,2-diphenylpicrylhydrazyl) DPPH . أظهر المستخرج الفينولي لأوراق السلالتين تأثير المثبطة كبير جدا بالنسبة الى DPPH ، مع نسب تثبيط أكثر أو أقل قريبا (99%) (80.22% - من حمض الاسكوربيك . (98.21%- 89.29%) . الانثوسيانين الخاصة ب *Malva mauritiana* تعتبر فح ممتاز للجذور الحرة . تأثيرها يكون بأقل التخفيف (10 مل)، مع نسبة .99% ، وأظهرت مركبات الفلافونويد من أوراق *Malva ambigua* تثبيط قوي من الجذور الحرة ، حيث كانت النسبة المئوية للتثبيط 97% عن أعلى تركيز (التخفيف 10 مل).

الكلمة : مالفا سيلفيستريس ، بوليفينول. الأنواع الفرعية ، الأجزاء ، والنشاط المضادة للأكسدة.

GLOSSAIRE

Akène. Fruit sec ne s'ouvrant pas à maturité contenant une seule graine. Exemple : Akène des renoncules. www.botanique.org.2004.

Méricarpe. Partie de fruit, constituée d'une ou de plusieurs graines, enfermée dans une partie d'ovaire et provenant de la division d'un schizocarpe. (Judd et al, 2002).

Schizocarpe. Fruit sec qui se divise à maturité en plusieurs méricarpes (Judd et al, 2002).

Thalamiflore. Se dit d'une plante dont les étamines et les carpelles sont insérés sur un réceptacle floral plan et bombé appelé thalamus. L'ovaire est de ce fait, supère. Ex : Famille des Renonculacées (BILLY C., 1991).

Furoncle. Infection due au staphylocoque doré qui évolue en 5 à 10 jours (Venereol A. D, 2003).

Mucilages. Substance glucidique qui se gonfle au contact de l'eau en donnant une solution visqueuse (Bruneton, 1999).

phytoalexines : ce sont Des composés antimicrobiens produits par les plantes quand ils sont attaqués par des microbes pathogènes. (Veshkurova et al, 2006).

L'oxygène est le premier élément, essentiel pour la vie, responsable du fonctionnement normal de tout le système Aérobie (**Namiki, 1990**).

C'est une arme à double tranchant, il est normalement transformé en molécule d'eau au niveau de la chaîne respiratoire mitochondriale ce qui apporte à la cellule la majorité de l'énergie nécessaire sous forme d'adénosine triphosphate (ATP) pour assurer ses multiples fonctions (**Favier, 2003**).

Le processus n'est toutefois pas parfait car une faible partie (2 à 5 %) est convertie en espèce réactive de l'oxygène ROS (**Pincemail et al. 2003**).

Selon **Dalton (1995)** ; **Ramarathnam et al. (1995)**, ces ROS sont responsables d'un nombre de processus d'oxydation suivi de mauvaises conséquences tel que, le stress oxydatif qui provoque un désordre de la santé humaine.

La présence d'antioxydants dans l'alimentation est devenue essentielle pour la qualité et la sécurité de l'aliment. Ces dernières années, les études épidémiologiques ont montré une corrélation inverse entre la plus grande consommation des antioxydants naturels et le risque de certains des désordres induits par le stress oxydatif (**Barros, 2010; Vauzour et al. 2010**).

La découverte des antioxydants synthétiques et des antibiotiques a provoqué le déclin de la médecine à base de plantes et l'a reléguée à un rang secondaire. Toutefois, l'utilisation des molécules, essentiellement d'origine synthétique, n'est pas sans effets nocifs pour l'organisme; notamment, l'usage prolongé de ces molécules. qui peut entraîner des troubles au niveau du tractus gastro-intestinal, des toxicités au niveau du rein et de la peau...etc (**El kalamouni, 2010**).

De ce fait, la recherche de molécules actives dotées de faibles effets secondaires s'avère nécessaire (**Harkati, 2011**). En effet, ces dernières années, les industriels développent de plus en plus des procédés mettant en œuvre des extraits et des principes actifs d'origine végétale. Parmi ces nouveaux composés potentiellement intéressants, les polyphénols, qui ont été particulièrement étudiés en raison de leur utilisation dans les domaines pharmaceutiques, cosmétiques et alimentaires pour leurs effets bénéfiques pour la santé (**Chebil, 2006**).

L'Algérie, par sa situation géographique, offre une végétation riche et diverse. Un grand nombre de plantes aromatiques et médicinales y pousse spontanément. L'intérêt porté à ces plantes n'a pas cessé de croître au cours de ces dernières années.

A cet effet, nous nous sommes intéressées à l'une des espèces de la famille des Malvacées, *Malva sylvestris*, connue en Algérie sous le nom ; Khoubeiz ou Amedjir. Elle est malheureusement très abandonnée Malgré les propriétés bénéfiques qu'elle possède dans différents domaines, notamment par Leurs feuilles qui sont particulièrement indiquées pour leurs propriétés antioxydantes très fortes qui permettent l'inhibition de l'activité des radicaux libres (**Barros, 2010**).

Dans ce contexte, et dans le but de contribuer à la valorisation de la flore algérienne nous avons mené un travail qui a pour objectifs de:

- Déterminer les principales classes de polyphénols des feuilles des deux sous espèces: *Malva sylvestris* L. *spp sylvestris* et *Malva sylvestris* L. *spp ambigua*.
- Evaluer l'activité antioxydante de ces polyphénols par la méthode de piégeage du radical libre DPPH.

Ce travail est structuré en deux parties, la première est consacrée à une synthèse bibliographique mettant l'accent sur la plante, les polyphénols et l'activité antioxydante.

La deuxième partie illustre le matériel et les méthodes utilisés ainsi que les résultats obtenus. Enfin, une conclusion générale qui résume l'ensemble des résultats obtenus.

Liste des figures

Figure. 1	Aspect morphologique de <i>Malva sylvestris</i> .	5
Figure. 2	Fruit de <i>Malva sylvestris</i> .	5
Figure. 3	Système racinaire de <i>Malva sylvestris</i> .	6
Figure. 4	Les différentes sous classes des flavonoïdes.	10
Figure. 5	Intermédiaires réduits de l'oxygène.	12
Figure. 6	Neutralisation d'un radical libre par un antioxydant.	14
Figure. 7	Protocole d'extraction des polyphénols totaux	17
Figure. 8	Epiphase étherée et Hypophase acide de L'extrait de <i>Malva sylvestris</i> .	Annexe2
Figure. 9	Protocole d'extraction des flavonoïdes et des anthocyanes	19
Figure. 10	Protocole d'extraction des tanins condensés	21
Figure.11	Réaction d'un antioxydant avec le radical DPPH	22
Figure. 12	Protocole expérimental de l'activité antioxydante.	24
Figure. 13	Spectrophotométrie UV-visible	Annexe1
Figure. 14	Populations de <i>Malva sylvestris</i> poussant dans la même station.	25
Figure. 15	Individus appartenant aux deux sous espèces de <i>Malva sylvestris</i> : <i>ssp mauritiana</i> (a) et <i>ssp ambigua</i> (b)	26
Figure. 16	Rendements des polyphénols en extraits secs obtenus à partir des feuilles de <i>Malva mauritiana</i> et de <i>Malva ambigua</i> en fonction des fractions.	28
Figure. 17	Pouvoir réducteur des différentes fractions de <i>M. mauritiana</i> et de l'acide ascorbique en fonction des dilutions.	29
Figure. 18	Pouvoir réducteur des différentes fractions de <i>M ambigua</i> et de l'acide ascorbique en fonction des dilutions.	30

Figure. 19	Pouvoir réducteur des polyphénols totaux des feuilles de <i>M. mauritiana</i> et de <i>M. ambigua</i> en fonction des dilutions.	32
Figure. 20	Pouvoir réducteur des flavonoïdes des feuilles de <i>M.mauritiana</i> et de <i>M.ambigua</i> en fonction des dilutions.	33
Figure. 21	Pouvoir réducteur des anthocyanes des feuilles de <i>Malva mauritiana</i> et de <i>Malva ambigua</i> en fonction des dilutions.	34
Figure. 22	Pouvoir réducteur des tanins des feuilles de <i>M. mauritiana</i> et de <i>M. ambigua</i> en fonction des dilutions.	35

Liste des tableaux

Tableau 1.	Différence morphologique entre les individus des deux sous espèces de <i>Malva sylvestris</i>	27
Tableau 2.	Rendements en extraits secs obtenus à partir des deux sous espèces	Annexe 2
Tableau 3.	Pourcentage d'inhibition du radical libre (DPPH) chez <i>M. mauritiana</i>	Annexe 2
Tableau 4.	Pourcentage d'inhibition du radical libre (DPPH) chez <i>M. ambigua</i> .	Annexe 3
Tableau 5.	pourcentage d'inhibition du radical libre (DPPH) par les polyphénols totaux des feuilles de <i>M. mauritiana</i> et de <i>M. ambigua</i>	Annexe 3
Tableau 6.	pourcentage d'inhibition du radical libre (DPPH) par les flavonoïdes des feuilles de <i>M. mauritiana</i> et de <i>M. ambigua</i>	Annexe 3
Tableau 7.	pourcentage d'inhibition du radical libre (DPPH) par les anthocyanes des feuilles de <i>M. mauritiana</i> et de <i>M. ambigua</i>	Annexe 3
Tableau 8.	pourcentage d'inhibition du radical libre (DPPH) par les tanins des feuilles de <i>M. mauritiana</i> et de <i>M. ambigua</i>	Annexe 4

Sommaire

Introduction	1
 Revus bibliographique 	
I. Les Malvacées	3
1. Généralité.....	3
2. La mauve : <i>Malva sylvestris</i>	3
2.1 Etymologie et noms vernaculaires.....	3
2.2. Systématique.....	4
2.3 Description morphologique.....	4
2.4 Les sous espèces de <i>Malva sylvestris</i>	6
2.5 Aire de répartition et habitat.....	6
2.6 Exigences écologiques.....	7
2.7 Culture, Récolte et séchage.....	7
2.8 Principaux constituants chimiques.....	7
2.9 Usage et propriétés thérapeutiques.....	8
2.10 Toxicité de la mauve.....	8
9	
II. Les polyphénols	
1. Généralités.....	9
2. Les acides phénoliques.....	9
3. Les flavonoïdes.....	10
4. Les tanins.....	11
a. Les tanins hydrolysables.....	11
b. Les tanins condensés.....	11
5. Rôle des polyphénols.....	11
12	
III. Le stress oxydatif et les antioxydants	
1. Le stress oxydatif.....	12
1.1 Définition.....	12

1.2	Les radicaux libres.....	12
1.3	Les sources de radicaux libres.....	13
1.4	les conséquences.....	13
2.	Les antioxydants.....	14
2.1	Définition.....	14
2.2	Mécanismes d'action.....	14
2.3	Classification des antioxydants.....	15

Partie expérimentale

Matériels et méthode

I.	Matériels.....	16
1.	Matériel végétal.....	16
II.	Méthode.....	16
1.	Récolte.....	16
2.	Séchage du matériel végétal.....	16
3.	Préparation de la poudre.....	16
4.	Extraction des polyphénols.....	16
4.1	Extraction des polyphénols totaux.....	17
4.2.	Extraction des différentes fractions.....	17
4.3	Calcul des rendements des différentes fractions.....	20
5.	Evaluation de l'activité antioxydante.....	22
5.1	Détermination du pourcentage d'inhibition.....	23
	Résultats et discussion	25
1.	Identification des deux sous espèces de <i>Malva sylvestris</i>	25
2.	Les rendements en extraits secs.....	28
3.	Etude de l'activité antioxydante.....	29
	Conclusion	36
	Référence bibliographique	38
	Annexes	

Notre expérimentation s'est étalée sur la période allant du mois de Mars au mois d'Octobre, 2013. Elle s'est réalisée au niveau de laboratoire de recherche des plantes médicinales et aromatique, Département d'Agronomie, Université SAAD DAHLAB, Blida pour l'extraction, et au niveau du laboratoire de chimie analytique du centre de recherche et de développement, CRD (SAIDAL- ELHARACH) pour évaluer l'activité antioxydante *in vivo*.

I. Matériel

1. Matériel végétal

Le matériel végétal utilisé est constitué de feuilles séchées de *Malva sylvestris*, qui ont été récoltées dans la même station (Figure 13), durant le mois de Mars 2013, au sein de l'université SAAD-DAHLAB, située au niveau de la commune de Soumâa, wilaya de Blida.

II. Méthodes

1. Récolte

La récolte des feuilles de *Malva sylvestris* a été effectuée au stade de floraison avec présence des fruits, dans la matinée à temps nuageux.

2. Séchage du matériel végétal

Les feuilles des deux sous espèces de *Malva sylvestris* sont mises à sécher à une température ambiante inférieure à 35°C, pendant 20 jours dans un endroit aéré et à l'ombre, pour mieux conserver les molécules sensibles à la lumière et à la chaleur.

3. Préparation de la poudre

Après le séchage, les feuilles sont finement broyées à l'aide d'un moulin électrique et stockées dans des sacs en papier bien fermé avant leur utilisation.

4. Extraction des polyphénols

Durant toutes les étapes d'extraction, la verrerie utilisée a été couverte par du papier l'aluminium afin de protéger les polyphénols sensibles à la lumière.

4.1. Extraction des polyphénols totaux

L'extraction des polyphénols totaux a été réalisée selon la méthode d'Owen et John, (1999).

Mode opératoire (Figure 7).

- Mélanger 5g de poudre végétale avec 100ml d'éthanol 70°.
- Mettre le mélange sous agitation permanente pendant 24h.
- Filtrer l'extrait par du papier Wattman.
- évaporer le filtrat sous pression réduite à 60°C.
- Le résidu sec obtenu est récupéré avec 5ml de méthanol et conservé à 4°C.

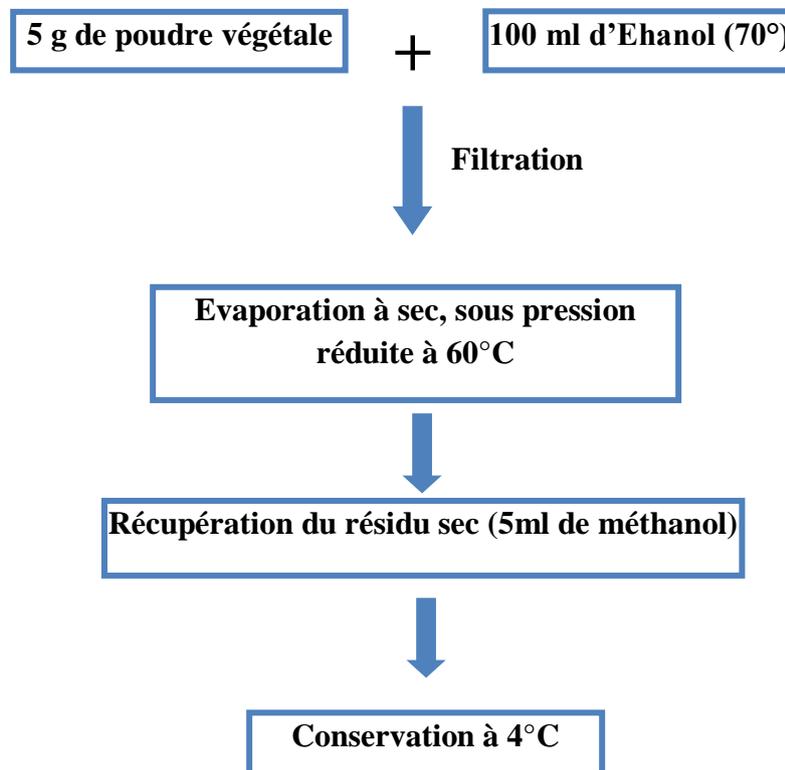


Figure 7. Protocole d'extraction des polyphénols totaux (Owen et John, 1999).

