



Université Mohamed Khider de Biskra
Faculté des Sciences Exactes et des Sciences de la Nature et de la Vie
Département des Sciences de la Matière

MÉMOIRE DE MASTER

Domaine des Sciences de la Matière
Filière de Chimie
Spécialité : Chimie Pharmaceutique

Présenté et soutenu par :
BACHIR NASSIMA

Contribution à l'étude des propriétés des huiles essentielles extraites à partir des plantes médicinales utilisées contre l'anémie

Jury :

BOUBEKRI CHERIFA	M.C.A	Université Med Khider - Biskra	Présidente
FETTAH ASMA	M.C.B	Université Med Khider - Biskra	Promotrice
KHAMOULI SAIDA	M.C.B	Université Med Khider - Biskra	Examinatrice

Année universitaire : 2019-2020



Université Mohamed Khider de Biskra
Faculté des Sciences Exactes et des Sciences de la Nature et de la Vie
Département des Sciences de la Matière

MÉMOIRE DE MASTER

Domaine des Sciences de la Matière
Filière de Chimie
Spécialité : Chimie Pharmaceutique

Présenté et soutenu par :
BACHIR NASSIMA

Contribution à l'étude des propriétés des huiles essentielles extraites à partir des plantes médicinales utilisées contre l'anémie

Jury :

BOUBEKRI CHERIFA	M.C.A	Université Med Khider - Biskra	Présidente
FETTAH ASMA	M.C.B	Université Med Khider - Biskra	Promotrice
KHAMOULI SAIDA	M.C.B	Université Med Khider - Biskra	Examinatrice

Année universitaire : 2019-2020

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

قَالُوا سُبْحَانَكَ لَا عِلْمَ لَنَا إِلَّا مَا
عَلَّمْتَنَا إِنَّكَ أَنْتَ الْعَلِيمُ الْحَكِيمُ

صدق الله العظيم
سورة البقرة آية (32)



Remerciement



En premier lieu, Je remercie Dieu le tout puissant de m'avoir accordé le courage et la force de mener à bien ce modeste travail. Tout le mérite revient à Dieu avant tout. Louange à Allah tout puissant, Qui m'a aidé et m'a permis de voir ce jour tant attendu. Merci dieu

Je tiens à exprimer mes profonds remerciements et ma vive reconnaissance à ma promotrice, Dr Fettah Asma, qui a su, à sa façon, me conseiller et m'orienter tout au long de la réalisation de ce travail. Je la remercie pour sa disponibilité, sa patience, son encouragement et son soutien dans les bons moments, comme dans les périodes de découragement.

Je remercie vivement les membres de jury :

- *Mme Boubekri Cherifa, maitre de conférences A à l'université de Biskra. Je suis très honorée que vous ayez accepté la présidence du jury de ce mémoire. Trouvez ici l'expression de mes sincères remerciements et soyez assuré de ma profonde gratitude.*
- *Mme Khamouli Saida, maitre de conférences B de l'université de Biskra. Merci pour avoir accepté de faire partie du jury de ce mémoire en tant qu'examineur m'honore, je vous suis très reconnaissante et je vous adresse mes vifs remerciements.*

Mes remerciements s'adressent également à tout le personnel du laboratoire de chimie du département des sciences de la matière de l'université Med Khider Biskra.

Je tiens aussi à remercier tous les enseignants, qui ont contribué à ma formation tout au long de ces années d'étude.

Pour conclure, je souhaite adresser mes vifs remerciements à toute personne ayant participé de près ou de loin par un apport petit ou grand dans l'élaboration de ce travail.

Merci infiniment.



Dédicace



Je dédie ce modeste travail :

A ma très chère mère

A la plus douce et la plus merveilleuse de toutes les mamans.

A une personne qui m'a tout donné sans compter.

Je te dédie cette thèse qui n'est que le fruit de tes conseils et de tes encouragements.

Tu n'as pas cessé de me soutenir et de m'encourager, ton amour, ta générosité exemplaire et ta présence constante ont fait de moi ce que je suis aujourd'hui.

Tes prières ont été pour moi un grand soutien tout au long de mes études.

J'espère que tu trouveras dans ce modeste travail un témoignage de ma gratitude, ma profonde affection et mon profond respect.

Puisse Dieu tout puissant te protéger du mal, te procurer longue vie, santé et bonheur afin que je puisse te rendre un minimum de ce que je te dois.

A mon très cher papa

Aucune dédicace ne saurait exprimer l'amour, l'estime, le dévouement et le respect que j'ai toujours pour vous.

Rien au monde ne vaut les efforts fournis jour et nuit pour mon éducation et mon bien être.

Ce travail est le fruit de tes sacrifices que tu as consentis pour mon éducation et ma formation.

Que Dieu vous apporte santé, bonheur et longue vie.

A mes très chères sœurs et mes très chers frères, spécialement à Khaled

A mes très chers neveux et très chères nièces : Wafa, Salsabil, Younes, Ibrahim et Ilyes.

A mon oncle et toute ma famille.

A toute la promotion de chimie pharmaceutique 2019/2020

Et Merci infiniment.

Sommaire



Remerciement	
Dédicace	
Abréviations	
Liste des tableaux & figures	
Introduction générale	1
Chapitre I: L'anémie	
I.1. Les différents types de cellules contenues dans le sang	3
I.2. Définition.....	4
I.3. Symptômes	4
I.4. Démarche diagnostic et classifications.....	5
I.4.1. Classification en fonction de l'origine centrale ou périphérique	5
I.4.2. Classification morphologique	7
I.5. L'anémie pendant la grossesse.....	16
I.6. Prévention.....	17
I.7. Traitement.....	17
I.7.1. Traitement des carences en Fer.....	18
I.7.2. Traitement des carences en vitamine B12	18
I.7.3. Traitement des carences en folates	19
Chapitre II: Les huiles essentielles	
II.1. Histoire des HE et de l'aromathérapie	20
II.2. Définition	21
II.3. Les grandes familles de plantes aromatiques	22
II.4. Répartition et localisation de l'huile essentielle.....	22
II.5. Propriétés physiques des HE.....	23
II.6. Composition chimique	23
II.6.1. Les terpénoïdes	23
II.6.2. Les composés aromatiques	26
II.7. Les techniques d'extraction des huiles essentielles.....	26
II.7.1. La technique de la pression	26
II.7.2. Extraction par solvants	27
II.7.3. Distillation	29
II.7.4. Autres procédés d'extraction	31
II.8. Fonction de l'huile essentielle dans la plante.....	33
II.9. Propriétés pharmacologiques des huiles essentielles	34

II.10. Conservation des HE.....	35
II.11. Toxicité des huiles essentielles	35
Chapitre III: Etude des plantes concernées & activité antioxydante	
III.1. THYM.....	36
III.1.1. Historique de l'utilisation du thym	36
III.1.2. Représentation de la famille des lamiacées.....	36
III.1.3. Description botanique du <i>thymus vulgaris</i>	37
III.1.4. Classification systématique.....	38
III.1.5. Composition chimique de <i>thymus vulgaris</i>	38
III.1.6. Composition nutritionnelle.....	39
III.1.7. Espèces voisines	39
III.1.8. Effets et usages médicaux	40
III.2. CUMIN	41
III.2.1. Historique de l'utilisation de cumin.....	41
III.2.2. Représentation de la famille des <i>Apiacées</i>	41
III.2.3. Description botanique de <i>Cuminum cyminum</i>	42
III.2.4. Classification systématique.....	43
III.2.5. Habitat et culture	43
III.2.6. Espèces voisines	43
III.2.7. Composition chimique <i>Cuminum cyminum</i>	43
III.2.8. Composition nutritionnelle.....	44
III.2.9. Effets et usages médicaux	44
III.3. PERSIL	45
III.3.1. Historique de l'utilisation du persil.....	45
III.3.2. Description botanique du <i>Petroselinum crispum</i>	45
III.3.3. Classification systématique.....	46
III.3.4. Habitat et culture	46
III.3.5. Composition chimique du <i>Petroselinum crispum</i>	47
III.3.6. Composition nutritionnelle.....	47
III.3.7. Espèces voisines	48
III.3.8. Effets et usages médicaux	48
III.4. ORTIE.....	48
III.4.1. Historique de l'utilisation de l'Ortie.....	49
III.4.2. Représentation de la famille <i>des Urticacées</i>	49
III.4.3. Description botanique de <i>Urtica dioïca</i>	50

III.4.4. Classification systématique	51
III.4.5. Habitat et culture	51
III.4.6. Espèces voisines	51
III.4.7. Composition chimique de <i>Urtica dioica</i>	51
III.4.8. Effets et usages médicaux	53
III.5. Généralités sur les antioxydants	54
III.5.1. Les radicaux libres	54
III.5.2. Stress oxydatif	55
III.5.3. Antioxydants	56
III.5.4. Méthodes d'évaluation de l'activité antioxydante	59
Chapitre IV: matériels & méthodes	
IV.1. Cadre d'étude	62
IV.2. Le matériel végétal	63
IV.3. Broyage	63
IV.4. Extraction des huiles essentielles	64
IV.4.1. Extraction solide liquide	64
IV.4.2. Extraction liquide -liquide	66
IV.4.3. Conservation des huiles essentielles obtenues	69
IV.5. La macération	69
IV.6. Caractérisation des huiles essentielles	71
IV.6.1. Caractérisation organoleptique	71
IV.6.2. Caractérisation physicochimique	71
IV.7. Analyse par chromatographie sur couche mince CCM	75
IV.7.1. Définition	75
IV.7.2. Principe	75
IV.7.3. Réalisation d'une CCM	75
IV.8. Protocole expérimental pour l'évaluation de l'activité antioxydante	78
IV.8.1. Pourcentage d'inhibition	78
Chapitre V: Résultats & Discussion	
V.1. Introduction	79
V.2. Extraction des huiles essentielles	79
V.3. Etude analytique des huiles essentielles	80
V.3.1. Propriétés organoleptiques des HE	80
V.3.2. Rendement en HE	81
V.3.3. Les indices physicochimiques	83

V.4. Analyse par chromatographie sur couche mince	85
V.5. Activité antioxydante des HEs	88
V.5.1. <i>Thymus vulgaris</i>	88
V.5.2. <i>Cuminum cyminum</i>	89
V.5.3. <i>Petroselinum crispum</i>	89
V.5.4. <i>Urtica dioica</i>	89
Conclusion & perspectives	91
Références bibliographiques	
Annexes	
Résumé	

Abréviations



AcOEt : Acétate d'éthyle

AFNOR : Agence française de normalisation

AHAI : Anémie Hémolytique Auto-Immune

BHT : butylhydroxytoluène

CCM : Chromatographie sur couche mince

CH₂Cl₂ : dichlorométhane

DPPH : 2,2-diphényl-1-picrylhydrazyle

Ep : Ether de pétrole

EPO : érythropoïétine

fl : femtolitre (10⁻¹⁵ litre)

g/l : gramme par litre

G6PD : glucose-6-phosphate déshydrogénase

Hb : Hémoglobine

HE : huile essentielle

I_a : Indice d'acide

IC₅₀ : Concentration correspondante à 50% d'inhibition de l'échantillon à analyser

IM : intramusculaire

MgSO₄ : sulfate de magnésium anhydre

MO : moelle osseuse

NFS : numérotation de la formule sanguine

PH : Potentiel d'hydrogène

ROS : Espèces réactives de l'oxygène

SDE : distillation par extraction simultanée

TNF : facteur de nécrose tumorale

UV : Ultra-violet

VGM : volume globulaire moyen

μl : microlitre

°C : degré Celsius

λ : Longueur d'onde

Tableaux & Figures



Liste des tableaux

Tableau I.1: le taux d'hémoglobine selon le sexe et l'âge.....	4
Tableau I.2:taux sérique normal de ferritine.	8
Tableau I.3:les sources de Fer, vitamines B9 et B12.....	17
Tableau II.1: Principaux composés des huiles essentielles et leurs activités biologiques...	34
Tableau III.1: Classification systématique du thymus vulgaris.....	38
Tableau III.2: Composition nutritionnelle de thymus vulgaris.	39
Tableau III.3:Classification systématique du Cuminum cyminum.	43
Tableau III.4: Composition nutritionnelle de graines de Cuminum cyminum.....	44
Tableau III.5:classification systématique du persil.	46
Tableau III.6: composition nutritionnelle de Petroselinum crispum.	47
Tableau III.7: Classification systématique de l'ortie.	51
Tableau III.8: Composition chimique de l'ortie dioïque.	52
Tableau III.9: Principaux radicaux libres et leur structure chimique.	55
Tableau IV.1:Description des différentes plantes étudiées.	63
Tableau V.1: Les caractéristiques organoleptiques des HEs extraites.	80
Tableau V.2: Les caractéristiques des HEs étudiées selon la littérature.	81
Tableau V.3: Rendements en HEs obtenues.....	81
Tableau V.4: Caractéristiques physicochimiques des HEs extraites	83
Tableau V.5: caractéristiques physicochimiques des HEs puisées dans la littérature.....	84
Tableau V.6: Les chromatogrammes obtenus pour les différents échantillons des quatre plantes.....	85

Liste des figures

Figure I.1: Production des cellules sanguines par la moelle osseuse.	3
Figure I.2: Structure de l'hème.	4
Figure I.3: une molécule d'hémoglobine (4hèmes, Fe et 4Globines (2 α ,2 β)).	4
Figure I.4: Symptômes de l'anémie.	5
Figure I.5: Érythropoïèse.	6
Figure I.6: Anémie et fausse anémie.	7
Figure I.7: Microcytose.	8
Figure I.8: Anémie microcytaire.	9
Figure I.9: Réticulocytes.	11
Figure I.10: Frottis sanguin.	12
Figure I.11: Acanthocytes.	12
Figure I.12: Drépanocytose.	13
Figure I.13: Signes cliniques et biologiques de l'hémorragie ou de l'hyperhémolyse.	14
Figure I.14: Macrocytose et corps de Jolly.	15
Figure I.15: Les causes les plus fréquentes d'anémie.	16
Figure I.16: Divers aspects des mégalo blasts et de la dysérythropoïèse dans la moelle osseuse.	16
Figure II.1: myrrhe et cannellier.	20
Figure II.2: Avicenne.	20
Figure II.3: Un alambic (un appareil destiné à la séparation de produits par chauffage puis refroidissement).	20
Figure II.4: Structure chimique de l'isoprène.	24
Figure II.5: Exemple d'un monoterpène acyclique à gauche (myrcène) et d'un monoterpène cyclique à droite (p-cimène).	24
Figure II.6: exemples de structures de monoterpènes rencontrées dans les HE.	25
Figure II.7: Structure générale d'un sesquiterpène.	25
Figure II.8: exemples de structures de sesquiterpènes rencontrées dans les HE.	26
Figure II.9: exemples de structures de composés aromatiques rencontrées dans les HE. ...	26
Figure II.10: Extraction à froid et coupe transversale d'une machine d'extraction des jus d'agrumes.	27
Figure II.11: Les différents types d'extraction par solvants volatils.	28
Figure II.12: Représentation schématique du principe d'hydrodistillation traditionnelle. ...	30
Figure II.13: Représentation schématique du principe de la distillation par entraînement à la vapeur d'eau où le matériel végétal est séparé de l'eau, a) à l'aide d'un panier dans la même enceinte, b) dans un réservoir différent.	30
Figure II.14: hydrodiffusion.	31
Figure II.15: schéma d'une hydrodistillation et d'une extraction par solvant assistée par micro-ondes.	32
Figure II.16: Technique d'extraction Likens-Nickerson.	33
Figure III.1: La plante de thym.	36
Figure III.2: Aspects morphologiques du thym vulgaris.	37
Figure III.3: Propriétés thérapeutiques du thym.	41

Figure III.4: Plante de cumin.....	41
Figure III.5: Aspects morphologiques du <i>Cuminum cyminum</i>	42
Figure III.6: Graines de cumin.	43
Figure III.7: Propriétés thérapeutiques du cumin.	45
Figure III.8: Persil.	45
Figure III.9: Aspects morphologiques du persil.	46
Figure III.10: L'ortie.	48
Figure III.11: Aspects morphologiques de l'ortie.	50
Figure III.12: Propriétés thérapeutiques de l'ortie.	53
Figure III.13: Schéma des différentes formes de ROS.....	54
Figure III.14: origine des radicaux libres.	54
Figure III.15: Principales circonstances pathologiques s'accompagnants d'un stress oxydant.	56
Figure III.16: répartition des principales défenses antioxydantes dans la cellule.	57
Figure III.17: Réduction du radical DPPH•	60
Figure III.18: Formation et piégeage du radical ABTS ^{•+} par de la Vitamine C.	61
Figure IV.1: Plan général de la partie expérimentale.	62
Figure IV.2: Matières végétales broyées.	64
Figure IV.3:Montage et schéma de l'hydrodistillation.....	65
Figure IV.4: Montage et schéma de l'hydrodistillation par cleverger.	66
Figure IV.5:Une image agrandie montrant la séparation des deux phases.....	66
Figure IV.6: montage et schéma de l'évaporateur rotatif.	67
Figure IV.7 : Les différentes étapes d'extraction de l'huile essentielle par hydrodistillation.	68
Figure IV.8: les différentes étapes de la macération	70
Figure IV.9: Réfractomètre.	73
Figure IV.10: Papier pH.	73
Figure IV.11: Titrage pour la détermination de l'I _a	74
Figure IV.12: Les différentes étapes de la CCM.	77
Figure V.1: Les différentes étapes d'extraction des HEs.	79
Figure V.2:Les huiles essentielles extraites.....	80
Figure V.3: Représentation graphique des rendements en HE.....	82
Figure V.4: résultats de la Méthode qualitative de l'activité antioxydante obtenus par Afif Chaouche ;2015.....	90

Introduction générale



Depuis les temps anciens, l'homme qui vit cote à cote avec les plantes, est habitué à les consommer pour leurs propriétés médicinales et nutritives et pour satisfaire ses besoins quotidiens. Les produits naturels présentent un grand intérêt comme matière première destinée aux différents secteurs d'activité tels que : le cosmétique, la pharmacie, l'agroalimentaire, le phytosanitaire et l'industrie [1].

L'utilisation des plantes, à des fins thérapeutiques, est rapportée dans les littératures antiques Arabe, Chinoise, Égyptienne, Hindou, Grecque, Romaine. Le pouvoir thérapeutique des plantes était connu par nos ancêtres de façon empirique [2]. Ainsi, on ignorait tout de la composition chimique des remèdes utilisés tous les jours par de nombreuses populations, pour les soins de santé. Les médicaments à base de plantes sont largement prescrits à cause de leur efficacité, leurs effets secondaires diminués et pour leur coût relativement bas [3]. En effet les plantes sont de véritables pharmacies naturelles que la nature a établie sur cette terre afin d'entretenir notre santé, prévenir nos maux, voir les guérir [4]. Les huiles essentielles constituent l'un des principes actifs les plus importants dans le règne végétal, leur utilisation est connue depuis l'antiquité par les anciennes civilisations pour soigner les pathologies courantes.

Malheureusement de nos jours, en raison du notre mode de vie et du régime alimentaire malsain et non-équilibré ont causé de nombreux problèmes de santé, où l'anémie constitue l'une des plus importantes de ces maladies.

L'anémie constitue un vaste problème de santé publique associée à un risque accru de morbidité et de mortalité, surtout pour les femmes enceintes et les jeunes enfants. Il s'agit d'une maladie aux causes multiples, à la fois nutritionnelles (carences en vitamines et en minéraux) et non nutritionnelles (infections), qui surviennent fréquemment en parallèle. On suppose qu'un des facteurs de contribution les plus courants est le manque de fer, et l'anémie résultant de cette carence en fer est considérée comme l'un des principaux contributeurs au poids global des maladies [5]. Il est ainsi nécessaire de traiter rapidement les cas d'anémie et cela peut se faire à travers les plantes. Plusieurs plantes peuvent permettre de soulager les symptômes de l'anémie comme la fatigue et de compenser le déficit en globules rouges ou combler le manque de fer dans le sang pour ainsi traiter les cas d'anémie.

Dans ce contexte s'inscrit le présent travail dont le but principal est de valoriser quelques plantes médicinales utilisées contre l'anémie, par l'étude des propriétés physicochimiques et l'activité antioxydante de leurs huiles essentielles

A cet effet on a choisi quatre plantes qui possèdent des propriétés antianémiques et sont riches en fer : *thym*, *cumin*, *persil* et *ortie*.

Ce manuscrit est subdivisé en deux parties, la première partie comporte une étude bibliographique et la deuxième partie inclut le travail personnel, ces deux parties seront présentés en cinq chapitres :

- ✓ Le premier chapitre englobe des généralités sur l'anémie : que signifie l'anémie, quels sont ses symptômes, ses causes, ses types et comment est-elle traitée ?
- ✓ Le deuxième chapitre traite les huiles essentielles : histoire, définition, composition, méthodes d'extraction....
- ✓ Le troisième chapitre reporte une étude des quatre plantes concernées (description botanique, utilisations, composition chimique...) et une bibliographie concernant l'activité antioxydante et les antioxydants.
- ✓ Le quatrième chapitre s'intéresse par l'extraction des huiles essentielles des plantes sélectionnées par hydrodistillation à l'aide d'un appareil de type Clevenger, et les différents protocoles expérimentaux utilisés pour leur caractérisation.
- ✓ Les résultats obtenus seront discutés dans le dernier chapitre.

Enfin, notre manuscrit est ponctué d'une conclusion générale et des perspectives envisageables.

Synthèse bibliographique





Chapitre I :
L'anémie



L'anémie est l'un des problèmes de santé publique les plus répandus, touchant à la fois les pays développés et les pays en développement [1], dans les pays en développement, 38% de la population sont anémiques contre 8% dans les pays développés [2].

La carence en fer est la principale cause de l'anémie dans le monde, les carences en folates, en vitamine B12, en divers minéraux sont aussi des causes fréquentes d'anémie [3].

Les femmes en âge de procréer, notamment les femmes enceintes et les enfants sont les groupes à plus haut risque, dans ces groupes, les prévalences observées dans les pays en développement sont élevées : 50 à 60% des enfants âgés de 1 à 5 ans, 20 à 40% des femmes en âge de procréer et 35 à 75% des femmes enceintes [4].

L'anémie comporte de graves conséquences pour la santé et le bien-être ainsi que des répercussions sociales et économiques, elle est notamment cause d'un retard du développement cognitif, d'une capacité diminuée au travail physique, et dans des cas graves, elle augmente le risque de mortalité surtout pendant la période périnatale [1].

I.1. Les différents types de cellules contenues dans le sang

Le sang est composé de 3 types de cellules différentes :

- Les globules rouges (ou hématies) qui renferment l'hémoglobine permettant le transport de l'oxygène.
- Les globules blancs (ou leucocytes) qui défendent l'organisme des infections.
- Les plaquettes qui sont impliquées dans le processus de coagulation sanguine.

Chaque jour, des millions de globules rouges sont produits par la moelle osseuse afin de renouveler les stocks et remplacer les plus vieilles cellules (**Figure I.1**). Pour produire ces globules rouges, l'organisme a besoin de divers composés comme : le fer, la vitamine B12 et la vitamine B9 [5].

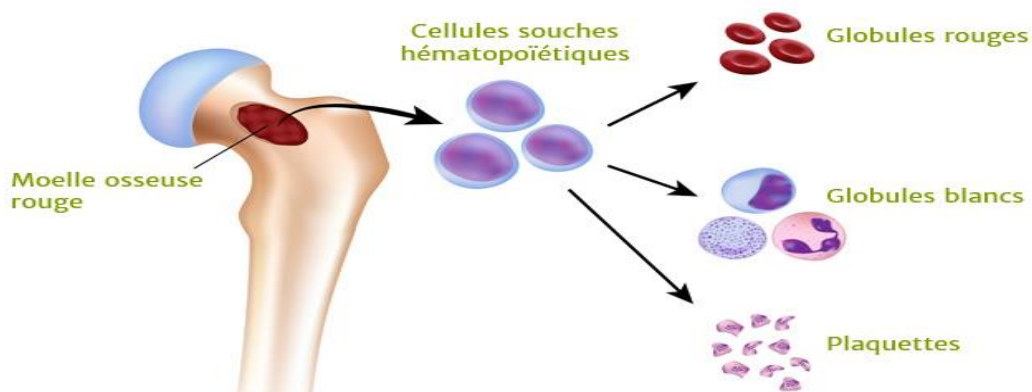


Figure I.1: Production des cellules sanguines par la moelle osseuse. [6]

I.2. Définition

Une anémie est définie comme étant une baisse anormale du taux d'hémoglobine dans le sang.

- L'hémoglobine (**Figure I.3**) est le pigment contenu dans les globules rouges et donnant sa couleur rouge au sang. Il assure le transport de l'oxygène vers les tissus.

Un taux normal d'hémoglobine est variable selon le sexe et l'âge. On parle d'anémie lorsque le pigment atteint des seuils inférieurs aux valeurs indiqués dans le **Tableau I.1.**[5]

Tableau I.1: le taux d'hémoglobine selon le sexe et l'âge.

Taux normal d'hémoglobine (grammes par décilitres de sang)	Catégorie
14 g/dl	Chez un nouveau-né
13 g/dl	Chez un homme adulte
12 g/dl	Chez une femme adulte
10,5 g/dl	Chez une femme enceinte.

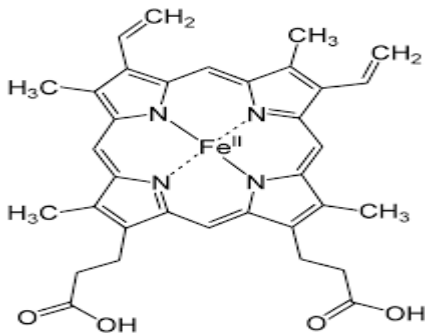


Figure I.2: Structure de l'hème.

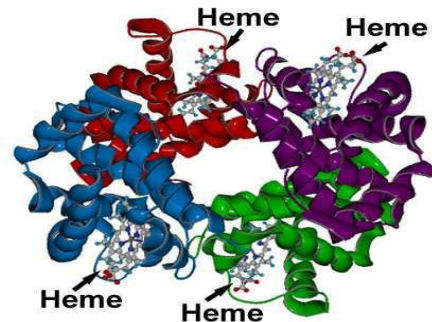


Figure I.3: une molécule d'hémoglobine (4hèmes, Fe et 4Globines (2α,2β)). [7]

I.3. Symptômes

La plupart des personnes ayant une anémie légère ne le remarquent pas. L'intensité des symptômes varie selon la gravité, le type et la vitesse d'apparition de l'anémie. Lorsque l'anémie apparaît progressivement, les symptômes sont moins évidents. En voici les principaux :

- De la fatigue
- Le teint pâle
- L'accélération du rythme cardiaque et un essoufflement plus prononcé à l'effort, leur cœur fournissant plus d'effort pour approvisionner leur corps en oxygène.
- Les mains et les pieds froids

- Des maux de tête
- Des étourdissements
- Une plus grande vulnérabilité aux infections (en cas d'anémie aplasique ou d'anémie hémolytique)

D'autres symptômes peuvent apparaître dans certaines formes graves d'anémie, comme des douleurs dans les membres, l'abdomen, le dos ou la poitrine, des troubles visuels, une jaunisse et de l'enflure aux membres (**Figure I.4**).[8]



Figure I.4: Symptômes de l'anémie. [9]

I.4. Démarche diagnostic et classifications

La démarche diagnostique initiale considère souvent l'anémie selon deux paramètres principaux :

- Son caractère régénératif ou non.
- Son caractère micro ou macrocytaire.

I.4.1. Classification en fonction de l'origine centrale ou périphérique

I.4.1.1. Les anémies centrales (ou anémies par défaut de production)

Les anémies centrales témoignent d'une atteinte de production soit par atteinte de la cellule hématopoïétique soit par une atteinte de son environnement. Elles peuvent être dues à :

- ✓ Une disparition des cellules souches de la moelle osseuse ou insuffisance médullaire quantitative (aplasie médullaire toxique par exemple).

- ✓ Une dysérythropoïèse ou insuffisance médullaire qualitative : anémies réfractaires (syndromes myélodysplasiques).
- ✓ Un envahissement de la moelle osseuse par des cellules hématopoïétiques anormales ou extra-hématopoïétiques (métastases d'un cancer par exemple).
- ✓ Une anomalie de la structure de la moelle osseuse (myélofibrose par exemple).
- ✓ Un manque de « matière première » : fer, vitamine B12, acide folique.
- ✓ Une stimulation hormonale diminuée (déficit en érythropoïétine par exemple).
- ✓ Une production d'inhibiteur(s) de l'érythropoïèse (**Figure I.5**) (TNF par exemple dans les inflammations).

Toutes ces anémies ont un signe biologique en commun : un chiffre de réticulocytes non élevé, inférieur à 150 g/l. Elles sont dites arégénératives [10].

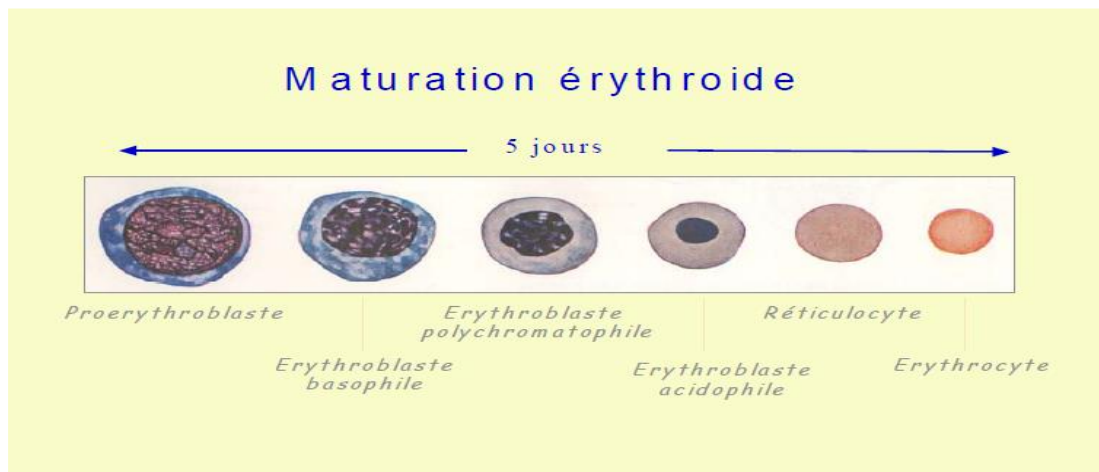


Figure I.5: Érythropoïèse. [11]

I.4.1.2. Les anémies périphériques

Dans les cas d'anémies périphériques, la production médullaire est normale, voire augmentée. Il en existe trois types :

- ✓ Les pertes sanguines aiguës, par exemple les hémorragies digestives.
- ✓ Les hémolyses pathologiques, destruction trop précoce des hématies dans l'organisme.
- ✓ Les régénérations après anémie centrale (chimiothérapie par exemple).

Ces anémies périphériques ont en commun un signe biologique : le nombre élevé de réticulocytes, supérieur à 150 g/l. Elles sont dites régénératives [10].

I.4.2. Classification morphologique

I.4.2.1. Le diagnostic biologique d'anémie

Les 2 paramètres essentiels pour poser le diagnostic d'anémie sont le taux d'hémoglobine et l'hématocrite [12].

Le taux normal d'hémoglobine a été mentionné au début du chapitre, pour le taux d'hématocrite (exprimé en pourcentage), les valeurs de référence se situent :

- Entre 40% et 52% chez l'homme.
- Entre 35% et 47 % chez la femme.
- Entre 32% et 45% chez l'enfant.[13]

Les paramètres biologiques sont un bon reflet de l'anémie sauf :

- En situation aiguë : l'hémoglobine et l'hématocrite sous la quantité réelle d'hémoglobine fonctionnelle circulante.
- Lors des états d'hémodilution : grossesse, splénomégalies, gammopathies, insuffisance rénale. Dans ces cas au contraire, l'anémie est surestimée voire créée par les variations plasmatiques (fausse anémie par hémodilution).
- Lors des états d'hémoconcentration (déshydratation, diurétiques), l'anémie peut au contraire être masquée ou sous -estimée (**Figure I.6**).[12]

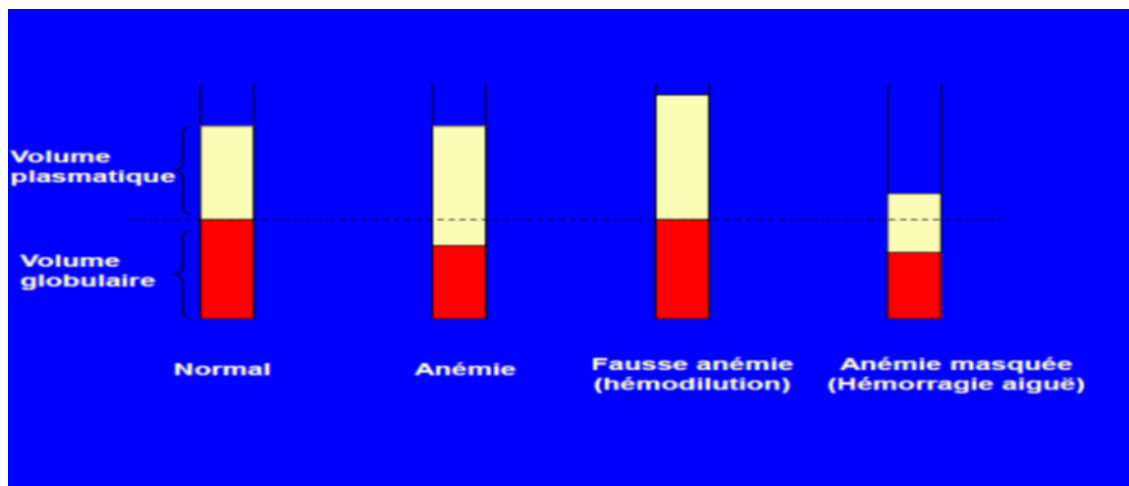


Figure I.6: Anémie et fausse anémie. [14]

I.4.2.2. Diagnostic étiologique

Le diagnostic étiologique est guidé par un paramètre essentiel : le Volume Globulaire Moyen (VGM) (**Figure I.15**) :

- VGM inférieur à 80 fl : anémies microcytaires.
- VGM entre 80 et 100 fl : anémies normocytaires.
- VGM supérieur à 100 fl : anémies macrocytaires [12].

A. Anémie microcytaire

La cause principale d'anémie microcytaire (**Figure I.7**) est la carence martiale. L'appréciation des réserves en fer est donc la première étape diagnostique des anémies microcytaires [12].

La ferritine est une protéine présente dans l'organisme. Elle est très importante puisqu'elle assure le stockage du fer à l'intérieur des cellules, particulièrement celles du foie, de la rate, de la moelle osseuse, des muscles squelettiques. Doser cette protéine permet de connaître la quantité de fer présente dans notre corps et déceler, éventuellement, un déficit de cet oligo-élément [15].

Le **Tableau I.2** donne les taux normaux de la ferritine selon l'âge et le sexe.

Tableau I.2:taux sérique normal de ferritine.

Catégorie	Taux sérique normal de ferritine
Homme	Entre 30 et 280 mg/l
Femme de plus de 50 ans	Entre 30 et 280 mg/l
Femme de moins de 50 ans	Entre 20 et 120 mg/l

Le taux de ferritine peut diminuer au cours de la grossesse.

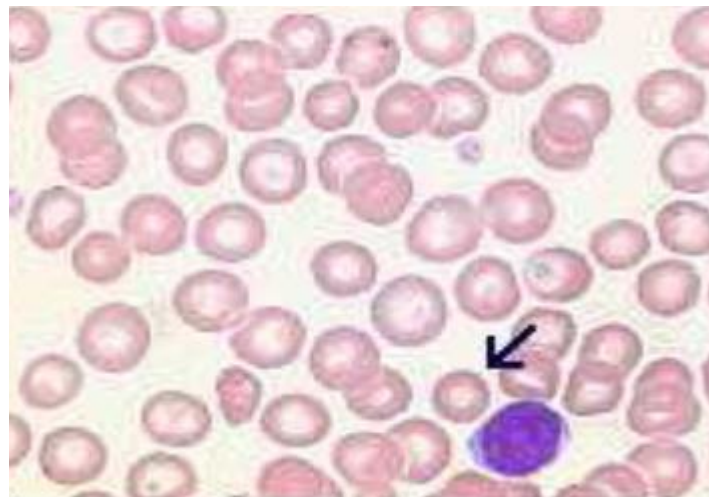


Figure I.7: Microcytose [14]

➤ Ferritine basse (carence martiale)

Le myélogramme est inutile. Il ne montrerait que l'absence de fer dans les érythroblastes et les macrophages. La suite du bilan devra chercher la cause de la carence martiale [12].

Un taux de ferritine bas inférieur à 30 mg/l est généralement le signe d'une carence en fer, il s'agit d'une hypoferritinémie. Cela peut venir d'une alimentation trop faible en fer, de

pertes de sang trop importantes notamment lors des menstruations, des hémorragies hémolytiques chroniques ou gynécologiques, d'une grossesse ou de saignements dus à des ulcères, des hémorroïdes... [15]

➤ **Ferritine normale ou élevée (maladie de l'hémoglobine ou syndrome inflammatoire) :**

Une anémie microcytaire avec ferritine normale doit évoquer une thalassémie. Il existe souvent, dans ce cas une pseudopolyglobulie. L'examen à faire est une électrophorèse de l'hémoglobine [12].

Un taux de ferritine dépassant les 280 mg/l est considéré comme élevé , il s'agit d'une hyperferritinémie. Le patient a donc une surcharge en fer dans son organisme qui peut révéler plusieurs maladies : maladie inflammatoire comme de l'arthrite ou un lupus, d'une atteinte au pancréas, au cœur ou au foie, à certains types d'anémie, à une répétition de transfusions sanguines, à un alcoolisme chronique ou, plus rarement, à des affections malignes comme un cancer du système lymphatique ou une hémochromatose (généralement, le taux est supérieur à 1 000 mg/l) [15].

