

République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



Centre Universitaire - Salhi Ahmed - Naâma

Institut des Sciences et de Technologie

Département des Sciences de la Nature et de la Vie



Laboratoire de recherche :

Gestion durable des ressources naturelles dans les zones arides et semi-aride

MEMOIRE

En vue de l'obtention du diplôme de

MASTER Académique

En Sciences Biologiques

Spécialité : Microbiologie Appliquée

Présenté Par :

BENCHIKH Chahrazed

DIDA Mohammed

LOGBI Fayssal

Thème

Etude de l'activité antioxydante et antimicrobienne de deux plantes médicinales dans la région de Naâma

(Globularia arabica & Rhus tripartitum)

Soutenu le :

Devant le jury :

Président : M^f SEDDIKI Mohammed

Professeur, Centre Universitaire de NAAMA

Examineur : M^f AMROUCHE Abdelileh

Professeur, Centre Universitaire de NAAMA

Encadreur : M^f GHERIB Mohammed

Professeur, Centre Universitaire de NAAMA

Année universitaire 2021 / 2022

Remerciements

Avant tout, nous remercions Dieu qui nous tout le long de ce chemin afin de réalisation ce modeste travail.

Nous exprimons notre profonde gratitude à Dr Gherib Mohamed qui nous a fait l'honneur de diriger, contribuer au succès de notre pratique et qui nous aidé lors de la rédaction de ce mémoire

Nous remercions vivement les membres des jurys

Merci à Dr Seddiki Mohamed el Habib de nous avoir fait l'honneur de présider le Jury, et Merci infiniment à Dr Amrouche Abdel-ileh de confiance que vous avez témoignée et accepter d'examiner ce travail

Nous remercions vont également aux chef département de science naturelle et de vie Dr Houri Tayeb ont tient à vous exprimer nos sincères reconnaissance

A Mr Bouafia Miloud qui nous a guidés tout au long du travail

Aux ingénieurs du laboratoire de biochimie et laboratoire de recherche scientifique de votre patient de long de notre pratique

Nous remercions tous nos enseignants qui nous ont suivis le long de nos études.

Nous remercions également toute l'équipe pédagogique de l'université

Dédicaces

Je dédie cette Mémoire

Aux êtres le plus chers : Mes parents,

A mon père Mohamed

Mon plus haut exemple et mon modèle de persévérance pour aller toujours de l'avant et ne jamais baisser les bras.

Pour son enseignement continu à m'inculquer les vraies valeurs de la vie et pour ses précieux conseils.

J'espère que cette mémoire sera à la hauteur de très attentes et qu'elle soit l'accomplissement de tous ton effort.

A ma mère Soutra

Pour son affection, sa patience, sa compréhension, sa disponibilité, son écoute perceptive et son soutien sans égal dans les moments les plus difficiles de ma vie.

Là où je suis arrivée aujourd'hui c'est à vous Mes chère parents que je le dois que dieu vous garde.

A mes chères adorables princesses

Hafida, Hacira, Souad et surtout Aicha la prunelle de mes yeux et sa fille Maria

A mes chères frères : Amine , Soufiane et Fethi

A mes chers amis que j'ai reçu avec elles des beaux moments au cours de mon cursus à :

Soulef et Ahlam

A mes collègues : Mohamed et Faycel , pour son amitié, confiance, cohérence et pour tous les moments de joie que nous avons partagé ensemble

A toute personne qui m'aime de loin ou de près.

Benchikh Chahrazed

Dédicaces

Grace à Dieu j'ai pu réaliser ce travail que je

Dédie

A mes très chers parents, en témoignage de ma reconnaissance pour leur amour, soutien et encouragement durant toutes mes études, que dieu les protège.

A mes frères et sœurs

A mon encadreur Mr Ghrib . M

A mes professeurs

A mes collègues (es) Mohammed & chahrazed.

A tous mes amis (es) et mes collègues qui m'ont toujours encouragé, et à qui je souhaite plus de succès.

Ainsi qu'à toutes mes familles.

A tous ceux que j'aime.

Logbi fayssal

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail

*A mes Très chers **parents**, qui n'ont jamais cessé de me soutenir et de m'encourager, Par leurs prières et leurs sacrifices, que dieu vous accorde une longue vie.*

A ma Très chers, femme et mes enfants Abderrahmane et Romissa.

A mes frères et sœurs

Dont la présence m'a toujours donné la force d'aller de l'avant.