4.2. Extraction des différentes fractions

Cette extraction est réalisée dans le but d'obtenir les différentes fractions des polyphénols des deux sous espèces de *Malva sylvestris*, il s'agit des flavonoïdes, des anthocyanes et des tanins.

4.2.1. Les flavonoïdes et les anthocyanes

Le protocole suivi a été mis au point par **LBRETON et al., (1967)**.

Mode opératoire

Une hydrolyse acide est réalisée à partir de 3g de poudre végétale auquel sont ajoutés 240 ml d'HCl (2N), le mélange est porté au bain-marie à 40° C, pendant 40 mn avec insufflation d'air toutes les 10 mn à l'aide d'une pipette Pasteur, permettant ainsi l'oxydation des anthocyanes. Après refroidissement, le décocté est transféré dans une ampoule à décanté et soumis à 3 bains d'éther successifs de 50 ml chacun pendant 30 mn, il s'agit de l'extraction à l'éther.

A chaque décantation, deux phases se distinguent, l'une supérieure c'est l'épiphasse éthérée et l'autre inférieure consiste en l'hypophase acide (figure 8, annexe 2).

- **Epiphasse éthérée**

Elle est de couleur vert-jaunâtre, renferme les flavonoïdes. Elle est récupérée après chaque bain, et mise à évaporation à l'air libre, le résidu sec est récupéré avec 5 ml de méthanol.

- **Hypophase acide**

Elle est de couleur marron clair, elle renferme les anthocyanes. A la dernière décantation 50 ml de n-butanol sont ajoutés à cette hypophase. La décantation dure 30 mn. Il s'agit de l'extraction n-butanolique.

L'épiphasse butanolique, de couleur marron claire est récupérée et séchée à l'air libre. Le résidu sec est récupéré avec 5 ml de méthanol.

Les extraits secs (éthérée et butanoliques), ainsi récupérés sont conservés au frais dans de petits flacons fumés (Figure 9).

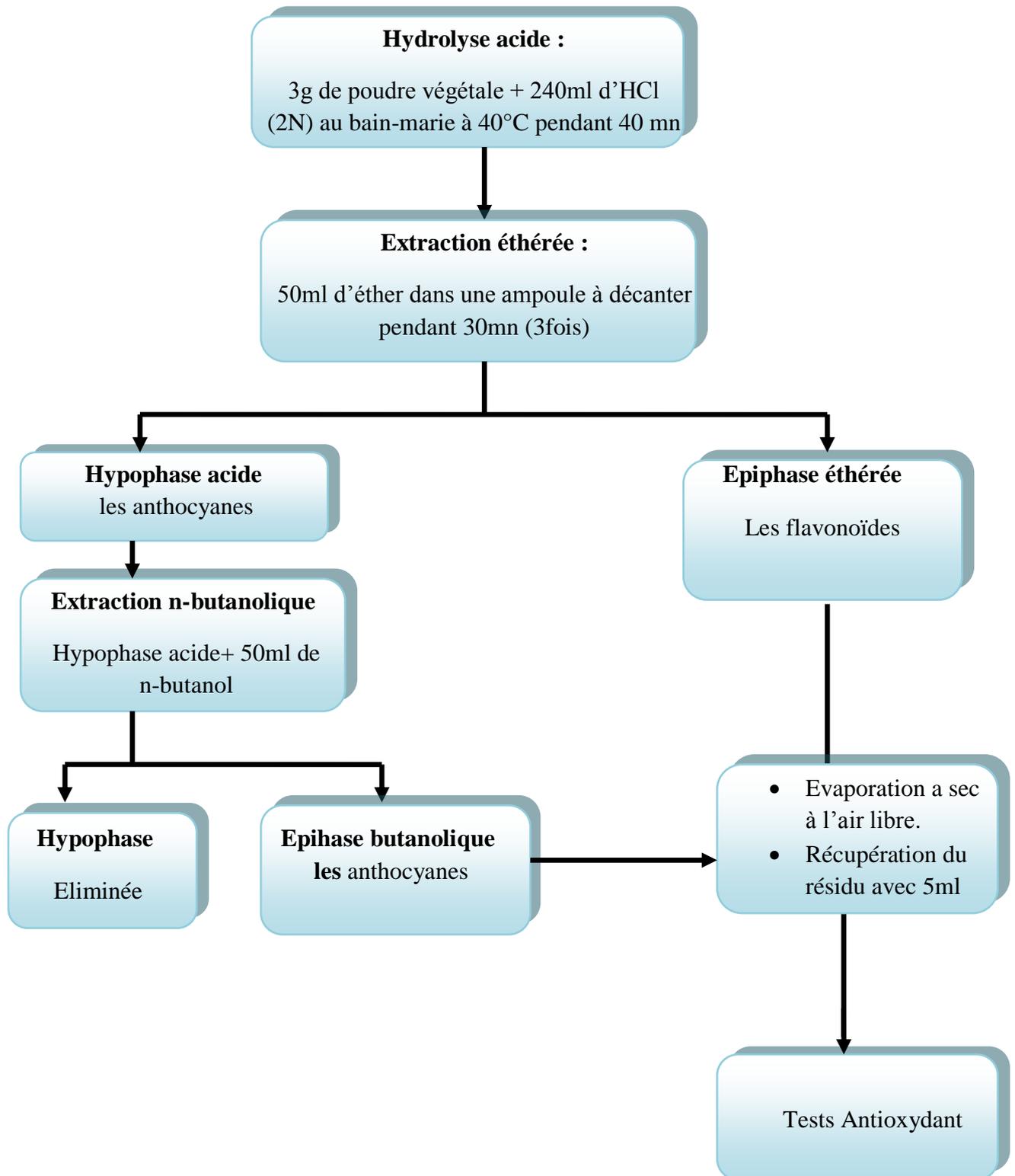


Figure 9. Protocole d'extraction des flavonoïdes et des anthocyanes, selon LEBRETON et al. (1967).

4.2.3. Extraction des tannins

Le protocole adopté est celui de **Gredir et al, (2005)** (figure10).

Mode opératoire

- Macérer 5g de poudre végétal dans 50 ml du mélange acétone/eau distillée (70/ 30: v/v) trois macérations successives du matériel végétal sont réalisées avec agitation pendant 24h.
- Laisser la solution décanter pendant 24h et puis filtrer.
- Evaporer le filtrat sous pression réduite à 60°C.
- Récupérer le résidu sec dans un volume de 100ml d'eau distillée et conserver à 4°C

4.3. Calcul des rendements des différentes fractions

Le rendement (**R**) des différentes fractions phénoliques est déterminé selon la formule suivante.

$$R(\%) = \frac{P1 - P2}{P3} \times 100$$

P1 : poids du ballon après évaporation ;

P2 : poids du ballon vide ;

P3 : poids de la matière végétale de départ.

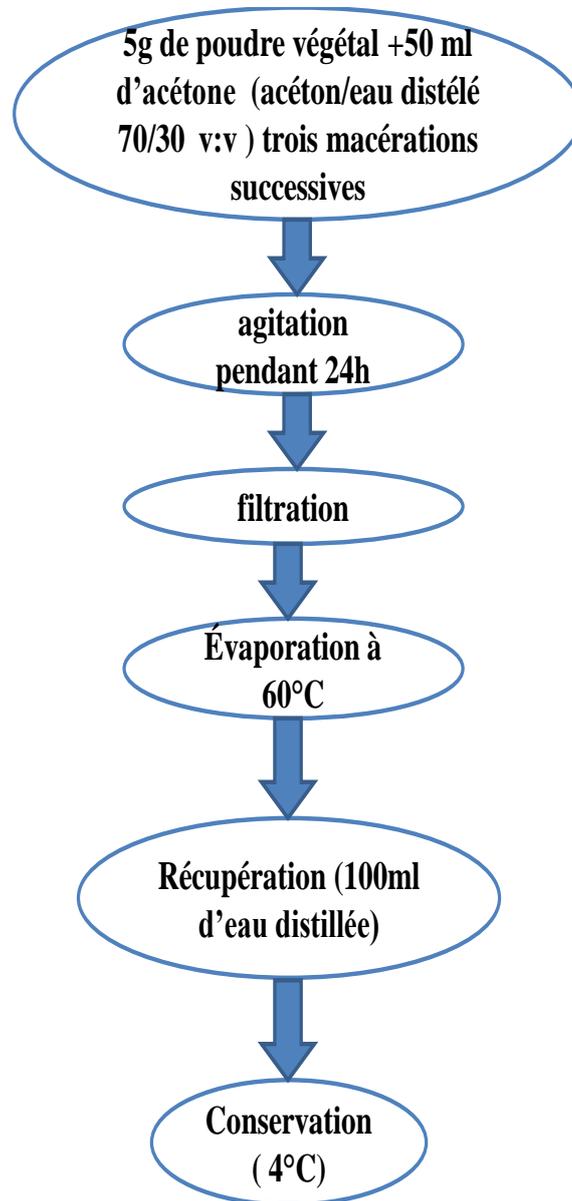


Figure10. Protocole d'extraction des tanins condensés, selon **Gredir et al. (2005)**

5. Evaluation de l'activité antioxydante

L'activité antioxydante a été évaluée, *in vitro*, par la mesure du pouvoir de piégeage du radical 2,2-diphényl-1-picrylhydrazyle (DPPH). Le pouvoir antioxydant des polyphénols testés a été estimé par comparaison avec un antioxydant naturel (acide ascorbique).

Principe

Le DPPH est un radical libre stable que nous avons utilisé pour remplacer les radicaux libres produits par les cellules en réponses à des stress internes ou externes. En présence d'un antioxydant, le 2,2-diphényl-1-picrylhydrazyle, de couleur violette se réduit en 2,2-diphényl-1-picrylhydrazine, de couleur jaune (figure 11), lorsque l'électron célibataire s'apparie (**Kim, 2003; (Molyneux, 2004)**).

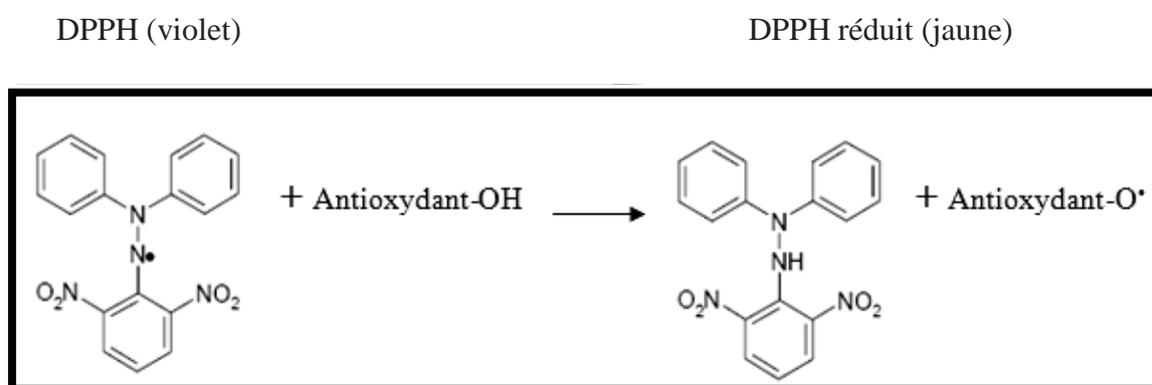


Figure11. Réaction d'un antioxydant avec le radical DPPH (**Molyneux, 2004**)

Mode opératoire

- Préparer une solution de DPPH avec 2 mg de poudre de DPPH dans 80 ml de méthanol.
- Préparer 5 tubes à essais contenant chacun 10 ml de méthanol.
- Préparer 5 dilutions pour chaque fraction. Chaque extrait est considéré comme une solution mère
- Pour chaque dilution prendre 100µl de l'extrait et ajouter à chaque tube 2 ml de la solution de DPPH.
- Parallèlement, préparer deux témoins, un témoin négatif qui est composé de 100µl de méthanol + 2ml de la solution de DPPH. L'autre un témoin positif, composé de 3mg de poudre d'acide ascorbique dissous dans 10 ml de méthanol. A partir de cette solution, 4 dilutions sont préparées en prélevant à chaque fois 1ml de tube précédent (figure 12).

- Laisser les tubes 30 minutes à température ambiante et à l'abri de la lumière avant la lecture des résultats par spectrophotométrie

5.1. Détermination du pourcentage d'inhibition

L'absorbance de chaque tube est lue par un spectrophotomètre (figure 13), à 517 nm. Le graphique de la variation de l'absorbance en fonction des concentrations permet de déterminer le pourcentage d'inhibition des radicaux libres (I %).

Selon **Sharififar et al. (2007)**, l'inhibition du radical libre de DPPH exprimée en pourcentage (I%) est calculée par la formule:

$$I(\%) = [Abs_{517\ c} - Abs_{517\ t}] / Abs_{517\ c} \times 100$$

I(%) : pourcentage d'inhibition

Abs 517 c : Absorbance du contrôle (DPPH dans le méthanol)

Abs 517 t: Absorbance du test effectuée.

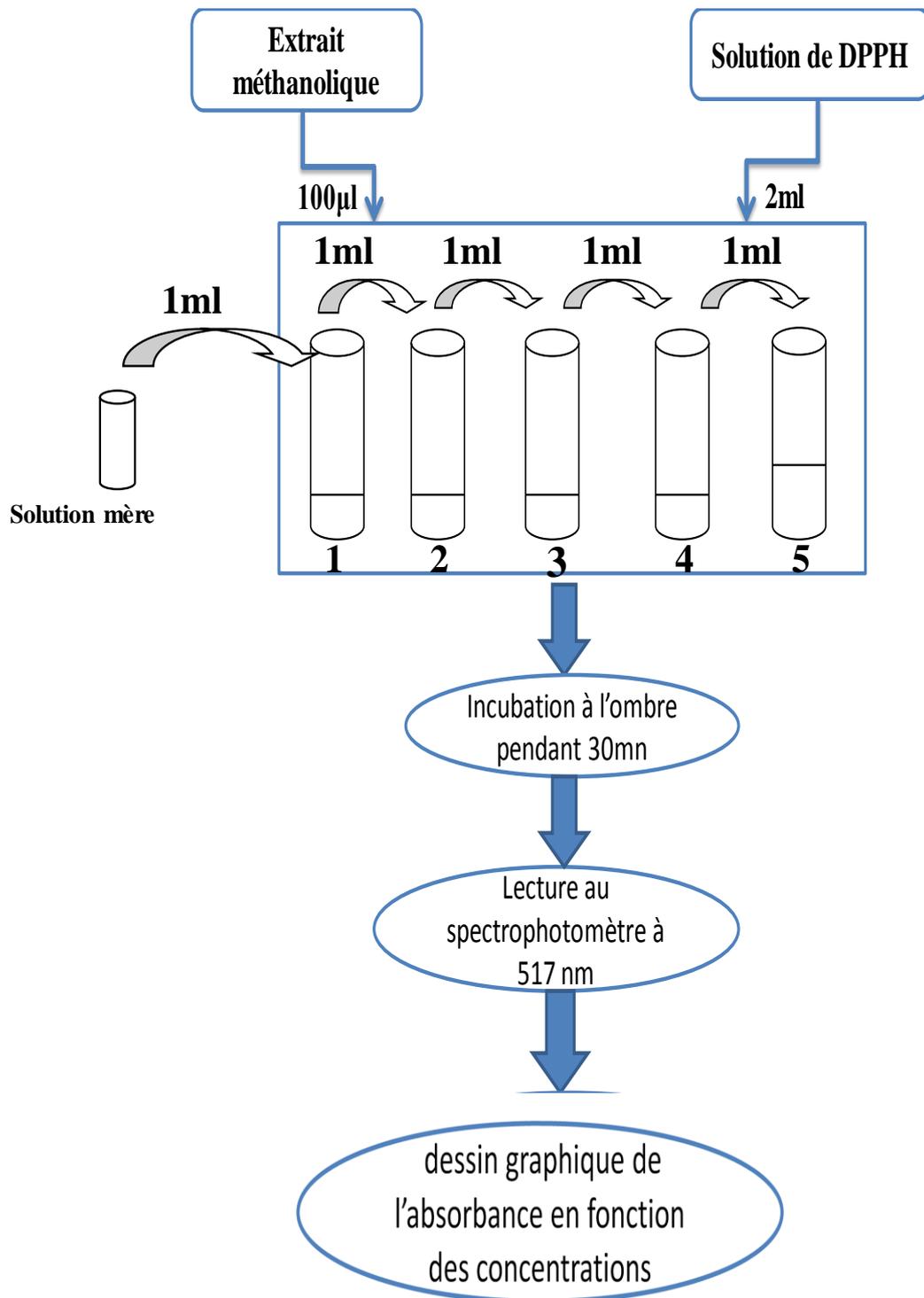


Figure12. Protocole expérimental de l'activité antioxydante.