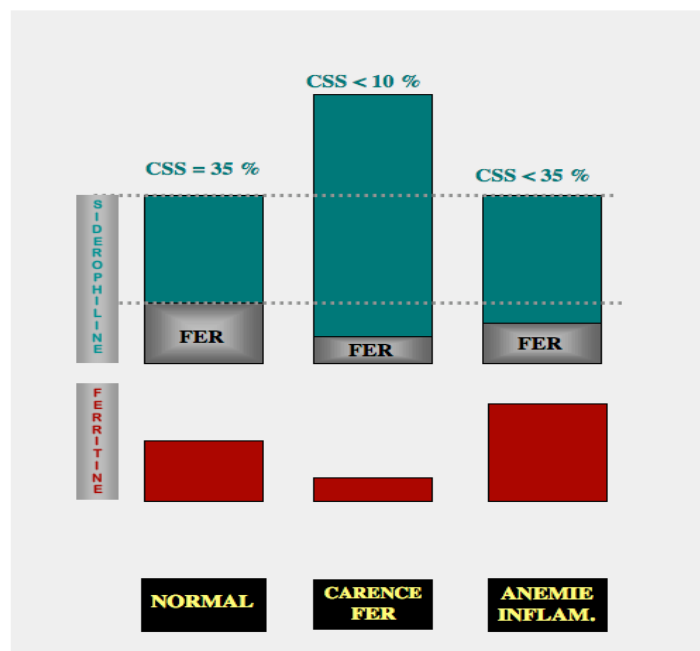


Figure I.8: Anémie microcytaire. [16]

➤ **Causes rares :**

Devant une anémie microcytaire sans carence martiale, ni syndrome inflammatoire ni anomalie électrophorétique de l'hémoglobine, il faut envisager certaines causes rares [12] :

- **Alpha thalassémies :** (diagnostic par biologie moléculaire) L'alpha-thalassémie est une maladie due à une anomalie génétique de l'hémoglobine. Celle-ci est constituée de

quatre « briques », aussi appelées chaînes et assemblées entre elles : deux briques de type alpha et deux briques de type bêta. En cas d'alpha-thalassémie, ce sont les chaînes alpha qui, produites en quantité insuffisante, entraînent une production insuffisante d'hémoglobine. Certaines formes d'alpha-thalassémie n'engendrent aucun symptôme tandis que des formes plus sévères entraînent des anémies, parfois extrêmement importantes [17].

- **Dysérythroïèses congénitales ou acquises** : La dysérythroïèse est une maladie génétique rare, liée à une mutation d'un gène régulant la prolifération, la division et la maturation des jeunes globules rouges fabriqués dans la moelle osseuse. Il existe différents types de dysérythroïèses congénitales (I, II, III, IV, ...), selon le type. Les manifestations cliniques peuvent être de sévérité variable et peuvent inclure : une anémie, une jaunisse, une augmentation du volume de la rate, une surcharge en fer. (Le diagnostic repose sur le myélogramme) [18].

B. Anémie normocytaire

Les globules rouges ont un aspect normal. La question est de savoir s'ils sont fabriqués en quantité suffisantes et détruits ou perdus trop vite (hyperhémolyse ou hémorragie) ou si la production médullaire est insuffisante. Un paramètre répond en général à cette question : le taux des réticulocytes [12].

Les réticulocytes (**Figure I.9**) sont les précurseurs des globules rouges, des jeunes globules rouges immatures. Leur développement jusqu'au stade de globule rouge dure trois jours dans la moelle osseuse et une journée dans la circulation sanguine. Leur présence dans le sang périphérique témoigne de l'activité de l'érythroïèse, soit la production de globules rouges. Ils contiennent des entités particulières (les riosomes) détectables par des machines d'analyse de laboratoire. Cette mesure est effectuée de façon automatisée en cas de numération de la formule sanguine (FNS) [19].

- Réticulocytes $> 140 \times 10^9/\text{Litre}$ = anémie régénérative : pas de myélogramme
- Réticulocytes normaux (40 à $140 \times 10^9/\text{Litre}$), hémoglobine basse = anémie non régénérative : myélogramme.

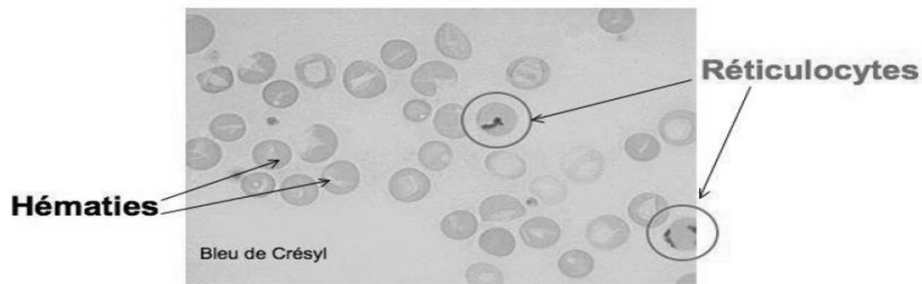


Figure I.9: Réticulocytes.

1-Anémie normocytaire non régénérative :

La moelle est incapable de répondre aux besoins de production érythrocytaire. Il sera donc nécessaire de l'examiner pour connaître la cause de cette anémie centrale.

Toutes les pathologies médullaires sont possibles. On pourra, de façon schématique, trouver :

- Un myélogramme riche, mais pathologique : leucémie, lymphome, cancer, myélodysplasie...
- Un myélogramme pauvre, nécessitant le recours à la biopsie médullaire pour différencier les aplasies médullaires et les myélofibroses [12].

2-Anémie normocytaire régénérative :

La moelle répond normalement à une demande d'augmentation de production érythrocytaire. Celle-ci peut être due à :

- Une hémorragie aiguë récente : l'hémorragie importante ayant le plus de risque d'avoir été méconnue par le patient est le melaena qui est une forme d'hémorragie du système digestif. Il s'agit alors de l'évacuation de sang noir, par l'anus. D'autres hémorragies aiguës peuvent avoir été méconnues : hémorragies rétro ou intra-péritonéales, intra-pleurale.
- Une hyperhémolyse : l'hémolyse est le processus physiologique de destruction érythrocytaire. Les anémies hémolytiques résultent de l'exagération pathologique de ce processus, dépassant les capacités de régénération médullaire.

La démarche diagnostique vise tout d'abord à mettre en évidence le processus d'hyperhémolyse. La triade pâleur, ictère, splénomégalie peut orienter vers ce mécanisme.

Une fois affirmée l'hyperhémolyse, il est nécessaire d'en identifier la cause [12].

Dans la recherche étiologique, deux examens doivent prioritairement être réalisés :

- frottis sanguin (**Figure I.10**) (anomalies érythrocytaires, paludisme...).
- test de Coombs direct (AHAI) [10].

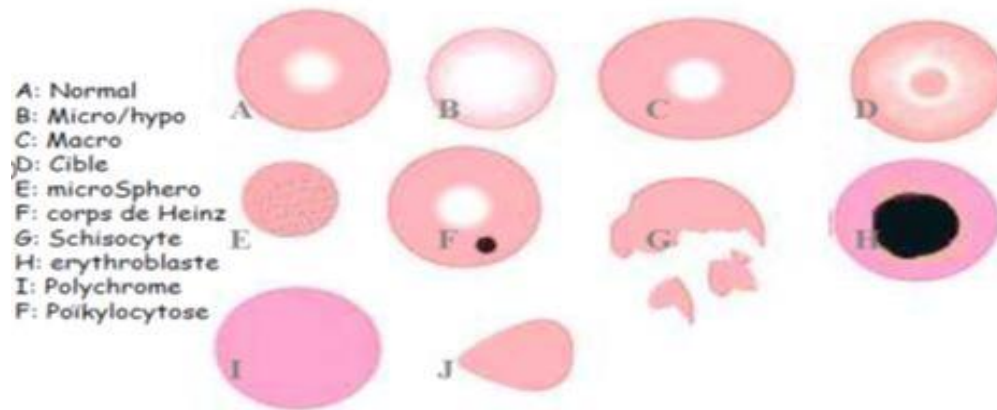


Figure I.10: Frottis sanguin. [11]

Ainsi pourront être reconnues :

- ✓ **Les anémies hémolytiques d'origine corpusculaire, habituellement congénitales :**
- Maladies membranaires : par exemple Les acanthocytes (**Figure I.11**) qui correspondent à des hématies dont la forme ressemble aux feuilles d'acanthé [12,20].

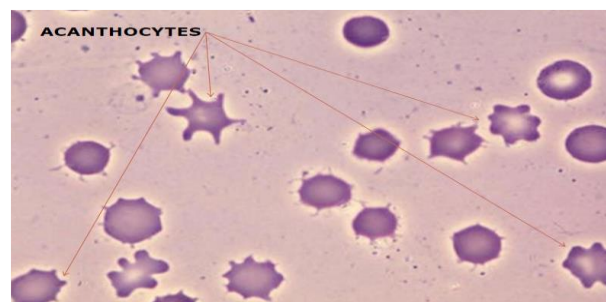


Figure I.11: Acanthocytes. [21]

- Maladies de l'hémoglobine :

-Drépanocytose : autosomique récessive, c'est la plus fréquente des hémoglobinopathies. Elle touche principalement les sujets originaires d'Afrique, La drépanocytose est également appelée "anémie à hématies falciformes". Il s'agit d'une maladie génétique héréditaire affectant les chaînes de l'hémoglobine (mutation de la chaîne bêta de la globine). Les globules rouges sont déformés et prennent une forme de faucille. Ils ont, alors, des difficultés à circuler et peuvent occasionner des caillots dans les vaisseaux, à l'origine de nombreuses complications et douleurs. (**Figure I.12**)

Le frottis sanguin montre des drépanocytes (hématies en faucilles) et le diagnostic repose sur l'électrophorèse de l'hémoglobine [10,22].

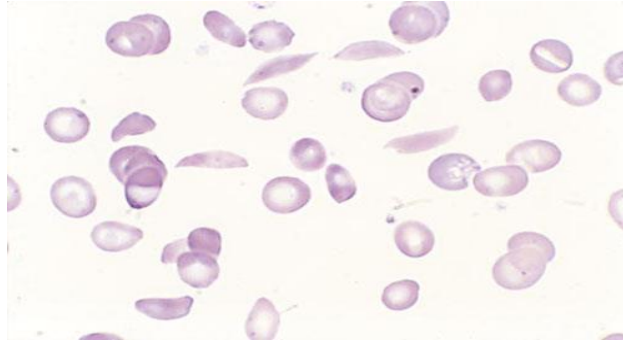


Figure I.12:Drépanocytose. [14]

-Thalassémies : les syndromes thalassémiques sont caractérisés par une diminution de production des chaînes de globine alpha ou bêta normales. Ils touchent principalement les sujets du pourtour du bassin méditerranéen et d'Asie du Sud-Est. Le diagnostic repose sur l'électrophorèse de l'hémoglobine. La sévérité des alpha-thalassémies et des bêta-thalassémies dépend du nombre de gènes altérés. Plus il est important, plus le degré de sévérité est élevé [10,23].

-l'Hémoglobinurie Paroxystique Nocturne : car c'est la seule anémie hémolytique corpusculaire non héréditaire. Le diagnostic repose sur l'immunophénotypage des cellules sanguines [10].

➤ Maladies enzymatiques :

-déficit G6PD : Le déficit en glucose-6-phosphate déshydrogénase (G6PD) est un déficit enzymatique lié au chromosome X, fréquent chez les Afro-Américains et qui peut favoriser une hémolyse en cas de maladies aiguës ou après absorption de médicaments oxydants (dont les salicylates et les sulfamides) [24].

➤ **Les anémies hémolytiques extra-corporelle, habituellement acquises :**

- Elles sont dominées par les hémolyses immunes (test de Coombs direct positif) :
 - Allo-immunes : maladie hémolytique du nouveau-né, mais surtout Anémies Hémolytiques Auto-Immunes (AHAI).
- Les hémolyses immuno-allergiques : médicamenteuses (nombreuses classes thérapeutiques). Rares, elles sont liées à une sensibilisation par un médicament et à la formation d'un complexe antigène-anticorps.
- Les hémolyses mécaniques (micro-angiopathies thrombotiques, hémolyse sur valve, circulation extracorporelle...) sont associées à la présence de schizocytes sur le frottis sanguin.
- Les étiologies infectieuses constituent une urgence : paludisme, septicémies.

- Les causes toxiques surviennent souvent dans un contexte évocateur : venins de serpent, champignons vénéneux, saturnisme, hydrogène arsénié... [10]

La **Figure I.13** résume les cas de l'anémie normocytaire ainsi que leurs étiologies.

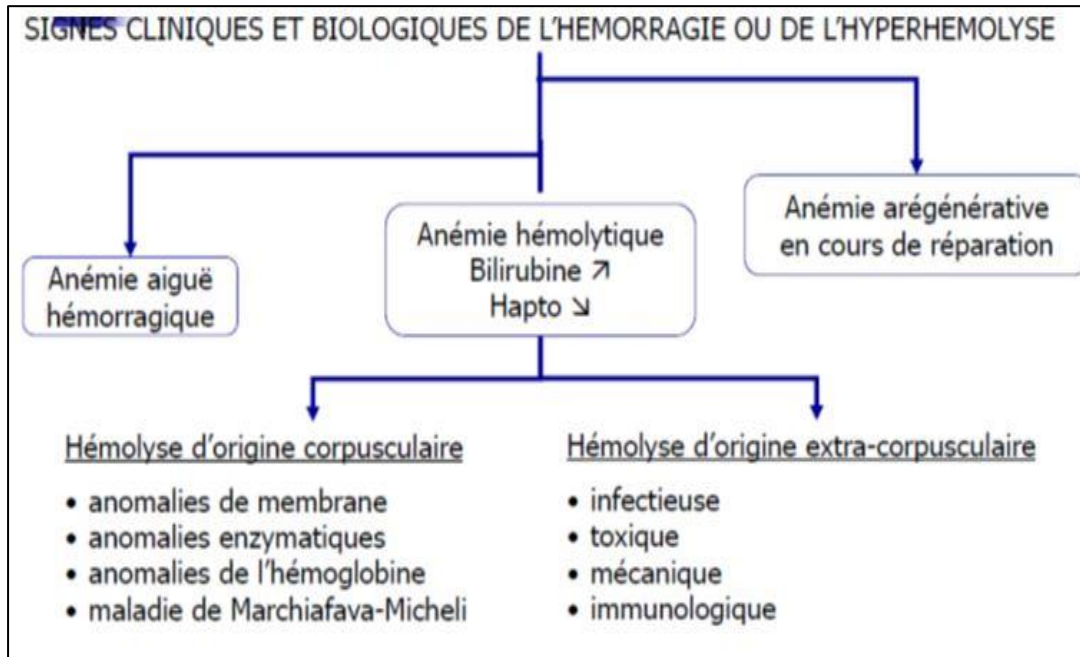


Figure I.13: Signes cliniques et biologiques de l'hémorragie ou de l'hyperhémolyse.

C. Anémie macrocytaire non régénérative (VGM > 100 fl)

Avant d'envisager le diagnostic étiologique d'une anémie macrocytaire, il faut s'assurer qu'il ne s'agit pas d'une fausse macrocytose induite par une hyper-réticulocytose. La constatation d'une hyper-réticulocytose doit amener à raisonner comme s'il s'agissait d'une anémie normocytaire régénérative.

La macrocytose (**Figure I.14**) témoigne habituellement d'une dysérythropoïèse. Dans certains cas, cette dysérythropoïèse a des caractères cytologiques particuliers regroupés sous le nom de mégaloblastose.

La mégaloblastose (**Figure I.16**) se caractérise dans le sang par la présence de gros globules rouges avec quelques anomalies qualitatives (corps de Jolly, anneaux de Cabot), de polynucléaires dits hypersegmentés et parfois de plaquettes géantes. Elle est surtout caractéristique au niveau de la moelle osseuse : métamyélocytes géants, éléments érythroblastiques très nombreux, de grande taille avec asynchronisme de maturation nucléocytoplasmique, chromatine perlée, et présence parfois d'anomalies mégacaryocytaire, moins spécifiques. C'est la raison pour laquelle un myélogramme est souvent l'examen pratiqué en premier devant une macrocytose inexplicée. Il doit être fait avant toute transfusion ou avant toute prise médicamenteuse [12].

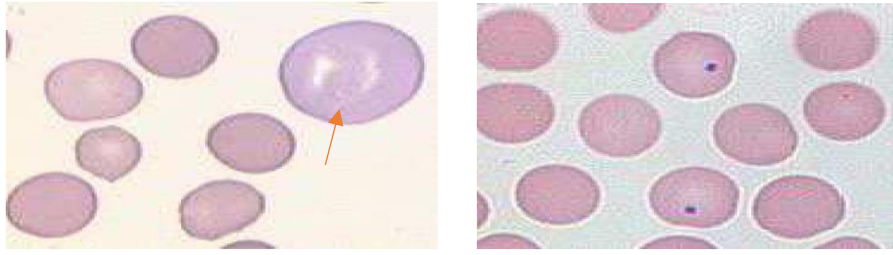


Figure I.14: Macrocytose et corps de Jolly. [14]

1- Moelle mégaloblastique :(Vitamine B12, folates, médicaments)

Les principales étiologies des mégaloblastoses sont :

- Les carences en vitamine B12, dont les étiologies principales sont la maladie de Biermer à rechercher par un test de Schilling, les gastrectomies ou résections iléales non supplémentées en B12, et certaines maladies iléales.
- Les carences en folates : il est nécessaire de doser les folates sériques et les folates intra-érythrocytaires. La cause principale est la carence d'apport (vieillard, femme enceinte), plus rarement les malabsorptions digestives.
- Les médicaments : antifoliques, certains antiépileptiques [12].

2- Moelle non mégaloblastique : (alcool, médicaments, hémopathie)

Les macrocytoses sans mégaloblastose peuvent se voir dans les étiologies précédentes lorsqu'un traitement ou une transfusion ont été mis en place avant le myélogramme ("mégaloblastose décapitée").

Sinon, les étiologies à envisager sont :

- L'alcool, sachant que la macrocytose est fréquente, mais l'anémie rare du moins en l'absence d'autre cause d'anémie.
- Les médicaments : antimétaboliques, sulfamides, antirétroviraux.
- Les hémopathies : le myélogramme en fait le diagnostic. La plupart des hémopathies peuvent donner une anémie macrocytaire. Ce sont principalement :
 - Les myélodysplasies : anémie sidéroblastique, anémie réfractaire avec excès de blastes, anémie réfractaire pure, syndrome myélomonocytaire.
 - Les hypoplasies médullaires.
 - La splénectomie.
 - Les insuffisances thyroïdiennes ou antéhypophysaires [12].

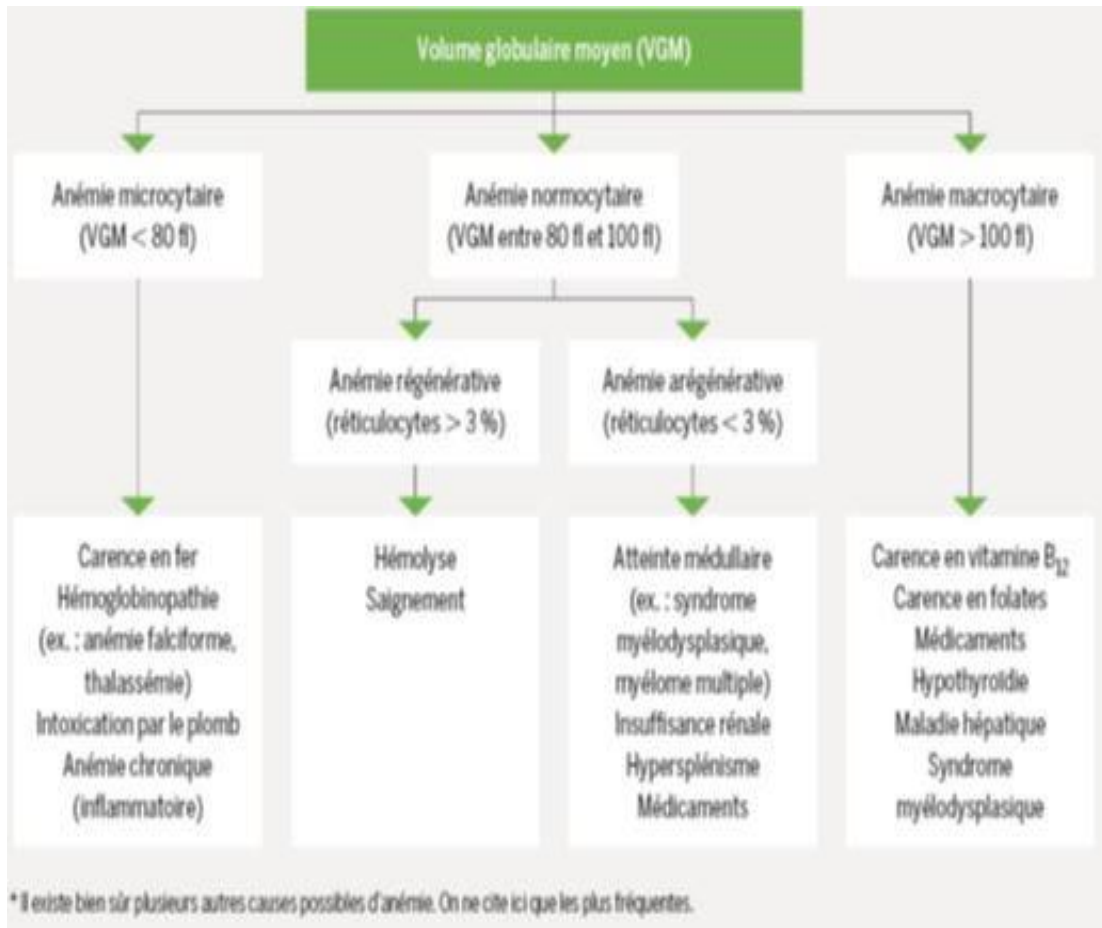


Figure I.15: Les causes les plus fréquentes d'anémie. [21]

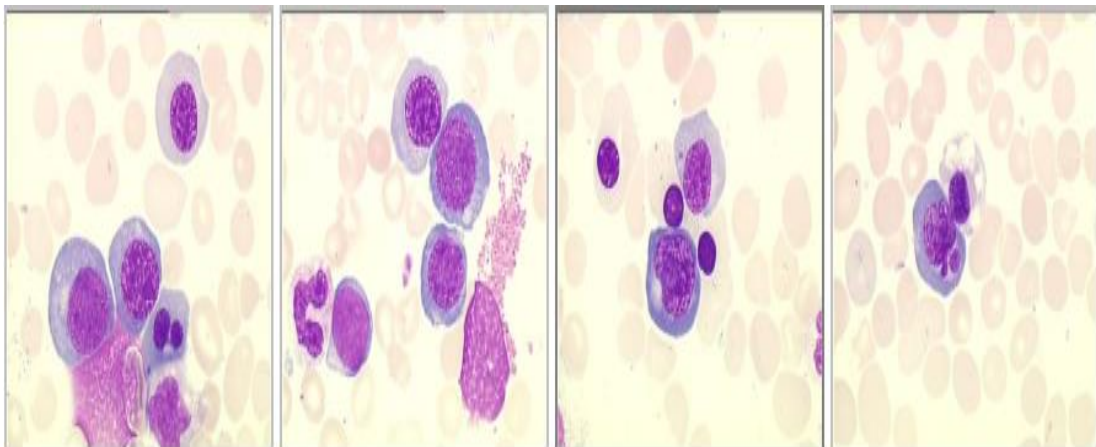


Figure I.16: Divers aspects des mégalo blasts et de la dysérythropoïèse dans la moelle osseuse. [26]

I.5. L'anémie pendant la grossesse

Une anémie peut résulter d'une carence en vitamine B9, aussi appelée folate ou acide folique. Ce risque est plus élevé chez la femme enceinte puisque ses besoins en folates augmentent de 30% afin de satisfaire au bon développement du système nerveux de l'embryon. Il est donc recommandé aux femmes désirant un enfant ou enceinte de se faire

prescrire des suppléments médicamenteux de vitamine B9. Le fer, dont le manque conduit également à l'anémie, est également à surveiller. En revanche, pour cet oligo-élément, seul le médecin peut évaluer la nécessité de prescrire des suppléments médicamenteux car une surdose peut être néfaste [27].

I.6. Prévention

Les mesures préventives concernent essentiellement les anémies découlant d'une carence alimentaire. Il faut veiller à absorber suffisamment de fer (viande rouge, poisson, volaille...), de vitamine B12 (abats, poissons et crustacés, œufs...) et B9 (abats, légumineuses, diverses graines...) (voir **Tableau I.3**). A noter qu'une alimentation végétarienne ou végétalienne peut entraîner des carences qu'il faut alors compenser.[27]

Tableau I.3: les sources de Fer, vitamines B9 et B12. [27]

	Aliments
Fer	Viande, poisson et œufs. Graines de tournesol, pignons de pin, cresson, fenouil, noix de cajou, abricots et raisins secs, figes séchées.
Vitamine B9	Levure en paillette. Epinards, cresson, chicorée, pissenlit, mâche, melon. Noix, châtaignes, pois chiches. Laitues, endives, choux, poireaux, artichauts, haricots verts, petits pois, radis, asperges, betteraves, courgettes, avocats, lentilles. Carottes, tomates, oignons, potiron, maïs, poivrons, agrumes, bananes, kiwis, fruits rouges, dattes, figes. Œufs, fromages, pain.
Vitamine B12	Foie et rognons. Poissons coquillages et crustacés.

I.7. Traitement

- Le traitement de l'anémie dépend de sa sévérité. En effet, elle doit être prise en charge rapidement en cas de taux d'hémoglobine inférieur à 8 g/dl. C'est le plus souvent, la transfusion sanguine qui est mise en place [5].

- Le traitement étiologique doit toujours être réalisé lorsqu'il est possible (ablation d'un polype digestif...) [16].
- Lorsque l'anémie est associée à une autre maladie, celle-ci doit être traitée afin de ne pas amplifier les symptômes. En cas de maladie rénale chronique, lorsque la carence en fer est avérée, le médecin prescrit des injections d'érythropoïétine (EPO) pour stimuler la fabrication des globules rouges dans la moelle osseuse [5].

I.7.1. Traitement des carences en Fer

Le traitement martial : comporte la prescription d'un sel de fer ferreux per os à la posologie de 200 mg par jour chez l'adulte, et ce pendant une durée minimale de 3 mois.

Le patient doit être prévenu des conséquences digestives de ce traitement : selles noires, nausées (elles seront moins importantes en cas de prise du médicament au cours du repas mais l'absorption sera moindre).

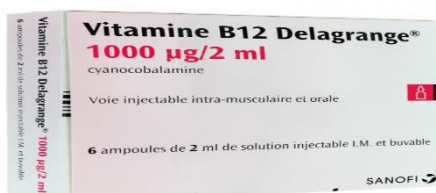
La consommation importante de thé gêne l'absorption du fer, de même que la prescription de gels d'alumine.

Le traitement parentéral doit être réservé aux très rares cas où un traitement per os bien conduit s'avère impossible ou inefficace [16].



I.7.2. Traitement des carences en vitamine B12

Il repose sur un traitement parentéral de vitamine B12 en 2 temps. Le premier pour reconstituer le stock et le deuxième pour empêcher la carence de se reproduire. Traitement d'attaque : 1000 μ g intra musculaire, 10 injections au total (cyanocobalamine)



Le traitement d'entretien repose sur l'injection par voie IM de Vitamine B12 4 fois par an, à vie. En cas d'intolérance on utilise la Vitamine B12 en Sublingual [28].

I.7.3. Traitement des carences en folates

Il repose sur la prise de 1 comprimé de foldine per os : SPECIAFOLDINE® à 5 mg pendant 2 à 3 mois, jusqu'à normalisation des réserves ou en prophylactique chez les femmes enceintes à risque pendant toute la durée de la grossesse. Il est inutile d'augmenter la dose, la foldine est absorbée à 100 % par le tube digestif.



Les formes apportant de l'acide folinique : OSFOLATE® per os ou LERDERFOLINE® en ampoule ne doivent être prescrites que dans :

- Les malabsorptions digestives
- Les alimentations parentérales

Comme traitement après le METHOTREXATE®



Ces 2 formes ne sont pas remboursées et sont réservées à la prescription hospitalière [28].



Chapitre II : *Les huiles essentielles*



II.1. Histoire des HE et de l'aromathérapie

L'utilisation des huiles essentielles (parfums et aromates) remonte à l'Antiquité. Les Egyptiens les utilisaient sous forme de bains aromatiques. On retrouve des écrits qui montrent que les Egyptiens savaient distiller des essences de conifères 40 siècles avant J-C.

Les pharaons les utilisaient pour leur embaumement. Après avoir retiré les viscères, les embaumeurs remplissaient le ventre du défunt avec de la myrrhe pure, de la cannelle et d'autres parfums (**Figure II.1**). Après une macération de 70 jours dans le natrum. Cette technique prévoyait une conservation des corps d'au moins 3000ans, les musées prouvent l'efficacité de leur embaumement.



Figure II.1: myrrhe et cannelier.

Les Romains et les Grecs utilisaient également les aromates pour parfumer leurs bains. Lors de la grande épidémie de peste d'Athènes, Hippocrate fit répandre dans les rues des jarres où brûlaient des fumigations aromatiques, afin de la combattre.

Dans « histoire naturelle » du livre XIII, Pline cite les origines et les composants de parfums existants à cette époque. il décrit également un appareil de distillation pour obtenir de l'essence de térébenthine à partir de la résine de pin. Après la chute de Rome, une longue période de silence fit oublier l'utilisation des HE.



Figure II.2: Avicenne.

C'est au Moyen-Orient que les arabes redécouvrirent la distillation des plantes, vers le XIIIe siècle, grâce aux travaux de gerber les arabes ont découvert le serpentín [1]. Cela permet de refroidir rapidement la vapeur aromatique et de perdre moins de liquide. C'est Avicenne (**Figure II.2**), médecin et philosophe (980-1037), qui produit la première HE pure ; celle de roses et il met au point l'alambic (**Figure II.3**). Avicenne écrit de nombreux ouvrages médicaux dans lesquels il fait une large place aux HE [2].

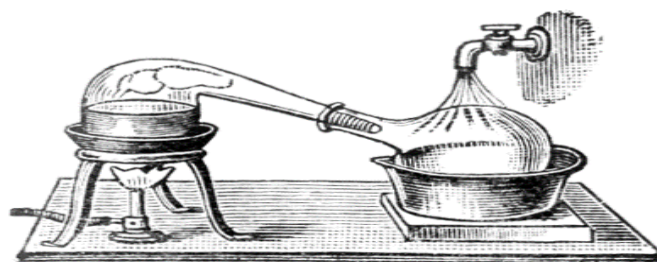


Figure II.3: Un alambic (un appareil destiné à la séparation de produits par chauffage puis refroidissement). [3]

Le XVI^e siècle fut aussi une époque fervente en bains aromatiques. À cette époque l'industrie des parfums naît à Grasse et l'on produit déjà de l'HE de lavande et d'Aspic. Au XVII^e siècle presque toutes les plantes d'Europe et du proche orient sont distillées. Dans la deuxième moitié du XIX^e siècle les premières analyses chimiques et la production des huiles synthétiques font déjà leur apparition. Le codex de 1837 contenait la description de 44HE.

De nos jours de nombreux congrès et colloques vulgarisent l'emploi de l'aromathérapie, de nombreuses recherches et communications scientifiques ont permis de justifier cette thérapie.

L'essor des médecines naturelles auprès du public, qui prend conscience que le fait d'absorber des molécules de synthèse, déclenche d'autres maux. Suite aux effets secondaires de la médecine allopathique, et devrait pouvoir faire développer l'aromathérapie auprès des praticiens et leur montrer les vraies valeurs de la phyto-aromathérapie [1].

II.2. Définition

Les huiles essentielles, appelées aussi essences, sont des mélanges de substances aromatiques produites par de nombreuses plantes et présentes sous forme de minuscules gouttelettes dans les feuilles, la peau des fruits, la résine, les branches, les bois. Elles sont présentes en petites quantités par rapport à la masse du végétal : elles sont odorantes et très volatiles, c'est-à-dire qu'elles s'évaporent rapidement dans l'air [4].

➤ Selon la Commission de la Pharmacopée européenne (2008) :

« Produit odorant, généralement de composition complexe, obtenu à partir d'une matière première végétale botaniquement définie, soit par entraînement à la vapeur d'eau, soit par distillation sèche, soit par un procédé mécanique approprié sans chauffage. L'huile essentielle est le plus souvent séparée de la phase aqueuse par un procédé physique n'entraînant pas de changement significatif de sa composition » [5].

➤ Selon AFNOR NF T 75-006 (1998) :

« Produit obtenu à partir d'une matière première végétale, soit par entraînement à la vapeur, soit par des procédés mécaniques à partir de l'épicarpe de citrus, soit par distillation sèche. L'huile essentielle est ensuite séparée de la phase aqueuse par des procédés physiques n'entraînant pas de changement significatif de sa composition... »

➤ **Selon AFNOR ISO 9235 : Matières premières aromatiques d'origine naturelle :**

« Produit obtenu à partir d'une matière première d'origine végétale, après séparation de la phase aqueuse par des procédés physiques : soit par entraînement à la vapeur d'eau, soit par des procédés mécaniques à partir de l'épicarpe des Citrus, soit par distillation sèche » [6].

II.3. Les grandes familles de plantes aromatiques

Les espèces aromatiques sont retrouvées en grande majorité chez les végétaux supérieurs et dans un nombre limité de familles.

- Les Lamiacées : thym, lavande, sauge, menthe, romarin, origan, marjolaine, sarriette...
- Les Myrtacées : eucalyptus, giroflier...
- Les Rutacées : citron, orange, bergamote...
- Les Cupressacées : cyprès, genévrier...
- Les Pinacées : sapin, pin, cèdre...
- Les Apiacées : coriandre, fenouil, anis, carvi...
- Les Astéracées : camomille romaine, matricaire, armoise, estragon, hélichryse, absinthe...
- Les Lauracées : laurier noble, cannelle de Ceylan, bois de rose camphrier, ravintsara...
- Les Géraniacées : géranium bourbon et géranium rosat...
- Les Myrtacées : eucalyptus, giroflier, myrte, niaouli, melaleuca (tea tree) ...
- Plus rarement, les Poacées (citronnelle de Java, palmarosa, lemon-grass), les Éricacées (gaulthérie), les Annonacées (ylang-ylang), Zingiberacées (gingembre)...[7,8]

II.4. Répartition et localisation de l'huile essentielle

Les huiles essentielles sont produites par des cellules végétales spécialisées et peuvent être stockées dans tous les organes végétaux :

- les feuilles : eucalyptus, citronnelle, laurier noble...
- les fleurs : camomille, lavande...
- les zestes : citron, orange, bergamote...
- le bois : bois de rose, santal...
- l'écorce : cannelle...
- la racine : vétiver...
- les fruits : anis, badiane...
- les rhizomes : curcuma, gingembre...
- les graines : muscade... [5].

II.5. Propriétés physiques des HE

Les huiles essentielles possèdent en commun un certain nombre de propriétés physiques :

- Elles sont solubles dans l'alcool, l'éther, le chloroforme, les huiles fixes, les émulsifiants et dans la plupart des solvants organiques, et peu solubles dans l'eau à laquelle, toutefois, elles communiquent leur odeur.
- Leur point d'ébullition varie de 160° à 240°C.
- Leur densité est en général inférieure à celle de l'eau, elle varie de 0,75 à 0,99 (les huiles essentielles de saffran, de girofle ou de cannelle constituent des exceptions).
- Elles ont un indice de réfraction élevé.
- Elles sont dextrogyres ou lévogyres, rarement inactives sur la lumière polarisée.
- Elles dissolvent les graisses, l'iode, le soufre, le phosphore et réduisent certains sels.
- Ce sont des parfums, et sont de conservation limitée.
- Sont très altérables et sensibles à l'oxydation (mais ne rancissent pas).
- Ce sont des substances de consistance huileuse, plus ou moins fluides, voire résinoïdes, très odorantes et volatiles.
- A température ambiante, elles sont généralement liquides, incolores ou jaunes pâles, il existe, cependant, quelques exceptions, exemple : huile essentielle à azulène de coloration bleue.
- Ce sont des produits stimulants, employés à l'intérieur, comme à l'extérieur du corps, quelquefois purs, généralement en dissolution dans l'alcool ou un solvant adapté [9,10,11,12].

II.6. Composition chimique

La composition d'une huile essentielle (HE) est souvent très complexe. D'une façon générale, les constituants appartiennent principalement à deux types chimiques.

D'un côté, on retrouve les composés terpéniques (hydrocarbures) : ce sont les molécules les plus fréquemment rencontrés dans les HE. Exemples : alcools, esters, aldéhydes, cétones, éthers, oxydes mono- et sesquiterpéniques.

L'autre groupe correspond aux composés aromatiques dérivés du phénylpropane. Exemples : Acide et aldéhyde cinnamiques, eugénol, anéthol...

II.6.1. Les terpénoïdes

Les terpènes sont une classe d'hydrocarbures, dont le nom se termine par « -ène ». Ils sont produits par de nombreuses plantes, en particulier les conifères et les agrumes. Les terpènes sont des dérivés de l'isoprène C₅H₈ (**Figure II.4**) et ont pour formule de base des

multiples de celle-ci. Ces squelettes peuvent être arrangés de façon linéaire ou bien former des cycles.

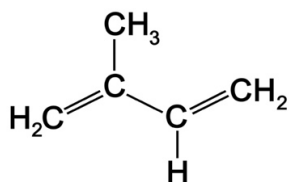


Figure II.4: Structure chimique de l'isoprène.

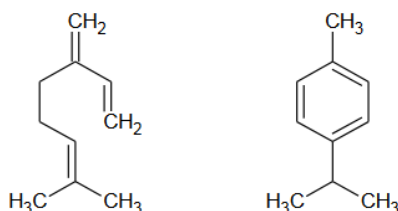
Les terpènes sont divisés en plusieurs classes en fonction des unités pentacarbonées ramifiées (C 5). On distingue donc les monoterpènes, les sesquiterpènes, les diterpènes, les triterpènes et les polyterpènes (comme le caoutchouc naturel). Seuls les terpènes les plus volatils, mono (C 10) et sesquiterpènes (C 15) sont retrouvés dans la composition chimique des HE.

Dans le monde végétal, les terpènes sont connus comme principes odorants des végétaux, du fait de la grande volatilité de ces molécules.

Les terpènes sont les molécules les plus répandues et connues dans les HE pour leurs nombreuses propriétés thérapeutiques. Les plus importants sont : le limonène, le δ -3-carène, le carotène, le β -pinène et l' α -pinène [13].