I. Résultats et discussion

Résultat

1. Identification des deux sous espèces de *Malva sylvestris*

Lors de la récolte, nous avons constaté la présence, sur le même lieu, de deux populations de morphologie différente D'après **Flores (2009)**, il serait probable que l'une correspondrait à la *ssp mauritiana* et l'autre appartiendrait à la *ssp ambigua* (figure14).



Figure 14. Populations de *Malva sylvestris* poussant dans la même station.



Figure 15. Individus appartenant aux deux sous espèces de *Malva sylvestris*: *ssp mauritiana* (a) et *ssp ambigua* (b)

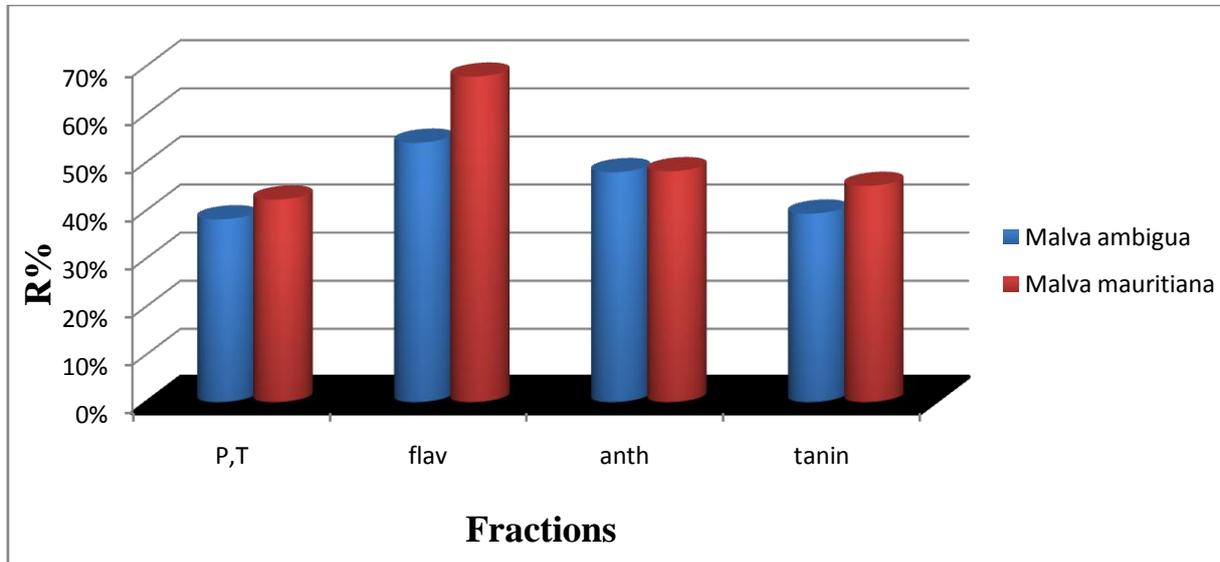
Le tableau ci-dessous représente les différences morphologiques entre les individus de *Malva sylvestris*.

Tableau 1. Différences morphologiques entre les individus des deux sous espèces de *Malva sylvestris*.

	<i>Malva sylvestris</i> L. ssp <i>ambigua</i>	<i>Malva sylvestris</i> L. ssp <i>mauritiana</i>
Tige	Velue, dure	Glabre, fragile
Feuilles	petites à lobes ronds, vert clair, aspect rugueux 	Grandes à lobes pointus, vert foncé, aspect lisse 
Fleurs	petites de couleur rose foncé 	Grandes de couleur rose violacées 

2. Les rendements en extraits secs

Les résultats des rendements en polyphénols, pour les deux sous espèces *Malva L. ssp mauritiana* et *Malva L. ssp ambigua* sont illustrés sur la figure 16 et le tableau 2 (annexe 2).



P.T : Polyphénols Totaux ; **Flav** : Flavonoïdes ; **Tan** : Tanins ; **Anth** : Anthocyanes

Figure 16. Rendements des polyphénols en extraits secs obtenus à partir des feuilles de *Malva mauritiana* et de *Malva ambigua* en fonction des fractions.

D'après la figure 16, nous constatons que les rendements en polyphénols totaux, en tannins condensés et en anthocyanes des feuilles de *Malva.mauritiana* sont respectivement **42.1%**, **44,96%** et **48%**. Le rendement le plus important est obtenu pour les flavonoïdes avec **67,67%**. *Malva.mauritiana* semble être plus riche en flavonoïdes.

En parallèle les rendements en polyphénols totaux et en tannins condensés des feuilles de *Malva.ambigua* sont respectivement **38%** et **39,20%**. Les flavonoïdes et les anthocyanes constituent les fractions les plus importantes avec respectivement **53,93%** et **47,80%**. Egalement *Malva ambigua* semble être riche en flavonoïdes.

De même, nous remarquons, que les rendements pour les différentes fractions sont légèrement plus importants chez *Malva mauritiana* que chez *Malva ambigua*, avec dominance des flavonoïdes.

Ces résultats concordent avec ceux cités par **Sabri et al. (2012)**, qui notent des quantités remarquables de flavonoïdes dans les racines et les tiges de *Malva sylvestris*.

Cependant, ils restent supérieurs aux données de **Afolayan et al. (2008)** qui mentionnent que l'extrait méthanoïque de *Malva parviflora* renferme **14%** de flavonoïdes.

Zahedi et al. (2011); Sabri et al. (2012), indiquent la richesse des feuilles de *Malva sylvestris* en tanins.

D'après **Cutillo et al. (2006)**, cette plante est riche en acides phénoliques dérivés principalement de l'acide benzoïque et de l'acide cinnamique.

3. Etude de l'activité antioxydante

3.1. *Malva sylvestris ssp mauritiana*

Les pourcentages d'inhibitions des quatre extraits préparés des feuilles de la *Malva mauritiana* comparés à celui de l'acide ascorbique sont représentés dans la figure 17 et le tableau 3 (annexe 2).

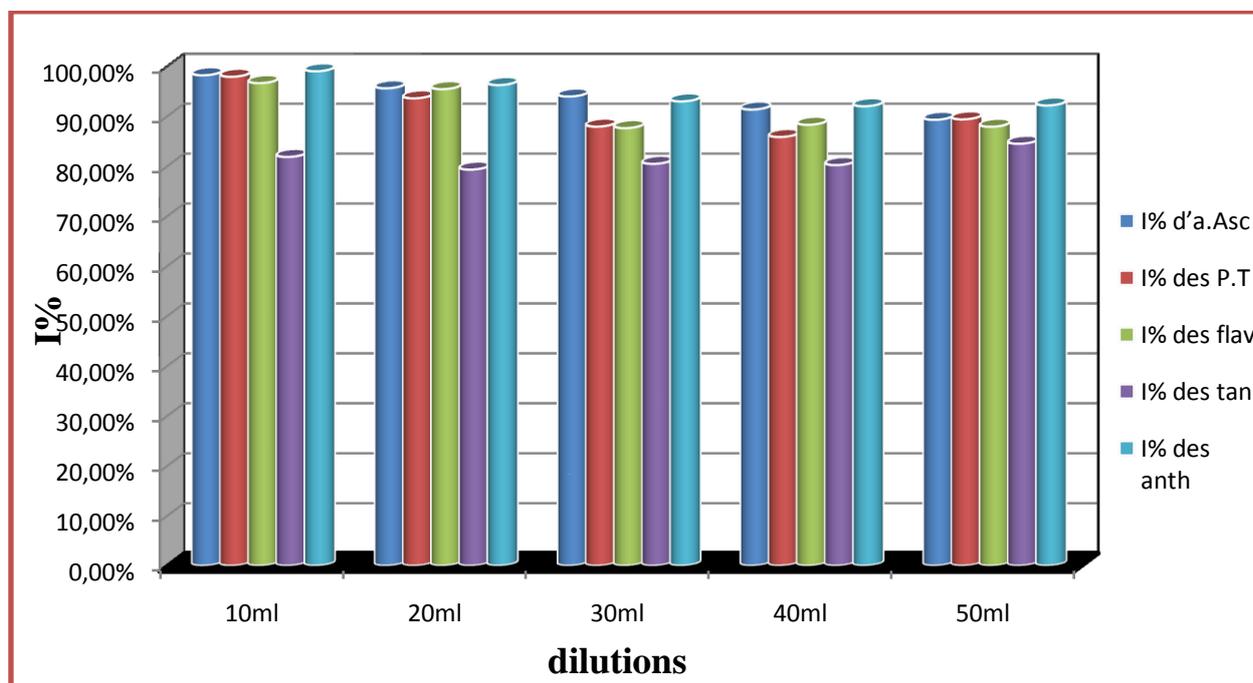


Figure17. Pouvoir réducteur des différentes fractions de *M. mauritiana* et de l'acide ascorbique en fonction des dilutions.

A partir de la figure 17, nous pouvons dire que les anthocyanes de *Malva mauritiana*, possèdent le plus puissant effet anti-radicalaire. En effet, ils présentent des pourcentages

d'inhibitions sensiblement plus élevés que ceux de l'acide ascorbique pour toutes les dilutions. Ils atteignent leur maximum (**99%**) à la dilution 10ml (la plus forte concentration). Les polyphénols totaux marquent une inhibition de **97,91%**, qui est proche à celle de l'acide ascorbique (**98,21%**), à la dilution la plus faible (10ml).

Les flavonoïdes et les tanins présentent des pourcentages d'inhibitions importants avec **96,64%**, **81,86%** respectivement. Ils restent inférieurs à celui de référence, pour toutes les dilutions.

L'étude réalisée par **Wang (2005)**, montre que les anthocyanes de *Malva sylvestris* sont de puissants piègeurs des radicaux libres.

D'autre part, **Marouane et al. (2011)**, indiquent un pourcentage maximal (**49.37%**), obtenu par l'extrait aqueux des feuilles de *Malva sylvestris*.

Montoro et al, (2005) montre que les flavonoïdes pourraient être une bonne source de composés qui aideraient à augmenter la capacité antioxydante.

3.2. *Malva sylvestris ssp ambigua*

Les pourcentages d'inhibitions des différentes fractions de *Malva ambigua* comparés à celui de l'acide ascorbique sont représentés dans la figure 18 et le tableau 4 (annexe 2).

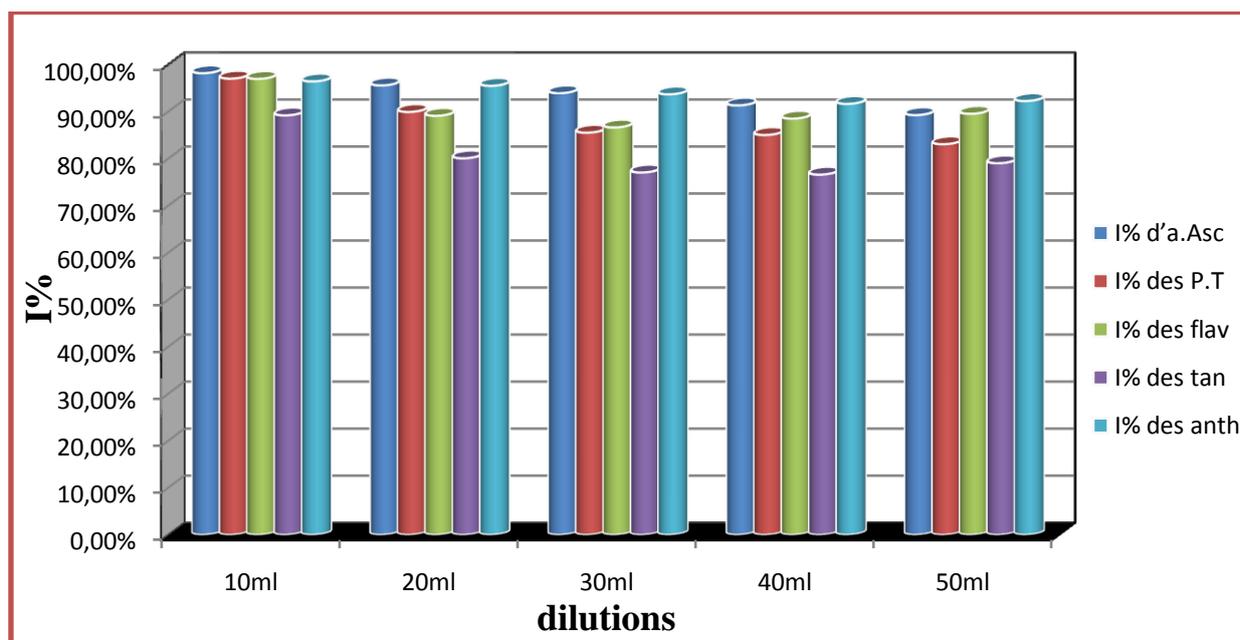


Figure 18. Pouvoir réducteur des différentes fractions de *M ambigua* et de l'acide ascorbique en fonction des dilutions.

D'après la figure ci-dessus, nous constatons que les polyphénols totaux et les flavonoïdes montrent le pourcentage d'inhibition le plus important, il est de **97.06%** et de **97%** respectivement, comparable à celui de l'acide ascorbique (**98,21%**) pour la plus faible dilution.

Les anthocyanes présentent l'effet inhibiteur le plus important à partir de la dilution de 20 ml à 50 ml, et qui restent plus ou moins proche à celui de l'acide ascorbique. Tandis que, les tanins marquent le pouvoir le plus faible pour toutes les dilutions.

Nos résultats concordent avec les données bibliographiques. **Afolayan et al. (2008)**, mentionnent un pourcentage d'inhibition élevée pour les flavonoïdes de *Malva sylvestris*, de l'ordre de **94.32%**.

Shelbaya et al. (2011), ont trouvé une inhibition importante des extraits d'éther de pétrole des feuilles de *Malva sylvestris* et citent un pourcentage de **97.4%**.

Dalar et al. (2005), ont démontré, que les composés phénoliques, particulièrement les flavonoïdes constituent des sources importantes d'antioxydants.

Barros et al. (2010), notent que les feuilles de la mauve révèlent des propriétés antioxydantes très fortes, et qu'elles sont la partie la plus riche en polyphénols tel que: phénols, flavonoïdes, caroténoïdes, et tocophérols.

3.3. Comparaison entre *M.mauritian* et *M.ambigua*

3.3.1 Les polyphénols totaux

Les pourcentages d'inhibitions des polyphénols préparés des feuilles de *M. mauritiana* et *M. ambigua* comparés à celui de l'acide ascorbique sont représentés dans la figure 19 et le tableau 5 (annexe 3).

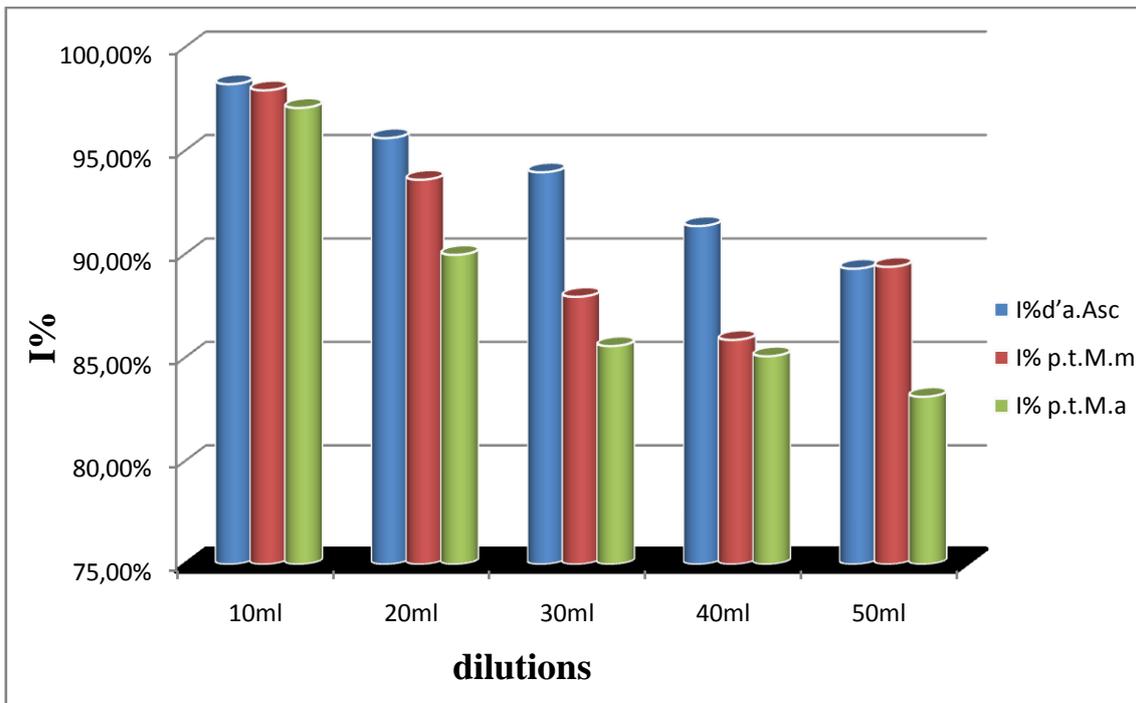


Figure 19. Pouvoir réducteur des polyphénols totaux des feuilles de *M. mauritiana* et de *M. ambigua* en fonction des dilutions.

L'analyse des résultats de la figure 19 montre que l'extrait éthanolique des polyphénols totaux des feuilles de *Malva mauritiana* et de la *Malva ambigua* exerce une activité antioxydante remarquable, notamment pour la dilution 10ml où leur effet est sensiblement identique à celui de l'acide ascorbique. Néanmoins, *M.mauritiana* s'avère plus efficace que *M.ambigua* avec des pourcentages d'inhibitions respectifs: **97%** et **83%**.

3.3.2 Les flavonoïdes

La figure 20, ci- dessous présente les pourcentages d'inhibitions des flavonoïdes préparés des feuilles de la *M. mauritiana* et *M. ambigua* comparés à celui de l'acide ascorbique selon le tableau 6 (annexe 3).

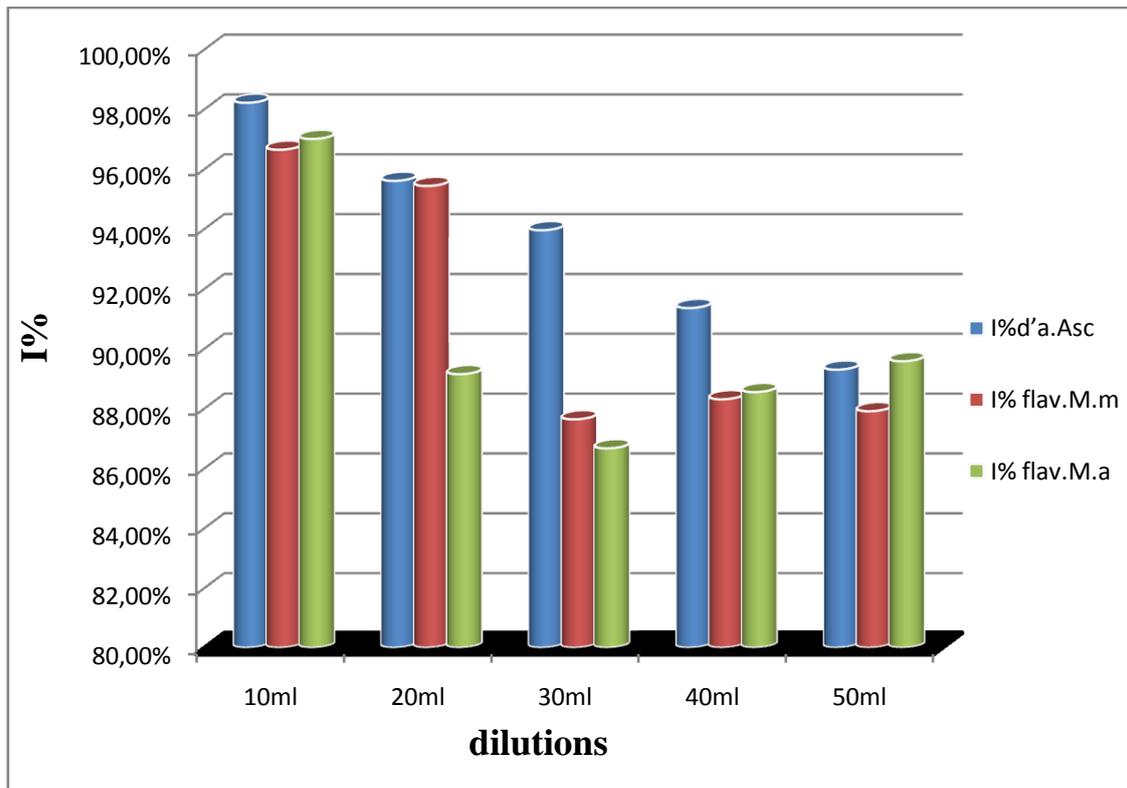


Figure 20. Pouvoir réducteur des flavonoïdes des feuilles de *M.mauritiana* et de *M.ambigua* en fonction des dilutions.

Les résultats de la figure 20, montrent que selon les concentrations, l'effet des flavonoïdes diffère entre les deux sous espèces. *M.mauritiana* montre un effet remarquable à la dilution 20ml (95,43%) par contre *M.ambigua* révèle un effet inhibiteur relativement plus important à 50ml avec (89,57%).

3.3.3. Les anthocyanes

Les pourcentages d'inhibition des anthocyanes des feuilles des deux sous espèces sont illustrés dans la figure 21 et le tableau 7 (annexe 3).

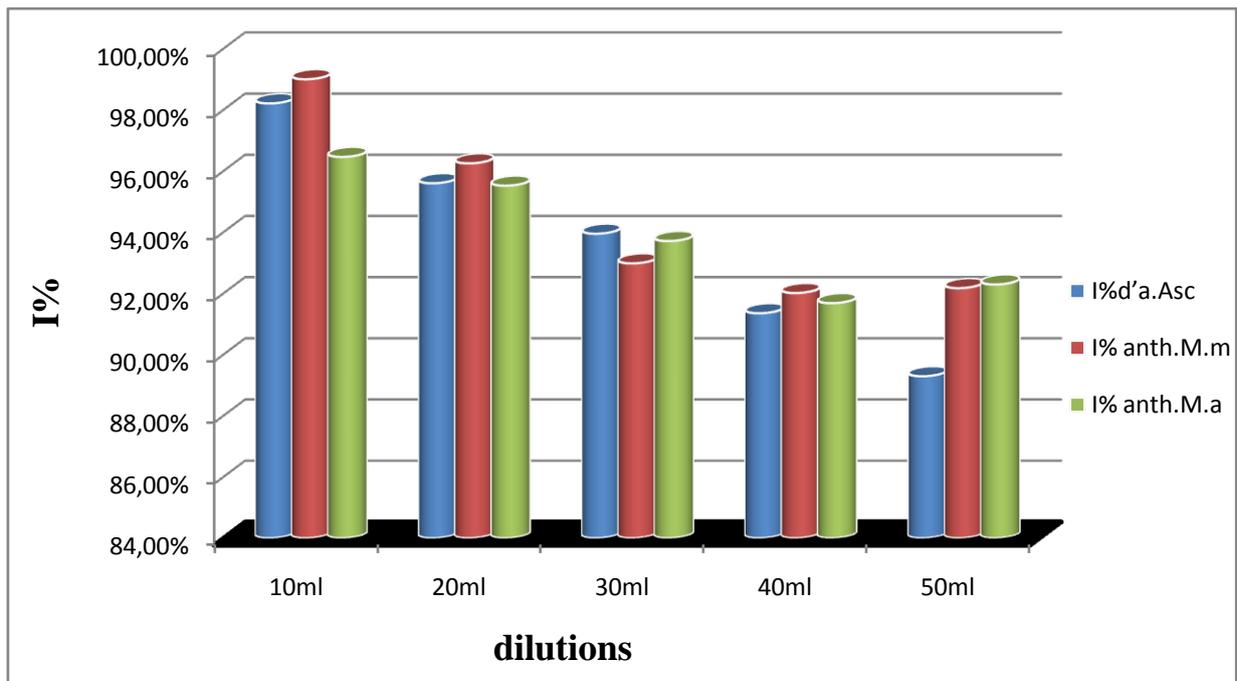


Figure 21. Pouvoir réducteur des anthocyanes des feuilles de *Malva mauritiana* et de *Malva ambigua* en fonction des dilutions.

L'analyse de la figure 21, montre que les anthocyanes possèdent une excellente activité antioxydante en comparaison avec le témoin positif. Cependant, *M.mauritiana* s'avère plus active pour l'ensemble des dilutions, sauf pour la dilution 30ml où les anthocyanes des feuilles de *M.ambigua* présentent une inhibition des radicaux libres plus élevée.

3.3.4. Les tanins

Les pourcentages d'inhibitions des tanins des feuilles de la *M. mauritiana* et de la *M.ambigua* comparés à celui de l'acide ascorbique sont représentés dans la figure 22 et le tableau 8 (annexe 4).

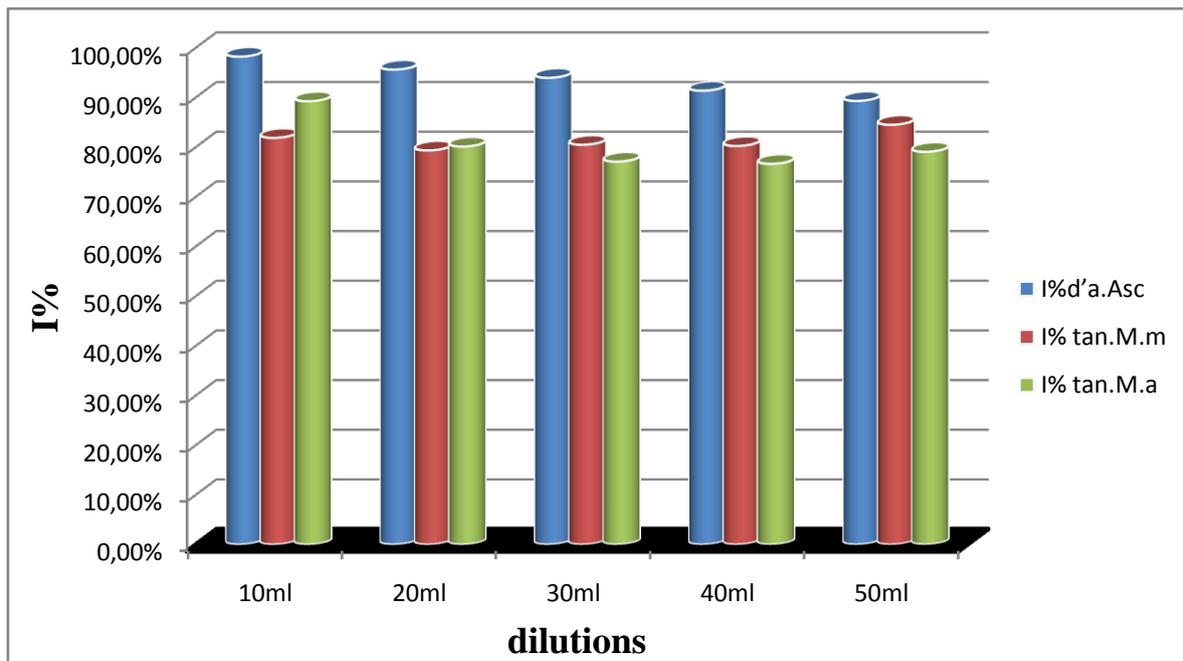


Figure 22. Pouvoir réducteur des tanins des feuilles de *M. mauritiana* et de *M. ambigua* en fonction des dilutions.

D'après les résultats mentionnés dans la figure 22, nous remarquons que les tannins condensés des feuilles, possèdent également un important pouvoir antioxydant par rapport à l'acide ascorbique. Contrairement aux autres fractions, les tanins de *M.ambigua* s'avèrent plus actifs que ceux de *M.mauritiana* à la forte concentration (dilution 10ml).

En ce qui concerne les autres dilutions, *M.mauritiana* montre un effet plus ou moins important.

A partir de cette comparaison, nous constatons que les fractions phénoliques des deux sous espèces présentent une différence dans leur action comme antioxydants. Cette différence serait due aux facteurs génétiques du faite que les deux sous espèces ont été récolté dans la même station et donc elles étaient soumises aux même conditions environnementales.

Néanmoins, nous n'avons trouvé aucune donné bibliographique concernant la relation entre l'effet génétique et les polyphénols.

Du fait de la grande importance dirigée vers les substances bioactives naturelles, issues des plantes médicinales et aromatiques, qui restent encore sous exploitées dans le domaine médical, la présente étude avait pour objectif d'évaluer les teneurs en polyphénols au niveau des feuilles de deux sous espèces de *Malva sylvestris* : *M.mauritiana* et *M.ambigua*, ainsi que la mise en évidence de leur pouvoir antioxydant.

L'extraction des différents composés phénoliques a montré la richesse des feuilles en polyphénols totaux pour les deux sous espèces, avec des rendements de **48,1%** pour *M. mauritiana* et **38%** pour *M. ambigua*.

Les flavonoïdes semblent être le composé dominant pour les deux sous espèces *M.mauritiana* et *M.ambigua* avec des rendements respectifs, **67,67%** et de **53,93%**. Toute fois, les anthocyanes et les tanins différent sensiblement entre les deux sous espèces.