II.6.1.1. Les monoterpènes

Constituants les plus simples de la série, les monoterpènes sont issus du couplage de deux unités « isopréniques ». Ils peuvent être acycliques (myrcène, ocimène), monocycliques (α et γ -terpinène, *p*-cymène) ou bicycliques (pinène, camphène, sabinène) (**Figure II.5**). Ils constituent parfois plus de 90 % de l'huile essentielle (citrus...). Les variations structurales justifient l'existence de nombreuses molécules : alcools (géraniol, α -terpinéol, bornéol, trans-trans farnésol), phénols (thymol), aldéhydes (citronellal), cétones (carvone, β -vetivone), esters (acétate de cédryle), éthers (1,8-cinéole) (**Figure II.6**). [12]



*Figure II.5: Exemple d'un monoterpène acyclique à gauche (myrcène) et d'un monoterpène cyclique à droite (*p*-cymène).*

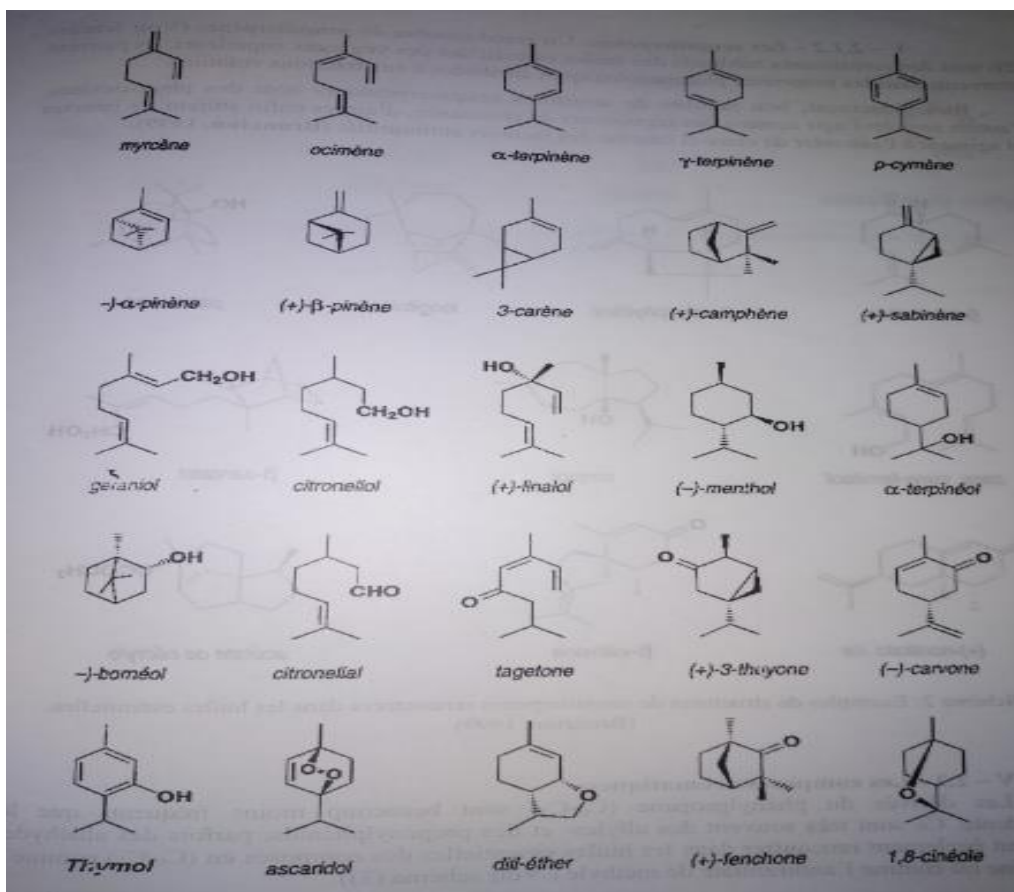


Figure II.6: exemples de structures de monoterpènes rencontrées dans les HE. [12]

II.6.1.2. Les sesquiterpènes

Un grand nombre de sesquiterpènes (**Figure II.7**) sont des constituants habituels des HE des végétaux supérieurs, ils peuvent intervenir dans les propriétés pharmacologiques attribuées à ces fractions volatiles.

Biologiquement, bon nombre de structures sesquiterpéniques sont des phytoalexines, d'autres semblent agir comme des régulateurs de croissance, d'autres enfin attirent les insectes ou agissent à l'encontre de ceux-ci comme des facteurs anti-nutritifs [12].

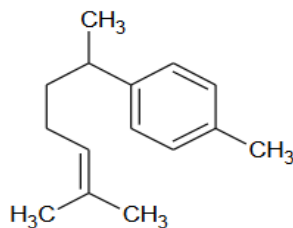


Figure II.7: Structure générale d'un sesquiterpène.

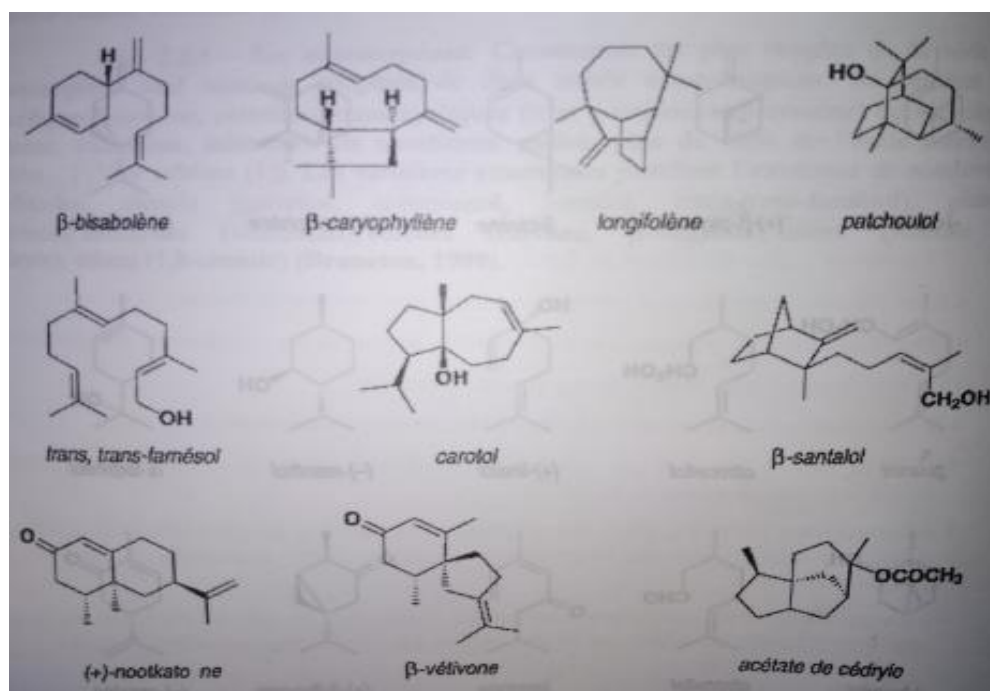


Figure II.8: exemples de structures de sesquiterpènes rencontrées dans les HE. [12]

II.6.2. Les composés aromatiques

Les dérivés du phénylpropane (C6-C3) sont beaucoup moins fréquents que les précédents. Ce sont très souvent des allyles-et des propénylphénols, parfois des aldéhydes. On peut également rencontrer dans les huiles essentielles des composés en (C6-C1) comme la vanilline ou comme l'antranilate de méthyle (**Figure II.9**). [12]

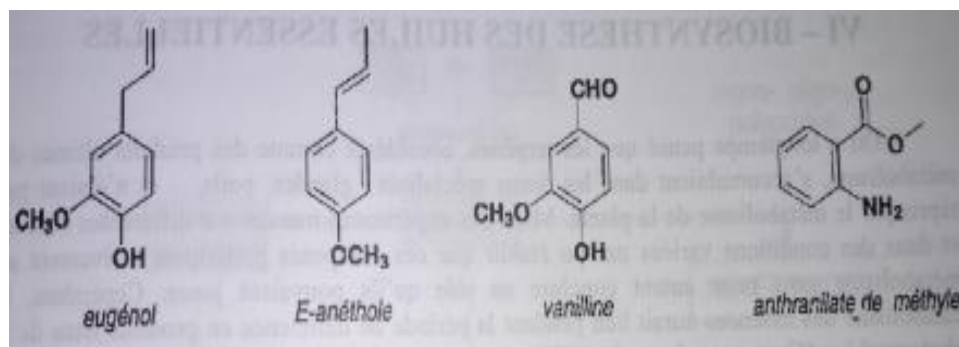


Figure II.9: exemples de structures de composés aromatiques rencontrées dans les HE. [12]

II.7. Les techniques d'extraction des huiles essentielles

II.7.1. La technique de la pression

Peut-être est-ce la plus ancienne : les égyptiens utilisaient la pression à l'aide d'un sac pour extraire l'essence des pétales de fleurs. Cette méthode consistait à écraser les parties odorantes d'une plante fraîchement coupée puis à les enfermer dans un sac en lin que l'on

tordait à l'aide de deux bâtons enfilés dans deux anneaux placés à l'extrémité du sac. L'essence filtrait à travers la toile et était recueillie dans un récipient placé en dessous [4].

Les huiles essentielles de fruits d'hespéridés ou encore d'agrumes tels que le citron, le bergamote, l'orange, etc..., ont une très grande importance dans l'industrie des parfums, des cosmétiques, et également en aromathérapie. L'HE est contenue dans les sacs oléifères de l'écorce du fruit que l'on désigne encore sous le terme de zeste. Ces essences sont des produits très fragiles en raison de leur composition terpénique et aldéhydrique. Aussi tous les procédés mis en œuvre pour les obtenir sont-ils des procédés à froid que l'on englobe sous le terme générique de « procédés d'expression à froid ».

Pour ce faire, on emploie des machines qui extraient l'HE en créant dans les écorces des zones de compression et de dépression suffisantes pour que l'huile puisse être libérée (**Figure II.10**). [14]

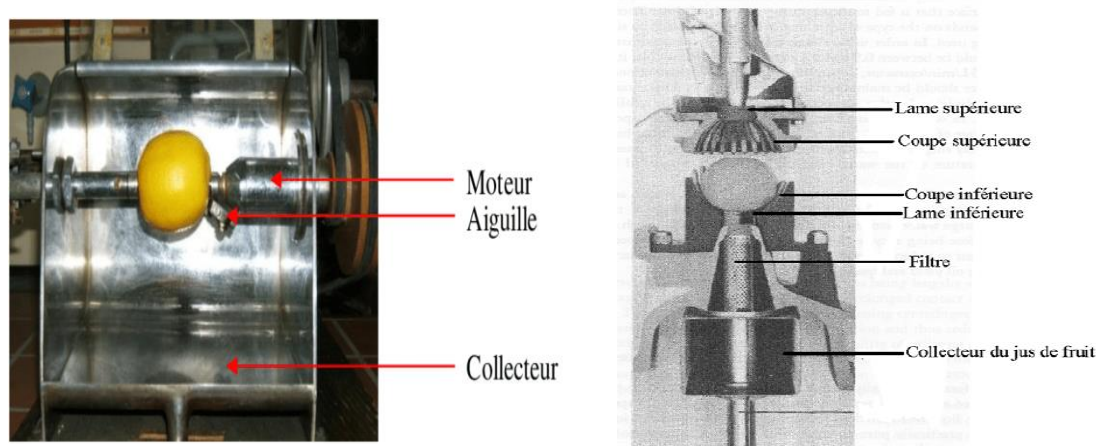


Figure II.10: Extraction à froid et coupe transversale d'une machine d'extraction des jus d'agrumes. [15]

II.7.2. Extraction par solvants

II.7.2.1. Extraction par solvants volatils

Quant à l'extraction par solvants volatils (**Figure II.11**), elle a l'inconvénient d'entraîner une récupération plus difficile des HE, mais par ailleurs, elle a l'avantage de pouvoir traiter des végétaux présentant un pourcentage infime de principes odorants [16].

Ce mode d'obtention qui conduit aux concrètes et absolues est à proscrire pour les HE à destination thérapeutiques. Cette technique est actuellement appliquée dans le monde entier, soit pour obtenir des produits que l'on ne peut extraire pas par un autre procédé, soit en vue de rendements supérieurs [17].

Les solvants les plus utilisés, sous réserves de législations restrictives particulières, sont les hydrocarbures aliphatiques : éther de pétrole, hexane mais aussi propane et butane

liquide (sous pression). Si le benzène est un bon solvant, sa toxicité limite de plus en plus son utilisation. On a également recours aux solvants halogénés (dérivés chlorés et fluorés du méthane et de l'éthane) et à l'éthanol. [12].

La première phase de ce processus consiste en la digestion des fleurs dans un récipient appelé « digesteur ». La solution obtenue sera distillée, ce qui permettra alors de récupérer, d'une part le solvant, et d'autre part l'essence qui, à ce moment-là, porte le nom d'essence concrète. Ce produit présente des traces de matières étrangères et devra être traité avec un alcool pur, lequel ne pourra cependant pas dissoudre toutes les impuretés. Pour les éliminer, il faudra porter l'alcool à haute température afin de provoquer la concentration des résidus. C'est à ce moment la solution sera appelée extrait. Après une nouvelle distillation, elle deviendra enfin une essence dite absolue [16].

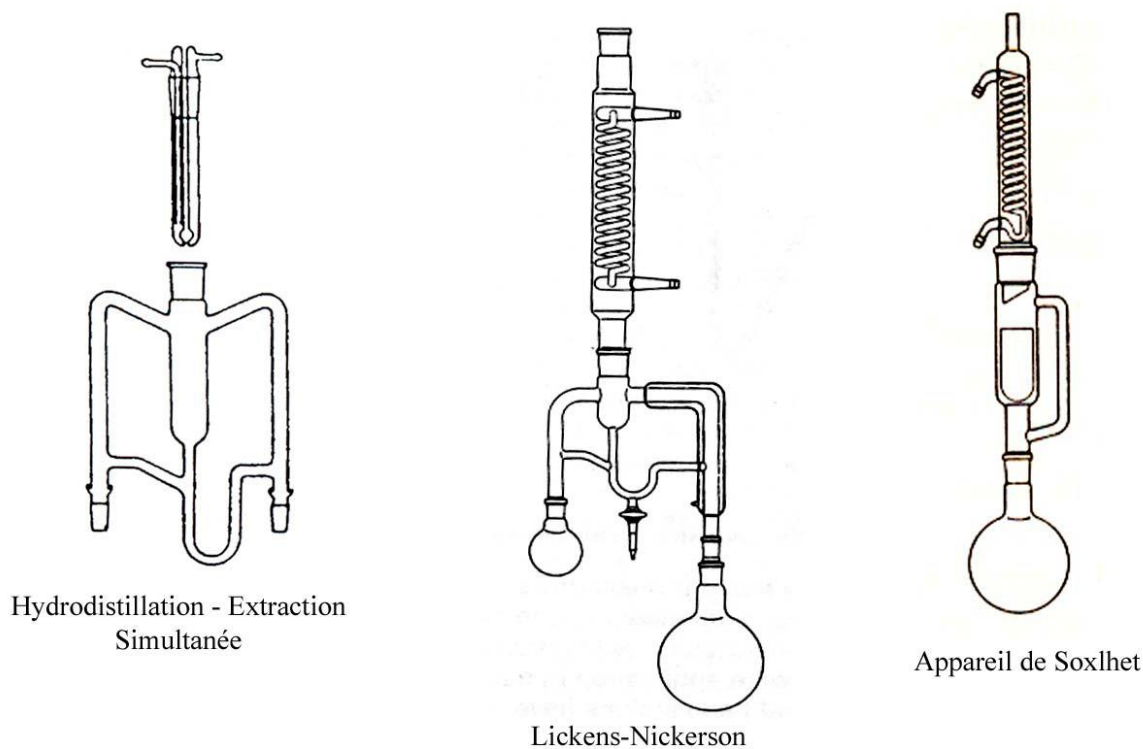


Figure II.11: Les différents types d'extraction par solvants volatils. [18]

II.7.2.2. L'épuisement par solvants fixes

➤ L'enfleurage ou extraction par la graisse froide :

Il consiste à rendre soluble les principes odorants dans des matières grasses. Cette méthode était très répandue en Perse, dans l'antiquité, pour produire un onguent de rose, ainsi qu'en Égypte. L'on répartissait, sur des grilles, une couche de graisse animale que l'on parsemait de pétales de fleurs les plus délicates. En fanant, les fleurs imprégnaient

la graisse de leur parfum et on les remplaçait sans cesse par des fleurs fraîches jusqu'à ce que la graisse soit saturée de parfum. Les égyptiens avaient coutume de remplir de graisse parfumée un cône qu'ils plaçaient sur leur tête : avec la chaleur du corps, la graisse fondait petit à petit, en libérant la fragrance de l'essence.

Actuellement, cette technique n'est que rarement utilisée du fait de son coût élevé et on la réserve à certaines fleurs extrêmement délicates, comme le jasmin, la tubéreuse, les fleurs d'oranger. La substance ainsi obtenue à une concentration très élevée et elle est ensuite diluée et traitée avec d'autres solvants qui dissolvent la matière grasse [4].

➤ **Extraction par macération dans la graisse chaude :**

La technique dite de la « digestion » se pratique à chaud, par immersion des organes végétaux dans le corps gras fondu. Le produit obtenu est une pommade florale [19].

Le lavage de la pommade par un alcool fort abouti à un extrait alcoolique, l'élimination de l'alcool se fait, comme dans le cas d'enfleurage par concentration sous vide à basse température. On obtient ainsi un « un absolu de macération » [20].

II.7.3. Distillation

La distillation convient aux huiles ayant une forte composante volatile et elle se fonde sur la caractéristique que possèdent ces composantes qui peuvent être facilement transportées par des particules de vapeur d'eau en mouvement [4].

La distillation reste la méthode la plus utilisée pour l'obtention des composés d'arômes du fait qu'elle produit des substances volatiles facilement analysables par chromatographie en phase gazeuse et exigeant une technologie relativement simple, donc un coût plus bas ainsi qu'une reproductibilité facilement contrôlable [20].

La plupart des HE sont obtenues par distillation, à l'exception des HE d'hespéridés (citron, orange, etc.) et l'huile de cade.

La vapeur pénètre les tissus de la plante et vaporise toutes les substances volatiles, une quantité suffisante de vapeur permet largement l'isolement des essences de plante. Il existe deux grands modes de distillation :

➤ L'hydrodistillation

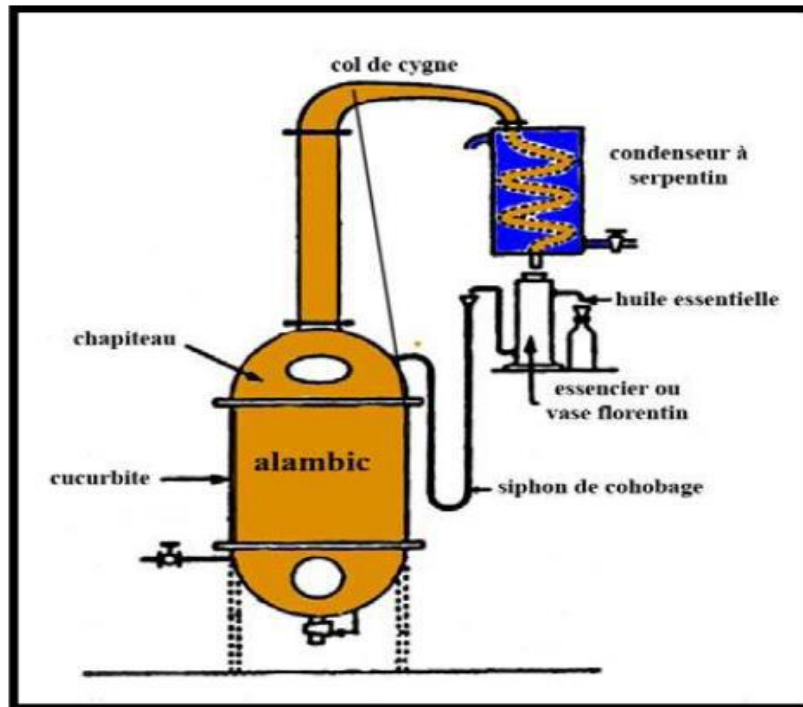


Figure II.12: Représentation schématique du principe d'hydrodistillation traditionnelle. [21]

➤ Entraînement à la vapeur d'eau.

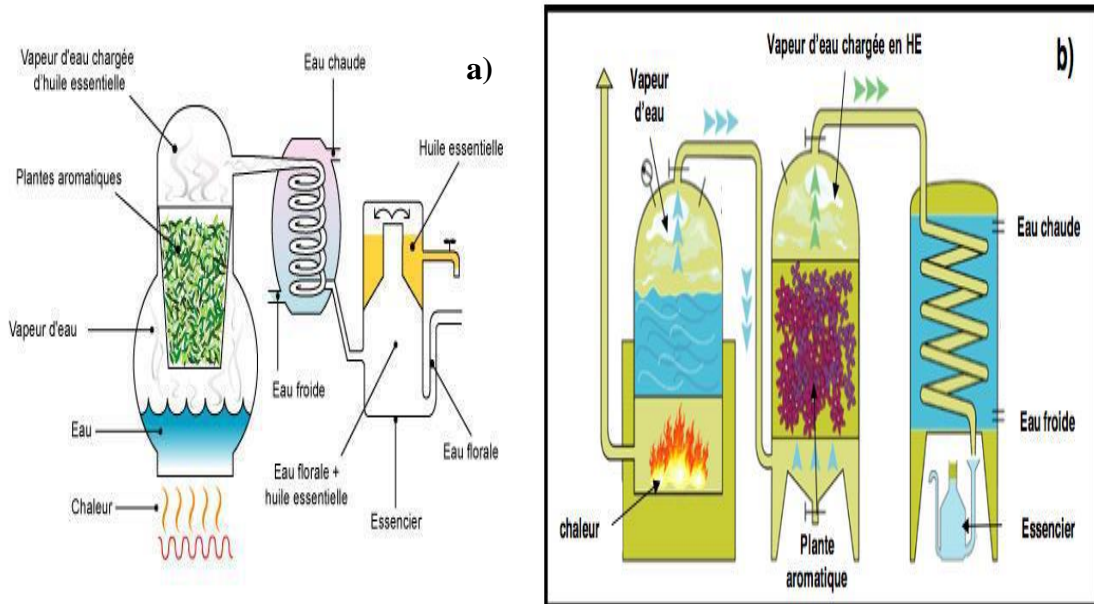


Figure II.13: Représentation schématique du principe de la distillation par entraînement à la vapeur d'eau où le matériel végétal est séparé de l'eau, a) à l'aide d'un panier dans la même enceinte, b) dans un réservoir différent. [21]

II.7.4. Autres procédés d'extraction

II.7.4.1. Hydrodiffusion

Le principe de ce nouveau procédé (**Figure II.14**) consiste à pulser de la vapeur d'eau à très faible pression à travers la masse végétale, du haut vers le bas à travers le végétal disposé sur une grille à l'intérieur d'un parallélépipède métallique, ce qui permet une meilleure répartition de la charge. L'HE s'écoule vers un collecteur permettant un équilibrage de pressions [22].

La composition des produits obtenus est qualitativement sensiblement différente de celle des produits obtenus par les méthodes classiques. Le procédé permet un gain de temps et d'énergie.

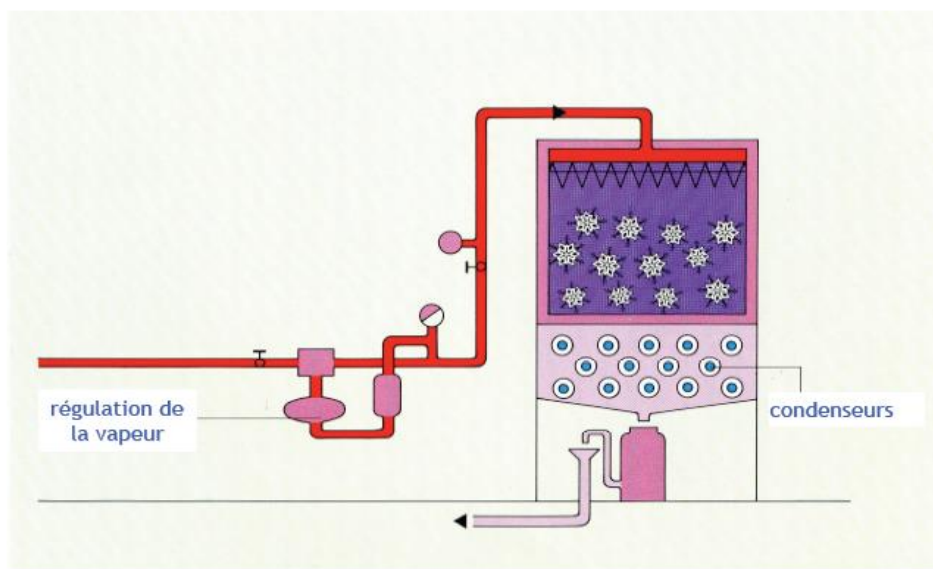


Figure II.14: hydrodiffusion. [23]

II.7.4.2. Extraction assistée par micro-ondes

Depuis quelques années, on assiste au développement de nouvelles technologies. C'est en particulier le cas de l'hydrodistillation par micro-ondes sous vide (**Figure II.15**). Dans ce procédé, la plante est chauffée sélectivement par un rayonnement micro-ondes dans une enceinte dont la pression est réduite de façon séquentielle : l'HE est entraînée dans le mélange isotropique formé avec la vapeur d'eau propre à la plante traitée (sans ajout d'eau pour les produits traités en frais). Très rapide et peu consommateur d'énergie, le procédé livre un produit qui, le plus souvent, est de qualité supérieure à celle du produit d'hydrodistillation traditionnelle (temps de travail divisé par 5 à 10 et température plus basse) [12].

De façon caractéristique, les micro-ondes génèrent un chauffage rapide et intense des substances polaires avec une réduction importante dans le temps de réaction, et dans la plupart des cas des rendements élevés [24].

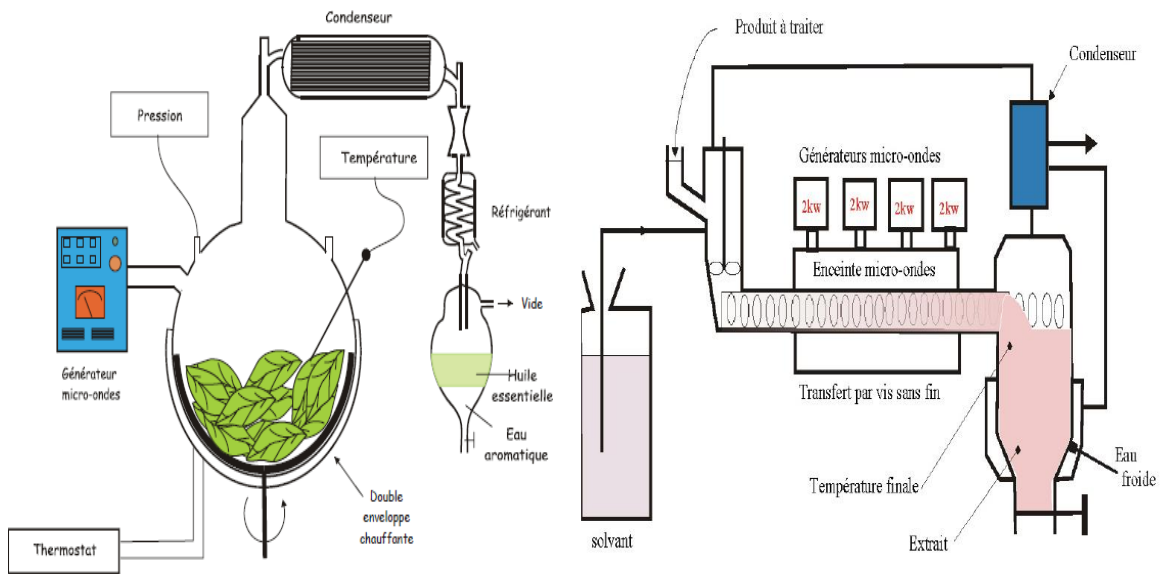


Figure II.15: schéma d'une hydrodistillation et d'une extraction par solvant assistée par micro-ondes. [15]

II.7.4.3. Distillation par extraction simultanée (SDE)

L'extraction par distillation simultanée ou SDE est une extraction liquide-liquide qui est menée dans un appareil de Likens et Nikerson modifié (**Figure II.16**). Son principe est le suivant : les composés volatils entraînés à la vapeur d'eau sont extraits par des vapeurs de solvant que l'on condense ensuite dans un réfrigérant puis on recycle en continu le solvant. Cet appareillage, initialement conçu pour l'étude de la bière, par la suite été étendu à un grand nombre d'arômes [25].



Figure II.16: Technique d'extraction Likens-Nickerson. [26]

II.8. Fonction de l'huile essentielle dans la plante

L'existence des HE dans les végétaux même si leur fonction n'est pas toujours précisément connue, répondrait aux besoins d'une protection spécifique des espèces en fonction de leur environnement [5,27].

- Les plantes étant immobiles, elles auraient développé les HE pour constituer une défense chimique contre les micro-organismes. Elles repoussent les parasites et protègent la plante de certaines maladies grâce à leurs propriétés antifongiques, antivirales, antibactériennes ou insectifuges.
- Elles se défendent également contre les autres plantes. Par exemple, *Erica cinerea*, la bruyère cendrée diffuse des substances télotoxiques afin d'éviter la pousse d'autres végétaux à proximité. (Une lande de bruyère ne comporte aucune autre végétation).
- Elles attirent au contraire les insectes pollinisateurs (fleurs parfumées, fécondées par certains insectes butineurs) et permettent ainsi à la plante d'assurer sa reproduction.
- Elles aideraient à guérir blessures et attaques diverses auxquelles sont soumises les plantes.
- Elles remplissent une action de protection contre les brûlures solaires.
- Elles pourraient permettre aux plantes de communiquer entre elles. Par exemple, une plante attaquée par un herbivore pourrait envoyer des signaux d'alerte (substances volatiles comme hexénal ou l'ocimène) aux autres plantes du secteur, pour lesquelles déclenchent des mécanismes de défense.
- Elles représentent une réserve d'énergie mobilisable (ex. : en cas de conditions climatiques défavorables).

II.9. Propriétés pharmacologiques des huiles essentielles

Depuis longtemps, les huiles essentielles sont utilisées en thérapeutique. Leurs applications dans ce domaine sont vastes. Elles requièrent de bonnes connaissances de ces substances et du fonctionnement du corps humain. L'usage des huiles essentielles en médecine ne fut jamais abandonné malgré la découverte de processus de synthèse organique et la naissance de l'industrie pharmaceutique, alimentaire et cosmétique. Celles-ci sont considérées comme un véritable réservoir de molécules de base qui sont irremplaçables. Elles ont une action anti-inflammatoire, antiseptique, antivirale, désodorisante, insecticide et antioxydante [28,29]. Néanmoins, une seule huile peut avoir plusieurs utilisations à la fois.

Ces produits naturels présentent un grand intérêt comme matière première destinée à différents secteurs d'activité. Le **Tableau II.1** regroupe les différentes compositions chimiques des huiles essentielles et leurs activités biologiques.

Tableau II.1: Principaux composés des huiles essentielles et leurs activités biologiques.

Nom de l'élément biochimique	Activités biologiques
Les acides	Anti-inflammatoires très puissants, agissent en calmant le système nerveux.
Les aldéhydes	Anti- inflammatoires, calmants du système nerveux, anti- infectieux et peuvent irriter les muqueuses et la peau.
Les cétones	Anti-inflammatoires, anti-infectieux, stimulent le système immunitaire à faibles doses, cicatrisantes, calmantes et peuvent être neurotoxiques à forte dose. Les huiles essentielles, riches en cétones, ne doivent pas être employées seules.
Les éthers	Effets antalgiques, rééquilibrant nerveux (antidépresseurs psychiques) et à inversion des effets si les doses sont trop élevées.
Les esters	Rééquilibrant nerveux.
Les monoterpènes	Stimulants du système immunitaire et ont des propriétés antiseptiques et antalgiques. Peuvent occasionner des brûlures importantes sur la peau, donc leur action doit être limitée dans le temps.
Les phénols	Anti-infectieux et à action contre les microbes, les champignons, les virus et les bactéries, irritants pour la peau et les muqueuses (peuvent entraîner des brûlures). Peuvent (en grande quantité) endommager le foie en détruisant les cellules hépatiques.
Les sesquiterpènes	Anti-inflammatoires, anti- allergiques et ayant un emploi important en cosmétologie car ont une bonne tolérance avec la peau et ont des propriétés thérapeutiques

II.10. Conservation des HE

Elles se présentent et se conservent dans des flacons de verre fumé, fermés par un bouchon bien hermétique, ce qui les préserve de la lumière et de l'air.

En effet, il importe d'éviter leur oxydation (à l'air) et leur polymérisation (à la lumière).

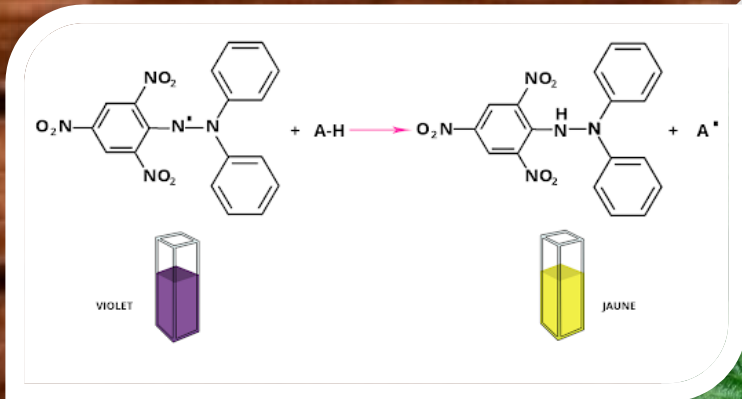
Elles se conservent à une chaleur ambiante, sauf les HE d'orange, de mandarine, de pamplemousse, de citron, de limette (toutes les HE qui sont obtenues par expression à froid).

Ces dernières se conservent à 3°C ou 4°C, autrement il apparaît un dépôt dans ces huiles.

Les HE se conservent entre 12 et 18 mois après leur fabrication. Avec le temps leurs propriétés diminuent et deviennent alors inactives [1].

II.11. Toxicité des huiles essentielles

La toxicité chronique des huiles essentielles est assez mal connue ; on manque aussi de données sur leurs éventuelles propriétés mutagènes, tératogènes ou cancérogènes. On connaît par contre beaucoup mieux le risque de toxicité aiguë lié à une ingestion massive, en particulier la neurotoxicité d'huiles essentielles à thuyone (thuya, absinthe, tanaïsie, sauge, officinale) ou à pinocomphone (hysope) : ces cétones induisent des crises épileptiformes et tétaniformes et des troubles psychiques et sensoriels nécessitant l'hospitalisation. De telles intoxications ne sont pas exceptionnelles car il ya d'autres monoterpènes qui sont également toxiques à des doses fortes : camphre, menthol, (risque de spasme de glotte chez le jeune enfant), cinéole, et E-anéthole [30,31].



*Chapitre III :
Étude des plantes concernées & activité
antioxydante*



Partie 1 : étude des quatre plantes concernées

III.1. THYM

- **Noms communs** : thym, thym commun, thym vulgaire, thym des jardins, farigoule, frigoule, barigoule et thym cultivé.
- **Nom scientifique** : *Thymus vulgaris*.
- **Nom anglais** : thyme.
- **Nom arabe** : زعتر (Zaatar)
- **Famille** : lamiacées.



Figure III.1: La plante de thym.

III.1.1. Historique de l'utilisation du thym

Présente sur l'ensemble du bassin méditerranéen, la plante est utilisée depuis la très haute Antiquité, déjà à Sumer il y a 5 000 ans ou en Egypte afin d'embaumer les morts. Il est employé en Grèce ancienne afin de purifier l'air. De par ses origines mythologiques, il y symbolise aussi le courage. C'est surtout à partir du Moyen Age que ses vertus médicinales commencent à être reconnues, notamment pour lutter contre les épidémies, principalement de lèpre ou de peste. A partir du XVI^e siècle, il est signalé dans les traités de médecine pour traiter une large variété d'affections. Il faudra attendre le XIX^e siècle toutefois pour que ses composants actifs soient répertoriés, le thym servant au siècle précédent surtout à des fins aromatiques [1].

III.1.2. Représentation de la famille des lamiacées

La famille des Lamiacées, anciennement appelée Labiées en raison de la corolle en deux lèvres de ses petites fleurs [2], est l'une des familles les plus larges dans le règne végétal. Elle comprend approximativement 240 genres et 7200 espèces [3]. Elle se compose surtout de plantes herbacées, des arbustes, et de quelques arbres et lianes qui y sont associés. La famille des lamiacées a une distribution cosmopolite [4], c'est l'une des familles les plus utilisées comme source mondiale d'épices et d'extraits à fort pouvoir antimicrobien, antifongique, anti-inflammatoire et antioxydant [5,6].

Les plantes de cette famille sont rarement ligneuses, souvent velues, à tige généralement quadrangulaire. Les feuilles sont opposées et décussées (disposées en paire se croisant d'un nœud à l'autre), dépourvues de stipules, à limbe généralement denté. Les fleurs généralement hermaphrodites, à symétrie bilatérale ou parfois presque radiaire. Les sépales

(calice) et les pétales (corolle) sont soudés en tubes comportant habituellement quatre ou cinq lobes, ou lèvres, de forme irrégulière [7].

Les lamiacées possèdent souvent des poils glanduleux et des glandes sous-épidermiques à huiles essentielles les rendant très odorantes. On note le caractère aromatique des plantes de cette famille, la plupart étant riches en huile essentielles [8].

III.1.3. Description botanique du *thymus vulgaris*

La plante du thym (**Figure III.2**) se présente sous la forme d'un sous-arbrisseau de type vivace et particulièrement touffu, à tiges quadrangulaires et ligneuses et à feuilles sessiles. Ces dernières sont assez petites, de forme lancéolée et de couleur gris-vert. Sa taille peut atteindre une trentaine de centimètres et sa fleur affiche une teinte rosâtre, de 4 à 6 millimètres, elle se regroupe en épis foliacés et elle est visible de juin à octobre. La plante préfère les terrains plutôt rocaillieux, secs et très ensoleillés et peut pousser jusqu'à des altitudes supérieures à 1500 mètres. Il est aujourd'hui cultivé dans le monde entier, par semis ou bouturage au printemps, sur les sols calcaires. On cueille les parties aériennes à la fin de l'été [1,9].

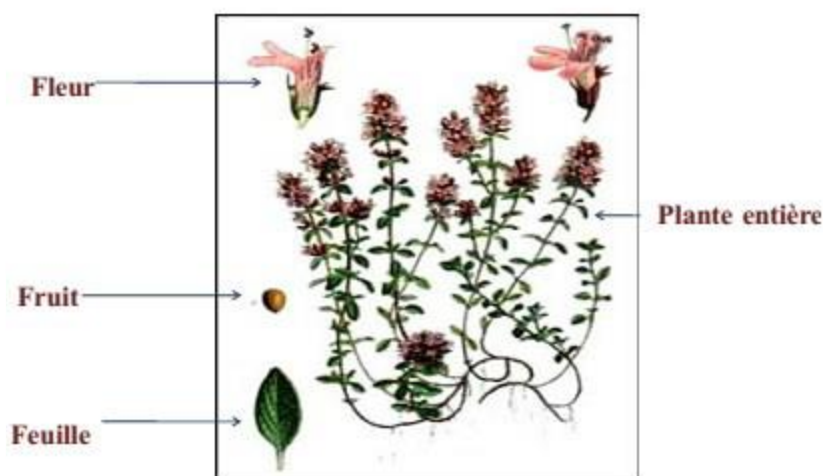


Figure III.2: Aspects morphologiques du *thymus vulgaris*. [10]

III.1.4. Classification systématique

Tableau III.1: Classification systématique du thymus vulgaris. [11]

Règne	<i>Plantae</i>
Sous règne	<i>Tracheobionta</i>
Embranchement	<i>Magnoliophyta</i>
Sous embranchement	<i>Magnoliophytina</i>
Classe	<i>Magnoliopsida</i>
Sous classe	<i>Asteridae</i>
Ordre	<i>Lamiales</i>
Famille	<i>Lamiacées</i>
Genre	<i>Thymus</i>
Espèce	<i>Thymus vulgaris L</i>

III.1.5. Composition chimique de *thymus vulgaris*

Thymus vulgaris renferme une huile volatile de couleur pâle, jaune ou rouge, avec une odeur riche, douce, herbacée et aromatique et un goût persistant, corsé et épicé [12].

L'huile est composée d'une quantité très variable en phénols (20 – 80%) [13] ; thymol et carvacrol en sont les majeurs constituants [14]. Elle contient également des alcools tels que linalool et α -terpinéol, des monoterpènes hydrocarbonés tels que *p*-cymène et γ -terpinène. D'autres monoterpènes sont également présents mais en faible quantité comme bornéol, camphre, limonène, myrcène, β -pinène, transsabinène hydrate et terpinène-4-ol [15]. Les sesquiterpènes hydrocarbonés ne sont pas très importants dans l'huile, seul β -caryophyllène est quantitativement significatif. Certains constituants comme le thymol, le carvacrol et le *p*-cymène apparaissent en partie sous forme de glucosides ou de galactosides [16].

L'espèce comprend également des tanins, saponines, flavonoïdes (lutéoline, apigénine et leurs glycosides, quercitine, naringénine, eriodictyol, cirsilinéol, salvigénine, cirsimaritrine, thymonine, thymusine, taxifoline, genkwanine, sakuranétine et vicénine-2), des acides phénoliques (acide caféique, rosmarinique, labiatique et chlorogénique), des acides terpéniques (acide ursolique et oléanolique) mais aussi, de l'hydroxyjasmone glucoside, des acétophénone glycosides et des polysaccharides [17].

III.1.6. Composition nutritionnelle

Tableau III.2: Composition nutritionnelle de *thymus vulgaris*. [18]

Composants	Quantité
Eau	65.1g
Protéines	5.56g
Lipides	1.68g
Acides gras saturés	0.47g
Glucides	10.5g
Fibres	14g

Minéraux et oligo-éléments	Quantité
Calcium	405 mg
Cuivre	0.56 mg
Fer	17.5 mg
Magnésium	160 mg
Manganèse	1.72 mg
Phosphore	106 mg
Potassium	609 mg
Sodium	9 mg
Zinc	1.81 mg

Vitamines	Quantité
Provitamine A Bêta-carotène	2850 µg
Equivalent vitamine A	475 µg
Vitamine B1	0.048mg
Vitamine B2	0.47mg
Vitamine B3	1.82mg
Vitamine B5	0.41mg
Vitamine B6	0.35mg
Vitamine B9	45µg
Vitamine C	160mg
Vitamine E	1.7mg

Polyphénols	Quantité
Flavonoïdes	60.3mg
Acides phénoliques	103.5mg
Polyphénols totaux	163.8mg

III.1.7. Espèces voisines

Il existe beaucoup d'espèces *Thymus*, chacune contenant une huile essentielle différente. Voici les plus connus :

- *Thymus alpestris*, thym alpestre.
- *Thymus capitatus*.
- *Thymus x citriodorus* (hybride), thym citron.
- *Thymus dolomiticus*, thym des dolomies.
- *Thymus embergeri*, thym d'Emberger.

- *Thymus herba-barona*, thym de Corse.
- *Thymus holosericeus* Celak.
- *Thymus nitens*, thym luisant.
- *Thymus oenipontanus*, thym d'Innsbruck.
- *Thymus officinalis*, thym officinal.
- *Thymus polytrichus*, thym à pilosité variable.
- *Thymus praecox*, thym couché.
- *Thymus pseudolanuginosus*, thym laineux.
- *Thymus pulegioides*, thym à larges feuilles.
- *Thymus serpyllum*, thym sauvage, serpolet [19].

III.1.8. Effets et usages médicaux

- **HE** : Elle est très antiseptique (le thymol, un de ses constituants, est un puissant antifongique). Elle a également une action expectorante et vermifuge.
- **Contractions musculaires** : Le thymol, le carvacrol et les flavonoïdes sont des décontractants musculaires.
- **Lutte contre le vieillissement** : Des recherches menées dans les années 1990 en Ecosse ont établi les vertus potentielles du thym et de l'huile essentielle, en prévention du vieillissement. Des études récentes indiquent que le thym est un puissant antioxydant et assure des doses élevées d'acides gras essentiels dans le cerveau.
- **Ulcère de l'estomac** : Les extraits de thym ont un puissant rôle antibactérien contre *H. pylori*, une bactérie souvent liée aux ulcères de l'estomac (**Figure III.3**).

Il existe d'autres usages traditionnels et courants de thym, on cite :

- **Infections** : Le thym est excellent contre la bronchite, la coqueluche, la pleurésie. L'infusion soigne les infections bénignes de la gorge et des bronches.
- **Asthme et rhume des foins** : Le thym est prescrit aux enfants asthmatiques. Il est efficace en cas de rhume des foins.
- Le thym est prescrit aux enfants comme vermifuge.
- **Usages externes** : Appliqué sur la peau, il soulage les piqûres d'insectes. On l'utilise en cas de douleurs sciatique ou rhumatismales. Il soigne aussi l'herpès, le pied d'athlète, les aphtes, les mycoses, la gale et les poux [9].

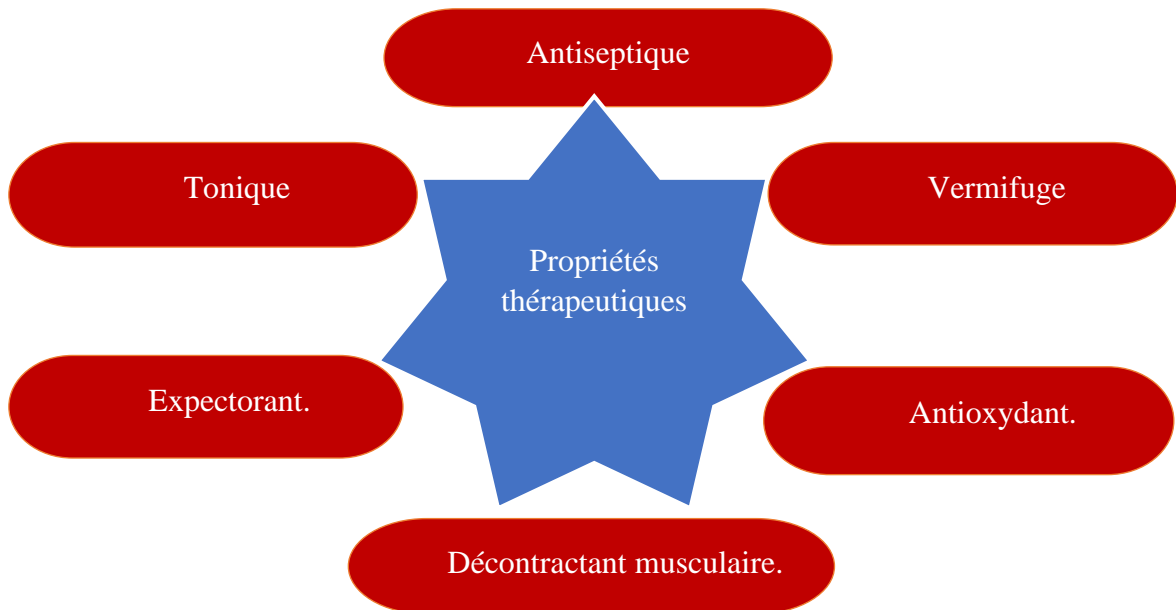


Figure III.3: Propriétés thérapeutiques du thym. [9]

III.2. CUMIN

- **Nom commun** : Cumin, cumin des prés, cumin officinal.
- **Nom scientifique** : *Cuminum cyminum*.
- **Noms anglais** : cummin, green cumin.
- **Noms arabes** : الكمون (kammoun).
- **Famille** : *Apiacées*



Figure III.4: Plante de cumin.

III.2.1. Historique de l'utilisation de cumin

Épice et plante médicinale très populaire dans l'Égypte ancienne, le cumin était prescrit contre les affections digestives et respiratoires ainsi que pour soigner les caries dentaires. Le cumin est mentionné dans l'Ancien Testament et largement employé au Moyen Âge. Depuis, son usage médicinal a décliné. En cuisine, le cumin, est surtout utilisé dans de nombreuses recettes chinoises, indiennes et moyen-orientales [9].

III.2.2. Représentation de la famille des *Apiacées*

Autrefois appelées *Ombellifères* (reconnaisables par leur inflorescence en ombelle), les *Apiacées* renferment environ 3000 - 3750 espèces et 300 - 455 genres. C'est une famille très homogène facile à reconnaître grâce à son inflorescence en ombelles composées.

Paradoxalement, les espèces de cette famille sont assez difficiles à différencier les unes des autres. Cette vaste famille a été classé par Antoine Laurent de Jussieu en 1789 sous le nom d'*Umbelliferae*, puis nommée *Apiacées* par John Lindley en 1836.

C'est une grande famille de plantes à fleurs herbacées, comprenant de nombreux aromates et plantes comestibles. Cette famille de dicotylédones compte environ trois mille espèces et est présente sur la quasi- totalité du globe, bien qu'elle soit plus fréquente dans les zones tempérées. Elle est bien connue pour ses inflorescences caractéristiques : les ombelles. Les pédicelles individuels s'élèvent à partir du même point sur le pédoncule et sont d'une longueur telle que toutes les fleurs se trouvent au même niveau, au-dessus de leur point d'attache commun ; l'ombelle présente donc un sommet aplati ; les fleurs constituées de cinq parties de base sont relativement uniformes dans cette famille. Les fruits en revanche, qui se développent à partir d'un ovaire bipartite infère et fusionné avec les autres parties de la fleur, présentent de grandes variations. Les plantes qui composent cette famille, ont de nombreux usages. La carotte et le panais sont cultivés pour leurs racines comestibles. Le persil, l'aneth, le fenouil, le cumin, l'anis et les coriandres sont des herbes aromatiques ; certaines espèces, telle que la ciguë, sont toxiques alors que d'autres sont utilisées en médecine, et quelques-unes en horticulture [20,21,22].

III.2.3. Description botanique de *Cuminum cyminum*

Le cumin (**Figure III.5**) est une plante mince, glabre, herbacée et annuelle appartenant à la famille des ombellifères. Elle peut atteindre une hauteur 20 jusqu'à 60cm. Cette plante possède des racines effilées, des feuilles vertes, très fines, palmatiséquées à lanières longuement filiforme et des petites fleurs, 3 à 5 ombellules ayant une couleur blanche ou rose.

Le fruit du cumin séché (appelé aussi graine) à une couleur vert pâle qui tend vers le brun, possédant une forme elliptique, d'une longueur comprise entre 5 et 6 mm, hérissés de longues soies dressées ; elle est rayée, portant 9 arêtes et 9 canaux sécréteurs [8,23].



Figure III.5: Aspects morphologiques du *Cuminum cyminum*. [24]

III.2.4. Classification systématique

Tableau III.3: Classification systématique du Cuminum cyminum. [8]

Règne	<i>Plantae</i>
Sous-règne	<i>Tracheobionta</i>
Embranchement	<i>Magnoliophyta</i>
Classe	<i>Magnoliopsida</i>
Sous-classe	<i>Rosidae</i>
Ordre	<i>Apiales</i>
Famille	<i>Apiaceae</i>
Genre	<i>Cuminum</i>
Espèce	<i>Cuminum cyminum</i>

III.2.5. Habitat et culture

Originaire d'Égypte, le cumin est largement cultivé dans le sud de l'Europe et en Asie. On cueille ses graines à la fin de l'été, lorsqu'elles sont mûres [9].

III.2.6. Espèces voisines

- Cumin balard : nom vulgaire de la goécie cuminoïde.
- Cumin cornu : nom vulgaire de l'hypécoon couché.
- Cumin des prés : nom vulgaire du carvi.
- Cumin indien : nom vulgaire du calyptanthe cumin.
- Cumin noir : nom vulgaire de la nigelle cultivée [25].

III.2.7. Composition chimique *Cuminum cyminum*

Les graines de la plante de cumin (**Figure III.6**) contiennent de 2 à 5% d'huile essentielle et des flavonoïdes.

Les recherches faites au cours de ce siècle montrent que l'HE du cumin peut contenir des monoterpènes jusqu'à 53%, les sesquiterpènes (3%) et les composés oxygénés jusqu'à 43% du contenu de l'huile [23].



Figure III.6: Graines de cumin.

III.2.8. Composition nutritionnelle

Tableau III.4: Composition nutritionnelle de graines de Cuminum cyminum. [26]

Composants	Quantité
Eau	8 g
Protéines	17.8 g
Lipides	22.3 g
Acides gras saturés	1.1 g
Glucides	33.7 g

Minéraux et oligo-éléments	Quantité
Calcium	931 mg
Cuivre	0.9 mg
Fer	66.4 mg
Magnésium	366 mg
Manganèse	3.3mg
Phosphore	499mg
Potassium	1790mg
Sodium	168 mg
Zinc	4.8 mg

Vitamines	Quantité
Provitamine A Bêta-carotène	762µg
Vitamine B1	0.6 mg
Vitamine B2	0.3 mg
Vitamine B3	4.6 mg
Vitamine B6	0.4 mg
Vitamine B9	5µg
Vitamine C	7.9 mg
Vitamine E	2.7 mg
Vitamine K1	5.4 µg

III.2.9. Effets et usages médicaux

Le cumin, (comme ses proches parents le carvi et l'anis vert), traite flatulences et ballonnements tout en éliminant les spasmes de l'intestin, et stimule la digestion. Les phytothérapeutes indiens prescrivent le cumin contre les insomnies, les coups de froid et pour abaisser la fièvre. Mélangé à du jus d'oignon, il forme une pâte que l'on applique sur les piqûres de scorpion. Ses graines stimulent également la lactation (**Figure III.7**). [9]

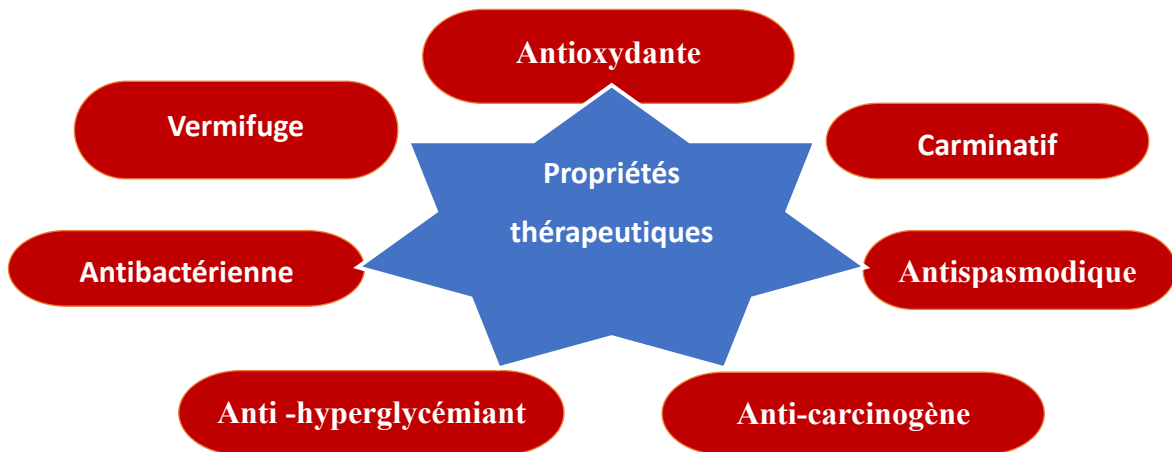


Figure III.7: Propriétés thérapeutiques du cumin. [9]

III.3. PERSIL

- **Noms communs** : persil, persil cultivé, persil odorant, persin.
- **Noms scientifiques** : *Petroselinum sativum*, *Petroselinum crispum*.
- **Nom anglais** : *parsley*.
- **Nom arabe** : البقدونس (*albaqdunas*).
- **Famille** : *Apiacées*.



Figure III.8: Persil.

III.3.1. Historique de l'utilisation du persil

Le persil était déjà connu dans la Grèce et la Rome antiques, mais davantage pour ses vertus médicinales que comme aromate. A Rome, le persil était employé lors des cérémonies funéraires. Il possède la particularité de masquer les odeurs fortes, notamment celle de l'ail c'est l'une des raisons pour lesquelles il est fréquemment utilisé dans les préparations culinaires (salades ou plats) [9].

III.3.2. Description botanique du *Petroselinum crispum*

Le persil (Figure III.9) est une plante annuelle à tige dressée, à feuilles composées vert clair, lisses ou frisées, à petites fleurs blanches en ombelles et à graines striées (30 cm de haut), appartenant à la famille des apiacées. Les feuilles vertes sont divisées en segments amples ou enroulés, selon la variété (persil arabe, persil chinois, coriandre). Ses fruits sont petits et globuleux. La culture du persil demande une exposition à la fois ensoleillée et semi-

ombragée. Il se cultive sur des sols riches et légers. Plante herbacée aromatique des climats tempérés.

Aujourd'hui, il pousse largement à l'état sauvage, mais on le cultive dans le monde entier comme plante aromatique et pour ses propriétés nutritives. Le persil se cultive facilement dans les jardins potagers, dans les jardinières et même en appartement. On récolte les feuilles au printemps et à l'automne et les graines dès qu'elles arrivent à maturité [9,27].



Figure III.9: Aspects morphologiques du persil. [28]

III.3.3. Classification systématique

Tableau III.5: classification systématique du persil. [8]

Règne	<i>Plantae</i>
Sous-règne	<i>Tracheobionta</i>
Division	<i>Magnoliophyta</i>
Classe	<i>Magnoliopsida</i>
Sous-classe	<i>Rosidae</i>
Ordre	<i>Apiales</i>
Famille	<i>Apiécée</i>
Genre	<i>Petroselinum</i>
Espèce	<i>Petroselinum crispum</i>

III.3.4. Habitat et culture

Le persil est originaire d'Europe et de l'ouest du bassin méditerranéen. Aujourd'hui, il pousse largement à l'état sauvage, mais on le cultive dans le monde entier comme plante aromatique et pour ses propriétés nutritives. On récolte les feuilles au printemps et à l'automne et les graines dès qu'elles arrivent à maturité [9].

III.3.5. Composition chimique du *Petroselinum crispum*.

- Huile essentielle (myristicine, apiol et de nombreux autres terpènes notamment le "p-mentha-1,3,8-triene").
- Flavonoïdes (L'apigénine, lutéine et bêta-carotène),
- Phtalides, furanocoumarines (bergaptène) [9,27].

III.3.6. Composition nutritionnelle

Tableau III.6: composition nutritionnelle de *Petroselinum crispum*. [29]

Composants	Quantité
Eau	85.5 g
Protéines	3.63 g
Lipides	0.63 g
Acides gras saturés	0.1 g
Glucides	3.48 g
Fibres	4.3 g

Minéraux et oligo-éléments	Quantité
Calcium	218 mg
Cuivre	0.12 mg
Fer	4.67 mg
Magnésium	39.5 mg
Manganèse	1.7 mg
Phosphore	65 mg
Potassium	598 mg
Sélénium	0.1 µg
Sodium	54.3 mg
Zinc	0.77 mg

Vitamines	Quantité
Provitamine A Bêta-carotène	5050 µg
Equivalent vitamine A	841.67 µg
Vitamine B1	0.1 mg
Vitamine B2	0.2 mg
Vitamine B3	1.51 mg
Vitamine B5	0.35 mg
Vitamine B6	0.15 mg
Vitamine B9	134 µg
Vitamine C	177 mg
Vitamine E	1.73 mg

Polyphénols	Quantité
Autres polyphénols	13.95 mg
Polyphénols totaux	13.95 mg

III.3.7. Espèces voisines

- *Petroselinum crispum* var. *crispum*, le persil frisé.
- *Petroselinum crispum* var. *neapolitanum*, le persil plat ou persil de Naples.
- *Petroselinum crispum* var. *tuberosum*, le persil tubéreux [8].

III.3.8. Effets et usages médicaux

Les feuilles fraîches sont très nutritives et constituent un apport naturel en vitamines et en minéraux. Les flavonoïdes sont anti-inflammatoires et antioxydants, La mynesticine et l'apiol sont diurétiques. Les graines ont une action diurétique plus efficace que les feuilles, et peuvent remplacer les graines d'ache (*Apium graveolens*) dans le traitement de la goutte, des rhumatismes et de l'arthrite. En effet, ces deux plantes facilitent l'évacuation des toxines présentes dans les articulations enflammées puis leur élimination par les reins.

On utilise plus volontiers la racine du persil que ses graines ou ses feuilles. On le présente contre les flatulences, la cystite et les rhumatismes. Le persil soulage les douleurs menstruelles. L'huile essentielle soulage les coliques, diminue les flatulences et stimule l'utérus.

Le persil est inoffensif s'il est consommé et utilisé à doses normales, mais ses graines, à fortes doses, sont toxiques. Déconseillé en cas de grossesse, de maladie rénale ou de cirrhose du foie [9].

Des études ont démontré que le persil possédait aussi une action anticellulite, en favorisant la diminution des réserves de graisse accumulées dans l'organisme. D'autre part, selon les résultats de recherches récentes, le persil limiterait le risque de cancer, en aidant quotidiennement le corps à se débarrasser de ses toxines [27].

III.4. ORTIE

- **Noms communs :** Ortie dioïque, Grande ortie, Ortie piquante, Ortie élevée.
- **Nom scientifique :** *Urtica dioïca* L.Syn.
- **Noms anglais:** Nettle, Common nettle, Stinging nettle, Tall nettle, Slender nettle, Greater nettle.
- **Noms arabes :** الحريق, القراص (Hourrig, al quarâs).
- **Famille :** *Urticacées*.



Figure III.10: L'ortie.

III.4.1. Historique de l'utilisation de l'Ortie

Les propriétés médicinales de l'Ortie sont nombreuses et connues, et sont vantées depuis l'Antiquité. La plupart des indications de cette médecine empirique sont aujourd'hui vérifiées et trouvent des explications scientifiques.

Dioscoride (1er siècle), qui en distinguait deux espèces, considérait les graines comme expectorantes, et les feuilles comme diurétiques, laxatives, emménagogues. Une décoction d'ortie donnait, selon lui, d'excellents résultats. Il conseillait aussi les cataplasmes de feuilles écrasées contre les « morsures rabiques », les plaies gangréneuses, les ulcères, les suppurations, l'aménorrhée. Il utilisait déjà son suc contre les saignements de nez. **Pline** (1er siècle) recommandait l'Ortie pour ses propriétés hémostatiques.

Au 12ème siècle, **Sainte Hildegarde** recommandait l'utilisation de graines d'Ortie pour traiter les douleurs d'estomac. Au Moyen-Âge, l'Ortie était considérée comme une panacée : elle était préconisée contre l'angine, les crachements de sang, les maladies de la rate, les maux de tête ; les graines étaient employées contre les maladies des reins et de poitrine ; le suc frais contre les douleurs articulaires et les plaies enflammées ; la racine contre les tumeurs ganglionnaires et les saignements de nez. L'urtication avec les feuilles d'Ortie était prescrite pour soigner les rhumatismes chroniques, la léthargie, le coma, la paralysie, et aussi dans le traitement de la typhoïde et du choléra.

Au 18ème siècle, **E. Blackwell** dans *Curious Herbal*, notait la valeur de l'Ortie en cuisine, comme astringent, et son utilisation contre toute sorte de « saignements internes ». Le jus d'Ortie était recommandé en application locale pour soigner les épistaxis et favoriser la cicatrisation d'autres plaies ; la racine comme diurétique et traitement de la jaunisse, et les graines pour la toux et les difficultés respiratoires.

Au début du 20ème siècle, **H. Cremer** démontre sa valeur antianémique et reconstituante en mettant en évidence « l'enrichissement en globules sanguins » qu'elle procure. Les travaux de **Wasiscky**, confirment son pouvoir de soigner les cas de diabète. **H. Leclerc** constate les résultats du suc frais pour lutter contre les saignements de nez et autres hémorragies, tandis que **W. Ripperger** cite ses bienfaits pour les affections cutanées [30,31,32].

III.4.2. Représentation de la famille des *Urticacées*

La plante « ortie dioïque » a donné son nom à toute une famille : *les Urticacées*. Le terme *urtica*, signifiant « celle qui brûle », vient du latin *urere*, « brûler », par extension, le terme « Urticaire » désigne toute démangeaison similaire à celle provoquée par les piqûres d'orties.

La famille des Urticacées comprend une 50 de genres et près de 700 espèces réparties à travers le monde. On distingue les Urticacées avec poils urticants (genre *Urtica*) ou sans (genres *Parietaria* et *Boehmeria*). Ce sont les espèces *U dioica* et *U urens* qui sont connues pour posséder des propriétés médicinales. Les Urticacées sont des plantes herbacées élancées à feuilles stipulées opposées par deux et à petites fleurs unisexuées. Les fleurs mâles possèdent quatre sépales et quatre étamines, les fleurs femelles son formées de quatre sépales et d'un carpelle, et donnent naissance à un fruit sec : un akène [30 ,31,33,34].

III.4.3. Description botanique de *Urtica dioïca*

L'ortie (**Figure III.11**) est une plante herbacée, vivace par rhizomes, appartenant à la famille des urticacées caractérisé par la présence de poils unicellulaires. Le port de l'ortie a une hauteur qui varie de 30 à 150 cm. La tige est robuste, dressée, velue, non ramifiée et à section carrée. Elle est d'une couleur verte lorsque la plante est jeune, et rouge violet lorsqu'elle est plus âgée. Les feuilles sont opposées, ovales, allongées, dentées et terminées en pointe. Les feuilles et les tiges sont couvertes de poils urticants comparables à une ampoule munie d'une pointe recourbée, siliceuse qui déverse au contact de la peau un liquide urticant, Les fleurs sont très petites, apparaissant de juin à septembre, et sont disposées à l'aisselle des feuilles, en grappes ramifiées. Le fruit est un akène ovale rempli de minuscules graines ayant une couleur brunâtre et noirâtre. Le système racinaire est composé d'une racine pivotante qui se ramifie en radicules fines permettant à la touffe d'ortie de s'étendre [35,36].



Figure III.11: Aspects morphologiques de l'ortie. [37]

III.4.4. Classification systématique

Tableau III.7: Classification systématique de l'ortie. [8]

Règne	<i>Plantae</i>
Sous-règne	<i>Tracheobionta</i>
Embranchement	<i>Magnoliophyta</i>
Sous-embranchement	<i>Magnoliophytina</i>
Classe	<i>Rosidae.</i>
Sous-classe	<i>Rosidae dialycarpellées</i>
Ordre	<i>Rosales</i>
Famille	<i>Urticaceae</i>
Genre	<i>Urtica L</i>
Espèce	<i>Urtica dioica L</i>

III.4.5. Habitat et culture

Originnaire d'Eurasie, l'ortie s'est répandue dans toutes les régions tempérées du monde. On la rencontre plus en Europe du Nord qu'en Europe du Sud, en Afrique du nord, en Asie et en Amérique du Nord et du Sud où elle est largement distribuée [9].

III.4.6. Espèces voisines

Les principales espèces du genre *Urtica* sont :

- *Urtica dioica L.*
- *Urtica urens L.* (Ortie brûlante ou petite ortie)
- *Urtica pilulifera L.* (Ortie romaine ou ortie à pilules)
- *Urtica cannabina L.*
- *Urtica atrovirens.*
- *Urtica membranacea Poiret* [38].

III.4.7. Composition chimique de *Urtica dioica*

Les feuilles de l'ortie sont riches en flavonoïdes, ainsi qu'en composés phénoliques, en acides organiques, en vitamines et en sels minéraux. La racine contient les lectines, les polysaccharides, les stérols et les lignanes. L'action urticante de l'Ortie est due au liquide contenu dans ses poils. Ce liquide renferme au moins trois composés qui pourraient être à l'origine de ses réactions allergiques : l'acétylcholine, l'histamine et la sérotonine (5-hydroxy-tryptamine). L'ortie constitue également une importante source de protéines et de chlorophylle (Tableau III.8). [36,39]

Tableau III.8: Composition chimique de l'ortie dioïque.

Parties utilisées	Composition chimique
Parties aériennes	Flavonoïdes : Quercétine-3-O-rutinoside (rutine), kaempférol-3-O-rutinoside et isorhamnetin-3-O-glucoside.
	Acides organiques : acide caféique et ses esters, acide férulique, chlorogénique, citrique, fumarique, phosphorique,
	Huile essentielle: Carvacrol, carvone, naphthalene, (E)-anethol, hexahydrofarnesyl acetone, (E)-geranyl acetone, (E)- β -ionone and phytol.
	Éléments minéraux et oligo-éléments : Calcium, Potassium, Magnésium, Phosphore, Fer, Soufre, Zinc, Manganese, Cuivre, Sélénium et Nickel.
	Vitamines : vitamine A (rétinol), vitamine B2 (riboflavine), vitamine B5 (acide pantothénique), vitamine B9 (acide folique), vitamine C (acide ascorbique), vitamine K (phylloquinone).
	Autres : Tanins, Chlorophylle et Caroténoïdes
Racine	Polysaccharides acides : glycanes, arabinogalactane et rhamnogalacturonans
	Flavonoïdes : Myricétine, Quercétine, kaempférol, Quercétine-3-O-rutinoside (rutine), kaempférol-3-O-rutinoside et isorhamnetine.
	Éléments minéraux et oligo-éléments : Calcium, Magnésium, Zinc, Manganese, Cuivre.
	Lectines : L'UDA (Urtica dioica agglutinin), composée d'une simple chaîne polypeptide de 89 acides aminés avec une grande proportion de glycine, cystéine et tryptophane.
	Phytostérols : 3- β -sitostérol, sitostérol-3-O- β -D-glucoside (6'-O-palmitoyl) - sitosterol-3-O- β -D-glucoside, 7 β - hydroxysitosterol, 7 α -hydroxysitosterol, 7 β -hydroxysitosterol- β -D-glucoside, 7 α -hydroxysitosterol - β -glucoside, 24R-ethyl- 5 α -cholestane-3 β ,6 α -diol, stigmasterol, campesterol, stigmast-4-en-3-on, hecogenin.
	Lignanes : (+) -neoolivil, (-) -secoisolariciresinol, dehydrodiconiferyl alcool, isolariciresinol, pinoresinol et 3,4-divanillyltetrahydrofurane
	Coumarines : scopoletine
Fruits	Huile fixe : Acides gras saturés et insaturés.
Graines	Caroténoïdes : β Carotene, Lutéine et Violaxantine
	Polysaccharides.

III.4.8. Effets et usages médicaux

- **Dépuratif** : L'ortie est surtout utilisée comme dépuratif. Elle a aussi une action diurétique Elle est recommandée contre l'eczéma et l'arthrite lorsque ceux-ci sont liés à un dysfonctionnement des reins et à la rétention d'eau.
- **Astringent** : L'ortie arrête les saignements de nez ou des plaies et réduit efficacement le flux menstruel abondant.
- **Allergies** : L'ortie soulage le rhume des foins, l'asthme, les piqûres d'insecte et les démangeaisons.
- **Racine** : Les tests effectués aux Etats-Unis, en Allemagne et au Japon ont montré l'efficacité de l'ortie dans le traitement de l'hypertrophie de la prostate.
- **Remède contre l'arthrite** : En Allemagne, une étude récente a montré l'action anti-inflammatoire de la feuille. Des patients arthritiques prenant 50 g par jour de la plante ont vu leurs symptômes s'améliorer sensiblement.
- **Autres usages** : Les feuilles combattent l'anémie et stimulent la montée de lait. La racine est présente pour traiter l'hypertrophie de la prostate (**Figure III.12**). [9]

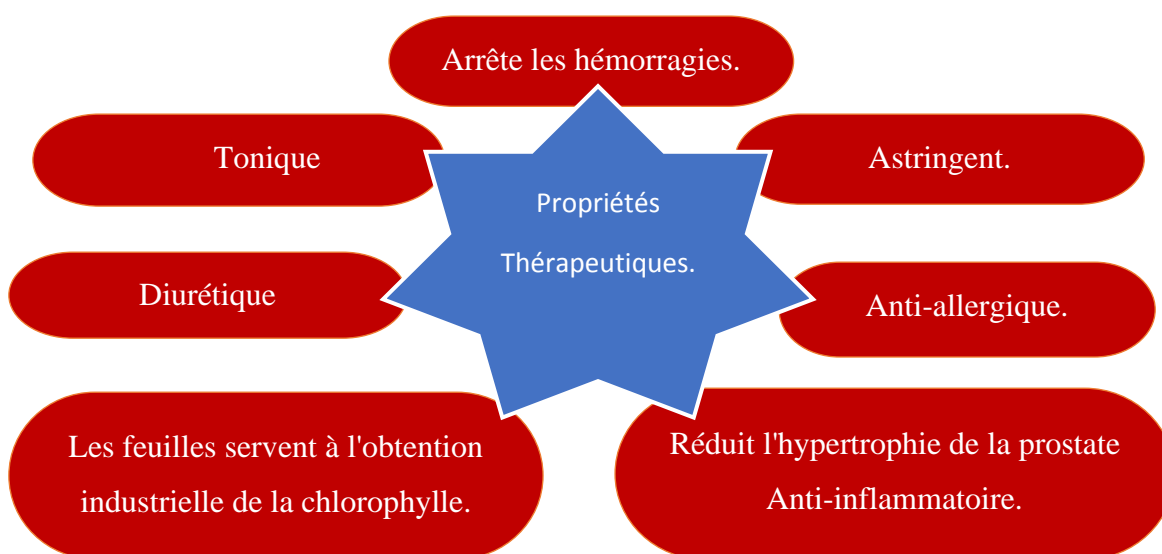


Figure III.12: Propriétés thérapeutiques de l'ortie. [9]

Partie 2 : activité antioxydante et antioxydants

III.5. Généralités sur les antioxydants

L'oxygène est la source de vie pour les organismes aérobies. Mais l'oxygène peut être également une source d'agression pour ces organismes. En effet des dérivés hautement réactifs de l'oxygène peuvent apparaître au cours des réactions enzymatiques ou sous l'effet des rayons U.V, des radiations ionisantes et de métaux de transition (**Figure III.14**). Les conséquences au niveau de l'organisme se font ressentir sur l'ADN, les lipides et les protéines [40].

III.5.1. Les radicaux libres

Un radical libre est une espèce chimique, atome ou molécule, contenant un électron non apparié. Extrêmement instable, ce composé peut réagir avec les molécules les plus stables pour appairer son électron. Il peut soit arracher un électron (se comportant comme un oxydant), soit en céder un (agissant alors comme un réducteur). Cette première réaction conduit généralement à la formation en chaîne de nouveaux radicaux ; ceci explique que la production d'un premier radical libre puisse causer d'importantes lésions dans une cellule.

L' O_2 est une molécule biradicalaire formée de deux atomes présentant sur leur orbitale externe deux électrons non appariés. Il est donc susceptible de capter facilement 1 puis 2 électrons pour être partiellement réduit en $O_2^{\cdot -}$ puis en H_2O_2 . Il est ainsi à l'origine de la formation d'espèces réactives oxygénées (ROS) (**Figure III.13**). L'appellation ROS inclut les radicaux libres de l'oxygène : anion superoxyde ($O_2^{\cdot -}$), radical hydroxyle (OH^{\cdot}) mais aussi certains dérivés oxygénés non radicalaires dont la toxicité est importante tels que le peroxyde d'hydrogène (H_2O_2) [42].