L'étude de l'activité antioxydante par la méthode d'inhibition du radical libre stable, le DPPH, a permis la mise en évidence d'un fort pouvoir inhibiteur des différentes fractions pour les deux sous espèces.

En effet, l'inhibition des radicaux libres par les anthocyanes de *M. mauritiana*, s'est avérée très puissante avec un pourcentage qui atteint **99%**, pour la plus faible dilution (10ml). Elle reste élevée pour presque toutes les dilutions.

En ce qui concerne *M. ambigua*, les polyphénols totaux et les flavonoïdes ont révélé un pouvoir antioxydant important avec des pourcentages d'inhibition respectifs, **97,40%** et **97%**.

Selon les résultats obtenus dans cette étude, nous pouvons dire que les extraits des deux sous espèces de *Malva sylvestris* sont doués d'une importante activité antioxydante.

En conclusion, cette étude révèle que les deux sous espèces de *Malva sylvestris* peuvent être une source intéressante de principes antioxydants, avec une utilisation potentielle dans différents domaines (alimentation, cosmétique et pharmaceutiques).

En perspective et afin de poursuivre et d'approfondir ce travail, il serait souhaitable de:

- Tester d'autres méthodes d'extraction des polyphénols, et de déterminer les concentrations pour chaque fraction.
- Identifier les molécules responsables de cette activité en utilisant des techniques plus performantes (HPLC, RMN...etc.).

- Evaluer l'activité antioxydante par d'autres méthodes et faire des tests *in vivo*.
- Etudier d'autres activités biologiques de *Malva sylvestris*: antimicrobienne, antalgique, anti-inflammatoires, cicatrisante...etc, pour pouvoir l'exploiter dans les domaines pharmaceutique, cosmétique et agro-alimentaire.
- Il serait intéressant de faire un screening chimique de la plante afin de mettre en évidence la présence d'autres métabolites secondaires.

Annexe 1

Matériel non biologique

1-Appareillage

- Balance de précision.
- Etuve Microbiologique.
- Spectrophotométrie UV-visible.
- Rotavapor.



Figure 13 : spectrophotométrie UV-visible.

2-Les Verreries

- Erlen Meyer.
- Ballon.
- Pipete.
- Micropipette.
- Buchner.
- Tube à essai.

3- Les solutions

- Eau distillée
- Méthanol CH₃OH
- Ethanol C₂H₅OH
- HCL
- Ether-éthylique
- N-Butanol
- Acétone
- DPPH
- Acide ascorbique

Annexe 2

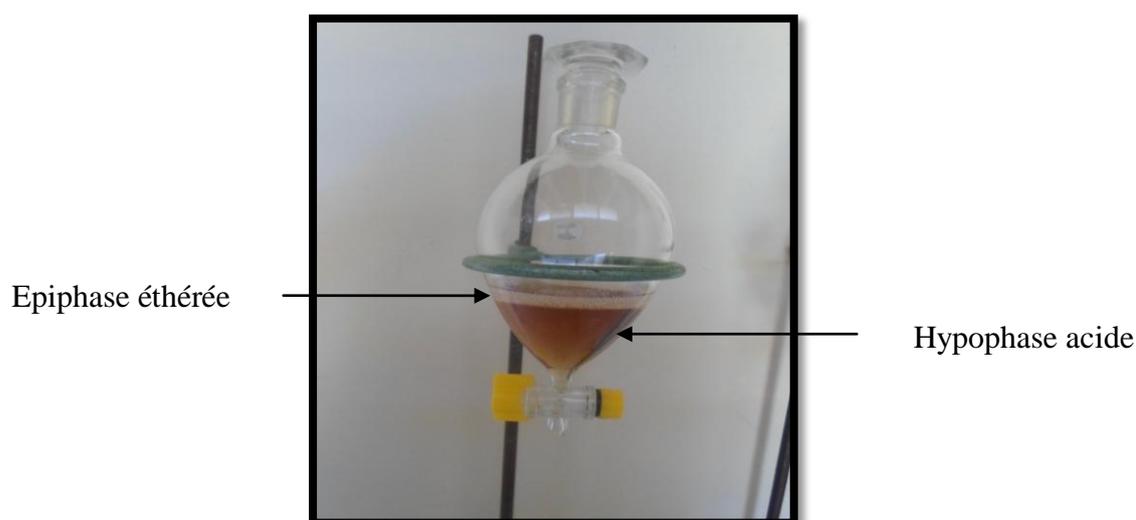


Figure 8: Epiphase étherée et Hypophase acide de L'extrait de *Malva sylvestris*.

Tableau 2. Rendements en extraits secs pour les deux sous espèces.

L'extrait sec	Rendement %	
	<i>Malva sylvestris L. ssp ambigua</i>	<i>Malva sylvestris L. ssp mauritiana</i>
Polyphénols totaux	38%	42,1%
flavonoïdes	53,93%	67,67%
anthocyanes	47,8%	48%
tanin	39,2%	44,96%

Tableau 3. Pourcentage d'inhibition du radical libre (DPPH) Chez *M. mauritiana*.

dilution	10ml	20ml	30ml	40ml	50ml
I% d'a.Asc	98,21%	95,6%	93,95%	91,35%	89,29%
I% des P.T	97,91%	93,59%	87,93%	85,85%	89,38%
I% des flav	96,64%	95,43%	87,63%	88,30%	87,90%
I% des tan	81,86%	79,32%	80,47%	80,22%	84,49%
I% des anth	99%	96,25%	92,98%	92,01%	92,17%

Annexe 3

Tableau 4. Pourcentage d'inhibition du radical libre (DPPH) chez *M. ambigua*.

dilution	10ml	20ml	30ml	40ml	50ml
I% d'a.Asc	98,21%	95,6%	93,95%	91,35%	89,29%
I% des P.T	97,06%	89,96%	85,55%	85,06%	83,10%
I% des flav	97%	89,14%	86,66%	88,54%	89,57%
I% des tan	89,23%	80,10%	77,08%	76,63%	79,05%
I% des anth	96,46%	95,52%	93,71%	91,68%	92,29%

Tableau 5. Pourcentage d'inhibition du radical libre (DPPH) par les polyphénols totaux des feuilles de *M. mauritiana* et de *M. ambigua*.

dilution	10ml	20ml	30ml	40ml	50ml
I% d'a.Asc	98,21%	95,6%	93,95%	91,35%	89,29%
I% p.t.M.m	97,91%	93,59%	87,93%	85,85%	89,38%
I% p.t.M.a	97,06%	89,96%	85,55%	85,06%	83,10%

Tableau 6. Pourcentage d'inhibition du radical libre (DPPH) par les flavonoïdes des feuilles de *M. mauritiana* et de *M. ambigua*.

dilution	10ml	20ml	30ml	40ml	50ml
I% d'a.Asc	98,21%	95,6%	93,95%	91,35%	89,29%
I% flav.M.m	96,64%	95,43%	87,63%	88,30%	87,90%
I% flav.M.a	97%	89,14%	86,66%	88,54%	89,57%

Tableau 7. Pourcentage d'inhibition du radical libre (DPPH) par les anthocyanes des feuilles de *M. mauritiana* et de *M. ambigua*

dilution	10ml	20ml	30ml	40ml	50ml
I% d'a.Asc	98,21%	95,6%	93,95%	91,35%	89,29%
I% anth.M.m	99%	96,25%	92,98%	92,01%	92,17%
I% anth.M.a	96,46%	95,52%	93,71%	91,68%	92,29%

Annexe 4**Tableau 8.** Pourcentage d'inhibition du radical libre (DPPH) par les tanins des feuilles de *M. mauritiana* et de *M. ambigua*.

dilution	10ml	20ml	30ml	40ml	50ml
I%d'a.Asc	98,21%	95,6%	93,95%	91,35%	89,29%
I% tan.M.m	81,86%	79,32%	80,47%	80,22%	84,49%
I% tan.M.a	89,23%	80,10%	77,08%	76,63%	79,05%

I. Les Malvacées

1. Généralités

Les Malvacées sont des plantes dicotylédones, dialypétales, thalamiflores, méristémones (Boullard, 1997). Selon Spichiger et al. (2004); Dupont et Guignard (2007), c'est une famille cosmopolite, présente surtout dans les régions intertropicales, seules quelques espèces se rencontrent dans les régions tempérées et froides, comme les mauves, les tilleuls, les baobas, les cacaoyers...etc.

D'après les mêmes auteurs, elles regroupent de 155 à 175 genres et de 2200 à 2700 espèces. Les feuilles sont ordinairement palminervées, souvent palmatilobées, fréquemment couvertes d'un duvet formé de poils composés, étoilés. Les fleurs souvent élégantes et grandes, de couleur violette, pourprée, rose ou blanche. Les fruits peuvent être des schizocarpes ou des capsules possédant des poiles plus ou moins longs.

Les Malvacées possèdent un appareil sécréteur formé par des cellules et des poches à mucilage (Spichiger et al., 2004; Dupont et Guignard, 2007).

Cette famille renferme à la fois des arbres tels que les Baobab, et des herbes de petite taille comme la mauve (Spichiger et al, 2004).

2. La mauve: *Malva sylvestris*

Malva sylvestris a été utilisée par l'homme depuis fort longtemps, son origine daterait de l'an 3000 avant JC. (Gaspretto et al., 2011).

Selon Couplan (1998), les feuilles de mauve étaient utilisées depuis 120 ans avant JC comme aliment de printemps des plus communs; elles étaient écrasées dans du miel avec un peu de sel pour guérir les fistules lacrymales.

2.1. Etymologie et noms vernaculaires

La racine grecque du nom Malva est «*Malakos*» qui signifie «mou» ou «amollir» et le mot *sylvestris* dérive du latin «*Silva*» qui signifie «poussant dans les forêts» (Couplan, 2009); (Flores, 2011).

L'adjectif «mauve» est employé depuis la fin du XIX^{ème} siècle pour désigner la couleur violette pâle qui caractérise les pétales de la plante (Couplan, 2009); (Flores, 2011).

Selon, Salle (1991); Ait youssef (2006); Bonnier (2008), différentes appellations ont été attribuées à *Malva sylvestris*

En anglais: common mallow, high mallow

En français: mauve, sauvage, meule, fouassier, fromageon

En arabe: Khobeiza

En berbère: amedjir

2.2. Systématique

D'après **Anonyme (2012, 2013)**, *Malva sylvestris* est classée comme suit :

Règne: Plantae

Embranchement: Spermaphytes

Sous embranchement: Angiospermes

Classe: Dicotylédones

Ordre: Malvales

Famille: Malvacées

Genre: Malva

Espèce: *Malva sylvestris* L.

2.3. Description morphologique

Selon **Chancrin et Dumont (1922)**; **Beauquesne et al. (1980)**; **Boullard (2001)**; **Iserin et Vican (2001)**; **Board, (2005)**; **Ait yousef (2006)**; **Bruneton (2009)**; **La pharmacopée française (2007)**; **Couplan (2009 et 2011)**; **Gaspretto et al. (2011)**, la mauve spontanée est une herbe vivace, pérenne ou annuelle par des bourgeons souterrains. La tige est velue, dressée et robuste. Elle peut faire de 40 à 80 cm de hauteur, parfois brièvement couchée à la base puis redressée.

Les feuilles sont simples, longuement pétiolées. Elles mesurent de 7 à 15 cm de diamètre, à limbe palmatilobé et cordiforme à la base, à bords crénelés dentés. Elles sont généralement membraneuses, cotonneux ou moelleux. Elles restent vertes même à l'état sec.

Les fleurs regroupées par 2 à 4 en bouquets axillaires, sur pédoncules inégales plus courts que les feuilles. Elles mesurent de 2 à 3 cm de largeur, d'un beau rose violacé veiné de rouge, zébré de trois stries ramifiées plus foncées. Elles s'épanouissent du printemps à l'été et donnent de petits fruits circulaires. Ces dernier sont des polyakènes, jaunâtres, à la forme d'une meule de fromage, c'est ce qui lui a donné le nom populaire de fromageon (figure 2).

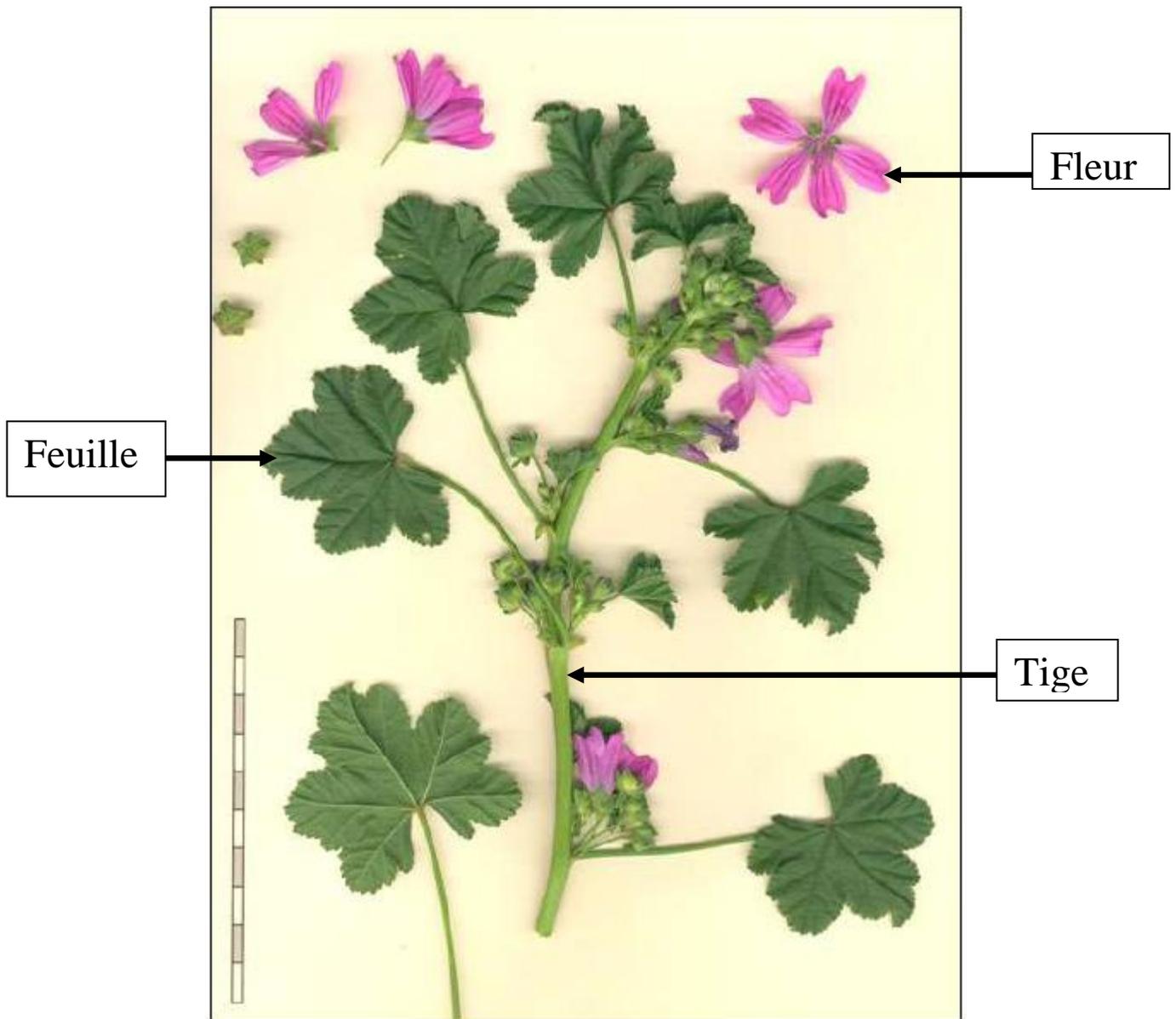


Figure 1. Aspect morphologique de *Malva sylvestris* (Flores, 2009).