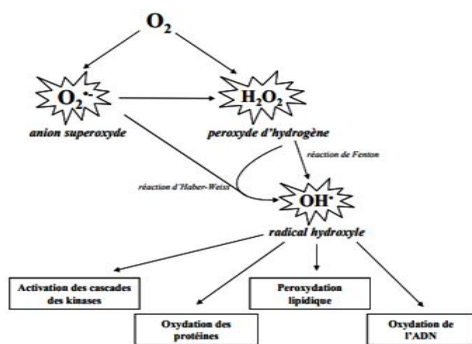


Figure III.13: Schéma des différentes formes de ROS. [42]

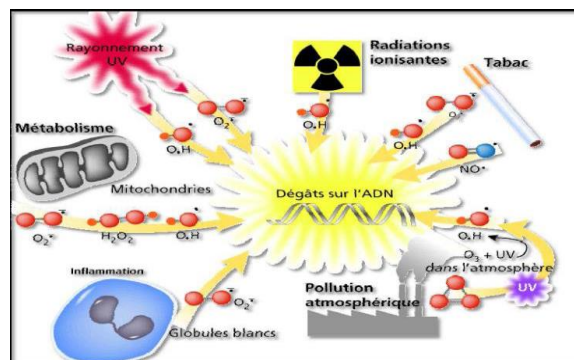


Figure III.14: origine des radicaux libres.[43]

La production de radicaux chez les organismes vivants est un phénomène normal, régulé par le biais de divers processus chimiques ou enzymatiques de détoxification. En effet, l'organisme possède ses propres moyens de défense lui permettant de lutter contre les radicaux libres. Quand ce système de protection perd de son efficacité (mutation, inactivation d'enzyme, carence en vitamines) ou quand le nombre de radicaux libres (pollution, alimentation ...) augmente de manière importante, il survient un stress oxydant. Celui-ci peut déclencher une suite d'événements moléculaires et cellulaires dont les conséquences sont multiples : réponse inflammatoire, modulation de la prolifération et de la différenciation cellulaire, et même mort cellulaire. Ainsi, il est à présent reconnu que le stress oxydant est un facteur d'inflammation, de mutagenèse et qu'il peut jouer un rôle dans le développement de nombreux cancers. Il est également impliqué dans d'autres maladies comme la maladie d'Alzheimer, les troubles cardio-vasculaires, les accidents cérébro-vasculaires [44].

Le **Tableau III.9** regroupe les principaux radicaux libres ainsi que leurs structures chimiques.

Tableau III.9: Principaux radicaux libres et leur structure chimique. [45]

Radicaux libres (nomenclature)	Structure chimique
Radical hydroxyle	OH^\bullet
Radical hydroperoxyde	HOO^\bullet
Radical peroxyde	ROO^\bullet
Radical alkoxyde	RO^\bullet
Peroxyde d'hydrogène	H_2O_2
Peroxynitrite	ONOO^\bullet
Anion superoxyde	$\text{O}_2^{\bullet-}$

III.5.2. Stress oxydatif

Le stress oxydatif désigne tout simplement la victoire des radicaux libres sur nos défenses antioxydantes, et traduit donc une sorte d'agression biologique de l'organisme.

En d'autres termes, le stress oxydatif se définit comme la balance négative entre une production de radicaux libres et l'ensemble de vos défenses antioxydantes [46].

Lorsque les radicaux libres lèsent les acides gras insaturés on parle de lipidoperoxydation des membranes cellulaires. Cela déclenche alors une réaction en chaîne sur les divers acides gras du voisinage jusqu'à ce qu'ils soient neutralisés. Il en résulte des lésions de la membrane cellulaire, qui peuvent aboutir à des dérèglements d'intensité variable, conduisant éventuellement à la mort cellulaire. Ils ont un effet analogue sur les

mitochondries, les enzymes cellulaires, les chromosomes, le collagène et l'acide hyaluronique. Au cours de la vie nous sommes soumis à des millions de circonstances favorisant la production de ces radicaux libres, particulièrement néfastes pour la peau [41].

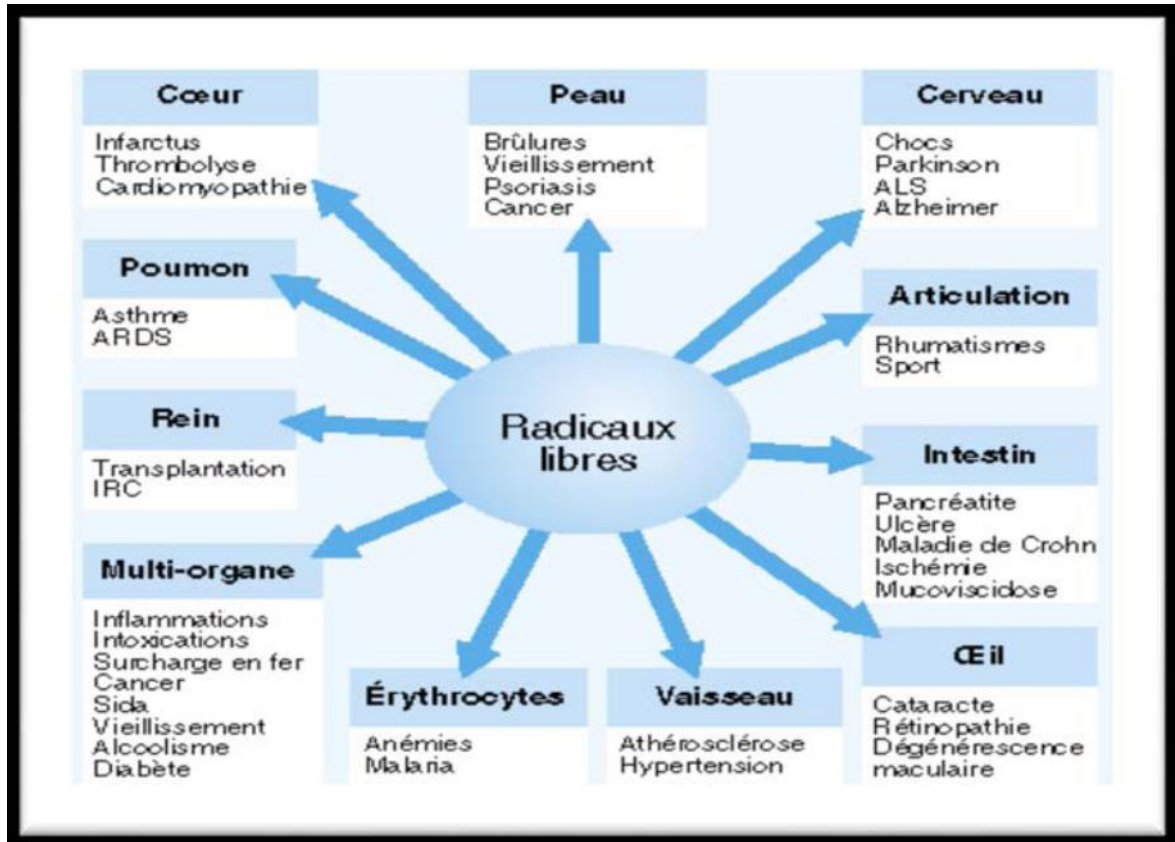


Figure III.15: Principales circonstances pathologiques s'accompagnant d'un stress oxydant.

III.5.3. Antioxydants

Un antioxydant peut être défini comme étant toute substance capable, à concentration relativement faible, d'entrer en compétition avec d'autres substrats oxydables et ainsi retarder ou empêcher l'oxydation de ces substrats. En d'autres termes, un antioxydant est une substance qui, en faible concentration comparativement à la quantité des substances oxydables telles les espèces oxygénées réactives (ROS), retarde significativement ou prévient l'oxydation des substrats comme les lipides, les protéines, les ADN et les carbohydrates. La production excessive des espèces réactives de l'oxygène est responsable de dégâts cellulaires importants notamment l'induction de ruptures et de mutations de l'ADN, la modification de structures protéiques, la peroxydation des lipides, l'inactivation de diverses enzymes et l'oxydation des sucres [47].

III.5.3.1. Caractéristiques des antioxydants

Un composé est considéré antioxydant *in vivo*, lorsqu'il requière les propriétés suivantes :

- ✓ Agit spécifiquement sur les radicaux libres.
- ✓ Chélate les métaux de transition.
- ✓ Agit en synergie avec d'autres antioxydants pour se régénérer.
- ✓ Agit à des concentrations physiologiques relativement faibles.
- ✓ La demi-vie de l'antioxydant doit être suffisamment longue pour réagir avec l'oxydant [48].

III.5.3.2. Systèmes anti-oxydants

Les radicaux libres sont produits spontanément et de manière continue au sein de notre organisme. Le maintien d'un niveau non cytotoxique de ROS est assuré par des systèmes antioxydants. Un déficit ou un dysfonctionnement de ces systèmes engendre une augmentation des dommages tissulaires. Les antioxydants sont des systèmes enzymatiques ou non-enzymatiques (**Figure III.15**). [42]

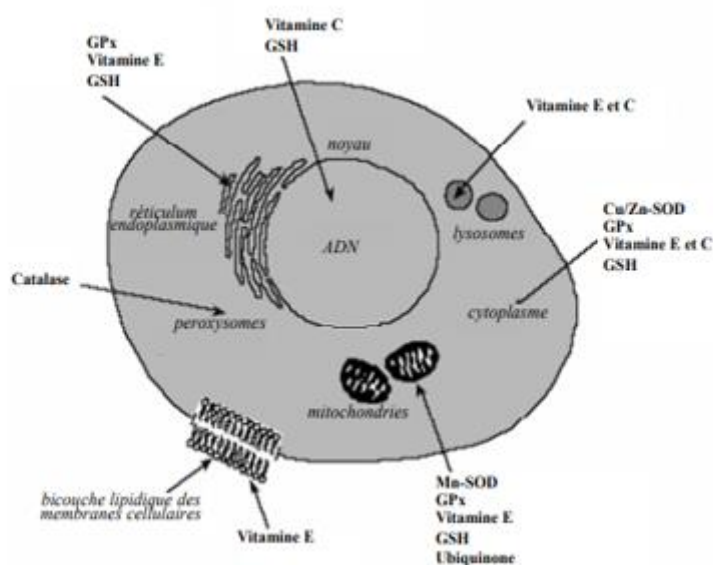


Figure III.16: répartition des principales défenses antioxydantes dans la cellule. [42]

(*Mn-SOD*) : superoxyde dismutase mitochondriale, (*Cu/Zn-SOD*) : superoxyde dismutase cytosolique, (*GPx*) : glutathion peroxydase, (*GSH*) : glutathion réduit.

1. Systèmes antioxydants enzymatiques

Les antioxydants enzymatiques (la 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.

2. Systèmes antioxydants non enzymatiques

Contrairement aux enzymes antioxydantes, la plupart de ces composants ne sont pas synthétisés par l'organisme et doivent être apportés par l'alimentation. Dans cette catégorie d'antioxydant nous retrouvons les oligoéléments, la glutathion réduit (GSH), les vitamines E et C, β -carotène et les composés phénoliques [42].

a. Oligoéléments

Le cuivre (Cu), le zinc (Zn), le manganèse (Mn), le sélénium (Se) et le fer (Fe) sont des métaux essentiels dans la défense contre le stress oxydant. Toutes les enzymes antioxydantes requièrent un cofacteur pour maintenir leur activité catalytique, par exemple : la SOD mitochondriale a besoin de manganèse [42].

b. Glutathion

Le glutathion réduit (GSH), réduit le peroxyde d'hydrogène et/ou les peroxydes organiques grâce à la réaction catalysée par le glutathion peroxydase (GPx). Il peut aussi réduire les radicaux formés par l'oxydation des vitamines E et C [42].

c. Vitamine E et vitamine C

Les vitamines E (α -tocophérol) et C (acide ascorbique) semblent être des plus importants dans la lutte contre le stress oxydant.

La vitamine E étant liposoluble, et peut séquestrer les radicaux libres empêchant la propagation des réactions de peroxydation lipidique. On la retrouve dans les huiles végétales (arachides, soja, chardon, tournesol, olive pressé à froid), les amandes, les graines, le lait, les œufs, les légumes à feuilles vertes.

La vitamine C, hydrosoluble ; elle peut capter directement l' O^{2-} et l' OH^{\bullet} , elle peut aussi réduire le radical α -tocophérol et ainsi permettre une meilleure efficacité de la vitamine E. On trouve la vitamine C dans les légumes, les choux, le poivron, le persil, les agrumes et le kiwi. Elle joue un rôle important dans la régénération du vit E [42].

d. β -carotène :

Parmi les photo-protecteurs actifs, le β -carotène apparaît comme un piègeur efficace. Sa constitution polyénique lui confère une capacité de piégeage de l'oxygène.

Il est présent dans les légumes verts, la salade, les carottes, l'abricot, le melon, les épinards, la papaye [49].

e. Les composés phénoliques

La propriété antioxydante des flavonoïdes la mieux décrite est leur capacité à piéger le radical libre : radical hydroxyle, l'anion superoxyde et les radicaux peroxydes. Les

flavonoïdes inactivent et stabilisent les radicaux libres, grâce à leur groupement hydroxyle fortement réactif. Ils peuvent également protéger les membranes cellulaires par leur action à différents niveaux sur la peroxydation lipidique [50].

3. Les antioxydants de synthèse

Les antioxydants synthétiques sont utilisés depuis de nombreuses années. Mais, récemment, beaucoup d'études ont porté sur la toxicité élevée des antioxydants synthétiques utilisés dans l'industrie alimentaire, comme, par exemple, le butylhydroxytoluène (BHT), butylhydroxyanisole (BHA), le tétra butyl hydroquinone (TBHQ), etc. Le besoin de réduire l'utilisation des antioxydants synthétiques (maintenant limitée dans plusieurs pays en raison de leurs possibles effets indésirables sur la santé humaine) impose d'orienter le marché vers des antioxydants d'origine naturelle et stimule la recherche dans ce domaine [51].

III.5.4. Méthodes d'évaluation de l'activité antioxydante

La mesure du potentiel antioxydant est réalisé en déterminant les produits résultant de l'oxydation ou en évaluant l'aptitude à piéger des radicaux de modèles réactionnels.

Le premier mode, plus ancien, nécessite une connaissance préalable des composés issus de l'oxydation. En effet ces méthodes recherchent certains groupements fonctionnels (aldéhydes, cétones, dicarbonylés...) dans les dérivés des constituants d'origine. Le second relie la quantité de radicaux piégés à celle d'antioxydant utilisé [41].

De nombreux méthodes sont décrit dans la littérature permettant l'évaluation antioxydante in vitro, on cite ceux les plus utilisées :

III.5.4.1. Test DPPH

Le test DPPH est une méthode largement utilisée dans l'analyse de l'activité antioxydante. En effet, le DPPH se caractérise par sa capacité à produire des radicaux libres stables. Cette stabilité est due à la délocalisation des électrons libres au sein de la molécule. La présence de ces radicaux DPPH[•] donne lieu à une coloration violette foncée de la solution, qui absorbe aux environs de 517 nm. La réduction des radicaux DPPH[•] par un agent antioxydant entraîne une décoloration de la solution (**Figure III.17**). [41]

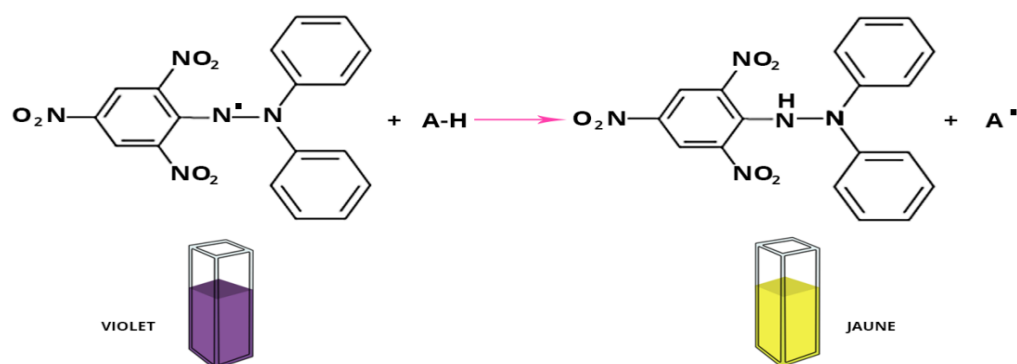


Figure III.17: Réduction du radical DPPH•

III.5.4.2. Test PPM

Le test du PPM (PhosPhoMolybdate) est une variante du test au DPPH. Au cours de ce test, l'hydrogène et l'électron sont transférés du composé réducteur (extrait-antioxydant) vers le complexe oxydant (PPM). Ce transfert dépend du potentiel redox, du pH du milieu et de la structure du composé antioxydant.

Le test est basé sur la réduction du molybdène de l'étage d'oxydation (VI) à l'étage d'oxydation (V). Cette réduction se matérialise par la formation d'un complexe verdâtre (phosphate/ Mo (V)) à un pH acide. On mesure la diminution de la coloration du complexe molybdène (VI) en présence d'antioxydant [41].

III.5.4.3. ABTS test

Ce test est basé sur le mécanisme d'oxydoréduction de l'ABTS (sel d'ammonium de l'acide 2, 2'- azino bis-(3-éthylbenzothiazoline-6-sulfonique)) (Figure III.18). Au cours de ce test le sel d'ABTS perd un électron pour former un radical cation (ABTS^{•+}) de couleur sombre en solution. En présence de l'agent antioxydant, le radical ainsi formé est réduit pour donner le cation ABTS⁺, ce qui entraîne la décoloration de la solution [41].

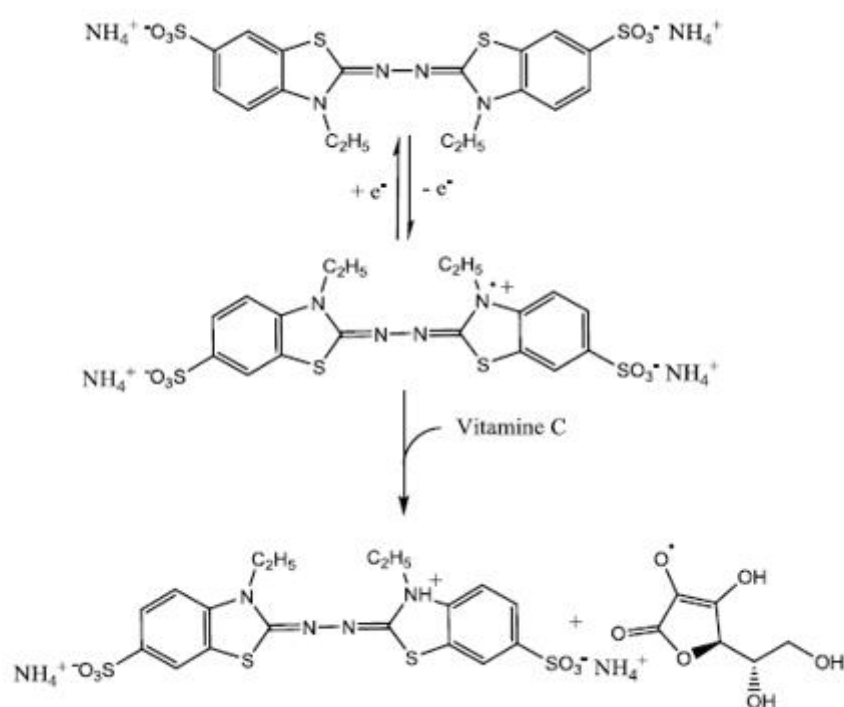


Figure III.18: Formation et piégeage du radical $ABTS^{\bullet+}$ par de la Vitamine C.

III.5.4.4. Puissance antioxydante de réduction du fer (analyse FRAP)

L'analyse FRAP mesure la capacité des antioxydants à ramener le complexe ferrique de la tripyridyl-s-triazine 2.4.6 [Fe (III) - (TPTZ) 2] $^{3+}$ intensément au complexe ferreux coloré par le bleu [Fe (II) - (TPTZ) 2] $^{2+}$ dans un milieu acide. Les valeurs sont calculées en mesurant l'augmentation de l'absorbance à 593 nm et en la rapportant à une solution étalon d'ions ferreux ou à une solution étalon d'antioxydants [52].

Partie expérimentale





Chapitre IV :
Matériels & méthodes

IV.1. Cadre d'étude

Les essences végétales divers et multiples jouent un rôle important dans les industries agroalimentaire, pharmaceutique et cosmétologique. Ces substances peuvent être isolées à partir des différents organes des plantes (feuilles, fruits, fleurs, graines, etc.) par des techniques traditionnelles ou des procédés innovants.

Ce travail a été effectué au sein du laboratoire pédagogique de chimie organique du département des sciences de la matière, de la faculté des sciences exactes et sciences de la nature et de la vie de l'Université Med Khider Biskra.

Cette partie est consacrée au côté expérimental de notre travail, qui s'occupe de l'extraction, de la caractérisation et de l'évaluation de l'activité biologique des HEs des quatre plantes médicinales. Malheureusement pour l'activité biologique, les circonstances ne nous ont pas permis d'achever nos travaux pratiques, alors Nous avons noté que l'activité antioxydante des HEs d'après des études antérieures. En présentant les résultats de quelques études qui sont intéressés par ce sujet. Ce travail se repose sur le protocole expérimental suivant :

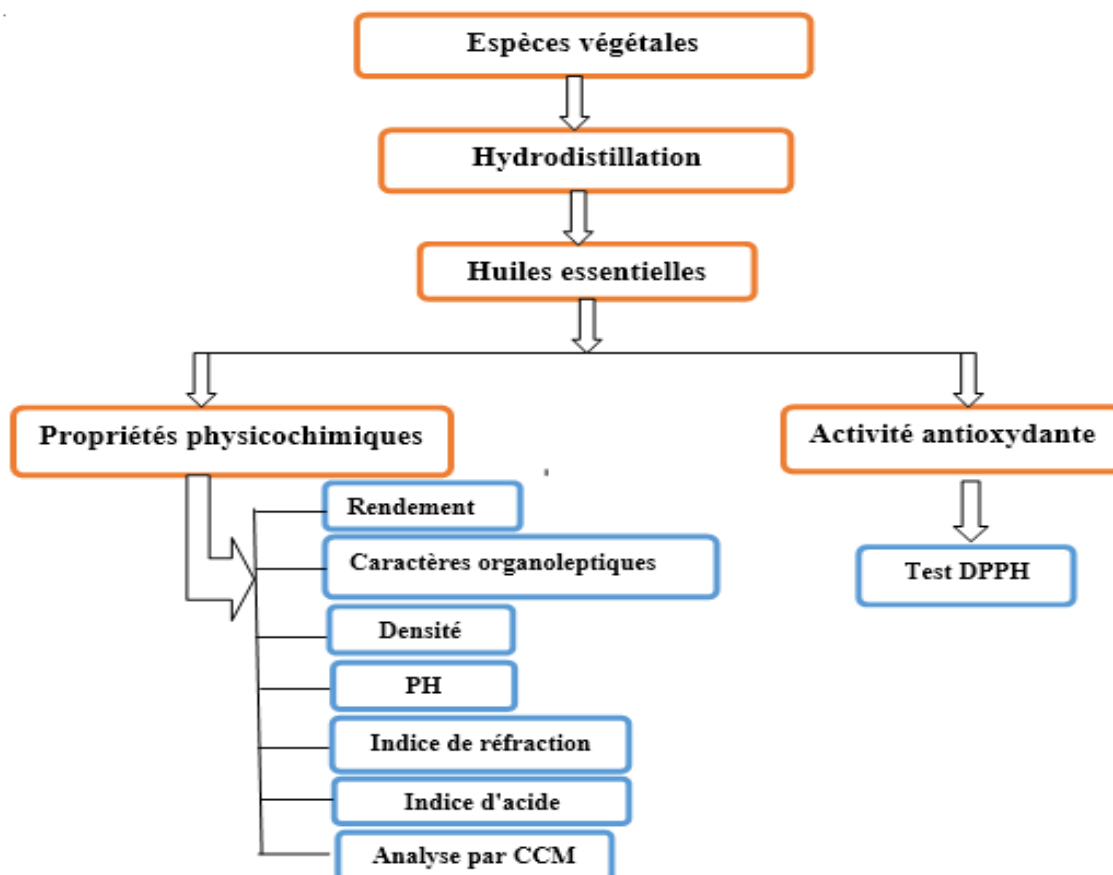






Figure IV.1: Plan général de la partie expérimentale.

IV.2. Le matériel végétal

Le matériel végétal de notre étude est constitué des graines et des feuilles des plantes médicinales sur lesquelles a porté notre choix : le thym, le cumin, le persil et l'ortie, ce choix est basé sur une recherche dans la littérature qui prouvent leurs compositions très riches en composés biologiquement actifs et ses teneurs élevées en minéraux, en vitamines et en oligoéléments notamment ses richesses en fer, ce qui explique les propriétés médicinales de ces plantes ,particulièrement les propriétés antianémiques.

Le **Tableau IV.1** décrit les parties utilisées des plantes concernées ainsi que leur teneur en fer.

Tableau IV.1:Description des différentes plantes étudiées.

Plante	Teneur en fer pour 100g de la plante	Partie distillée	Morphologie de la plante
Thym	17.5mg	Feuilles	
Cumin	66.4mg	Graines	
Persil	6.2mg	Graines	
Ortie	7.8mg	Feuilles	

IV.3. Broyage

Le broyage de la plante permet d'augmenter la surface de contact eau-matière végétale, donc une meilleure filtration d'eau au sein de la poudre ce qui a pour conséquence une augmentation du rendement de l'extraction par l'hydrodistillation.

Les différentes parties d'espèces ont été grossièrement broyées dans un mortier (**Figure IV.2**).

Pour soumettre les drogues végétales à une série d'analyse il est nécessaire l'éliminer toutes substances étrangères qui sont mêlées avec la partie choisie.

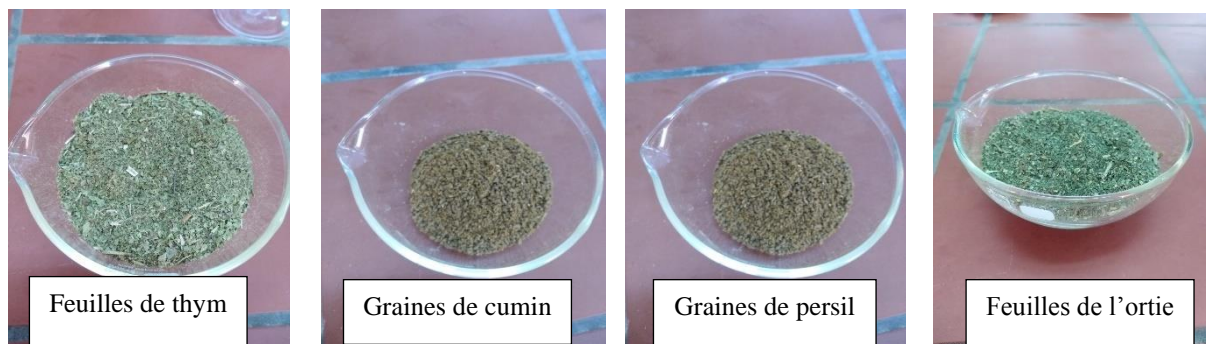


Figure IV.2: Matières végétales broyées.

IV.4. Extraction des huiles essentielles

IV.4.1. Extraction solide liquide

Pour extraire les huiles essentielles des plantes choisies, on a utilisé un montage d'hydrodistillation de type Clevenger (**Figure IV.4**). On a réalisé trois extractions pour chaque plante en utilisant 100g de la matière végétale pendant cinq heures.

Pour l'ortie, dans la première extraction on a constaté qu'il n'existe pas une séparation nette entre l'huile essentielle et la phase aqueuse, c'est pour cet raison que nous avons vu qu'il vaut mieux d'utiliser l'hydrodistillation simple (**Figure IV .3**), car la faible quantité de l'huile essentielle est présente dans le distillat.

IV.4.1.1. Principe de l'hydrodistillation

L'hydrodistillation est la méthode la plus utilisée pour extraire les huiles essentielles. Elle consiste à entraîner les composés volatiles des produits naturels avec la vapeur d'eau.

Il semblerait que cette technique serait très ancienne puisqu'on a retrouvé des traces de son existence dès l'Antiquité. On pense que les Perses l'auraient découvert pour fabriquer l'eau de rose.

On porte à ébullition un mélange d'eau et de végétal, les cellules du végétal éclatent et libèrent alors des espèces odorantes qui, non solubles dans l'eau, sont entraînées par la vapeur d'eau puis récupérées dans un autre récipient après condensation dans le réfrigérant. L'hydrodistillat obtenu contient une phase aqueuse ainsi qu'une phase organique constituée par l'huile essentielle [1].

➤ Protocole expérimental

L'opération consiste à introduire 100g de masse végétale séchée dans un ballon de 1 litre, on y ajoute une quantité d'eau distillée correspondant à 2/3 du volume du ballon. L'opération d'extraction est réalisée pendant 5 heures à partir du début d'ébullition.

A la fin de l'opération l'HE se trouve en mélange avec la phase aqueuse (distillat), ce qui nécessite de réaliser une extraction liquide-liquide dans l'étape suivante.

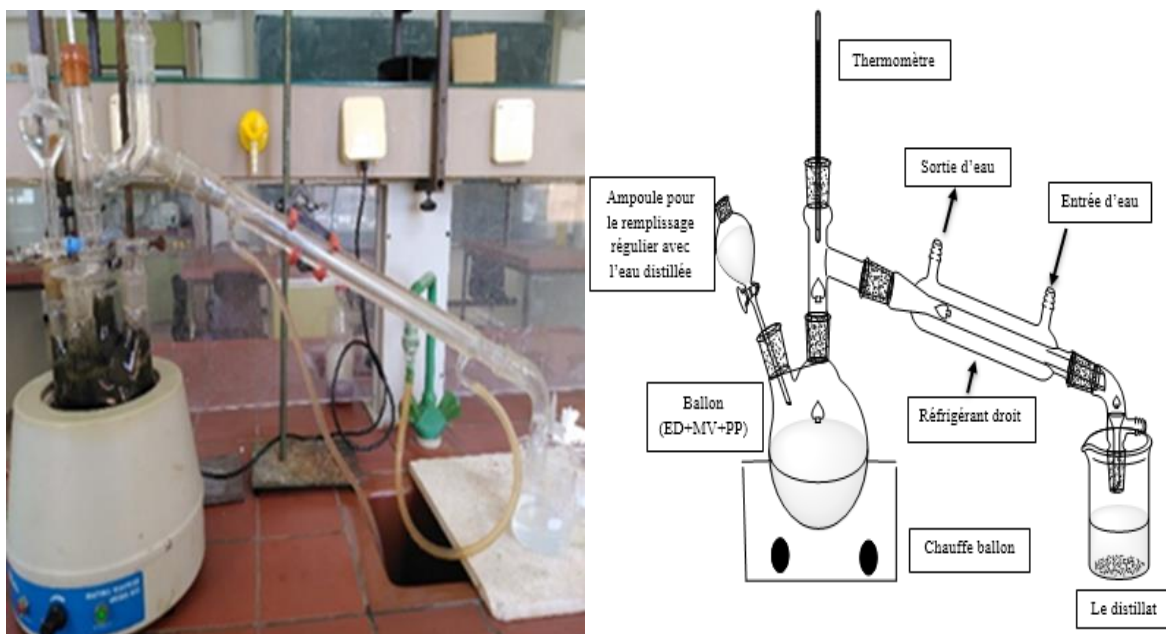


Figure IV.3: Montage et schéma de l'hydrodistillation.

ED=eau distillée ; MV=matière végétale ; PP=pierres ponce

IV.4.1.2. L'hydrodistillation par clevenger

Le montage Clevenger est désigné par le nom de son inventeur, **Joseph Franklin Clevenger**, qui l'a publié en 1928. Quelques modèles existent. Le plus commun est une pièce de verrerie modifiée, celle que l'on voit au-dessus du ballon (**Figure IV.4**). Le ballon, de taille variable, contient de l'eau (2/3) que l'on fait bouillir avec la plante à extraire. La vapeur monte dans le montage jusqu'à un condensateur, et le condensat retombe dans la petite burette que l'on voit à gauche. L'huile flotte sur l'eau, qui est pour sa part progressivement renvoyée dans le ballon chauffé par le conduit en diagonale [2].

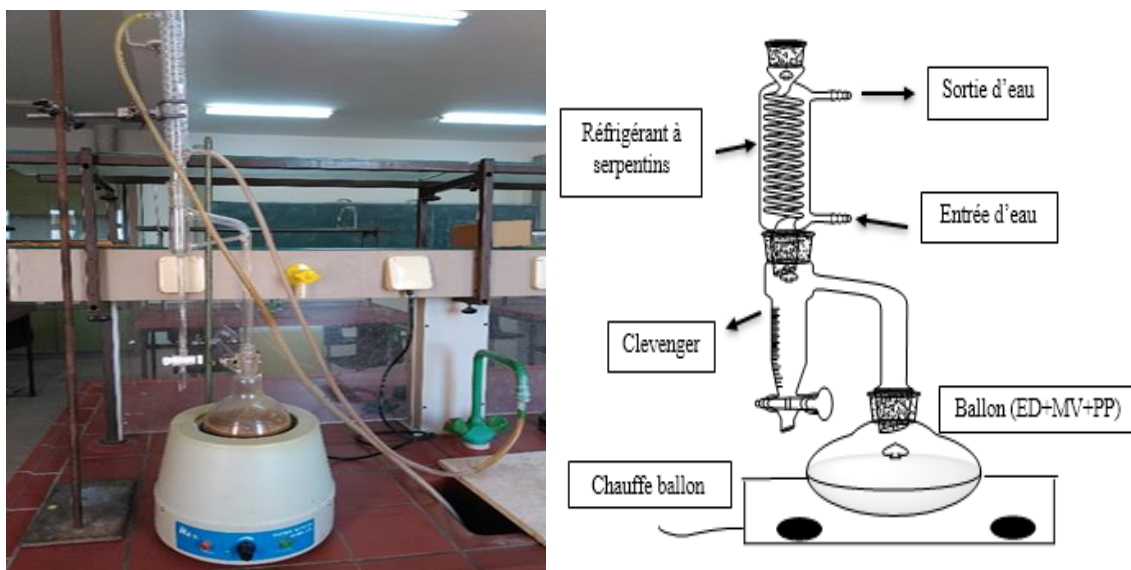


Figure IV.4: Montage et schéma de l'hydrodistillation par clevenger.

Après cinq heures d'extraction, Une séparation nette peut être observée entre les deux phases (**Figure IV.5**), ainsi on peut mesurer directement dans la burette le volume d'huile recueilli. Ce dernier sera ensuite récupéré et séché avec le sulfate de magnésium anhydre.

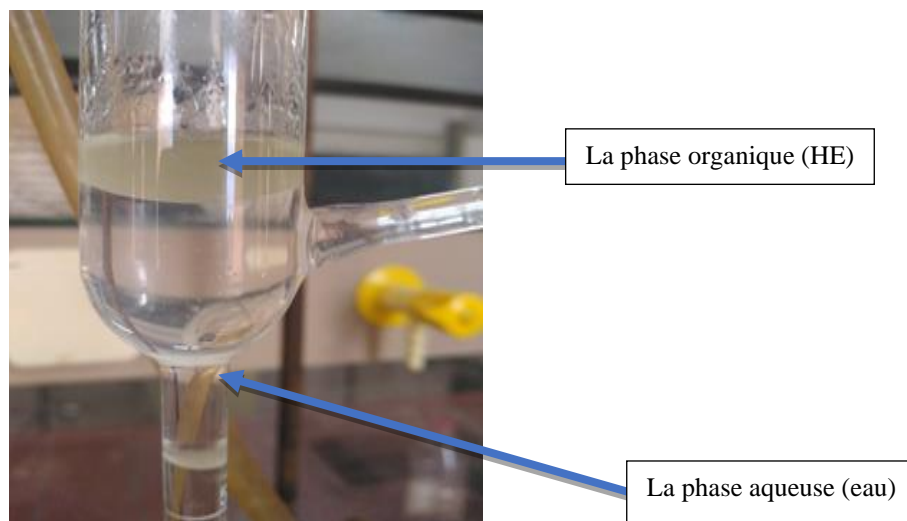


Figure IV.5: Une image agrandie montrant la séparation des deux phases.

IV.4.2. Extraction liquide -liquide

L'extraction liquide-liquide est une méthode de purification basée sur la différence de solubilité d'un soluté dans deux phases liquides non miscibles.

En chimie organique, on utilise habituellement une phase aqueuse et une phase organique.

IV.4.2.1. Principe de l'extraction

L'extraction consiste à faire passer un produit d'un solvant dont il est difficile à séparer (eau) à un autre solvant dont il sera facilement isolable (solvant organique).

➤ Protocole expérimental

- Dans une ampoule à décanter, on traverse le distillat obtenu à partir de l'hydrodistillation de l'ortie et on ajoute le solvant d'extraction (dichlorométhane CH_2Cl_2)
- Après agitation et dégazage on laisse décanter.
- Ensuite on récupère la phase organique (HE et le dichlorométhane).
- Pour extraire le maximum de l'HE on a réalisé trois extractions.

IV.4.2.2. Séchage

Un agent de séchage MgSO_4 possédant une forte affinité pour l'eau est ajouté à la phase organique afin d'éliminer les traces d'eau susceptibles d'être retenues.

Le sulfate de magnésium anhydre peut capter 7 molécules d'eau pour former du sulfate de magnésium heptahydraté, de pH neutre avec une vitesse de séchage rapide, grâce à l'équation suivante :



IV.4.2.3. Filtration et évaporation

Pour enlever le sel desséchant, la solution est filtrée à travers un entonnoir + papier filtre, directement dans un ballon. Le ballon ne doit pas être rempli plus que les 2/3.

Pour récupérer notre produit brut, il ne reste plus qu'évaporer le solvant. Cela se fait à l'évaporateur rotatif, aussi appelé rotavap (**Figure IV.6**).

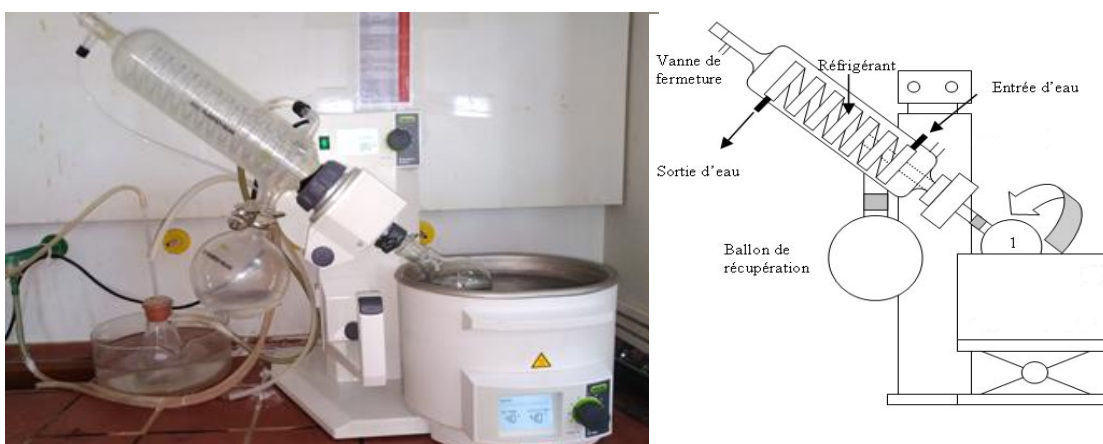


Figure IV.6: montage et schéma de l'évaporateur rotatif.

Les différentes étapes réalisées pour l'extraction de l'HE (de l'ortie) par hydrodistillation sont illustrées dans la **Figure IV.7**.

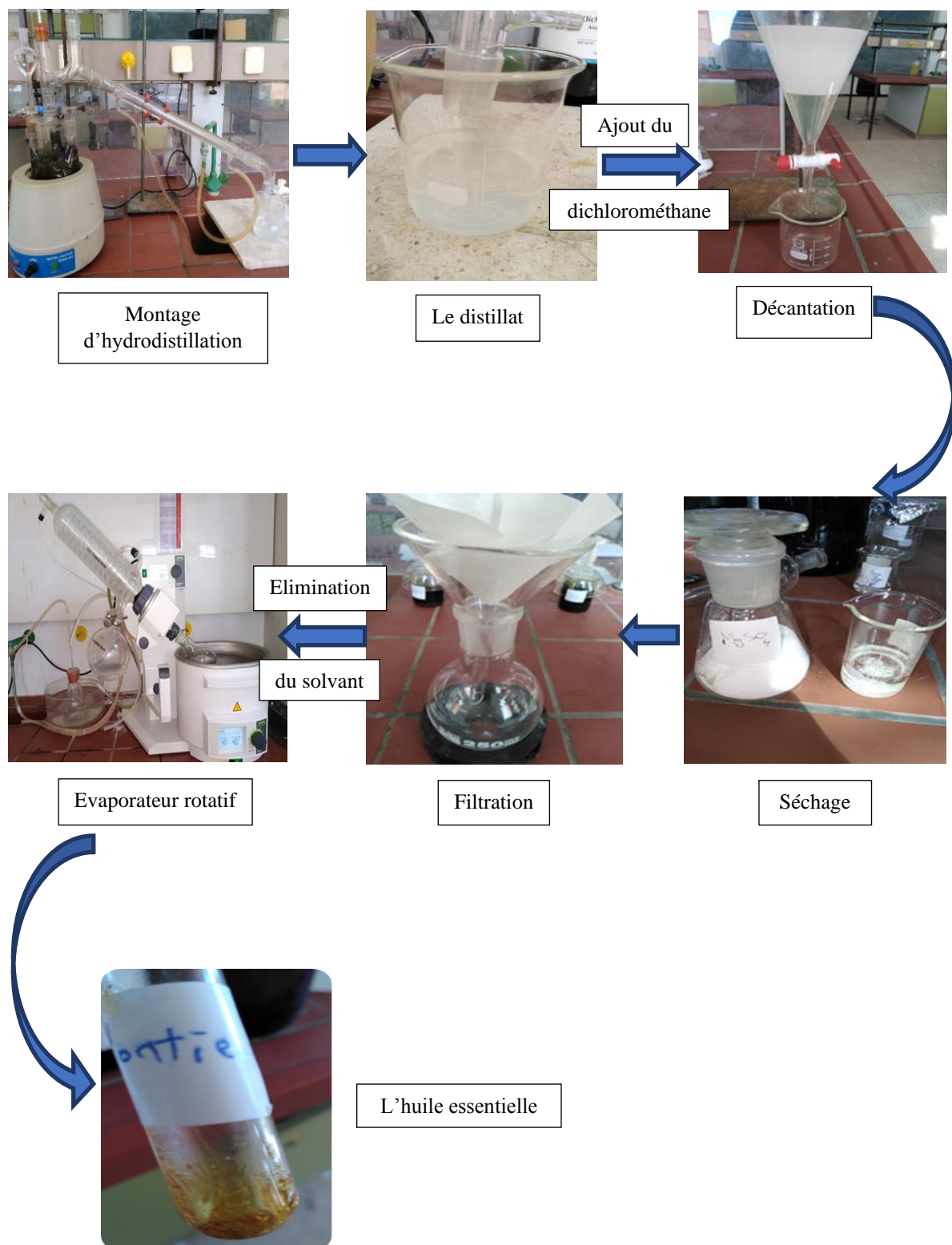


Figure IV.7 : Les différentes étapes d'extraction de l'huile essentielle par hydrodistillation.

IV.4.3. Conservation des huiles essentielles obtenues

La conservation des huiles essentielles exige certaines précautions indispensables. L'instabilité relative des molécules constitutives des huiles essentielles rend leur conservation délicate. Trois facteurs interviennent dans l'altération des huiles essentielles : la température, la lumière et l'oxygène.

Les huiles essentielles obtenus après extraction ont été conservée dans des flacons fermés hermétiquement, recouverts d'un papier aluminium à l'abri de la lumière et à basse température (dans un réfrigérateur) pour éviter toute dégradation, jusqu'à leurs usages pour les tests de caractérisation. L'huile altérée perd son activité biologique.

IV.5. La macération

La macération est une méthode traditionnelle couramment employée. Elle consiste en la mise en contact du matériel végétal avec le solvant pour extraire les principes actifs. Cette procédure, malgré les temps longs d'extraction et l'utilisation d'une quantité considérable de solvants, est relativement peu coûteuse.

➤ **Protocole expérimental**

Notre expérience consiste à macérer 20g de chacune des matières végétales étudiées dans un solvant organique (dichlorométhane) pendant cinq heures. Le mélange obtenu est ensuite filtré par une simple filtration, puis concentré grâce à l'évaporateur rotatif (**Figure IV.8**).

Cette étape a pour but de faire seulement une comparaison dans la composition chimique, entre les extraits bruts obtenus par les deux méthodes d'extraction l'hydrodistillation et la macération.

Cette méthode d'extraction menée à température ambiante, permet d'extraire des composés sans modification probable. A la fin de l'opération, on obtient des extraits bruts visqueux, conservés pour le test de CCM.

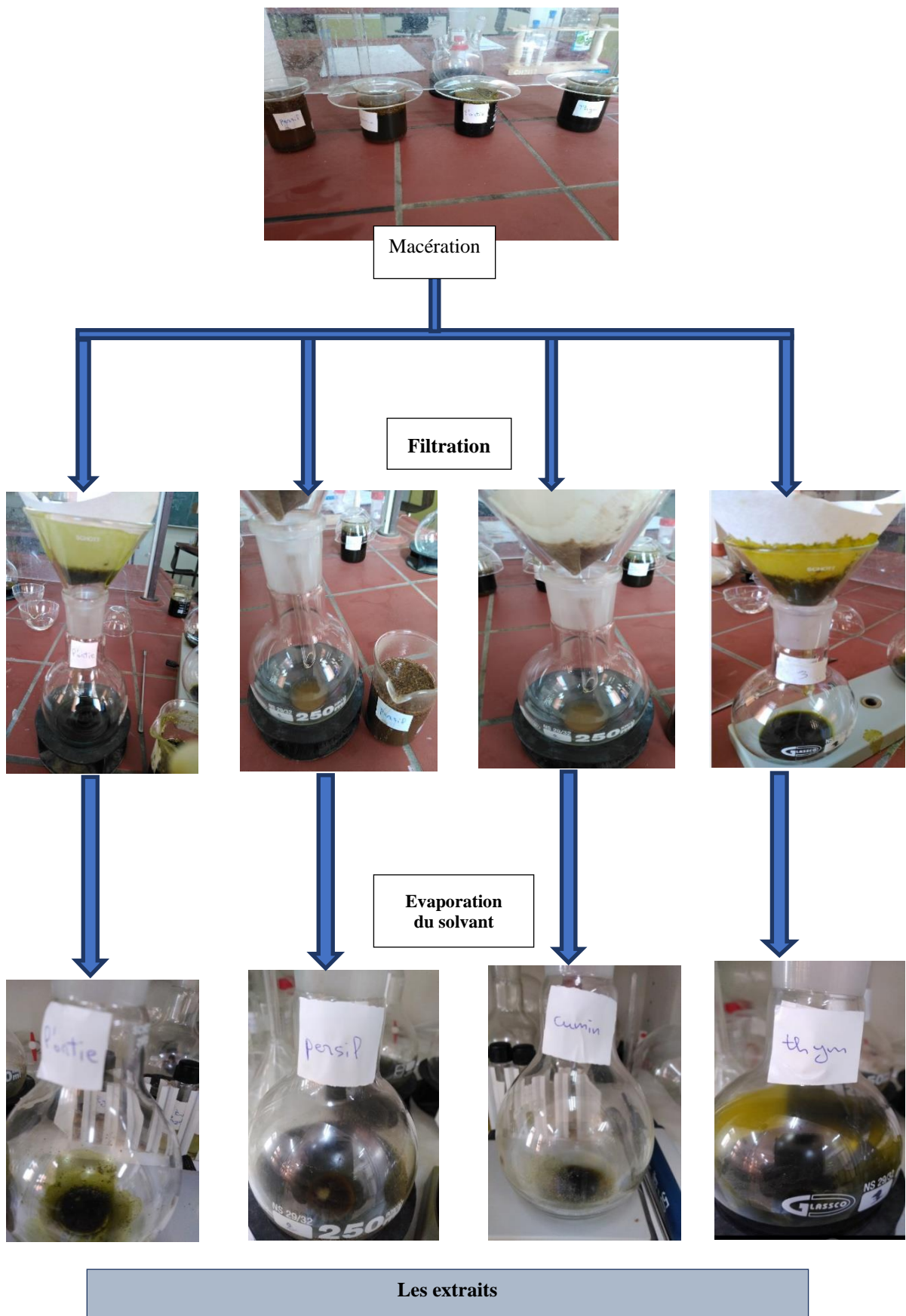


Figure IV.8: les différentes étapes de la macération

IV.6. Caractérisation des huiles essentielles

La caractérisation des huiles essentielles se fait à fin d'évaluer la qualité de nos extraits, nous avons réalisé une étude analytique, tout d'abord en déterminant les caractéristiques organoleptiques, puis les propriétés physico-chimiques.

IV.6.1. Caractérisation organoleptique

Chaque huile essentielle est caractérisée par ses propres caractères organoleptiques tels que : l'odeur, l'aspect et la couleur qui sont décrites par la norme AFNOR [3].

➤ L'odeur

L'odeur est un sens chimique très sensible et l'habileté des parfumeurs à classer et caractériser des substances chimiques parvient à doser les produits naturels et leur perception peut aller jusqu'à dix millionnièmes de grammes par litre d'air [4].

➤ La couleur

La coloration d'une huile essentielle dépend des produits qui la constituent [4].

➤ L'aspect physique

L'aspect d'une essence végétale change selon les produits qui la constituent, cette essence peut apparaître sous forme solide, liquide, ou semi-solide [4].

Les différentes caractéristiques organoleptiques de l'essence de thym, cumin, persil et ortie ont été notées.

IV.6.2. Caractérisation physicochimique

IV.6.2.1. Rendement de l'extraction

Le rendement en huile essentielle est défini comme étant le rapport entre la masse d'huile essentielle et la masse végétale sèche à traiter, exprimée en pourcentage [5]. Il est déterminé par la formule suivante :

$$R(\%) = \frac{m(HE)}{m(p)} \times 100$$

R : Rendement en huile essentielle (%)

m (HE) : poids de l'huile essentielle extraite en g

m (p) : poids de la plante traitée en g

IV.6.2.2. La densité relative à 20°C

La densité est le rapport de la masse volumique d'un liquide à celle de l'eau, c-à-d. c'est le rapport de la masse d'un certain volume d'HE à la masse d'un volume égal d'eau à 20°C [6].

➤ Protocole expérimental

La détermination de la densité des HEs des plantes étudiées est réalisé à l'aide d'une éprouvette de 5ml, en utilisant une micropipette, on prélève un volume de 1ml pour chaque huile, ainsi que pour l'eau, on pèse ensuite ce volume par une balance analytique.

La densité de chaque huile a été calculée à partir de la relation suivante :

$$d_{20}^{20} = \frac{m_1 - m_0}{m_2 - m_0}$$

m_0 : masse en g de l'éprouvette vide.

m_1 : masse en g de l'éprouvette contenant 1 ml d'HE.

m_2 : masse en g de l'éprouvette contenant 1 ml d'eau distillée.

IV.6.2.3. L'indice de réfraction

L'indice de réfraction (n_D) est le rapport entre le sinus des angles d'incidence et de réfraction d'un rayon lumineux de longueur d'onde déterminée, passant de l'air dans l'HE maintenue à une température constante. Cet indice est mesuré à 20°C et rapporté à la raie D du sodium ($\lambda=589\text{nm}$) [6].

L'indice de réfraction d'une matière, est un nombre qui caractérise le pouvoir qu'a cette matière, à ralentir et à dévier la lumière. Plus la lumière est ralentie, plus la matière a un indice de réfraction élevé.

La mesure de l'indice de réfraction de nos HEs a été effectuée à l'aide d'un réfractomètre (Figure IV.9).

➤ Protocole expérimental

Nous avons opéré comme suit :

- étalonner l'appareil à l'aide de l'eau distillée qui a un indice de réfraction connu égale à 1.333 à la température de 20°C.
- nettoyer les prismes et déposer quelques gouttes d'HE entre les deux faces des prismes.
- fermer ensuite doucement le prisme secondaire. L'échantillon s'étale entre le prisme principal et le prisme secondaire en un film mince.
- regarder dans l'oculaire et tourner le bouton de réglage de l'indice de réfraction pour amener les zones sombres et éclairées au centre du réticule.

- noter la valeur de l'indice par l'échelle de lecture.



Figure IV.9: Réfractomètre.

IV.6.2.4. Détermination du pH

Le potentiel d'hydrogène (pH) mesure l'activité chimique des ions hydrogènes (H^+) (appelés aussi couramment protons) en solution. Pour notre expérience, cette mesure a été effectuée à l'aide d'un papier pH (**Figure IV.10**) au lieu d'un pH-mètre en raison de l'insuffisance d'huile essentielle.

Les huiles essentielles de qualité présentent un pH **voisin de 5** (maximum : 6), elles constituent donc des solutions à caractère **acide** [7].

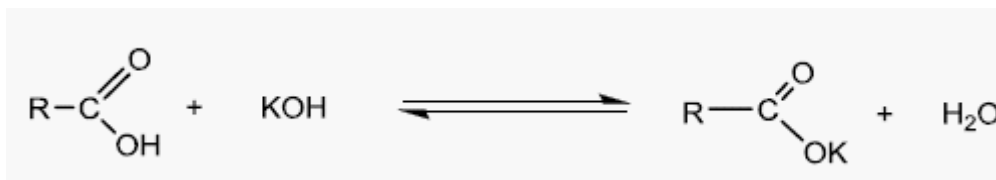


Figure IV.10: Papier pH.

IV.6.2.5. L'indice d'acide

L'indice d'acide (I_a) est le nombre de milligrammes d'hydroxyde de potassium (KOH) nécessaire à la neutralisation des acides libres contenus dans 1 g d'huile essentielle [6].

L'hydroxyde de potassium réagit avec l'acide selon la réaction suivante :



L'indice d'acide permet de vérifier la qualité d'une H.E, notamment en ce qui concerne sa dégradation avec le temps durant le stockage [8].

➤ Protocole expérimental

Dans un bécher de 50 ml, on a introduit 0.5 g d'HE et un mélange de solvants [éthanol/éther diéthylique (2/2) ml] en présence de phénolphtaléine (indicateur coloré).

On titre le mélange précédent avec une solution éthanoïque d'hydroxyde de potassium de concentration $C=0.1\text{M}$ sous agitation jusqu'à ce que la solution vire au rose.

Le volume de KOH qui a servi à la neutralisation est lu directement sur la burette (**Figure IV.11**).

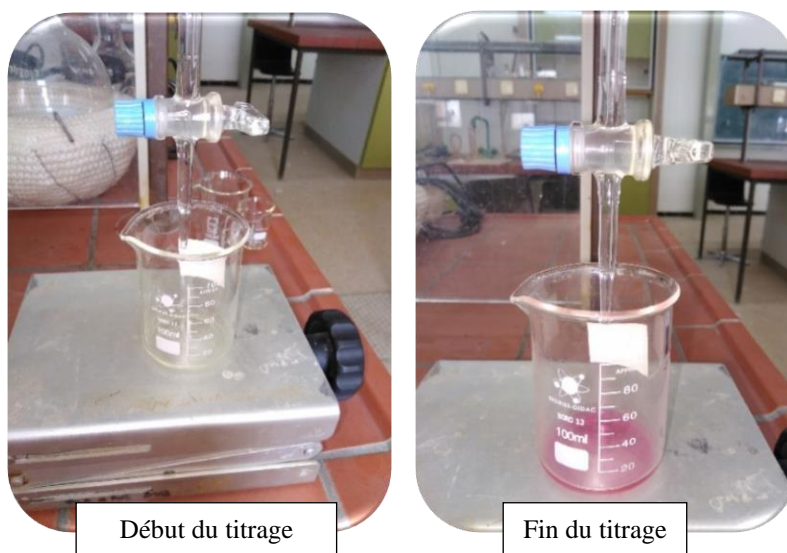


Figure IV.11: Titrage pour la détermination de l' I_a .

➤ Méthode de calcul

L'indice d'acide est déterminé par la formule suivante :

$$I_a = \frac{V \times N \times 56.1}{m}$$

V : volume d'hydroxyde de potassium éthanoïque trouvé.

N : normalité d'hydroxyde de potassium.

m : Masse d'HE.

IV.7. Analyse par chromatographie sur couche mince CCM

IV.7.1. Définition

La chromatographie sur couche mince (CCM) est une technique de séparation d'un mélange liquide en ses constituants par entraînement physique entre deux phases : une phase mobile liquide présente l'éluant et une autre phase fixe solide.

La chromatographie est aujourd'hui une méthode de séparation, mais également d'identification des constituants d'un mélange [9].

IV.7.2. Principe

La séparation repose principalement sur des phénomènes d'adsorption et d'interactions, les substances migrent à une vitesse qui dépend de la nature de l'échantillon et de celle du solvant.

On place un composé sur un support solide (phase stationnaire) et l'on applique alors un solvant (phase mobile) qui, par capillarité, va monter et se déplacer sur la phase stationnaire. La phase mobile, en montant dans la phase stationnaire, va entraîner le composé que l'on avait déposé, et ce à une hauteur variant en fonction du composé et du solvant.

En effet, le composé va développer des interactions non seulement avec la phase mobile mais également avec la phase stationnaire. Ainsi le composé montera haut (on parle de migration) s'il a peu d'interactions avec le support ou bien s'il a une forte affinité pour le solvant [10].

IV.7.3. Réalisation d'une CCM

La CCM se déroule en trois étapes : préparation de la cuve et de la plaque, élution et révélation.

✓ Préparation de la cuve

Une cuve de chromatographie se compose d'un récipient en verre, fermé par un couvercle. Ce dernier sert d'une part à éviter l'évaporation du solvant mais surtout à réaliser la CCM en atmosphère saturée (pression de vapeur saturante du solvant), de façon à avoir des valeurs reproductibles.

✓ Elution

Cette étape consiste à faire migrer le solvant sur la plaque. Dans les analyses usuelles de laboratoire, le principal type de développement est la chromatographie ascendante : la plaque est placée en position verticale dans la cuve et le solvant qui en recouvre le fond

monte par capillarité. Lorsque la position du front du solvant arrive à environ 1 cm de l'extrémité supérieure, la plaque est retirée de la cuve, le niveau atteint par le solvant est marqué par un trait fin, puis la plaque est séchée à l'air libre ou à l'aide d'un séchoir ou bien à la chaleur d'une plaque chauffante [11].

✓ Révélation

Lorsque les composants de l'échantillon analysé sont colorés, leur séparation est facilement observable sur la plaque ; dans le cas contraire, on doit rendre les taches visibles par un procédé de révélation. Les taches seront ensuite entourées au crayon.

Il existe plusieurs techniques de révélations en fonctions de la nature des composés isolés :

- **Révélation sous lampe UV** : $\lambda = 254$ nm ou $\lambda = 366$ nm
- **Révélation à l'iode** : on plonge la plaque dans un bocal contenant un fond d'iode broyé. Les composés apparaissent sous forme de taches brunâtres.
- **Révélation par atomisation** : Cette technique utilise un atomiseur contenant le révélateur en solution. Selon le produit à révéler, la solution peut-être :
 - Ninhydrine pour les acides aminés (taches violettes qui brunissent pour disparaître en quelques jours)
 - Acide sulfurique à 50% pour à peu près tout (taches noires).
 - On utilise aussi des mélanges complexes d'oxyde de molybdène en présence de sulfate de cérium [11].

➤ Protocole expérimental

- ✓ On a utilisé une plaque chromatographique constituée d'une couche d'environ 0,25 mm de gel de silice, fixée à une plaque rigide en aluminium.
- ✓ On trace alors un trait fin appelé ligne de dépôt (ou ligne de base) sur la plaque à chromatographie de manière à ce que ce trait soit au-dessus du niveau de l'éluant.
- ✓ Sur la ligne de base, on doit réaliser trois dépôts :
 - Dépôt 1 : l'huile essentielle extrait (HE).
 - Dépôt 2 : l'extrait de la macération (Mac).
 - Dépôt 3 : l'huile commerciale (Com).
- ✓ **Elution** : on a utilisé trois éluant différents afin d'obtenir une meilleure séparation
 - Éluant 1 : dichlorométhane /éther de pétrole (50/50) %
 - Éluant 2 : chloroforme /méthanol (80/20) %
 - Éluant 3 : acétate d'éthyle/n-hexane (30/70) %

- ✓ **Révélation** : les taches sont révélées selon deux systèmes : lampe UV double bandes et un mélange des acides (acide sulfurique/acide acétique [50/50] %) (**Figure IV.12**).

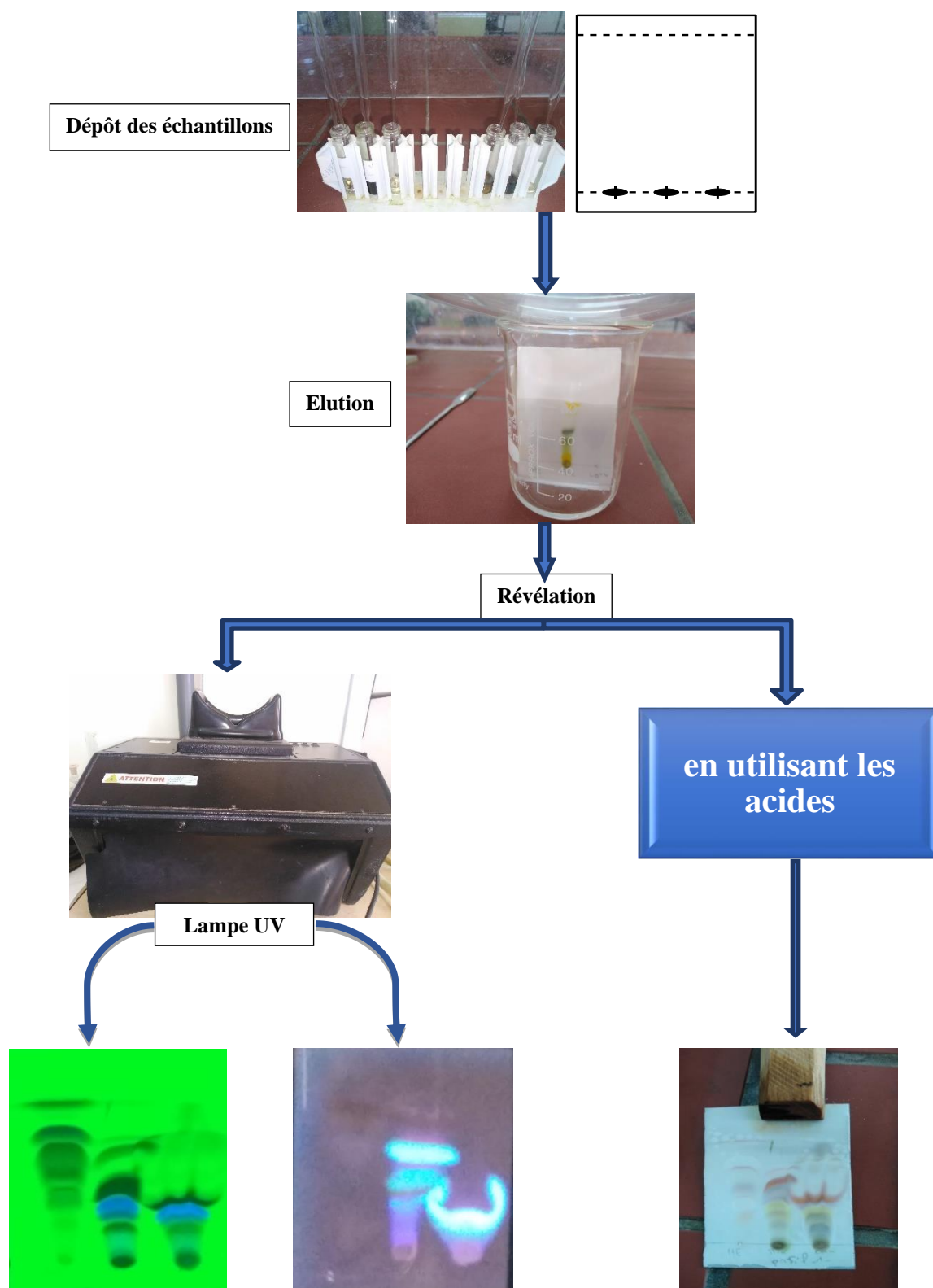


Figure IV.12: Les différentes étapes de la CCM.

IV.8. Protocole expérimental pour l'évaluation de l'activité antioxydante

Le DPPH, de couleur violette en solution, présente un maximum d'absorption à 515 nm. Le pouvoir antioxydant des HEs testées est estimé par comparaison avec un antioxydant standard (Acide ascorbique, BHT...).

Selon le protocole décrit par **Lopes-Lutz et al** [12], pour la mesure de l'activité du balayage du radical DPPH :

- 100 µl de chacune des solutions méthanoïques des HE testées à différentes concentrations sont mélangées avec 1300 µl d'une solution méthanoïque de DPPH (0,004%).

Après une période d'incubation de 30 minutes à la température de laboratoire, l'absorbance est lue à 517nm. L'inhibition du radical libre DPPH par l'antioxydant standard est également analysée pour comparaison.

IV.8.1. Pourcentage d'inhibition

L'inhibition des radicaux libres en pourcentages (I%) est calculée en utilisant la formule suivante :

$$I \% = [1 - (\text{Abstest}/\text{Abscontrôle})] \times 100$$

Abstest : absorbance de l'échantillon.

Abscontrôle : absorbance contrôle négatif.

Pour d'obtenir l'index IC₅₀, il faut tracer les concentrations en HE et en antioxydant témoin, en fonction des pourcentages du DPPH inhibés.

Ce paramètre est défini comme la concentration d'antioxydant requise pour diminuer la concentration du DPPH initiale de 50%

Chapitre V :

Résultats & Discussion



V.1. Introduction

Dans le présent chapitre, nous traiterons tous les résultats obtenus au cours de ce travail, à partir de la préparation de la poudre végétale des quatre plantes investiguées : le *Thymus vulgaris*, le *Cuminum cyminum*, le *Petroselinum crispum* et le *Urtica dioïca*. jusqu'à l'extraction puis la caractérisation des huiles essentielles et par la suite l'évaluation de leur effet antioxydant. Ce dernier est estimé d'après des expériences réalisées par des chercheurs en phytochimie.

Le choix des plantes étudiées est basé sur des informations ethnopharmacologiques, exhibant leur usage en médecine traditionnelle et surtout contre l'anémie.

V.2. Extraction des huiles essentielles

Les huiles essentielles ont été extraites par hydrodistillation à l'aide d'un hydrodistillateur de type clewenger. A la fin de chaque expérience, l'huile essentielle est récupéré, séché par le sulfate de magnésium anhydre, puis conservé dans un réfrigérateur. Cette démarche est résumée par le schéma suivant :

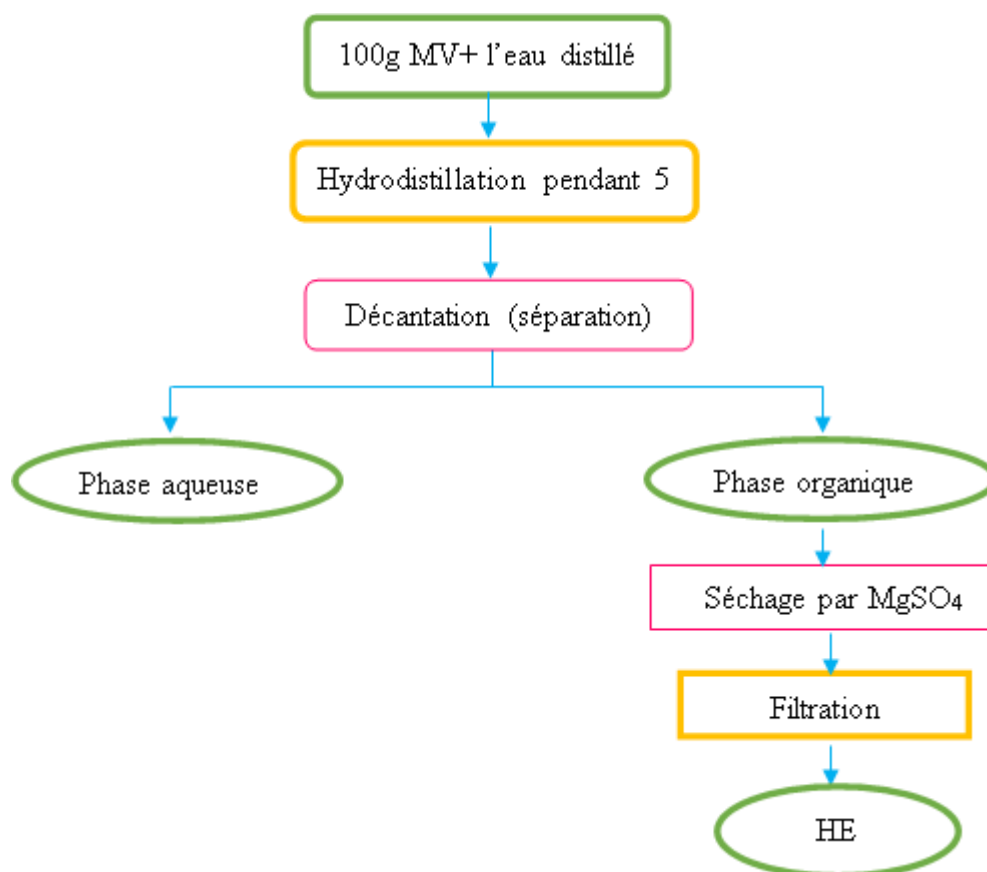


Figure V.1: Les différentes étapes d'extraction des HEs.

La **Figure V.2** montre les essences obtenues à partir des quatre plantes.

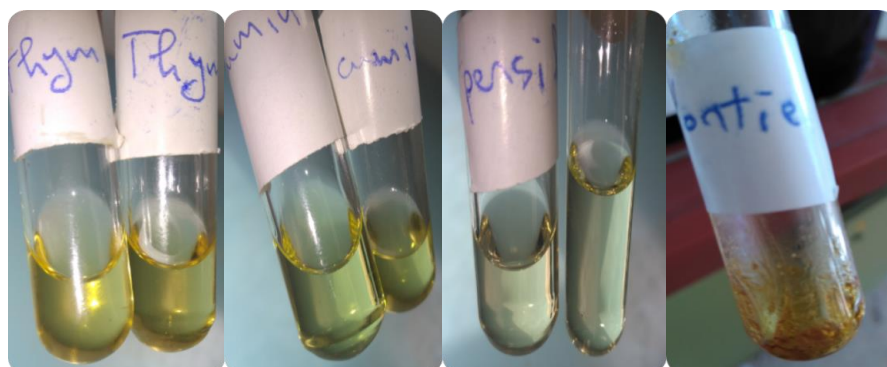


Figure V.2: Les huiles essentielles extraites

- Nous rappelons que l'HE de l'ortie a été extrait par une hydrodistillation simple, ainsi qu'une macération de 20g de chaque plante dans le dichlorométhane a été également réalisé pour faire une comparaison dans la composition chimique, entre les extraits bruts obtenus par les deux méthodes d'extraction l'hydrodistillation et la macération.

V.3. Etude analytique des huiles essentielles

La connaissance d'indices physiques et chimiques est importante puisqu'elle permet de caractériser voire d'identifier une huile essentielle.

V.3.1. Propriétés organoleptiques des HE

Les propriétés organoleptiques (l'aspect, la couleur et l'odeur) des HEs de thym, de cumin, de persil et d'ortie sont rassemblées dans le **Tableau V.1**.

Tableau V.1: Les caractéristiques organoleptiques des HEs extraites.

	<i>Thymus vulgaris</i>	<i>Cuminum cyminum</i>	<i>Petroselinum crispum</i>	<i>Urtica dioica</i>
Aspect	Liquide	Liquide	Liquide	Liquide visqueux
Couleur	Jaune brun	Jaune	Jaune pâle	Jaune brun
Odeur	Caractéristique épicée très forte	Caractéristique épicée très forte	Caractéristique du fruit écrasé	Caractéristique, forte et piquante

D'après le **Tableau V.1**, on remarque que les HEs obtenues sont des liquides avec une odeur propre à la matière végétale, épicée pour *Thymus vulgaris* et *Cuminum cyminum* alors qu'elle est piquante pour *Urtica dioica*.

L'HE de *Thymus vulgaris* et *Urtica dioica* ont une couleur jaune brun alors que celui de *Cuminum cyminum* et *Petroselinum crispum* ont une couleur jaune et jaune pâle respectivement.

Les caractéristiques organoleptiques des essences de thym, cumin, persil et ortie puisées de la littérature sont données dans le **Tableau V.2**.

Tableau V.2: Les caractéristiques des HEs étudiées selon la littérature.

	<i>Thymus vulgaris</i>	<i>Cuminum cyminum</i>	<i>Petroselinum crispum</i>	<i>Urtica dioica</i>
Aspect	Liquide	Liquide mobile	Liquide limpide pouvant parfois cristalliser	Limpide
Couleur	Jaune rougeâtre	Jaune ambré à jaune foncé	Presque incolore à jaune ambré (brunâtre)	Jaune très clair
Odeur	Odeur aromatique âcre	Odeur caractéristique, grasse, aromatique	Caractéristique du fruit écrasé,	Spécifique et forte
référence	[1]	[2]	[3]	[4]

- ❖ Par comparaison de nos résultats expérimentaux avec ceux de la littérature, on remarque que les caractéristiques organoleptiques de nos HEs sont en accord avec ceux rapportées par les références.

V.3.2. Rendement en HE

Les résultats de calcul des rendements obtenus lors des extractions par hydrodistillation, durant cinq heures sont reportés dans le **Tableau V.3**.

Tableau V.3: Rendements en HEs obtenues

	<i>Thymus vulgaris</i>	<i>Cuminum cyminum</i>	<i>Petroselinum crispum</i>	<i>Urtica dioica</i>
Rendement moyen en HE (%)	1.43	1.89	1.37	0.07

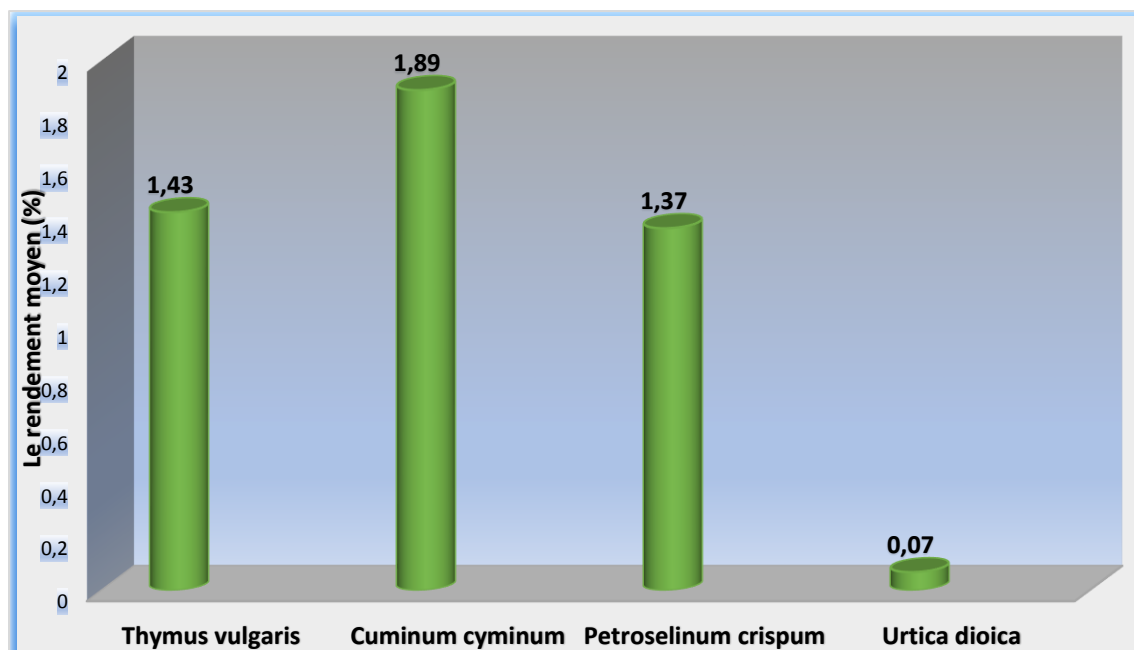


Figure V.3: Représentation graphique des rendements en HE.

Les résultats du **Tableau V.3** montrent que les rendements moyens obtenus en HE des feuilles sèches du *Thymus vulgaris* et du *Urtica dioica* sont respectivement de 1.43% et 0.07%, alors que les rendements en HE obtenus à partir des graines de persil et de cumin sont respectivement de 1.37% et 1.89%, ce dernier est le taux le plus élevé comparé à celui des autres plantes.

➤ Une étude faite par **Bouguerra et al., 2017 [5]** sur *Thymus vulgaris* récoltée au nord de l'Algérie et plus exactement à Blida correspondant à un taux relatif de 1.58%, ce résultat est relativement proche de notre (1.43%). Une autre étude réalisée par **Abdelli en 2017 [6]**, a permis d'obtenir des rendements moyens en HE à partir des feuilles sèches de *Thymus vulgaris* de Tlemcen et de Mostaganem allant respectivement de 4.2% à 2.2%, ces résultats sont cependant supérieurs de nos huiles.