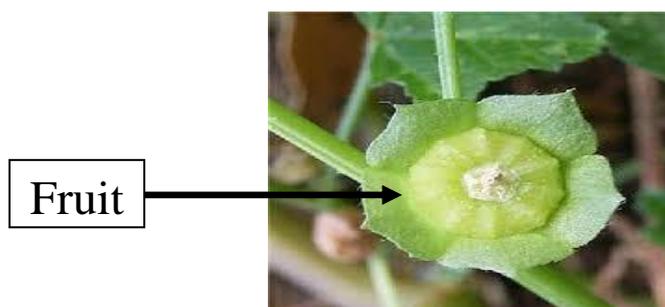


Figure 2. Fruit de *Malva sylvestris* (Flores, 2009).

La racine est pivotante charnue, se compose d'une racine principale fusiforme, de couleur blanche, forte et riche en mucilage. et des racines secondaires constituées de discrètes radicelles (figure 3).



Figure 3. Système racinaire de *Malva sylvestris* (Flores, 2009)

2.4. Les sous espèces de *Malva sylvestris*

Selon Flores (2009), il existe deux sous espèces de *Malva sylvestris*: *Malva sylvestris* L.ssp *sylvestris* et *Malva sylvestris* L.ssp *ambigua*.

2.4.1. *Malva sylvestris* L. ssp *sylvestris*

D'après Rouy (1893-1913) et Bonnier (1912-1935) cité par Flores (2009), *Malva sylvestris* L. ssp *sylvestris* ou appelé encore *Malva sylvestris* L. ssp *mauritiana*, se caractérise par des feuilles à lobe et à dents aigus, ses fleurs sont grandes de couleur roses violacées, les pédicelles fructifères sont courts, c'est une plante glabrescente, elle est dressée de 80cm à 1.5 m de haut.

2.4.2. *Malva sylvestris* L.ssp *ambigua*

D'après Rouy (1893-1913) et Bonnier (1912-1935), *Malva sylvestris* L.ssp *ambigua* ou *Malva ambigua*, est une plante étalée et plus velue, les fleurs et les feuilles sont plus petites, les pédicelles fructifères sont grêles, ils égalent ou dépassent la feuille. C'est une plante moins dressés que l'autre sous espèce, elle est rarement glabrescente.

2.5. Aire de répartition et habitat

Ait Youssef (2006), mentionne que *Malva sylvestris* L. est localisée dans les régions eurasiatiques dans les pays d'Asie occidentales, d'Asie du nord et du sud-ouest, ainsi que

dans certains pays d'Europe. Elle est répondeuse dans toute l'Afrique du nord. Elle est très connue dans toute l'Algérie; cette espèce est assez commune au nord du Sahara.

Dans la plupart de ces pays, la mauve est fréquente principalement dans les bords des chemins et des champs ainsi que dans les haies; elle pousse sur les terrains incultes et croît dans les décombres (Boullard, 2001; Iserin et Vican, 2001; Couplan, 2009, 2011).

D'après Komet (2011); Gasparetto et al. (2012), cette plante pousse également le long des murs en pierre. De nombreux auteurs se réfèrent à Malva comme une mauvaise herbe, elle peut être trouvée comme une plante envahissante dans les cultures vivrières sauf dans les cultures céréalières.

2.6. Exigences écologiques

Selon Komet (2011), *Malva sylvestris* requiert un emplacement ensoleillé sec avec un sol bien drainé. Tabaraki et al. (2011) et Gasparetto et al. (2012) indiquent que *Malva sylvestris* pousse dans différents types de sol, à différents taux de pH et avec différentes concentrations de minéraux. Elle peut accumuler plus de nutriments dans leurs racines que les tomates et les haricots lorsque les espèces sont cultivées ensemble. Le calcium est l'élément le plus abondant dans cette plante. Les autres éléments, dans l'ordre décroissant par quantité sont: Na, Mg, Fe, P, Zn et Cu.

2.7. Culture, Récolte et séchage

La culture de la mauve se fait par semis et par division des pieds en automne. Elle a besoin d'un arrosage fréquent et régulier, spécialement pendant la saison chaude (Banchi et Pantano, 1986).

Selon Schnebelen et al. (2008); Couplan (2009), les feuilles sont coupées tandis que la végétation se développe, ce qui peut être fait deux fois par an; les fleurs sont récoltées avant qu'elles ne soient complètement ouvertes.

Les fleurs et les feuilles doivent être séchées à l'ombre, à une température inférieure à 35°C et doivent être conservées dans un endroit sec à l'abri de l'humidité et de la lumière.

2.7. Principaux constituants chimiques

D'après Boullard (2001); Couplan (2009, 2011); Barros et al. (2012); Sabri et al. (2012), la plante est très riche en protéines complètes, en provitamines A, en vitamines B1, B2 et C et en sels minéraux (Ca, Mg et Fer). Elle contient aussi des flavonoïdes, en particulier les flavonols et les flavones qui sont les principaux groupes chez *Malva sylvestris*.

Gasparetto et al. (2011); Marouane et al. (2011), indiquent que les flavonoïdes que l'on rencontre en plus grand quantité dans les feuilles sont: le 4-méthyl éther 8- glucuronide, le 8-O-glucuronide d'hypolaetine et le 8-O-glucuronide d'isoscutellaréine.

Malva sylvestris est riche en anthocyanine, qui est un genre de colorant naturel et fonctionnel très important, elle peut être appliquée intensivement dans différents domaines tels que la nourriture, la pharmacie et le cosmétique. Les tanins condensés sont répartis principalement dans les feuilles et dans les fleurs (**Wang et al, 2005; Cheng et al, 2006**)

Beaucoup de dérivés des composés phénoliques ont été retrouvés dans les extraits des feuilles et des différentes parties de *Malva sylvestris*. **Flores (2011)** mentionne la présence de 11 acides phénoliques comme: l'acides 4-methoxybenzoïque, l'acide 4-hydroxycinnamique, l'acide férulique et le tyrosol.

Selon **Leclerc (1976); Schnebelen et al. (2008); Chkarnat (2013)**, la plante entière est riche en mucilages, qui sont des dérivés de sucres (polysaccharides).

2.8. Usage et propriétés thérapeutiques

Selon **Cuttillo et al. (2006); Esteves et al. (2009); Barros et al. (2010); Razavi et al. (2011); Gasparetto et al. (2011); Komet (2011)**, *Malva sylvestris* est une espèce largement distribuées et utilisées dans des traitements phytothérapeutiques et cosmétiques. Elle possède des activités anti-inflammatoires, cicatrisante, anti-oxydante, antifongique, antibactérienne, anticancéreuse, antalgique et antidiarrhétiqu. C'est un tonique de nettoyage de foie et contre la brulure d'estomac.

Les feuilles de mauve possèdent des propriétés anti-oxydantes très fortes grâce à la présence de composées phénoliques (flavonoïdes), de caroténoïdes et les vitamines anti-oxydantes, l'acide ascorbique et le tocophérol. Elles sont également utilisées en cas d'irritabilité du colon et de constipation.

Les anthocyanines de *Malva sylvestris* provoquent des diminutions dans les taux de cholestérol et des triglycérides totaux du plasma.

Des cataplasmes de fleurs et de feuilles de mauve peuvent être appliqués sur les zones sensibilisées ou irritées; ils sont fortement recommandés pour le soin d'acné de peau ainsi que sur les piqures d'insecte et les furoncles.

2.9. Toxicité de la mauve

La mauve ne présente aucune toxicité même à forte dose. Il n'ya donc pas d'effets indésirable, pas de contre indication ni d'interactions médicamenteuses à l'utilisation de

Malva sylvestris, c'est en partie pour cette raison qu'elle peut-être utilisée chez les enfants et les personnes âgés (Valnet, 1992; Wichtl, 2003; Schnebelen et al., 2008).

II. Les polyphénols

1. Généralités

Les polyphénols sont des métabolites secondaires synthétisés par les végétaux pour se défendre contre les agressions environnementales. Ce sont des composés phénoliques hydrosolubles, de poids moléculaire compris entre 500 et 3000 Dalton, et ayant outre les propriétés habituelles des phénols, la capacité de précipiter les alcaloïdes, la gélatine et autres protéines (Hagerman et al., 1998; Manchado et Cheynier, 2006; Mehinagic et al., 2011).

Généralement trouvés dans les légumes, les fruits et Beaucoup de sources de nourriture. Ils sont les antioxydants les plus abondants dans notre aliment, et sont parmi les plus efficace et thérapeutique substances bioactives utiles (Manchado et Cheynier, 2006; D'archivio et al., 2007; Shelbaya et al., 2011).

Les polyphénols regroupent un vaste ensemble de substances chimiques comprenant au moins un noyau aromatique et un ou plusieurs groupes hydroxyles en plus d'autres constituants, qui se différencient d'abord par la complexité du squelette de base (allant d'un simple C₆ à des formes très polymérisées); ensuite par le degré de modifications de ce squelette (degré d'oxydation, d'hydroxylation, de méthylation...etc.) et en fin, par les liaisons possible de ces molécules de base avec d'autre molécules telles que les glucides, lipides, protéines ou autres métabolites secondaires pouvant être ou non des composés phénoliques ((Bamforth, 2000; Macheix et al., 2005; Manchado et Cheynier, 2006).

2. Les acides phénoliques

Les acides phénoliques sont une classe importante des polyphénols et largement réponsus chez les plantes. (Cai et al., 2004; Sabri et al., 2012).

Selon Manchado et Cheynier (2006) et Bruneton (2009), ces composés sont répartis en deux classes, selon leur origine biosynthétique: les composés dérivés de l'acide benzoïque qui ont une formule de base de type (C₆-C₁) et ceux dérivés de l'acide cinnamique qui représentent une classe très importante dont la structure de base est (C₆-C₃). Les deux classes existent généralement sous forme d'esters ou de glycosides.

3. Les flavonoïdes

Les flavonoïdes sont un groupe de composés naturels, largement distribué chez les végétaux. Ils constituent la plus grande classe des composés phénoliques chez les plantes médicinales. (Bors et al., 1990; Cai et al., 2004; Montoro et al., 2005; Marouane et al., 2011)

Ce sont des pigments hydrosolubles, localisés au niveau des fleurs, des fruits et parfois des feuilles, le plus souvent de couleur jaune (en latin : *flavus* = jaune).

De structure générale en C₁₅ (C₆-C₃-C₆), ils sont caractérisés par une structure aromatique d'anneau avec un ou plusieurs hydroxyles (Cai et al., 2004; D'archivio et al., 2007; Geleijne et Hollman, 2008; Chkarnat, 2013)

D'après Manchado et Cheynier (2006), les flavonoïdes sont divisés en six sous-classes importantes, selon le degré d'hydroxylation des différents cycles, le niveau de méthylation (groupements O-CH₃ à la place des seules fonctions phénoliques) et le niveau de glucosylation. Il s'agit des flavonols, flavanones, flavanols, flavones, anthocyanines et isoflavones (figure 4).

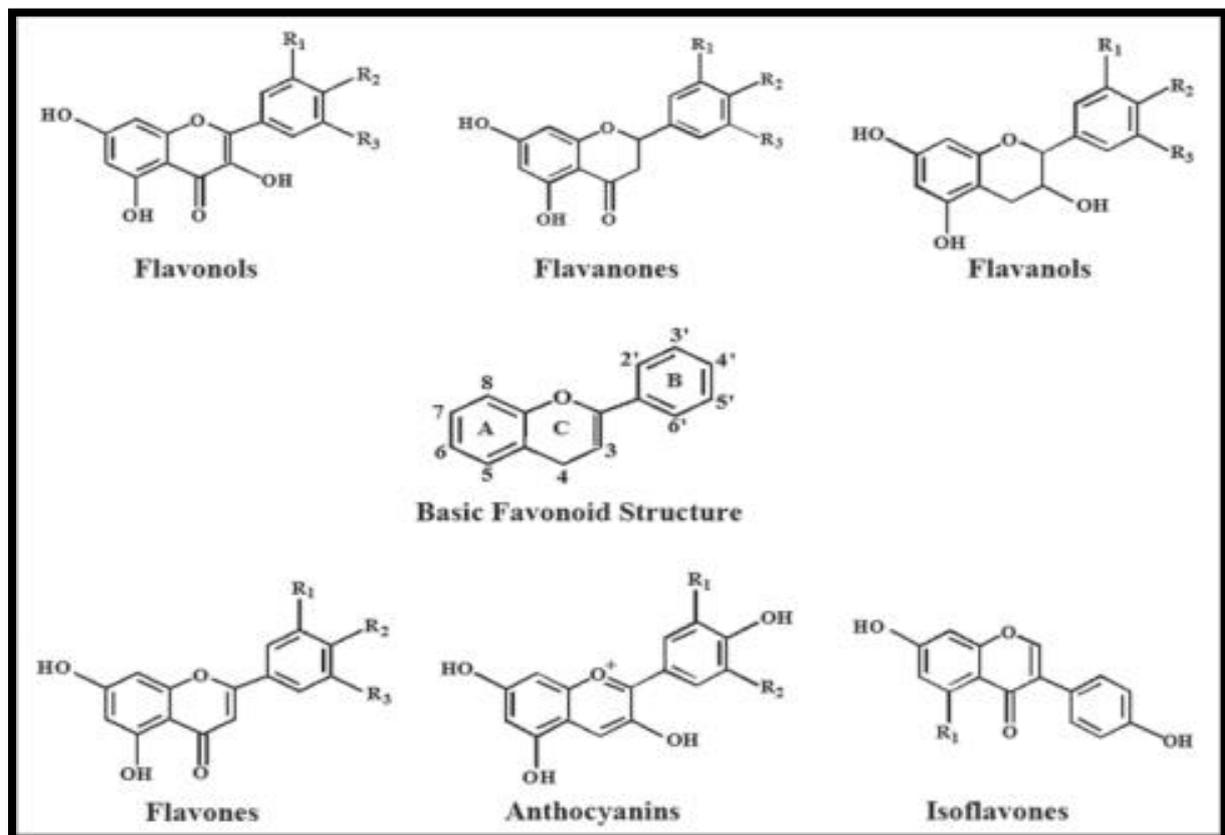


Figure 4. Les différentes sous classes des flavonoïdes (Spencer et al., 2008)

Les flavonoïdes exercent une série d'activités biologiques et chimique. Elles empêchent l'oxydation de différents organes. Ces propriétés sont liées à la capacité des flavonoïdes à chélater des ions en métal et nettoyer les radicaux libres (**Marouane et al., 2011**).

4. Les tanins

Les tanins sont des formes phénoliques condensées (**Manchado et Cheynier, 2006**), en raison de leur nombreux OH. Ils se dissolvent plus ou moins (en fonction de leur poids moléculaire) dans l'eau, en formant des solutions colloïdales. Les tanins se divisent selon leur réactivité chimique et leur composition en deux groupes principaux :

a. Les tanins hydrolysables

Ce sont des oligo ou polyesters d'un sucre et d'un nombre variable de molécules d'acide-phénols, le sucre est très souvent le glucose (**Guignard, 2000; Biaye, 2002**).

b. Les tanins condensés (Tanins vrais ou non hydrolysables)

Ce sont des composés phénoliques hétérogènes. Ils se trouvent sous forme d'oligomères ou polymères de certains flavanols, catéchines ou catéchols.