En dehors l'Algérie, le travail fait par **Jordàn et al ; 2006 [7]** sur *Thymus vulgaris* d'Espagne a donné des résultats de 2.17 à 4.73%. Un rendement plus élevé en HE a été noté par **Badi et al ; 2004 [8]** pour le thym de Jordanie (5.40%). Tandis que des concentrations plus faibles ont été rapportées en Iran (1.87%) [9], au Mexique (1.7%) [10], au Maroc (1%) [11,12] et en Inde (0.3%) [13].

➤ Concernant le *Cuminum cyminum*, une étude faite par **Yahiaoui et al ; 2018 [14]** a donné un rendement moyen en HE voisin de 1.8%, ce résultat est semblable à nôtre, cependant il est très inférieur que celui trouvé par **Mékaoui et al ; 2013 [15]** (3.2%).

Une autre étude réalisée par **Sayed Ahmed [16]** sur les huiles essentielles des graines de cumin provenant du Liban, de France, de l'Algérie et de Syrie a donnée des taux

moyens entre 1,63 et 2.88% selon l'origine des graines. Des rendements comparatifs ont été obtenus pour les graines de cumin indien (1,9% et 1,21%) [17,18] et égyptien (2,52%) [19]. Des rendements plus faibles ont été trouvés dans le cas du cumin iranien 1,45% [20] et tunisien 1,22% [21]. Cependant, les semences de cumin de la chine ont donné un rendement plus élevé 3,80% [22].

- Le rendement en HE de *Petroselinum crispum* (1.37%) semble plus important que celui obtenu par **Ouis en 2015** [23] sur des échantillons des graines de persil provenant de la ville de Mascara (0.61%).
- Concernant l'ortie, on a constaté un rendement très faible (0.07%), selon **Bruneton ; 1999** [24], *Urtica dioica* n'est pas considéré comme étant une espèce végétale aromatique, mais comme une plante médicinale non aromatique, d'où le faible rendement en huile. Les travaux de **Afif Chaouche ;2015** [4] sur l'ortie récoltée en Tizi Ouzou ont donné un rendement de $0.1 \pm 0.02\%$, ce taux est très proche de notre échantillon.
- ❖ Les différences des rendements en HE sont dues à plusieurs facteurs : l'origine géographique, les facteurs écologiques notamment climatiques (la température et l'humidité), l'espèce végétal elle-même, le stade de la croissance, la période de cueillette, la conservation du matériel végétal... [25,26]

V.3.3. Les indices physicochimiques

Les HEs sont caractérisées par leurs propriétés physiques (densité, indice de réfraction, PH...) ainsi que par leurs propriétés chimiques (indice d'acide, ...) permettant d'évaluer la nature des composés organiques (acide, ester...) présents dans l'essence.

Les résultats de la détermination des propriétés physicochimiques des essences obtenues à partir des plantes étudiées sont consignés dans le **Tableau V.4**.

Tableau V.4: Caractéristiques physicochimiques des HEs extraites

	<i>Thymus vulgaris</i>	<i>Cuminum cyminum</i>	<i>Petroselinum crispum</i>	<i>Urtica dioica</i>
Densité relative à 20°C d_{20}^{20}	0.91	0.93	0.96	/
PH	5	4	5	6
Indice de réfraction η^{20}	1.503	1.507	1.511	1.442
Indice d'acide Ia	6.7	11.25	4.48	/

Nous avons rassemblé les constantes physicochimiques des essences de *Thymus vulgaris*, *Cuminum cyminum* et *Petroselinum crispum* retrouvées dans la littérature dans le **Tableau V.5** afin de les comparer avec ceux de nos résultats expérimentaux.

Tableau V.5: caractéristiques physicochimiques des HEs puisées dans la littérature.

	<i>Thymus vulgaris</i>	<i>Cuminum cyminum</i>	<i>Petroselinum crispum</i>	<i>Urtica dioica</i>
Densité à 20°C	0.905-0.950	0.905-0.930	0.974	/
d_{20}^{20}				
η^{20}	1.491-1.510	1.490-1.506	1.508 1.508-1.522	/
PH	5.5	/	4.48	/
Ia	8.4	4.32 ; 5.61	5.61 ; 6	/
Référence	[25]	[2]	[23,26,27,28]	/

D'après les résultats mentionnés dans le **Tableau V.4**, on constate que :

- Les HEs de *Thymus vulgaris*, *Cuminum cyminum* et *Petroselinum crispum* présentent des valeurs de densité inférieures à celle de l'eau et sont conformes aux résultats puisés dans la littérature. En effet la densité est l'un des paramètres de pureté des HEs.
- L'indice de réfraction de nos HEs est de 1.503 pour le *Thymus vulgaris*, 1.507 pour *Cuminum cyminum*, 1.511 pour *Petroselinum crispum* et de 1.442 pour *Urtica dioica*. Ces résultats sont en accord avec les données bibliographiques. En effet l'indice de réfraction varie essentiellement avec la teneur en monoterpènes et en dérivés oxygénés. Une forte teneur en monoterpènes donnera un indice élevé [29].
- Les quatre HEs ont un caractère acide (PH<7). Il convient de souligner que le PH joue un rôle déterminant au cours des réactions chimiques et biochimiques et peut influencer les propriétés stabilisatrices d'une HE (effets antioxydant et antimicrobien). Par conséquent, ce résultat peut amener à un bon caractère stabilisateur contre les microorganismes ; ce qui permettra à ces HEs de jouer le rôle de conservateurs dans les produits alimentaires.
- L'indice d'acide indique le comportement et la quantité des acides libres présents dans notre huile. Il peut également nous renseigner sur la susceptibilité de l'huile à subir des altérations notamment l'oxydation.

D'après nos résultats, l'HE de *Cuminum cyminum* présente un indice d'acide (11.25) plus élevé par rapport à celui de *Thymus vulgaris* (6.7) et *Petroselinum crispum* (4.48). L'Ia élevé enregistré concorde avec la faible valeur de PH de ces essences. Un Ia élevé pour

les HEs peut être bénéfique si ces essences ont été ajoutées à un produit alimentaire possédant des matières grasses et des acides gras libres oxydables. Cet effet stabilisateur se manifeste dans la mesure où l'oxydation affecte plutôt les acides libres de l'HE utilisée comme conservateur et protège ou limite donc l'oxydation des acides gras libres insaturés des produits alimentaires ce qui améliore à la fois la qualité nutritionnelle et organoleptique de ces produits.

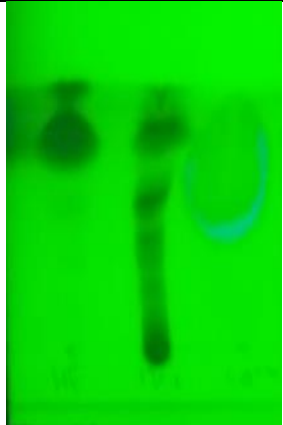


- ❖ En étudiant la littérature nous avons été amenés à déduire que les valeurs des caractéristiques physicochimiques sont plus ou moins du même ordre de grandeur que ceux trouvés dans la littérature.




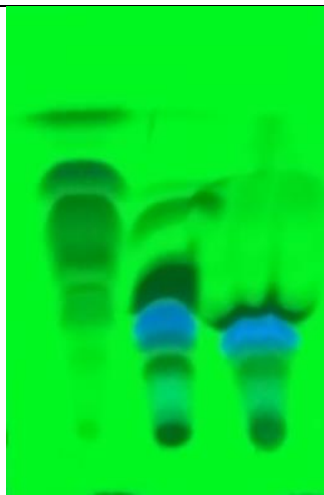


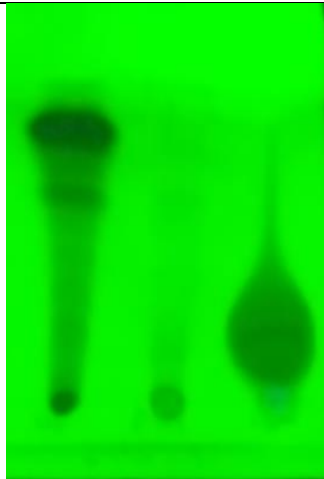


V.4. Analyse par chromatographie sur couche mince

Cette technique nous donne une indication sur le contenu des extraits analysés et procure les informations nécessaires pour la poursuite d'autres études.

Pendant l'analyse CCM, plusieurs systèmes de solvants ont été essayés sur les huiles extraites, en utilisant des plaques analytiques recouvertes de gel de silice. Chaque échantillon, avec un système spécifique, donne une bonne séparation et une visibilité acceptable des spots par les révélateurs utilisés, comme il est indiqué sur les chromatogrammes illustrés dans le **Tableau V.6**.

Tableau V.6: Les chromatogrammes obtenus pour les différents échantillons des quatre plantes.

	$\lambda= 254\text{nm}$	$\lambda= 366\text{nm}$	Acides
Thym éluant 3			

Cumin éluant 3			
Persil éluant 1			
Ortie éluant 3			
	HE Mac Com	HE Mac Com	HE Mac Com

- L'analyse chromatographique des différents échantillons (HE + Extrait de macération + huile commerciale) des quatre plantes a révélé une variété des composants de ces derniers.
- Les résultats obtenus montrent des taches bien distinctes de différents facteurs de rétention ce qui reflète la différence dans la composition des quatre plantes qui bien claire au niveau des chromatogrammes obtenus à l'égard de cette étude.

- Nous notons qu'il existe une similitude dans certaines compositions des trois échantillons (HE, extrait, huile commerciale) pour les plantes étudiées. Cette analogie due à la migration des spots par le même niveau c-à-d ont le même rapport frontal, donc les trois extraits possède le même composé.
- La diversification dans leur composition est due à l'existence d'autres constituants comme les acides gras, les caroténoïdes ainsi que les composés phénoliques de faible polarité.
- A l'œil nu, les taches apparaissent vertes dans les plaques CCM sont typiques des chlorophylles et les taches mauves représentent les stérols.
- La comparaison des profils CCM des quatre HEs obtenues à partir des plantes étudiées dans différents systèmes d'élution ($\text{CH}_2\text{Cl}_2/\text{Ep}$; $\text{CHCl}_3/\text{CH}_3\text{OH}$ et $\text{AcOEt}/\text{n-hexane}$), montre bien leur richesse en composés terpéniques.
 - ✓ Selon **Abdelli ;2017 [6]** l'HE de *Thymus vulgaris* est constitué d'un mélange de monoterpènes, de sesquiterpènes et de leurs dérivés oxygénés. Il est principalement riche en thymol qui représente le composant majeur avec un taux de 67.3% D'autres constituants sont également présents à des teneurs appréciables : γ -terpinène (8.7 – 10.1%), *p*-cymène (5.6 – 6.0%), α -pinène (1.6 - 5.7%), linalool (2.7 - 5.1%), thymol méthyl éther (0.7 - 2.9%), (E)- β -caryophyllène (1.4 - 1.9%), myrcène (1.4%), α -terpinène (1.1 – 1.3%) et α -thujène (1.0%).
 - ✓ D'après **Sayed Ahmed ;2018 [16]** la caractérisation des classes chimiques de l'HE de *Cuminum cyminum* montre la prévalence des monoterpènes oxygénés (66,51%) représentés principalement par le cuminaldéhyde (43%) et le 1,4-*p*-menthadièn-7-al (17%). Les hydrocarbures monoterpéniques constituent la deuxième classe principale ; le β -pinène, *p*-cymène et le γ -terpinène sont les constituants majeurs de cette classe.
 - ✓ **Ouis ;2015 [23]** a trouvé que L'HE des graines de *Petroselinum crispum* est constitué principalement d'allyltétraméthoxybenzène suivi de l'apiole, de la myristicine et de l'élémicine.
 - ✓ A travers les résultats donnés par **Afif Chaouche ;2015 [4]** dans l'HE de *Urtica dioica*, les acides sont présents et les monoterpènes sont dominants : le carvacrol (20,10%), l'acide decanoïque (9,85%), le terpineol (7,52%) et le thymol (7,00%).

V.5. Activité antioxydante des HEs

Comme on a mentionné dans le précédent chapitre, l'évaluation de la capacité antioxydante de nos HEs n'a pas été réalisée pratiquement, mais nous avons essayé d'étudier cette partie en présentant quelques études rapportées dans la littérature.

L'activité antiradicalaire des huiles essentielles est souvent évaluée par le test au DPPH, celui-ci est très utilisé pour la rapidité des résultats comme il est employé pour le criblage des molécules douées d'activités antioxydantes présentes dans les extraits des végétaux.

L'effet de piégeage des huiles sur le radical DPPH est exprimé en valeurs de IC_{50} ($\mu\text{g}/\text{ml}$) ou (mg/ml). On rappelle que la IC_{50} représente la quantité de réactifs nécessaire à l'inhibition de la moitié de la quantité initiale des radicaux présents. En effet, la IC_{50} est inversement liée à la capacité antioxydante d'un composé, plus cette valeur est basse, plus l'activité antioxydante est grande.

V.5.1. *Thymus vulgaris*

Selon l'étude faite par **Abdelli ;2017 [6]** pour la caractérisation chimique et biologique des huiles essentielles de *Juniperus phoenicea* (Genévrier rouge) et de *Thymus vulgaris*. L'évaluation de la capacité de l'HE de *Thymus vulgaris* provenant de deux régions (Tlemcen et Mostaganem) à piéger le radical libre DPPH indique une augmentation des pourcentages d'inhibition (I%), de l'absorbance de la solution de DPPH en fonction des concentrations de l'HE testée. A la plus faible concentration (0.2 mg/ml), l'HE du thym de Tlemcen et de Mostaganem ont présenté des I% respectifs de 28.62% et 24.87% tandis qu'à la plus grande concentration (100 mg/ml), les I% ont atteint 83.65% et 79.62%, respectivement. Ceci montre que l'espèce *T. vulgaris* possède un grand potentiel antioxydant.

D'après les résultats de cette étude, **Abdelli** a constaté que pour les huiles essentielles, la plus faible valeur de IC_{50} est celle du thym de Tlemcen (24.89 mg/ml), suivi de près par celle du thym de Mostaganem (34.13 mg/ml). Néanmoins, celle de l'acide ascorbique reste la plus importante puisque sa IC_{50} a été la plus basse (0.28 mg/ml).

L'activité antioxydante de l'HE de *Thymus vulgaris* a été rapportée comme étant principalement liée aux composés phénoliques. En effet, une étude faite par **Ruberto et Baratta ;2000 [30]** consistant à tester l'activité antioxydante de 98 composants purs d'huiles essentielles, a souligné que les composés phénoliques notamment, le thymol et le carvacrol présentaient l'activité la plus élevée.

V.5.2. *Cuminum cyminum*

Une étude sur la composition chimique et l'activité antioxydante de l'HE des graines du *Cuminum cyminum* faite par **Mékaoui et al ;2013 [15]** a donné une valeur de IC₅₀ de 242,4 et de 10,14 mg/l pour l'HE des graines de cumin et le BHT respectivement. En remarque qu'en comparaison avec l'antioxydant standard (BHT), l'HE de cumin s'avère moins actif.

Néanmoins, les résultats ont montré que l'huile essentielle de cumin est dotée de pouvoir antioxydant appréciable, cet effet est fort probablement attribué à leur richesse en composés oxygénés.

V.5.3. *Petroselinum crispum*

D'après l'étude chimique et biologique réalisée par **Ouis ;2015 [23]** sur les HEs de coriandre, fenouil et persil, l'HE des graines de *Petroselinum crispum* manifeste une augmentation du pourcentage d'inhibition avec l'augmentation de la concentration de l'essence utilisée. Le même taux d'inhibition (60%) est obtenu avec des concentrations allant de 200 à 1000 µg/ml. Une concentration de 23000 µg/ml permet l'obtention d'un pourcentage d'inhibition similaire à celui obtenu par l'acide ascorbique.

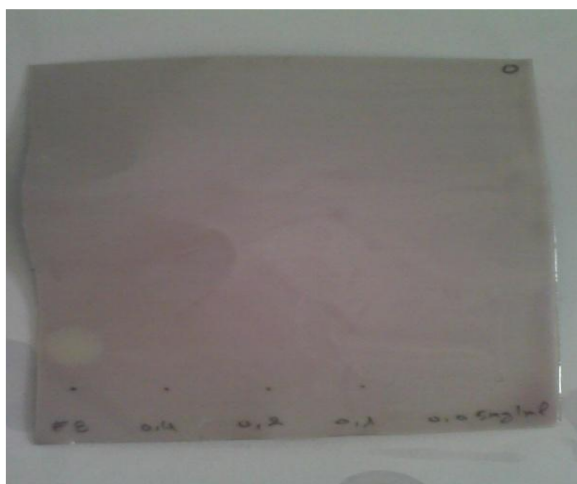
Selon cette étude les valeurs de IC₅₀ obtenues valent 145.5 et 73.9 µg/ml pour l'HE des graines de persil et l'acide ascorbique respectivement.

Les résultats obtenus indiquent que l'HE de *Petroselinum crispum* a manifesté un effet antioxydant remarquable. Cela est directement lié à sa teneur en agents piégeurs de radicaux libres agissant comme antioxydant notamment l'allyltétraméthoxybenzène et l'apiole.

V.5.4. *Urtica dioica*

➤ **Méthode qualitative :**

Afin d'évaluer qualitativement l'activité antioxydante de l'huile essentielle de l'ortie, **Afif Chaouche ;2015 [4]** a étudié les propriétés anti radicalaires de l'HE par la méthode qualitative au DPPH en utilisant la chromatographie sur couche mince de silice. L'apparition des taches jaunâtres sur la plaque CCM met en évidence le pouvoir antiradicalaire des composés étudiés (**Figure V.4**).



HE de l'Ortie



Acide ascorbique

Figure V.4: résultats de la Méthode qualitative de l'activité antioxydante obtenus par Afif Chaouche ;2015 [4]

Selon les couleurs, les résultats montrent que l'HE de l'ortie a montré une légère activité antioxydante par rapport l'acide ascorbique.

➤ **Méthode quantitative au DPPH :**

Les résultats de la méthode quantitative au DPPH réalisée toujours par Afif Chaouche ;2015 montrent des valeurs d'IC₅₀ à l'ordre de 11,55mg/ml pour l'HE de l'ortie, alors que celle de l'acide ascorbique est de 1,46mg/ml.

Ce résultat confirme la légère activité antioxydante de l'HE de *Urtica dioica* atteint dans la méthode qualitative par rapport à celle de l'acide ascorbique.

Selon la bibliographie, il a été trouvé que les extraits d'Ortie notamment les extraits alcooliques, par leur richesse en flavonoïdes (la rutine, la quercétine...) ont un pouvoir antioxydant plus important que celui de l'HE. Ceci peut être dû à la composition chimique de chaque extrait en molécules de nature antioxydantes.

- La différence dans les résultats du potentiel antioxydant peut être expliquée par la grande variabilité des huiles essentielles en termes de qualité. En effet, la relation entre l'activité antioxydante et le profil chimique des huiles essentielles est bien reconnue [30,31], D'ailleurs l'activité antioxydant dépend également de la structure et la nature des antioxydants [32].
- ❖ Vu les résultats précédents, on peut déduire que les HES de thym, cumin, persil et ortie ont dotée de pouvoir antioxydant appréciables, ce qui permet de considérer ces plantes comme additifs potentiel dans les formules médicamenteuses et cosmétiques et agroalimentaires.

Conclusion & perspectives



Conclusion générale

L'utilisation traditionnelle des **plantes médicinales** pour le traitement de diverses pathologies a connu beaucoup d'attention auprès de la communauté scientifique. Parmi les troubles de santé les plus courantes et les plus répandues de notre temps, on trouve le problème de l'**anémie**, qui affecte une large partie de la société dans toutes les régions du monde. En effet, ces plantes demeurent la principale source de principes actifs, les **huiles essentielles** constituent l'un de ces principes actifs les plus importants en raison de leurs multiples et diverses applications.

Le sujet abordé dans ce mémoire s'inscrit dans le cadre général des travaux visant la valorisation des ressources naturelles d'origine végétale à activité antianémique. Nous avons pour cela sélectionné quatre plantes médicinales riches en fer : *Thymus vulgaris*, *Cuminum cyminum*, *Petroselinum crispum* et *Urtica dioica*. L'objectif principal de ce travail que nous avons entrepris porte sur l'étude physicochimique et biologique des huiles essentielles des plantes envisagées.

L'hydrodistillation à l'aide d'un hydrodistillateur de type clevenger, méthode de choix pour l'extraction des HEs, nous a permis de montrer que les graines de cumin, de persil et les feuilles de thym sont riches en essence avec des rendements moyens variant de 1,37% à 1,89 %, alors que le faible rendement est attribué aux feuilles de l'ortie avec une valeur de 0,07 %.

La détermination des propriétés physicochimiques (densité, indice de réfraction, PH et indice d'acide) et organoleptiques des essences isolées, nous a conduit à des valeurs conformes aux normes de commercialisation des HEs établies par les différentes pharmacopées et proches de certains travaux antérieurs.

Le profil des chromatogrammes des huiles extraites a montré la présence d'un polymorphisme chimique très important et une visibilité acceptable. Ceci à travers les taches illustrées par les systèmes de révélation utilisés.

Vu les circonstances difficiles que traverse le monde depuis ces derniers mois, l'activité antioxydante des quatre essences a été noté d'après des études antérieures. En présentant les résultats de quelques études qui sont intéressés par ce sujet. Les résultats obtenus par la méthode de piégeage des radicaux libres DPPH montrent que les HEs de thym,

cumin persil et ortie ont dotée de pouvoir antioxydant appréciables, ce qui permet de considérer ces plantes comme additifs potentiel dans les formules médicamenteuses, cosmétiques et agroalimentaires.

PERSPECTIVES :

Pour la continuité des travaux entamés avec plus d'efficacité, de nombreuses perspectives peuvent être envisagées :

- ☞ La détermination de la composition chimique de chaque huile.
- ☞ Élargir le panel de l'activité anti-radicalaire par d'autres méthodes afin de bien comparer les résultats.
- ☞ Élargir le spectre d'activités biologiques.
- ☞ Isoler et caractériser les principes actifs responsables de ces propriétés pharmacologiques.

Références bibliographiques



Introduction générale :

- [1] M Pourbaix, P Van Rysselberghe, Electrochimica Acta Volume 45, Issues 15-16, 3 (2000) XIII-XVI.
- [2] Corrosion engineering. Mc graw Hill International Edition. New- York. 1987.
- [3] Logeeswari K., Sripathi S.K. Wound Healing Medicinal Plants: A Review. Int Journal of Chemical, Environmental and Pharmaceutical Research, 3 (3), 2012: 199-218,
- [4] Frantisek Stary; Vaclav Jirasek: plantes médicinales, Atlas illustré,1973.
- [5] Jane Badham ; Michael B. Zimmermann ; Klaus Kraemer : le guide de l'anémie nutritionnelle.

Chapitre I :

- [1] P. Nestel, L. Davidsson (2003) : Anémie, Carence en fer et anémie ferriprive : L'Institut de Nutrition Humaine de l'INACG.
- [2] BAILY K.V. Carence en fer et anémie : situation mondiale urgente. La prescription 1994, P. 1-16.
- [3] OMS. La prévalence de l'anémie nutritionnelle chez les femmes enceintes dans les pays voie de développement : études critiques, rapport trimestriel de statistiques sanitaires mondiales n°2, 1982, p 34.
- [4] World Health Organization. The prevalence of anemia in women: a tabulation of available information. Geneva: WHO, 1992, (WHO/MCH/MSM/92).
- [5] D. Charline (2017) ; anémie : <https://www.sante-sur-le-net.com/maladies/hematologie/anemie/>
- [6] M. Céline Ray (2019) : De nouveaux vaisseaux sanguins découverts dans les os.
- [7] Les anémies : institut PAOLI CALMETTES
- [8] M. Rhardisse (2019) ; Anémie : connaître les symptômes de cette baisse d'hémoglobine : <https://hellocare.com/anemie-symptomes-causes/>
- [9] Mikael Häggström: Microcytic Anemia; Anemia of Chronic Diseases.
- [10] Orientation diagnostique devant une anémie (2010) ; Université Médicale Virtuelle Francophone.
- [11] Pr D. BORDESSOULE (2006) ; Syndrome anémique.
- [12] anémie ; polycopié Hématologie ; Université de Lyon1.
- [13] Quentin Nicard (2017) ;Hématocrite : interpréter un taux bas ou élevé : <https://www.passeportsante.net/fr/Maux/analyses-medicales/Fiche.aspx?doc=analyse-hematocrite/>
- [14] A. Quessar (2015) ; Les anémies ; Faculté de Médecine et de Pharmacie Casablanca 3ème année.
- [15] Anaïs Thiébaux (2019) ; Ferritine : interpréter les résultats de son dosage sanguin : <https://sante.journaldesfemmes.fr/fiches-anatomie-et-examens/2506234-ferritine-interpreter-les-resultats-prise-de-sang/>
- [16] Anémie par carence martiale (2010) ; Université Médicale Virtuelle Francophone.
- [17] Alpha-thalassémie ; maladies constitutionnelles rares du globule rouge et de l'érythropoïèse : <https://filiere-mcgre.fr/les-pathologies/alpha-thalassemie/>
- [18] Dyérythropoïèses congénitales ; maladies constitutionnelles rares du globule rouge et de l'érythropoïèse : <https://filiere-mcgre.fr/les-pathologies/dyserythropoi%CC%88ese-congenitale/>
- [19] Bème David (2017) : réticulocytes https://www.doctissimo.fr/html/sante/analyses/sa_1050_reticulocytes.htm
- [20] Acanthocyte (2014) ; <https://sante-medecine.journaldesfemmes.fr/faq/44703-acanthocyte-definition>
- [21] Physiopathologie du sang ; les globules rouges : Troubles fonctionnelles et mécanismes pathogéniques ;2017.

- [22] Anne-Christine Della Valle (2019) ; Drépanocytose : les causes et conséquences.
- [23] Quentin Nicard (2018) ; Thalassémie : <https://www.passeportsante.net/fr/Maux/Problemes/Fiche.aspx?doc=thalassemie>
- [24] Déficit en glucose-6-phosphate déshydrogénase (G6PD): Evan M. Braunstein, MD, PhD, Johns Hopkins School of Medicine ;2017.
- [25] Descartes-Farhad HESHMATI, MD, PhD (2014) ; Anémie et transfusion- DU de prise en charge des Urgences Médico-Chirurgicales Université Paris.
- [26] Les anémies mégalo-blastiques par carence en vitamine B12-2015 : <http://www.hematocell.fr/index.php>
- [27] Pascal Nguyen (2016) ; L'anémie : définition, symptômes, traitement.
- [28] Hématologie-Niveau DCEM3- Université Pierre et Marie Curie- Polycopié National 2006.

Chapitre II :

- [1] LES HUILES ESSENTIELLES, synthèse d'aromathérapie et introduction à la sympathicothérapie : Jean-Luc Sallé avec la participation de Jaques Pelletier. Editions FRISON-ROCHE.
- [2] ABDESSELAM Z. Aromathérapie : Histoire - Aromathérapie scientifique : <http://www.nutranews.org/sujet.pl?id=57>
- [3] Alambic : https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/1/17/Distillation_by_Retort.png/260px-Distillation_by_Retort.png
- [4] Padrini F. ; Lucheroni M.T. : Le grand livre des huiles essentielles.Ed.de Vecchi,1996.
- [5] BRUNETON J. Pharmacognosie - Phytochimie, plantes médicinales - (5^e Edition). Lavoisier ; 2016.
- [6] ISO 9235 :2013 (Fr) - Matières premières aromatiques naturelles - Vocabulaire : <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:9235:ed-2:v1:fr>
- [7] Familles de plantes à huiles essentielles [Internet]. Disponible sur : <https://www.compagniedes-sens.fr/familles-plantes-huiles-essentielles/>
- [8] The Plant List: <http://www.theplantlist.org/tpl/search?q>
- [9] Bardeau F. :la médecine par les fleurs. Ed. Robert Laffont,1976.
- [10] Legrand. G : Manuel préparatoire en pharmacie. 8^{ème} éd. Masson ,1978.
- [11] Lemberg S. : « Armoise » Artémisia herba alba. Perfumer flavorist, 7, p 58-63, 1982.
- [12] Brunton J. : Huiles essentielles, pharmacognosie-phytochimie plantes médicinales.3^{ème} éd. Doc et Tec. Lavoisier,1999.
- [13] Laurent Julia : Conseils et utilisations des huiles essentielles les plus courantes en officine ; Université PAUL SABATIER TOULOUSE III ;2017.
- [14] Garnero J. : Les huiles essentielles, Leur obtention, Leur composition, leur analyse et leur normalisation. Ed. techn. Encyclo. Me. Nat., (Paris-France), Phytothérapie -Aromathérapie,1991.
- [15] Mohamed Amine FERHAT, Brahim Youcef MEKALATI, Farid CHEMAT : CITRUS D'ALGERIE : LES HUILES ESSENTIELLES ET LEURS PROCEDES D'EXTRACTIONS.2010.
- [16] Chiej R. : Les plantes médicinales. Ed. Solar,1982.
- [17] Henri V. : Mes procédés d'extraction des huiles essentielles. Partie 1, D'après des articles de Henri Viaud, distillateur thérapeutiques naturelles, GNOMA ,1993.
- [18] Marie-Elisabeth Lucchesi : Extraction Sans Solvant Assistée par Micro-ondes Conception et Application à l'extraction des huiles essentielles ; Université de la Réunion, 2005.

[19] Brunton J. : Huiles essentielles, pharmacognosie-phytochimie plantes médicinales. Doc et Tec. Lavoisier,1993.

[20] Benjilali B. : Extraction des plantes aromatiques et médicinales : cas particulier de l'entraînement à la vapeur d'eau et ses équipements. Institut agronomique et vétérinaire, Maroc,2004.

[21] Mise au point d'une technique de séparation et de quantification des composés présents dans une huile essentielle : Institut National des Sciences Appliquées de Rouen ; Projet d'Etude INSA de ROUEN, 30/06/2015.

[22] Legast E. ; Peyron L. : IX congrès international des huiles essentielles. Singapour, p.63,1983.

[23] Jacqueline SMADJA : Les huiles essentielles Laboratoire de Chimie des Substances Naturelles et des Sciences des Aliments (LCSNSA) Université de La Réunion ;2009.

[24] Zlotorzynski A.: Microwaves assisted extraction of essentials oils from vegetal material. Anal.Chem.25(1), p:43-76,1995.

[25] Vernin G. : Arômes alimentaires et développements récents. Ed. APRIA,1982.

[26] ANALYSES DE COMPOSÉS ORGANIQUES VOLATILS (COV) http://www.lsta-meurice.be/images/cov_01.jpg

[27] COUIC-MARINIER F. Huiles essentielles : l'essentiel-Conseils pratiques en aromathérapie pour toute la famille au quotidien. 2013.

https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/1/17/Distillation_by_Retort.png/260px-Distillation_by_Retort.png

[28] Svoboda K.P. et Hampson J.B., (1999). Bioactivity of essential oils of selected temperate aromatic plants: antibacterial, antioxidant, anti-inflammatory other related pharmacological activities. Plant Biology Department, SAC Auchincruive, Ayr, Scotland, UK., KA6 5HW.)

[29] Baser, K.H.C. and G. Buchbauer, (2015). Handbook of essential oils: science, technology, and applications: CRC Press.

[30] Valnet, (2003). Les huiles essentielles, une santé toute naturelle. Phytothérapie de la recherche à la pratique, 1(1), 12.

[31] Willem, J.P., (2009). 60 ; maux sont soignés par les huiles essentielles : l'aromathérapie au quotidien pour toute la famille, Les minipockets de santé.

Chapitre III :

[1] J. Cardena (2017) ; thym : <https://www.doctissimo.fr/html/sante/phytotherapie/plante-medicinale/thym.htm>.

[2] F. Couplan (2000) ; Dictionnaire d'étymologie de botanique : Comprendre facilement tous les noms scientifiques. *Edition Lausanne : Delachaux et Niestlé, Paris, 238p*

[3] Harley R.M., França F., Santos E.P., Santos J.S (2010) ; *Lamiaceae. In: Catálogo de plantas e fungos do Brasil, Vol 2. Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, pp 1130-1146*

[4] Yuan, T. W.; Mabbertyly, D. J.; Steane, D. A.; Olmstead, R. G. Further disintegration and redefinition of *Clerodendrum* (*Lamiaceae*): Implication for the understanding of the evolution of an intriguing breeding strategy. *Taxon*. 2010, 59, 125-133.

[5] Gherman, C.; Culea, M.; Cozar, O. Comparative analysis of some active principles of herb plants by GC/MS. *Talanta*. 2000, 53, 253-62.

- [6] Hilan, C. ; Sfeir, R. ; Jawich D. ; Aitour, S. Huiles essentielles de certaines plantes médicinales libanaises de la famille des *Lamiaceae*. *Journal Scientifique Libanais*. 2006, 7, 13-22.
- [7] Bonniere, G., Douin, (1992). *Labiatae*, 5,396.
- [8] Quezel, P. ; Santa, S. (1963). Nouvelle flore de l'Algérie et des Régions Désertiques Méridionales. Tome II. Editions du centre National de la Recherche Scientifique.15, quai Anatole-France-Paris 7^e.
- [9] Larousse ; Encyclopédie des plantes médicinales : identification, préparations, soins ;2001
- [10] Guide des plantes médicinales, « Abécédaire de Phytothérapie » 1999-2000 Vincent RODZKO.
- [11] Goetz P., Ghédira K, 2012, Phytothérapie anti-infectieuse. *Springer Science & Business Media*, 394p
- [12] Farrell K.T, 1998, Spices, condiments and seasonings. 2^{ème} édition, *Springer Science & Business Media*, 414p
- [13] Díaz-Maroto M.C., Díaz-Maroto Hidalqo I.J., Sánchez-Palomo E., Pérez-Coello M.S, 2005, Volatile components and key odorants of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.) and thyme (*Thymus vulgaris* L.) oil extracts obtained by simultaneous distillation-extraction and supercritical fluid extraction. *J. Agric. Food. Chem*, 53(13), 5385-5389p.
- [14] Kuhn M.A., Winston D, 2008, Winston & Kuhn's herbal therapy & supplements: A scientific & traditional approach. 2nd edition, *Lippincott Williams & Wilkins*, 560p
- [15] Peter K.V, 2004, Handbook of herbs and spices. *Elsevier*, 376p
- [16] Takeuchi H., Lu Z.G., Fujita T, 2004, New monoterpene glucoside from the aerial parts of thyme (*Thymus vulgaris* L.). *Biosci. Biotechnol. Biochem*, 68(5), 1131-1134p
- [17] Chun H., Shin D.H., Hong B.S., Cho H.Y., Yang H.C, 2001, Purification and biological activity of acidic polysaccharide from leaves of *Thymus vulgaris* L. *Biol. Pharm. Bull*, 24(8), 941-946p
- [18] Fiche nutritionnelle de thym : <http://www.aprifel.com/fiche-nutri-produit-thym,41.html>
- [19] Ramon Morales, « *The history, botany and taxonomy of the genus Thymus* », *Medicinal and aromatic plants - Industrial Profiles: the genus Thymus*, 2002, p. 26
- [20] Tabanca N., Demirci B., Ozek T., Kirimer N., Baser K. H. C., Bedir E., Khan I. A. and Wedge D. E. (2006). Gas Chromatographic–Mass Spectrometric Analysis of Essential Oils from *Pimpinella* Species Gathered from Central and Northern Turkey. *J Chromatogr. A*. 1117 (2) : 194-205.
- [21] Bach D., Mascre M. et Deysson G. (1979). Organisation et Classification des Plantes Vasculaires, Cours de Botanique Générale Quatrième Série. Tome 2, Ed. SEDES, Paris, 540 p.
- [22] Botineau M. (2010). Botanique Systématique et Appliquée des Plantes à Fleurs, Ed. Tec & Doc, Paris, 1335 p.
- [23] J.Verghese, Cumin, Synthite industrial chemicals Ltd, Kerala, India, Perfumer and flavorist, Vol.16, Corp P61-63, Allured Publishing, September/ October1991.
- [24] Johri RK. Cuminum cyminum and Carum carvi: An update. *Pharmacogn Rev*. 2011.
- [25] le grand dictionnaire universel du XIX e siècle, Bibliothèque George Pampidou ,Paris
- [26] Calories graine de cumin ; <https://sante.journaldesfemmes.fr/calories/graine-de-cumin/aliment-11042>
- [27] Jésus Cardenas ; <https://www.doctissimo.fr/html/sante/phytotherapie/plante-medicinale/persil.htm2017>.
- [28] <https://fr.wikipedia.org/wiki/Persil>
- [29] Composition nutritionnelle persil :<https://fr.wikipedia.org/wiki/Persil>

- [30] Crété, P. ; Guignard, J. L. « Précis de botanique, Morphologie des plantes vasculaires reproduction et systématique des bryophytes, des ptéridophytes et des gymnospermes », Tome I. 2^e édition, *Masson & C^{ie}*, éditeur, Paris, 1968, 8 – 10
- [31] Bertrand Bernard Les secrets de l'Ortie. - 7^{ème} édition ; Editions de Terran, 2002.- 128p.- (Collection Le Compagnon Végétal ; n01)
- [32] Bezanger-Beauquesne L, et al ;(1980) Plantes médicinales des régions tempérées. Paris : Maloine, 439p.
- [33] Valnet Jean (1983) ; Phytothérapie : traitement des maladies par les plantes. - 5^{ème} édition Paris ;942p.
- [34] Bertrand Bernard (2002) ; Les secrets de l'Ortie. - 7^{ème} édition Editions de Terran, 202.- 128p.- (Collection Le Compagnon Végétal ; n01)
- [35] Bezanger-Beauquesne L, Pinkas M, Torck M : Les plantes dans la thérapeutique moderne. Paris : Maloine, 1975.- 529p.
- [36] Ghedira K, Goetz P, Jeune Le. *Urtica dioica* L., *Urtica urens* et ou hybrides (Urticaceae). *Phytothérapie* 2009; 7:279-85.
- [37] Bhuwan CJ, Minky M, Ajudhia NK. Pharmacognostical review of *Urtica dioica* L. *Int J Green Pharm* 2014; 8:201-9.
- [38] Lenglen Séverine L'ortie dioïque (*Urtica dioica* L.) dans l'hypertrophie bénigne de la prostate.104p. Th. : Pharmacie : Lille 2 : 2000 ; 158
- [39] Z. Jafari; S. Amiri Samani; M. Jafari (2019): Insights into the bioactive compounds and physico-chemical characteristics of the extracted oils from *Urtica dioica* and *Urtica pilulifera*; Springer Nature
- [40] Asgarpanah J, Mihajerani R.: Phytochemistry and pharmacologic properties of *Urtica dioica* L. *J Med Plants Res* 2012;6:5714-19.
- [41] François Nsemi Muanda (2010) ; Identification de polyphénols, évaluation de leur activité antioxydante et étude de leurs propriétés biologiques ; thèse de doctorat en Chimie organique : Université de Lorraine.
- [42] Blandine Garait (2006) : Le stress oxydant induit par voie métabolique (régimes alimentaires) ou par voie gazeuse (hyperoxie) et effet de la GliSODin® ; Université JOSEPH FOURIER - GRENOBLE 1.
- [43] <https://www.la-famille-des-radicauxlibres.html>
- [44] Jamila Hadj Salem (2018) ; Extraction, identification, caractérisation des activités biologiques de flavonoïdes de *Nitraria retusa* et synthèse de dérivés acylés de ces molécules par voie enzymatique ; thèse de doctorat en Procédés Biotechnologiques et Alimentaires université de Lorraine.
- [45] Haton C. ; (2005). Effets des rayonnements ionisants sur la structure de la fonction de la cellule épithéliale intestinale. Thèse de doctorat de l'université de Paris VI, France, 43.
- [46] Eustache I. ; (2012) ; Antioxydants contre radicaux libres, ou comment ralentir le vieillissement.
- [47] Berger M.M. ;(2006) ; Manipulations nutritionnelles du stress oxydant : état des Connaissances. *Nutr. Clin. Métabolisme* 20, 48–53.
- [48] Valko M., Rhodes C.J., Moncol J., Izakovic M. et Mazur M. (2006). Free radicals, metals and antioxidants in oxidative stress-induced cancer. *Chemico-Biological Interactions*. 160 :1-40.
- [49] Boss.I.P.L. (2002). Etudes des activités biologiques fagara xanthoxyloïdes LAM (Rutaceae). Thèse de Pharmacie, Bamako.
- [50] Ghedira K. (2005). Flavonoids: structure, biological activities, prophylactic function and Therapeutic uses. *Phytothérapie*, 3(4), *therapeutic uses. Phytothérapie*, 3(4), 162-169.

[51] P. Buzzini, A. Pieroni, Antimicrobial activity of extracts of *Clematis vitalba* towards pathogenic yeast and yeast-like microorganisms *Fitoterapia*. (2003). 74. 397–400.

[52] KHOLKHAL Fatima 2014 Etude Phytochimique et Activité Antioxydante des extraits des composés phénoliques de *Thymus ciliatus* ssp *coloratus* et ssp *euciliatus* Thèse de Doctorat en Biologie université de Tlemcen.

Chapitre IV :

[1] l'essentiel sur les huiles essentielles : <http://lessentieldehuilesessentielles.e-monsite.com/pages/iii-notre-experience/hydrodistillation.html>

[2] Alexis St-Gelai ; 2014 ; L'extraction d'huiles essentielles en laboratoire : <https://phytochemia.com/fr/2014/08/04/l'extraction-d'huiles-essentielles-en-laboratoire/>

[3] AFNOR, "Les huiles essentielles", 3eme Edition, Recueil des normes françaises, Paris, 1989.

[4] Mazouz B, Hahdaoui A, "Caractérisation et l'étude de l'effet antibactérien de l'huile essentielle des graines de *Petroselinum Sativum*", Thèse d'ingénieur d'état en biologie, Faculté des sciences agronomiques et des sciences biologiques, Université Hassiba Ben Bouali-chlef, 2010.

[5] AFNOR., (1986). Recueil des normes Françaises « huiles essentielles » ; AFNOR ; Paris.57p.

[6] AFNOR. « Recueil de normes : les huiles essentielles. Tome 2. Monographies relatives aux huiles essentielles ». AFNOR, Paris, 2000, 661-663.

[7] Analyses précises en laboratoire : <http://tpe-huile-essentielle.e-monsite.com/pages/iii-optimisation-de-la-qualite-du-produit/analyses-precises-en-laboratoire.html>

[8] J. A. DIPAGE (2010) : Détermination de l'Indice d'Acide des Huiles Essentielles : <http://sainte-liberte.over-blog.com/article-determination-de-l-indice-d-acide-des-huiles-essentielles-62900014.html>

[9] la chromatographie sur couche mince : <https://www.maxicours.com/se/cours/realiser-une-chromatographie-sur-couche-mince/>

[10] La chromatographie sur couche mince (CCM) : <http://www.exchem.fr/ccm.htm>

[11] Chavanne, Beaudoin, Jullien, Flamand « Chimie organique expérimentale".

[12] Lopez-tutz, D.S., Alviano, D.S., Alviano, C.P., & Kolodziejczyk, P. (2008). Screening of chemical composition, antimicrobial and antioxidant activities of artemisia essential oils. *Phytochemistry* 69:1732-1738.

Chapitre V :

[1] AFNOR (Association Française de Normalisation), Recueil des normes françaises : Huiles essentielles, Editions AFNOR,2000.

[2] Huile essentielle de cumin : NFT 75-346 : Novembre 1986.

[3] AFNOR, Les huiles essentielles,3^{ème} Edition, Recueil des normes françaises, Paris,1989.

[4] Afif CHAOUCHE.T ;2015 : Etude ethno-pharmacologique et évaluation de l'activité antimicrobienne et antioxydante de quelques plantes médicinales de la région de Tizi Ouzou – Algérie : thèse de doctorat université de Tlemcen.

[5] Bouguerra N., Djebbar F.T., Soltani N, 2017, Algerian *Thymus vulgaris* essential oil: Chemical composition and larvicidal activity against the mosquito; *Culex pipiens*. *International Journal of Mosquito Research*, 4(1), 37-42p.

[6] Abdelli. W ;2017 : Caractérisation chimique et étude de quelques activités biologiques des huiles essentielles de *Juniperus phoenicea* et de *Thymus vulgaris* : thèse de doctorat université de Mostaganem.

- [7] Jordán M.J., Martínez R.M., Goodner K.L., Baldwin E.A., Sotomayor J.A, 2006, Seasonal variation of *Thymus hyemalis* Lange and Spanish *Thymus vulgaris* L. essential oils composition. *Industrial Crops and Products*, 24(3), 253-263p.
- [8] Badi N.H., Yazdani D., Mohammad Ali S., Nazari F, 2004, Effects of spacing and harvesting time on herbage yield and quality/quantity of oil in thyme, *Thymus vulgaris*. *Ind. Crops. Prod.*, 19, 231-236p.
- [9] Kazemi M., Mousavi E., Bandrez N, 2012, Chemical compositions and antibacterial activity of the essential oils of *Thymus vulgaris* and *Tanacetum parthenium*. *Research Journal of Soil Biology*, 4(2), 21-31p.
- [10] Soto-Medívil E.A., Moreno-Rodríguez J.F., Estarrón-Espinosa M., García-Fajardo J.A., Obledo-Vázquez E.N, 2006, Chemical composition and fungicidal activity of the essential oil of *Thymus vulgaris* against *Alternaria citri*. *e-Gnosis [online]*, 4(16), 1-7p.
- [11] Imelouane B., Amhamdi H., Wathelet J.P., Ankit M., Khedid K., El Bachiri A, 2009, Chemical composition and antimicrobial activity of essential oil of thyme (*Thymus vulgaris*) from Eastern Morocco. *International Journal of Agriculture & Biology*, 11(2), 205-208p.
- [12] El-Akhal F., Greche H., Ouazzani Chahdi F., Guemmouh R., El Ouali Lalami A, 2015, Composition chimique et activité larvicide sur *Culex pipiens* d'huile essentielle de *Thymus vulgaris* cultivées au Maroc. *J. Mater. Environ. Sci.*, 6(1), 214-219p.
- [13] Syamasundar K.V., Srinivasulu B., Stephen A., Ramesh S., Rao R.R, 2008, Chemical composition of volatile oil of *Thymus vulgaris* L. from Western Ghats of India. *Journal of Spices and Aromatic Crops*, 17(3), 255-258p.
- [14] K. Yahiaoui, O. Bouchenak, S. Lefkir, N. Benhabyles, R. Laoufi, K. Arab ;2018: Antibacterial activity of cumin (*Cuminum cyminum* L.) and cloves (*Syzygium Aromaticum*) essential oils, and their application to the preservation of minced meat; *Fundamental and Applied Sciences*.
- [15] R. Mékaoui, F. Benkaci-Ali ;2013 : Composition chimique et l'activité antioxydant de l'huile volatile de grains du *Cuminum cyminum* isolé par vapodistillation assisté par micro-ondes, *First Seminar in Engineering, Health and Analysis*.
- [16] B. Sayed Ahmed ;2018 : Etude de l'agroraffinage de graines d'*Apiaceae*, *Lamiaceae* et *Chenopodiaceae* pour la production de molécules biosourcées en vue d'application en industrie cosmétique ; thèse de doctorat université de Toulouse.
- [17] N. Chaudhary, S. S. Husain, and M. Ali, "Chemical composition and antimicrobial activity of volatile oil of the seeds of *Cuminum cyminum* L.," *World J. Pharm. Pharm. Sci.*, vol. 3, no. 7, pp. 1428–1441, 2014.
- [18] I. Bettaieb, S. Bourgou, J. Sriti, K. Msaada, F. Limam, and B. Marzouk, "Essential oils and fatty acids composition of Tunisian and Indian cumin (*Cuminum cyminum* L.) seeds: a comparative study," *J. Sci. Food Agric.*, vol. 91, no. 11, pp. 2100–2107, 2011.
- [19] A. H. El-Ghorab, M. Nauman, F. M. Anjum, S. Hussain, and M. Nadeem, "A comparative study on chemical composition and antioxidant activity of ginger (*Zingiber officinale*) and cumin (*Cuminum cyminum*)," *J. Agric. Food Chem.*, vol. 58, no. 14, pp. 8231–8237, 2010.
- [20] F. Esmaili, "Composition of essential oil of *Cuminum cyminum*," *J. Essent. Oil Bear. Plants*, vol. 18, no. 2, pp. 507–509, 2015.

- [21] H. Hajlaoui *et al.*, “Chemical composition and biological activities of Tunisian *Cuminum cyminum* L. essential oil: A high effectiveness against *Vibrio* spp. strains,” *Food Chem. Toxicol.*, vol. 48, no. 8–9, pp. 2186–2192, 2010.
- [22] R. Li and Z.-T. Jiang, “Chemical composition of the essential oil of *Cuminum cyminum* L. from China,” *Flavour Fragr. J.*, vol. 19, no. 4, pp. 311–313, 2004.
- [23] Ouis. N ;2015 : Etude chimique et biologique sur les huiles essentielles de coriandre, fenouil et persil ; thèse de doctorat ; université d’Oran.
- [24] Bruneton J. (1999). Pharmacognosie, Phytochimie, Plantes médicinales. Tec & Doc, Editions médicales internationales. 3^{ème} Edition. p.1120.
- [25] F. Haddouchi, H.A. Lazouni, A. Meziane, A. Benmansour (2009) : Etude physicochimique et microbiologique de l’huile essentielle de *Thymus fontanesii* Boiss & Reut. *Afrique science* ,05(2),246-259p.
- [26] Didier. D : Huiles essentielles ; Monographie relative aux huiles essentielles (A à G),6^{ème} ED, AFNOR 2000, Tome2, vol,1,180-219.
- [27] Garnero J : huiles essentielles, Recueil de normes francaises,2^{ème} ED, AFNOR, Paris 1986
- [28] Caratini. R ; la vie des plantes : Bordas Encyclopédie,1983,589.
- [29] Boukhatem, M. N., Hamaidi, M. S., Saidi, F., Hakim, Y., (2010). Extraction, composition et propriétés physico-chimiques de l’huile essentielle du Géranium Rosat (*Pelargonium graveolens* L.) Cultivé dans la plaine de Mitidja (Algérie). *Nature et Technologie*, 37-45.
- [30] Ruberto G., Baratta M.T, 2000, Antioxidant activity of selected essential oil components in two lipid model systems. *Food Chem*, 69(2), 167-174p
- [31] Moghaddam M., Khaleghi Miran S. N., Pirbalouti A. G., Mehdizadeh L., Ghaderi Y b. Variation in essential oil composition and antioxidant activity of cumin (*Cuminum cyminum* L.) fruits during stages of maturity. *Industrial Crops and Products* 70 (2015). 163–169.
- [32] Falleh H., Ksouri R., Chaiebn K., Karray-Bouraoui N., Trabelsi N., Boulaaba M., Abdelly C. Phenolic composition of *Cynara cardunculus* L. organs, and their biological activities. *C.R. Biologies* (2008) 331:372-379.

Annexes



ANNEXES :

Annexe 1 : Matériels et produits utilisés

Verreries :

Ampoule à décanter de 500ml

Béchers

Ballons

Burette

Entonnoirs

Eprouvettes

Papier filtre

Papier PH

Pierre ponce

Plaque CCM

Réfrigérant droit et à serpents

Spatule

Micropipette

Pipette pasteur

Appareils :

Balance électronique

Chauffe ballon

Evaporateur rotatif

Lampe UV

Réfractomètre

Plaque chauffante

Solvants et réactifs :

Eau distillée

Dichlorométhane CH_2Cl_2

Chloroforme CHCl_3

Acétate d'éthyle $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}_2$

n-hexane C_6H_{14}

Méthanol CH_3OH

Ethanol $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$

Ether de pétrole $\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_n-\text{CH}_3$

Ether diéthylique $(\text{C}_2\text{H}_5)_2\text{O}$

Sulfate de magnésium MgSO_4

Hydroxyde de potassium KOH

Phénolphtaléine $\text{C}_{20}\text{H}_{14}\text{O}_4$

Acide sulfurique H_2SO_4

Acide acétique CH_3CO_2

Annexe 2 :

Tableau 1 : La durée de vie des différentes cellules sanguines

Type de cellule sanguine	Durée de vie
Globule rouge	Environ 120 jours
Globule blanc	Environ 6 à 8 heures
Plaquette	Environ 7 à 10 jours

Annexe 3:

Tableau 2 : Rendements des extractions de l'HE de *Thymus vulgaris*.

N° d'extraction	Poids végétal (g)	Poids de HE (g)	Rendement en HE (%)
1	100	1.8	1.8
2	100	1.42	1.42
3	100	1.08	1.08
	La moyenne		1.43

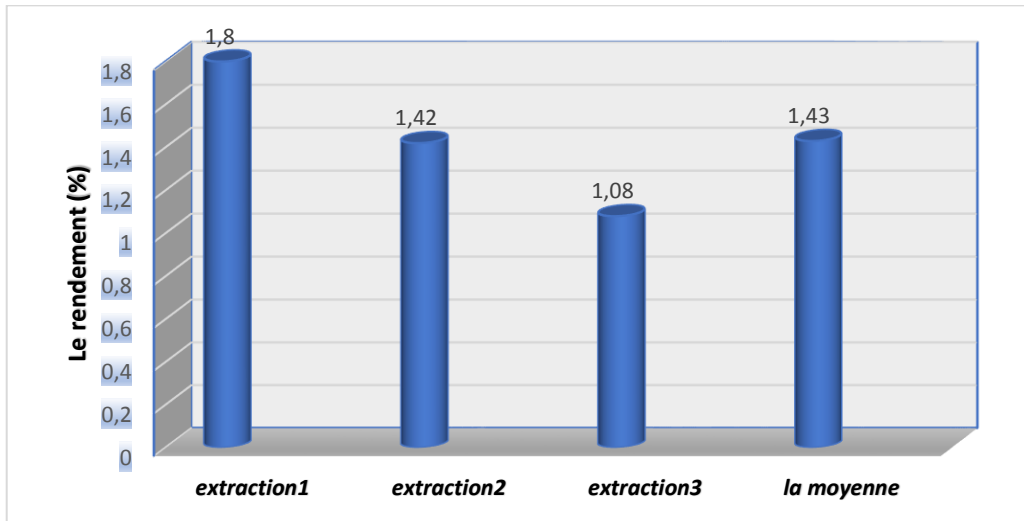


Figure 1 : Représentation graphique des rendements de l'extraction de l'HE de *Thymus vulgaris*.

Tableau 2 : Rendements des extractions de l'HE de *Cuminum cyminum*.

N° d'extraction	Poids végétal (g)	Poids de HE (g)	Rendement en HE (%)
1	100	2.08	2.08
2	100	1.58	1.58
3	100	2	2
	La moyenne		1.89

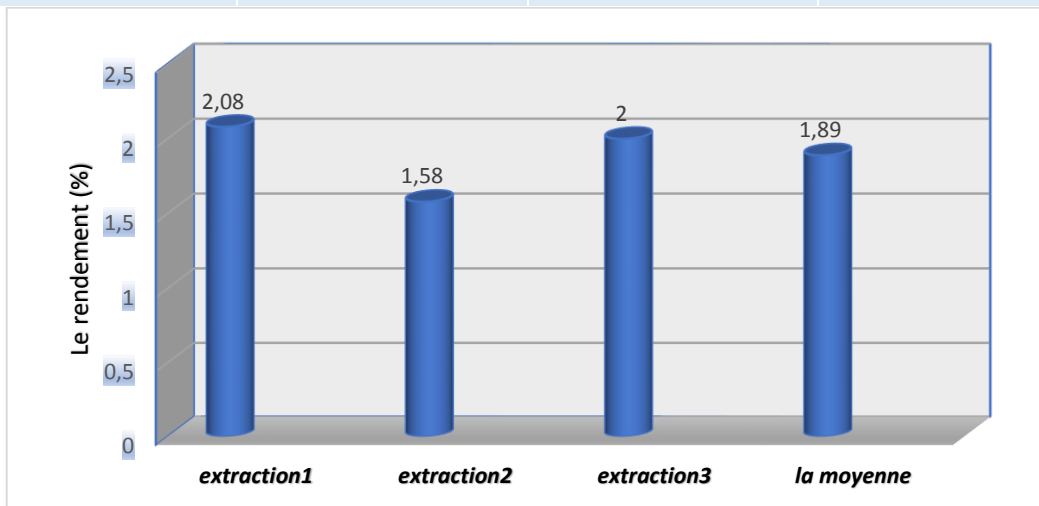


Figure 2 : Représentation graphique des rendements de l'extraction de l'HE de *Cuminum cyminum*.

Tableau 4 : Rendements des extractions de l'HE de *Petroselinum crispum*.

N° d'extraction	Poids végétal (g)	Poids de HE (g)	Rendement en HE (%)
1	100	0.4	0.4
2	100	2.55	2.55
3	100	2.13	2.13
	La moyenne		1.37

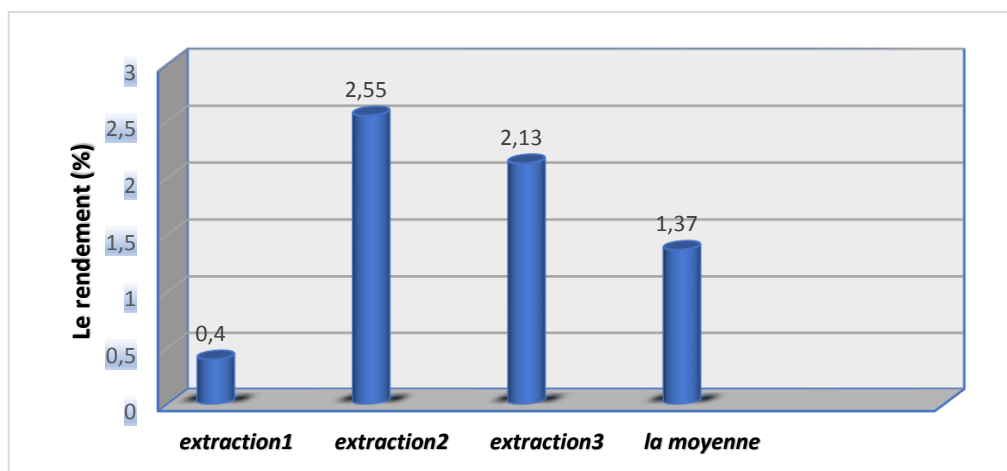


Figure 3 : Représentation graphique des rendements de l'extraction de l'HE de *Petroselinum crispum*.

Tableau 5 : Rendements des extractions de l'HE de *Urtica dioica*.

N° d'extraction	Poids végétal (g)	Poids de HE (g)	Rendement en HE (%)
1	100	0.04	0.04
2	100	0.1	0.1
	La moyenne		0.07

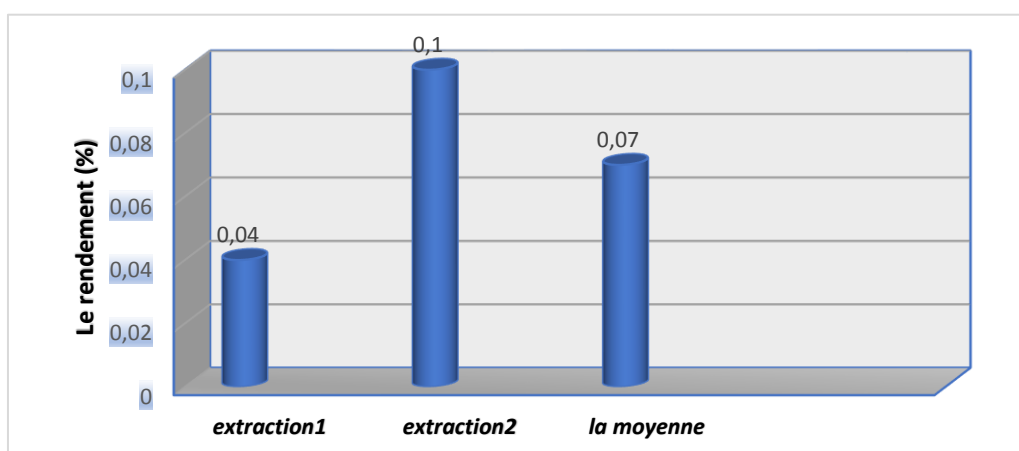


Figure 4 : Représentation graphique des rendements de l'extraction de l'HE de *Urtica dioica*.

Annexe 4 : glossaire du chapitre I

A

Arthrite : (du grec arthron : « articulation ») est une inflammation aiguë ou chronique des articulations.

Anneaux de Cabot : fils fins et rouge violet formant un anneau ou une boucle à l'intérieur d'une hématie, correspondant à des reliquats des microtubules du fuseau mitotique. Sauf des situations exceptionnelles, leur nombre est toujours très faible. S'observent principalement au cours de toutes les grandes dyérythroïèses (anémies mégalo-blastiques, myélodysplasies...), la splénomégalie myéloïde, et parfois chez les splénectomisés.

Anémie sidéroblastique : est une anémie liée à un défaut de la synthèse de l'hème par une incapacité à incorporer le fer malgré un taux de fer dans le sang dans les valeurs de la normale. Cela provoque une baisse du taux de la synthèse d'hémoglobine. Elle est d'origine congénitale ou bien acquise.

Anémie réfractaire : terme désignant un ensemble d'anémies par insuffisance médullaire, caractérisées par la présence dans la moelle de nombreuses cellules jeunes (blastés), précurseurs des globules rouges, qui sont dans l'incapacité de continuer à évoluer vers leur forme de globules rouges matures. Elle touche surtout les personnes âgées et est considérée comme un état pré-leucémique (voir leucémie). L'anémie peut s'accompagner d'une atteinte des autres lignées (globules blancs et plaquettes)

B

Biopsie médullaire : cet examen n'est habituellement pas réalisé en première intention. Il est indiqué dans certaines maladies ou pour améliorer les résultats d'une ponction sternale. Il permet d'étudier non seulement la cytologie (les cellules) mais surtout l'architecture de la MO.

Blastes : sont des cellules hématopoïétiques qui se caractérisent par leur immaturité. Les blastés sont contenus dans la moëlle. Dans le cadre des leucémies aiguës, ces blastés passent dans le système sanguin.

C

Cellules souches hématopoïétiques : sont fabriquées par la moelle osseuse et sont à l'origine des différentes cellules du sang.

Corps de Jolly (Les corps de Howell-Jolly) : sont des restes de noyau qu'on peut retrouver dans les globules rouges avant leur maturation finale. Ces restes de noyau sont normalement éliminés par la rate. On retrouve des corps de Howell-Jolly chez les patients qui n'ont pas de rate (splénectomie chirurgicale) ou dont la rate ne fonctionne pas bien (hyposplénisme). On les retrouve également dans certains désordres de la maturation des globules rouges.

E

Erythropoïétine (EPO) : est une hormone naturelle fabriquée par les reins. Elle agit sur la moelle osseuse pour stimuler la fabrication de l'hémoglobine et des globules rouges, et améliorer ainsi le transport de l'oxygène.

Erythroblaste : cellule possédant un noyau et se trouvant dans la MO dont la maturation, par perte du noyau et charge en hémoglobine, aboutira à un globule rouge. Il en existe de différentes tailles (microblastés, normoblastés et mégalo-blastés), l'érythroblaste est un globule rouge immature (représentent entre 10 à 30% des cellules présentes dans la MO).

Électrophorèse : des protéines sériques permet la séparation des protéines du sang, sous l'influence d'un champ électrique. Elle permet de mettre en évidence des protéines anormales et de détecter une augmentation ou une baisse anormale de protéine dans le sang. L'augmentation de certaines protéines peut indiquer un syndrome inflammatoire

F

Frottis sanguin : est un examen qui consiste à prélever un échantillon de sang à des fins d'analyse. Cet examen sanguin permet d'analyser qualitativement et quantitativement les cellules sanguines d'un patient. En d'autres termes, cela signifie que cet examen permet d'évaluer l'aspect et le nombre de cellules sanguines. De plus, cet examen sanguin permet de distinguer le pourcentage de chaque type de cellule sanguine : globules rouges (hématies), globules blancs (leucocytes) et plaquettes (thrombocytes).

G

Gammopathie : affection caractérisée par une anomalie quantitative et/ou qualitative des immunoglobulines gamma du sang (fractions de protéines dont font partie les immunoglobulines, supports des anticorps intervenant dans la défense naturelle de l'organisme).

Gastrectomie : est l'ablation totale ou partielle de l'estomac.

H

Hématocrite : correspond au volume occupé par les globules rouges dans le sang par rapport au volume total de sang. Exprimé en pourcentage.

Hémochromatose : maladie due à la surcharge de fer de divers tissus et organes, entraînant des lésions dégénératives.

Hémopathie : désigne une catégorie générale de maladies du sang : les maladies affectant les composants du sang (cellules sanguines telles qu'érythrocytes, leucocytes et plaquettes), d'autres composants (ex : l'hémoglobine, protéines sanguines...) et celles qui affectent la production du sang ou ses mécanisme (coagulation, etc.).

Hypoplasie : ou hypoplastie est un terme général créé par Virchow en 1870 pour désigner un arrêt du développement ou un développement insuffisant d'un tissu ou organe.

I

Ictère : est l'un des signes rencontrés lors d'un mauvais fonctionnement du foie. C'est une coloration jaune de la peau, des conjonctives et d'autres tissus, due à l'augmentation des concentrations de bilirubine dans le sang (La Bilirubine est un pigment jaune ocre excrété dans la bile).

Insuffisance hypophysaire : correspond à un déficit de production de l'une ou plusieurs hormones sécrétées par l'hypophyse la glande endocrine du cerveau, responsable de la production de nombreuses hormones. Lorsque l'antéhypophyse (partie antérieure de l'hypophyse) est détruite par une tumeur, l'insuffisance antéhypophysaire hormonale qui en résulte est massive. Plus aucune hormone antéhypophysaire n'est produite.

L

Lupus : est une maladie chronique auto-immune, qui survient lorsque le système immunitaire s'attaque aux cellules de l'organisme et les détruit. Il peut toucher de nombreuses parties du corps, dont les articulations, la peau, les reins, le cœur, etc.

Leucémies : est un cancer des cellules de la moelle osseuse (les cellules de la moelle produisent les cellules sanguines, d'où le terme parfois utilisé de cancer du sang), faisant partie des hémopathies malignes.

Lymphomes : sont des cancers du système lymphatique. Cette maladie du sang est caractérisée par la prolifération maligne de lymphocytes.

Leucémies myélomonocytaires chroniques (LMMC) : sont des hémopathies malignes clonales acquises de la cellule souche hématopoïétique.

M

Métastase : propagation du cancer initial à d'autres parties du corps.

Myélofibrose : est une pathologie rare de la MO qui fait partie des cancers du sang, caractérisés par un développement et un fonctionnement anormal des cellules sanguines produites dans la MO. La formation d'un tissu fibreux qui en résulte entraîne une anémie grave, de la fatigue et une hypertrophie de la rate et du foie (transformation fibreuse du tissu de la moelle osseuse).

Myélogramme : est un examen qui permet d'analyser au microscope les cellules de la moelle osseuse dites hématopoïétiques, qui fabriquent les différentes cellules sanguines.

Macrophage : est une cellule d'origine sanguine, qui provient de la transformation du monocyte. Il est localisé dans les tissus pouvant être soumis à des infections ou à une accumulation de débris à éliminer (foie, poumons, ganglions lymphatiques, rate...).

Myélodysplasie : évoque les malformations ou déformations des cellules sanguines de la MO issues des anomalies qui se produisent au cours des différentes étapes de différenciation et de maturation, la myélodysplasie peut donc se traduire par un déficit qualitatif et/ou quantitatif.

Microangiopathie thrombotique : Le terme microangiopathie thrombotique (MAT) définit un ensemble de maladies au cours desquelles les petits vaisseaux sanguins de l'organisme sont obstrués par des petits bouchons de plaquettes, ce qui aboutit à une souffrance des différents organes de l'individu.

Maladies iléales : ce sont les maladies du grêle terminal (iléon).

Métamyélocytes : des précurseurs des neutrophiles (la classe la plus importante de globules blancs), ces neutrophiles immatures se retrouvent normalement uniquement dans la MO.

Mégacaryocyte : est une grosse cellule de la MO qui est à l'origine de la formation des plaquettes sanguines, ces dernières ne sont pas véritablement des cellules, mais des fragments issus des mégacaryocytes.

Maladie de Biermer : parfois appelée anémie de Biermer ou anémie pernicieuse, se caractérise par un déficit en vitamine B12 par malabsorption (très rare).

P

Polyglobulie : est l'augmentation anormale de l'Hb et du nombre des globules rouges dans le sang, on distingue la polyglobulie primaire et la polyglobulie secondaire.

Pseudopolyglobulie : c'est une anomalie asymptomatique rencontrée dans les thalassémies hétérozygotes (terme en rapport avec l'existence au niveau des deux chromosomes d'une paire, de gène différent sur l'un et l'autre des chromosomes). Les volumes globulaires et plasmatiques sont normaux, le diagnostic est apporté par l'électrophorèse de l'Hb.

Paludisme : ou la malaria, appelé également « fièvre des marais », est une maladie infectieuse due à un parasite du genre Plasmodium, propagée par la piqûre de certaines espèces de moustiques anophèles.

R

Réactions hémolytiques auto-immunes : En ce cas, l'organisme, pour diverses raisons, produit des anticorps contre ses propres globules rouges : on les appelle des auto-anticorps.

Réactions immunoallergiques : En cas d'hémolyse médicamenteuse immunoallergique (non auto-immune), les anticorps ne s'attaquent pas aux globules rouges, mais à certains médicaments : pénicilline, céphalosporines, rifampicine, phénacétine, quinine, etc.

S

Syndromes myélodysplasiques (SMD) : forment un ensemble de maladies caractérisées par la production insuffisante de cellules sanguines matures saines par la moelle osseuse. Les cellules sanguines immatures, appelées blastes, ne fonctionnent pas

correctement. Elles s'accumulent dans la moelle osseuse et le sang. Il y a donc moins de globules rouges, de globules blancs et de plaquettes sains.

Les syndromes myélodysplasiques affectent habituellement les gens âgés. Ils apparaissent plus souvent chez l'homme que chez la femme.

Splénomégalie : décrit une augmentation du volume de la rate.

Système lymphatique : Le système lymphatique regroupe à la fois le réseau lymphatique (tous les vaisseaux qui font circuler la lymphe, un liquide biologique comparable au sang, contenant des globules blancs, mais dépourvu de globules rouges) et les organes lymphatiques (la MO, la rate, le thymus, les ganglions...). Il a de nombreuses fonctions dont la principale est la circulation des cellules immunitaires dans tout le corps et l'activation de la réponse immunitaire lors d'une infection. Il contribue également à la circulation des hormones et des nutriments et permet le drainage des excès de liquide au niveau des tissus.

Schizocytes : sont des fragments de globules rouges. Ils constituent une des anomalies de forme des hématies, et sont caractérisés par une cassure rectiligne du disque habituel, conséquence d'une fragmentation contre une paroi anormale des vaisseaux sanguins ou bien contre un filament de fibrine intravasculaire anormalement présent. Au lieu de se présenter sous forme d'un disque régulier, l'hématie va alors se caractériser par des bords souvent déchiquetés.

Splénectomie : est une ablation chirurgicale de la rate.

T

TNF (facteur de nécrose tumorale) : substances impliquées dans la signalisation cellulaire au cours des réactions immunitaires (Cytokine) de nature glycoprotéique produite et sécrétée essentiellement par les cellules de l'immunité innée (monocytes, macrophages), mais également par d'autres types cellulaires (fibroblastes, cellules musculaires lisses...), en réponse à de nombreux stimuli (endotoxines bactériennes, chimiokines...). Avec d'autres cytokines est impliqué dans la réaction de la phase aiguë de l'inflammation.

Test de Coombs : test sanguin, destiné à mettre en évidence la présence d'anticorps dans le sérum de patients atteints de certaines maladies auto-immunes ...

On distingue le test de Coombs direct et le test de Coombs indirect.

Le test de Coombs direct est le plus demandé, il met essentiellement en évidence la présence d'*immunoglobulines* à la surface des hématies.

Le test de Coombs indirect consiste à rechercher des (auto-)anticorps dans le sérum du malade, non pas à la surface des hématies. Il est peu utilisé et d'une manière générale moins utile.

Test de Schilling : nommé en l'honneur de Robert Frederick Schilling, permet d'explorer de la vitamine B12, dans le but de détecter une anomalie de l'iléon distal (où est absorbée la vitamine B12), ou une carence en facteur intrinsèque.

Traitement d'attaque : traitement destiné à obtenir un effet rapide grâce à des doses élevées.

Traitement d'entretien : un traitement médicamenteux administré de façon chronique et à doses plus faibles, une fois que la maladie a été contenue. La maladie réapparaît généralement si ce traitement est interrompu.

V

Volume globulaire moyen (ou VGM) : est un paramètre sanguin rendant compte de la taille des globules rouges, exprimée en μm^3 .

Résumé



Résumé

Dans le cadre de la valorisation des plantes médicinales, nous nous sommes intéressés à l'étude des quatre plantes médicinales importantes (le *thym*, le *cumin*, le *persil* et l'*ortie*), très utilisées contre l'anémie. A cet effet, notre travail est focalisé sur l'extraction et la caractérisation des huiles essentielles des plantes sélectionnées.

D'une part l'extraction des HE est effectuée par hydrodistillation sur un appareil de Clevenger. La détermination du rendement en huile essentielle a montré une rentabilité acceptable. Les analyses physico-chimiques réalisées sur les HE obtenues montrent que les paramètres étudiés (densité, pH, indice de réfraction, indice d'acide) sont en accord avec les données de la littérature.

Les résultats donnés par le profil chromatographie ont révélé la richesse et la diversité de la composition chimique en HE de quatre plantes.

D'autre part, les travaux menés par notre étude ont permis de mettre en évidence l'activité antioxydante des quatre huiles d'après des travaux antérieurs, l'évaluation de l'activité antioxydante par le test de piégeage du radical DPPH• a montré que les huiles essentielles de *thym*, *cumin*, *persil* et *ortie* ont un effet antioxydant important.

Mots clés : anémie ; plantes médicinales ; huiles essentielles, activité antioxydante.

Abstract

In the context of the valorization of medicinal plants, we were interested in the study of the four important medicinal plants (thyme, cumin, parsley and nettle), widely used against anemia. To this end, our work is focused on the extraction and characterization of essential oils from selected plants.

On the one hand, the EO (essential oil) extraction is carried out by hydrodistillation on a Clevenger apparatus. The determination of the essential oil yield showed an acceptable profitability. The physic-chemical analyzes carried out on the EO obtained show that the studied parameters (density, pH, refractive index and acid number) are in agreement with the data in the literature.

The results given by the chromatography profile revealed the richness and diversity of the chemical composition in EO of four plants.

On the other hand, the work carried out by our study made it possible to highlight the antioxidant activity of the four oils according to previous work, the evaluation of the antioxidant activity by the DPPH • radical scavenging test showed that the essential oils of thyme, cumin, parsley and nettle have an important antioxidant effect.

Keywords: anemia; medicinal plants; essential oils, antioxidant activity.

ملخص

في سياق تثمين النباتات الطبية ، اهتمنا بدراسة أربعة نباتات طبية مهمة (الزعتر ، الكمون ، البقدونس ، نبات القراص) ، المستخدمة على نطاق واسع ضد فقر الدم. تحقيقا لهذه الغاية ، يركز عملنا على استخراج وتوصيف الزيوت الأساسية من النباتات المختارة.

من ناحية أخرى ، تم استخراج الزيوت الأساسية بواسطة التقطير المائي على جهاز Clevenger. أظهر تحديد محصول الزيت العطري مردود مقبول . كما أظهرت التحليلات الفيزيائية والكيميائية التي أجريت على الزيوت العطرية التي تم الحصول عليها أن الثوابت المدروسة (كثافة، قرينة الانكسار ، PH، ثابت الحموضة) متوافقة مع نتائج الدراسات السابقة.

كشفت النتائج التي قدمها ملف الكروماتوغرافيا عن ثراء وتنوع التركيب الكيميائي في الزيوت الأساسية للنباتات الأربعة.

من ناحية أخرى ، فإن العمل الذي قامت به دراستنا جعل من الممكن إبراز النشاط المضاد للأكسدة للزيوت الأربعة وفقًا للعمل السابق ، أظهر تقييم نشاط مضادات الأكسدة بواسطة • DPPH أن الزيوت الأساسية من الزعتر والكمون والبقدونس والقراص لها تأثير هام كمضاد للأكسدة.

الكلمات المفتاحية: فقر الدم؛ نباتات طبية ؛ زيوت أساسية ، نشاط مضاد للأكسدة.