Contrairement aux tanins hydrolysables, ils sont résistants à l'hydrolyse et seules des attaques chimiques fortes permettent de les dégrader (**Manchado et Cheynier, 2006**).

5. Rôle des polyphénols

Selon **Adrian et Frangne (1991)**, les composés phénoliques en particulier les flavonoïdes seraient impliqués dans un certain nombre de fonctions aussi bien pour les plantes que pour l'Homme:

a. Les plantes

- Ils assurent la pigmentation des fleurs, des fruits et des graines pour attirer les pollinisateurs et les disperseurs de graines.
- Une des fonctions incontestées des flavonoïdes et des polyphénols est leur rôle dans la protection des plantes contre l'invasion microbienne. Cela implique non seulement leur présence dans les plantes comme des agents constitutifs mais aussi dans leur accumulation comme phytoalexines en réponse à l'attaque microbienne (**Grayer et Harborne, 1994; Cuttillo et al., 2006**).
- Ils protègent les plantes contre les radiations UV en absorbant à la fois ces radiations et les espèces réactives de l'oxygène formées (**Alesiani et al. 2007**).

- Ils interviendraient dans les processus physiologiques des plantes, dans la fertilité et la germination du pollen (**Kone, 2009**).

b. L’Homme

Les polyphénols exercent une série d’activités biologiques et chimiques, ils ont été traditionnellement employés pour plusieurs applications médicales. En raison de leur capacité étendue d’empêcher la germination des spores pathogènes des plantes, ils ont été proposés pour être utilisés contre les pathologies fongiques de l’Homme. Il y a un grand intérêt dans l’utilisation des flavonoïdes des plantes pour contrôler le virus d’immunodéficience qui est l’agent causatif du Sida. (**Harborne et Williams, 2000**).

III. Le stress oxydatif et les antioxydants

1. Le stress oxydatif

1.1. Définition

Le stress oxydant est défini comme un déséquilibre de la balance entre antioxydants (protection contre les radicaux libres) et pro-oxydants (producteurs des radicaux libres), que ce soit par une augmentation de la production d’espèces oxygénées réactives et/ou par une diminution des défenses antioxydantes (**Halliwell et Whiteman, 2004**). Ceci conduit à des endommagements cellulaires et tissulaires souvent irréversibles (**Sorg, 2004**).

1.2. Les radicaux libres

Un radical libre est une espèce chimique qui possède un ou plusieurs électrons non appariés sur sa couche externe. La présence d’un électron non apparié confère à ces molécules une grande instabilité, elles sont extrêmement réactives et leur durée de vie est courte (**Sherki et al., 2001; Raynaud, 2006**).

Parmi les différentes classes de radicaux libres, les espèces réactives de l’oxygène (ROS) sont les plus abondants. Ils dérivent de l’oxygène par des réductions à un électron (figure 5), exemple: le radical superoxyde (O_2^-), le peroxyde d’hydrogène (H_2O_2), et le radical hydroxyle (OH) (**Fang et al., 2002; Albert et al., 2003; Favier, 2006**).

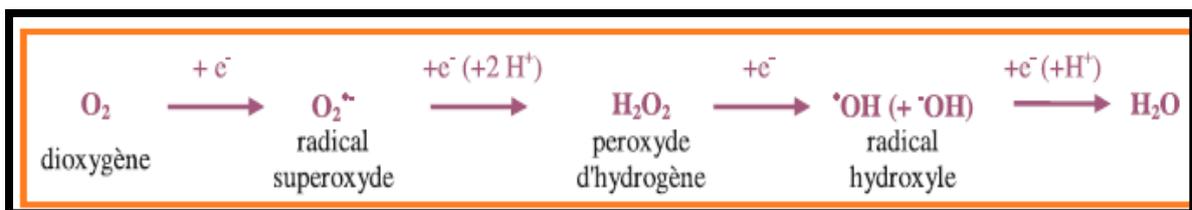


Figure 5. Intermédiaires réduits de l’oxygène (**Albert et al., 2003**)

Il existe également, les espèces réactives de l'azote (RNS), comme Le monoxyde d'azote (NO) et le dioxyde d'azote (NO₂) (**Fang et al., 2002; Albert et al, 2003; Favier, 2006**)

1.3. Les sources de radicaux libres

Les sources de radicaux libres sont multiples, elles varient entre les sources exogènes et les sources endogènes.

1.3.1. Les sources exogènes

D'après **Favier (2006); Uttara et al. (2009)**, la pollution atmosphérique, la cigarette, les rayonnements UV, les radiations ionisantes, les radiations cosmiques et les métaux toxiques (chrome, cuivre) peuvent être à l'origine de l'apparition des ROS.

1.3.2. Les sources endogènes

Le métabolisme cellulaire (activité mitochondriale, réactions enzymatiques) et l'inflammation, sont considérés comme les principales sources de radicaux libres. (**Kannan and Jain 2000; Sherer et al., 2002**).

1.4. Les conséquences

Selon **Halliwel et Gufferidge (1999); Mates et Jimenez (1999); Ghafourifar et Cadenas (2005); Favier (2006); Tapiero (2006); Valko et al., (2007)**, les ROS et les RNS sont des médiateurs importants des dommages des cellules, qui écrasent les antioxydants cellulaires, systèmes de défense des tissus. La production excessive de ces radicaux libres influe sur les différentes molécules biologiques telles que l'ADN, les protéines et les lipides

Ces radicaux libres constitueraient le facteur potentialisant l'apparition des maladies plurifactorielles, telles que le diabète, les rhumatismes et les maladies cardiovasculaires (**Sergeant et al., 1998**). La plupart de ces maladies apparaissent avec l'âge car le vieillissement diminue les défenses antioxydantes et augmente la production de radicaux libres (**Girodon et al., 1997; Sohal et al., 2002**).

L'ampleur du stress dépend de la capacité des tissus à désintoxiquer ces radicaux, pour protéger l'organisme contre les dégâts causés. (**Tapiero, 2006**).

Dans le cas où ils sont présents, les polyphénols sont les premiers à être oxydés; ils exercent donc cette propriété essentielle de piéger les radicaux libres (**Vercauteren, 2011, 2012**).

2. Les antioxydants

2.1. Définition

Un antioxydant est une molécule qui diminue ou empêche l'oxydation d'autres substances chimiques. Les antioxydants s'utilisent pour réduire l'oxydation du produit auquel ils sont mélangés (Sherki et al., 2001).

2.2. Mécanismes d'action

D'après Ribeiro (2001); Sherki et al. (2001); Tapiero (2006), les antioxydants produits par l'organisme agissent en harmonie avec les antioxydants exogènes issus principalement de l'alimentation. Leur effet provient de deux mécanismes :

1. La neutralisation des radicaux libres (figure 6), en empêchant les réactions en chaîne initialisées par ces derniers. Les radicaux libres agissent dans ce cas, comme des accepteurs d'électrons et arrachent donc des électrons à d'autres molécules. Cette perte caractéristique d'un électron correspond au phénomène d'oxydation et les radicaux libres sont donc considérés comme des agents oxydants puisqu'ils incitent les molécules à donner des électrons.

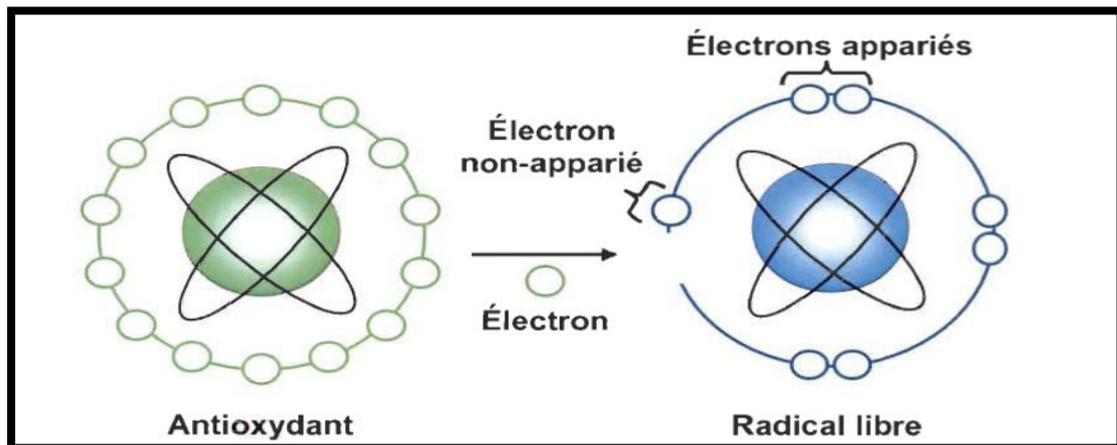


Figure 6. Neutralisation d'un radical libre par un antioxydant. (Carange, 2010)

2. La destruction des hydroperoxydes (composés intermédiaires formant des radicaux libres), diminuant ainsi la vitesse de formation des radicaux libres.

2.3. Classification des antioxydants

2.3.1. Les antioxydants naturels

L'organisme possède deux types de systèmes de défense très efficaces: les antioxydants enzymatiques et les antioxydants non enzymatiques. Ces antioxydants sont d'autant plus importants que certains peuvent être utilisés en thérapeutique pour tenter de prévenir le stress oxydatif (**Diplock, 1991**).

a. Les antioxydants enzymatiques

Les antioxydants enzymatiques tels que, le superoxyde dismutase, la catalase, la glutathion peroxydase et la glutathion réductase, sont considérés comme la première ligne de défense de notre organisme contre les ROS (**Zelko et al, 2002**).

b. Les antioxydants non enzymatiques

Contrairement aux enzymes antioxydantes, la plupart de ces composés ne sont pas synthétisés par l'organisme et doivent être apportés par l'alimentation. Dans cette catégorie d'antioxydant nous retrouvons les oligoéléments, les vitamines E et C et les polyphénols tel que les tannins, lignanes, coumarines, acides phenoliques, flavones, flavonoles, anthocyanines et pro anthocyanines (**Marwah et al., 1991**).

Des études montrent qu'un taux élevé d'antioxydants obtenus grâce à une alimentation riche en fruits et légumes réduit le risque relatif de mortalité dans diverses pathologies: cancers, maladies cardiovasculaires, et broncho-pneumopathie. Les fruits et les légumes contiennent une grande variété d'antioxydants comme la vitamine C, la vitamine E, les caroténoïdes, les oligoéléments et surtout les polyphénols (**Defraigne et Pincemail, 2008**).

2.3.2 Les antioxydants de synthèse

Dans l'industrie alimentaire, les antioxydants synthétiques, tels que le butylhydroxyanisole (BHA), butylhydroxytoluène (BHT) gallate propylée (PG) et le tétrabutylhydroquinone (TBHQ), sont largement utilisés parce qu'ils sont efficaces et moins chers que les antioxydants naturels. Cependant, leur sécurité est très discutée car ils génèrent un besoin de recherche comme matière de substitution d'après des sources naturelles comme antioxydants de la nourriture (**Lisu et al., 2003**). De plus, il a été démontré que ces antioxydants de synthèse pouvaient être toxiques (**Yu et al., 2000**).

1. **Adrian, J., Frangne R. 1991.** La science Alimentaire de A à Z, Ed. *Lavoisier, Paris.*
2. **Afolayan A J, Aboyade O M, Sofidiya 2008.** Total Phenolic Content and Free Radical Scavenging Activity of *Malva parviflora* L. (malvaceae). *Journal of Biological Sciences*, **8**: 945-949.
3. **Ait youssef M. 2006.** plantes médicinales de Kabylie, 346p.
4. **Albert AM., Rousselot D B., Abedinzadeh Z., 2003.** Espèces réactives de l'oxygène Comment l'oxygène peut-il devenir toxique ? mécanismes biochimiques, pp : 91-96.
5. **Alesiani1 D., PichicheroL E., Canuti1 L. et al. 2007.** Identification of phenolic compounds from medicinal and melliferous plants and their cytotoxic activity in cancer cells. **60**: 90-95.
6. **Bamforth CW. 2000.** Perceptions of beer foam. *J. Inst. Brew.* Pp: 106-229.
7. **Barros L., Carvalho A M., Ferreira I. 2010.** Leaves, flowers, immature fruits and leafy flowered stems of *Malva sylvestris*: a comparative study of the nutraceutical potential and composition. *Food and Chemical Toxicology*. PP: 1466-1472.
8. **Barros L., Dueñas M., Carvalho A M. et al. 2012.** Characterization of phenolic compounds in flowers of wild medicinal plants from Northeastern Portugal. PP: 1576-1572.
9. **Beauquesne L B., Pinkas M., Tork M., Trotin F. 1980.** Plantes médicinales des régions tempérées, 439p.
10. **Benhammou N., Atik Bekkara F., Kadifkova Panovska T. 2009.** Antioxidant activity of methanolic extracts and some bioactive compounds of *Atriplex halimus*, *C. R. Chimie*. **12**: 1259–1266.
11. **Biache C, 2010.** évolution des composants organiques d'un sol de cokerie en contexte d'atténuation naturelle. 309p.
12. **Bianchini F., Pantano A C. 1986.**le Guide Vert des Plantes et des Fleurs. 576p.
13. **Biaye M. 2002.** action pharmacologiques des tanins. p:53, thèse de doctorat.
14. **BILLY C. 1991.** Glossaire de botanique. *Éd. Lechevalier.*
15. **Blois, M.S. 1958.** Antioxidant determination by the use of stable free radical, *Nature*, 181.
16. **Bonnier G, 2008.** Plantes médicinales, plantes mellifères, plantes utiles et nuisibles, 70p.

17. **Bonnier G. 1912-1935.** La grande flore en couleur de Gaton Bonnier- Belin. (in thèse Maeva Flores, 2009).
18. **Bors W, Heller W, Michel C, saran M , 1990.** Flavonoïdes comme antioxydants détermination des efficacités de radical-radical-scavenging. Méthode Enzymol, 186:343 - 55.
19. **Boullard B, 1997.** Plantes et champignon, dictionnaire-ESTEM.
20. **Boullard B.** 2001. Plantes médicinales du monde: croyances et réalités. 636p.
21. **Bruneton J, 2009.** Tec & Doc Lavoisier, Pharmacognosie: Phytochimie, Plantes médicinales, 4ème édition, p : 274-275. 1269 p.
22. **Cai.Y., Luo.Q., Sun.M., Corke.H, 2004.***Antioxidant activity and phenolic compounds of 112 traditional Chinese medicinal plants associated with anticancer,* Life Sciences **74**:2157–2184.
23. **chancrin E.et R.dumont, 1922.** la rousse agricole encyclopédie illustrée, tom2 paris, p : 142.
24. **CARANGE J, 2010.** mémoire comme exigence partielle de la maitrise en biophysique et biologie cellulaires. 125p.
25. **Cheng C, Wang Z, 2006.** Bacteriostasic activity of Anthocyanin of *Malva sylvestris*, *Journal of Forestry Research*, pp: 83-87.
26. **Chkarnat C, 2013.** Cours BL0034 et BL0024 plantes médicinales et vénéneuses. 34 p.
27. **Couplan F, 1998.** guide nutritionnel des plantes sauvages et cultivées p : 172, 256p.
28. **Couplan F, 2009.** Bonnes mauvaises herbes, p : 47, 95 p.
29. **Couplan F, 2009.** Reconnaître facilement les plantes: Identifier, toucher, sentir, goûter, p : 246.
30. **Couplan F, 2011.**guide nutritionnel des plantes sauvages et cultivées p : 172.
31. **Cutillo.F., Abrosca.B.D., Greca .M.D., Fiorentino .A., Zarrelli.A, 2006.** Terpenoids and phenol derivatives from *Malva silvestris*, *Phytochemistry*. **67**: 481–485.
32. **Dalar A., Izabela B., Konczak A . 2 0 1 2.** *JOURNAL OF HERBAL MEDICINE.* Antioxidant capacity and phenolic constituents of *Malva neglecta* Wallr. and *Plantago lanceolata* L. from Eastern Anatolia Region of Turkey 42 –51.

33. **Dalton, D.A, 1995.** Antioxidant defenses of plants and fungi." *Ed. Oxidative Stress and Antioxidant Defences in Biology*: 298-35.
34. **Diplok, A.T, 1991.** Antioxydant nutriments and disease prevention: an Overview. *Am J Clin Nutr*: 53 (suppl): 189-93.
35. **DUPONT.F et GUIGNARD.J, L, 2007.** botanique systématique moléculaire, 14^{ème} édition, p : 183.
36. **EL KALAMOUNI C., 2010.** Caractérisations chimiques et biologiques d'extraits de plantes aromatiques oubliées de Midi-Pyrénées. 335p. Thèse de doctorat.
37. **ESTEVEES P F. et al, 2009.** Antinociceptive Activity of *Malva sylvestris L.* *Latin American Journal of Pharmacy* - 28 (3): 454-6.
38. **Fang,Y.l., Yang,S., and Wu G. 2002.** Free radicals, antioxidants, and nutrition. *Nutrition* **18**: 872-879.
39. **Favier A., 2006.** Oxidative stress in human diseases. *Ann.Pharm.Fr.* **64**: 390-396.
40. **Favier,A, 2003.** Le stress oxydant Intérêt conceptuel et expérimental dans la compréhension des mécanismes des maladies et potentiel thérapeutique, 108-115
41. **Ferreira A., Proenc C. , Serralheiro a, M.L.M., Ara'ujo M.E.M, 2006.** the in vitro screening for Acetylcholin esterase inhibition and antioxidant activity of medicinal plants from Portugal- *journal of ethnopharmacology* 108, 31-37.
42. **Flores M, 2011.**malva sylvestris L et les autres mauves en France, thèse de doctora , 209p.
43. **Frankel, E.N., 1996** "Antioxidants in lipid foods and their impact on food quality." *Food Chemistry*, 57: 51-5.
44. **Gasparetto J.C, Martins F, Hayashi S.S, Otuky M.F, and Pontarolo R, 2011.** Ethnobotanical and scientific asp, 256p.
45. **Geleijnse M.J et Hollman C.P, Am J Clin Nutr.** 2008 Jul; 88(1):12-3 Flavonoids and cardiovascular health: which compounds, what mechanisms?, *Am J Clin Nutr.* P: 38

46. **Grayer, R. J., Harborne, J. B., Kimmins, E. M., Stevenson, F. C., Wijayagunasekera, H. N. P., 1994.** Phenolics in rice phloem Sap as sucking deterrents to the brown plant hopper *Nilaparvata lugens*. *Acta Horticulturae*. **381**: 691-694.
47. **Gredir A., Madani S., Baukott F., et al, 2005.** Fructose enriched diet modified antioxidant status and lipid metabolism in spontaneously hypertensive rats. *Nutrition*. 766p.
48. **Good P. P., 2009.** The Family Flora and Materia Medica Botanica: Containing the Botanical Analysis, Natural History, and Chemical and Medical Properties and Uses of Plants, Volume 1, 192p.
49. **Guignard J.L., 2000.** biochimie végétale =p ;164.
50. **Gutteridge J M., Halliwell B., 1992,** Comments on review of Free Radicals in Biology and Medicine, second edition, *Free Radic Biol Med*. **12**: 93-95.
51. **Harkati B. 2011** valorisation et identification structurale des principes actifs de la plante de la famille Asteraceae : *Scorzonera Undulata*. 129p. Thèse de doctorat.
52. **Hagerman AE, Riedl KM, Jones GA, Sovik KN, Ritchard NT, Hartzfeld PW, Richel TL. 1998.** High molecular weight plant polyphenolics (tannins) as biological antioxidants. *J. Agric. Food Chem*. 46: 1887-92.
53. **Haim Tapiero, 2006.** Stress oxydatif et alicaments Prévention des maladies humaines. 75p.
54. **Halliwell, B; Gutteridge, J.M.C. 1999.** Free radicals in biology and medicine, Oxford, UK.; 12(1):93-5.
55. **Halliwell B, Whiteman M., 2004.** Measuring reactive species and oxidative damage in vivo and in cell culture : how should you do it and what do the results mean?. *British journal of pharmacology*, **142**: 31-2.
56. **Harborne. B. J, Williams. C. A., 2000,** Advances in flavonoid research since 1992, *phytochemistry* **55**: 481-504.
57. **Iserin P; Vican P, 2001.** *Larousse des plantes médicinales* , identification, préparation, soin, p : 231, 335 p. ISBN : 9782035823083 2035823080.
58. **Jean.L.S , 1991.** Le totum en phytothérapie, p : 17.

59. **Judd W.S., Christopher S. Campbell, Elizabeth A. Kellogg, Stevens p., 2002.** Titre Botanique systématique: *Une perspective phylogénétique*. 467 p.
60. **Kannan K., and Jain S.K., 2000,** Oxidative stress and apoptosis *Pathophysiology*. 7(3):153-163.
61. **KANOUN K, 2010.** Contribution à l'étude phytochimique et activité antioxydante des extraits de *Myrtus communis* L. (Rayhane) de la région de Tlemcen (Honaine).thèse de magister.96p.
62. **KOMET , 2011.** Encyclopédie essentielle des plantes médicinales, *p :137, 255p*.
63. **Kone D, 2009.** Enquête ethnobotanique de six médicinales maliennes- extraction, identification d'alcaloïdes- caractérisation, quantification de polyphénols : étude de leur activité antioxydante. 157p,Thèse de doctora.
64. **Leclerc H, 1976.** Précis de phytothérapie. Essai de Thérapeutique par les plantes françaises. 363p.
65. **Lisu. W; Jui-Hung, Y; Hsiao-Ling, L; Ming-Jiuan, W. 2003.** Antioxydant effect of methanol extracts from Lotus Plumule and Blossom (*Nelumbo nucifeca* Gertn), *Journal of food and drug analysis*, 11(1): 60-66.
67. **Macheix, J.J, fleuriet A. Alleman C.J , 2005.** Les composés phénoliques des végétaux: un exemple de métabolites secondaires d'importance économique, , 192p.
68. **Manchado P, Cheynier V, 2006.** Les polyphénols en agroalimentaire, *Ed. Lavoisier (Tec & Doc)*, Paris, 300-398. *ISBN-10: 2743008059*.
69. **Marwah R G, Fatope M O, Al Mahrooqi R, Varma G B, Al Abadi H, Al-Burtamani S K S, 1991.** Antioxidant capacity of some edible and wound healing plants in Oman. *Free radicals in health and disease. Indian Journal of Clinical Practice*, pp: 15–26.
70. **Marouane W., Soussi A., Murat J C., 2011.** The protective effect of *Malva sylvestris* on rat kidney damaged by vanadium. *Lipids in Health and Disease*. 10:65
71. **Massimo.D., Filesi .C., Benedetto.R.D., Gargiulo.R., Giovannini.D and Masella.R. 2007.** Polyphenols, dietary sources and bioavailability, *Ann Ist Super Sanità*. 43: 348-361.
72. **Mates J.M., and Sanchez-Jimenez F., 1999.** Antioxidant enzymes and *Pathophysiology*. 7: 153-163.

73. **MEHINAGIC.E., BOURLES.E., JOURJON.F, 2011.** Composés des fruits d'intérêt nutritionnel: impact des procédés de transformation sur les polyphénols | Arboriculture, Revue suisse Viticulture, Arboriculture, Horticulture *PP*: 364–368.
74. **Molyneux, P, 2004.** The use of the stable free radical diphenylpicrylhydrazyl (DPPH) for estimating antioxidant activity, *Song Klama Karin J.Sci. Technol*, 26 (2): 211-219.
- Montoro A., Braca A., Pizza C., 2005.** Structure–antioxidant activity relationships of flavonoids isolated from different plant species. *Food Chemistry* 92: 349–355.
- 75.
76. **Namiki, M., 1990,** Antioxidants/Antimutagens in Food. *CRC critical reviews in food science and nutrition*, **29**: 273-300.
77. **NIIR Board, 2005.** *Compendium of Medicinal Plants*, 444p nutrition. 18: 872-879.
78. **Ouafae B, Lahcen Z, Mohamed F, Houda , Atmane R & Allal D , 2010-2011,** étude ethnobotanique des plantes médicinales dans la région de mechraà belksiri (région du gharb du Maroc), *barcelona, acta bot.barc.53 : 191-216.*
79. **Owen P.L.,johns T.,1999.**xanthine oxidase inhibitory activity of north eastern North American plant remedies used for gout . *journal of ethnopharmacology*, 64, pp: 149-160.
80. **Pharmacopé française, 2007.**
81. **Defraigne, J.D et Pincemail ,J ;, 2004.** Les antioxidants un vaste réseau de défenses pour lutter contre les effets toxiques de l'oxygène. Service de Chirurgie Cardio-vasculaire, Pro biox SA. Sart Tilman 4000 Liège, Belgique..
82. **Pincemail, J et al, 2003.** stress oxydant, antioxidant et exercice physique. *Médecine interne.6(5) : 1-3.*
83. **Ramarathnam, N., Osawa, T., Ochi, H. et Kawakishi, S, 1995.** "The contribution of plant food antioxidants to human health." *Trends Food Science and Technology*, **6**: 75-82.
84. **Razavi S. M, Zarrini G, Molavi G, Ghasemi G, 2011.** Bioactivity of *Malva Sylvestris* L. a Medicinal Plant from Iran, *Iranian Journal of Basic Medical Sciences.* **6**: 574-579.

85. **Raynaud J.**, 2006. Prescription et conseil en aromathérapie. 41p.
86. **Rouy G.1893-1913 Flore de France ou des description des plante qui croissent pontanément en France. (In thèse Maeva Flores, 2009)**
87. **Sabri F. Z, Belarbi M, Sabri S, Alsayadi M.M.S, 2012.** Phytochemical Screening and identification of some compounds from Mallow *J. Nat. Prod. Plant Resour*, 2 (4):512-516.
88. **Sabri F.Z., Baghdad Ch., Belarbi M., 2010,** Les composés phénoliques de la feuille et la tige de *Malva sylvestris* L. de la région de Tlemcen (ouest algérien) P25.
89. **Salle J.L., Pelletier J. 1991.** Les huiles essentielles, synthèse d'aromathérapie et introduction à la sympathicothérapie. Ed. Frison-Roche, pp.19-45.
90. **Sharififar F., Moshafi M. H., Mansouri S.H., et al 2007.** In vitro evaluation of antibacterial and antioxidant activities of the essential oil and methanol extract of endemic *zataria multiflora* boiss. *Food control*. **18**: 800-805.
91. **Schnebelen et al., 2008.** Les plantes médicinales. 246p.
92. **Shelbaya L.A.M Sello A. and Kotp M. A, 2011.**Antioxidative Effect of Some *Malva Sylvestris* Extracts.on Oxidation of Cotton Oil, Development of Higher Specific Education Programs in Egypt and the Arab World in the Light of Knowledge Era Requirements, p:2166.
93. **Sherki.Y.G., Melamed E., and Offen D., 2001.** Oxidative stress Induced-neurodegenerative diseases: the need for antioxidants that penetrate the blood brain barrier, *Neuropharmacology* 40 :959–975.
94. **Sorg O, 2004.** Oxidative stress: a theoretical model or a biological reality. *Comptes Rendus Biologies*, **327**: 649-662.
95. **Spichiger R.E, figeat V.S.M, jeanmonod D, 2004.** *Botanique systématique des plantes à fleurs, Une approche phylogénétique nouvelle des Angiospermes des régions tempérées et tropicales* (3ème édition), 413 P.
96. **Spencer JP, Abd El Mohsen MM, Minihane AM, Mathers JC. 2008.** Biomarkers of the intake of dietary polyphenols: strengths, limitations and application in nutrition research. *Br J Nutr*. **99**:12–22

97. **TABARAKI R, YOSEFI Z, GHARNEH H.A.A, 2011.** *Chemical Composition and Antioxidant Properties of Malva sylvestris L, Journal of Research in Agricultural Science / JRAS 8: 59 – 68.*
98. **Tela Botanica, BDTFX v.1.01,(2012),** *fiche eFlore de Malva sylvestris, p :6.*
99. **Tela Botanica, Benoît Bock, (2013),** *BDNFF v4.02 Base de Données Nomenclaturale de la Flore de France.*
100. **Uttara,B., Singh,A.V., Zamboni,P., and Mahajan,RT, 2009.** Oxidative stress and neurodegenerative diseases: a review of upstream and downstream antioxidant therapeutic options. *Curr.Neuropharmacol. 7: 65-74.*
101. **Valko M, Leibfritz D, Moncol J., Cronin, M. T. D., Mazur, M., Telser, J. 2007.** Free radicals and antioxidants in normal physiological functions and human disease. *Biocell. 39: 44-84.*
102. **Valnet.J. 1992.** *Phytothérapie : traitement des maladies par les plantes (6eme édition) (In Maeva Flores).*
103. **VAUZOUR D., RODRIGUEZ-MATEOS A., CORONA G., ORUNA-CONCHA M. J., SPENCER J. P. E, 2010.** *Polyphenols and Human Health: Prevention of Disease and Mechanisms of Action, Nutrients 2: 1106-1131.*
104. **Venereol A. D, 2003;** *Module transdisciplinaire 7 : Santé et environnement, maladies transmissibles 130: 347-352.*
105. **Vercauteren.J, 2011.** *plan, schémas, formules du cours de pharmacognosie, 310 p.*
106. **Veshkurova O; Golubenko Z; Pshenichnov E et al,2006.** Malvone A, une phytoalexine a trouvé dans des sylvestris de Malva (le Malvaceae de famille). *Phytochemistry 67 :2376–2379*
107. **Wang Z., 2005,** impact of anthocyanin from *malva sylvestris* on plasma lipids and free radical, *Journal of Forestry Research*, pp: 228-235.
108. **Wichtl Max- 2003.** *Plantes thérapeutiques : tradition, pratique officinale, science et thérapeutique édition. (2eme édition). (In Maeva Flores).*
109. **Willims B, W; Cuvelier, M. E; Berset, C, 1995.** Use of a free radical method to evaluate antioxydant activity, *Lebensmittel-Wissenschaft und technologie, 28 : 25-30.*

110. **Yu, R; Mandlekar, S; Tony Kong, A.N. 2000.** "Molecular mechanisms of butylated hydroxyanisole-induced toxicity: induction of apoptosis through direct release of cytochrome c". *Molecular Pharmacology*, pp: 431- 437.
111. **Zahedi S.M and Ansari N.A, 2011.** Allelopathic Potential of Common Mallow (*Malva sylvestris*) on the Germination and the Initial Growth of Tomato, Cucumber and Cress, *Asian Journal of Agricultural Sciences*. (3): 235-241.
112. **Zelko L. 2005.** Cardioprotective effects of dietary polyphenols, *the American society for nutrition*. **135:** 2291p