A toutes ma Grande famille

A mon encadreur Mr Ghrib . M

A tous mes enseignants, depuis ma première année Master

A tous ceux qui me sont chères et que j'ai omis de citer

A mes collègues (es) fayssal & chahrazed.

Qui ont partagés avec moi les moments difficiles au cours de notre travail ainsi que tous mes

Amis (es)

Didia mohammed

Enfin, nous dédions également ce travail à tous (es) les étudiants de la

Promotion de master microbiologie Appliquée -2022-

Résumé

Actuellement, l'usage de la médecine traditionnelle est très répandu et revêt une importance sanitaire et économique croissante. Pour cela nous avons établi une étude.

Dans le cadre de valorisation des plantes médicinales, ce travail s'intéresse à l'étude phytochimique et l'évaluation des activités antibactériennes de *Globularia arabica* et de *Rhus tripartitum* ; deux espèces de wilaya de Naama utilisé dans la médecine traditionnelle pour traiter défèrent maladies.

Dans la première partie de ce travail vise à extraire l'extrait de *Globularia arabica* d'ont objectif principal était de faire l'activité antioxydante évaluer par deux méthode ; DPPH et FRAP nos résultat ont montré que la fraction acétate d'éthyle un meilleur pouvoir anti-radical avec IC50 ($16,28 \pm 0,01 \mu\text{g} / \text{ml}$), ainsi que la fraction n-butanol des fleur et acétate d'éthyle de feuilles ont montré une pouvoir du réduction de fer plus fort avec EC50 ($17,60 \pm 0,09$; $18,25 \pm 0,04$), suivi par la fraction butanol et l'extrait acétate d'éthyle fleurs ($19,10 \pm 0,02$; $19,68 \pm 0,021$; $20,49 \pm 0,011 \mu\text{g}/\text{ml}$), tandis que les fractions acétate éthyle et n-butanol des tiges, acétate d'éthyle de fleurs montrent une activité réductrice de fer faible ($4,40 \pm 0,021$).

La deuxième partie de notre travail consiste à l'extraction des huiles essentielles de la partie aérienne de la plante de *Rhus tripartitum*, le rendement d'extraction est 0,15%.

L'activité antibactérienne est testée par la méthode de diffusion de disque sur milieu de gélose, vis-à-vis de dix souches bactérienne référencées pathogènes pour l'homme.

On peut noter que nos résultats révèle que les bactéries Gram positif (*S.aureus*, *E.faecalis*, *M.luteus* et *B.subtilis*) apparaissent sensibles aux l'huile essentielle avec des zones d'inhibitions varient de l'ordre (11.6, 11.3, 11, 10 (mm)) respectivement.

Mots clés : *Globularia arabica*, *Rhus tripartitum*, activité antioxydant, huiles essentielle, activité antibactérienne.

Abstract

At present, the use of traditional medicine is widespread and has an increasing health and economic importance. For this reason we have established a study.

Within the framework of valorization of the medicinal plants, this work is interested in the photochemical study and the evaluation of the antibacterial activities of *Globularia arabica* and *Rhus tripartitum*; two species of wilaya of Naama used in the traditional medicine to treat defères diseases

In the first part of this work aims to extract the extract of *Globularia arabica* of have main objective was to make the antioxidant activity evaluated by two method; DPPH and FRAP our result showed that the ethyl acetate fraction of the leaves marked a better anti-radical power with IC50(16.28 \pm 0.01ug/ml) moderate to that of ascorbic acid (5.98 \pm 0.013ug/ml) as well as the n-butanol fraction of the flower and ethyl acetate of the leaves showed a stronger iron reduction power with EC50(17.60 \pm 0.09;18.25 \pm 0.04)

Followed by butanol fraction and ethyl acetate extract of flowers (19.10 \pm 0.02;19.68 \pm 0.021;20.49 \pm 0.011ug/ml) weaker than ascorbic acid, while ethyl acetate and n-butanol fractions of stems, ethyl acetate of flowers mark low iron reduction activity than (4.40 \pm 0.021)

The second part of our work aims to extract the essential oil from the aerial part of the plant of *Rhus tripartitum*. The extraction yield is 0.15%.

The antibacterial activity is tested by the disc diffusion method on agar medium, against ten bacterial strains referenced as pathogenic for humans,It can be noted that our results reveal that Gram positive bacteria (*S.aureus*, *E.faecalis* *M.luteus* and *B.subtilis*) appear sensitive to H E with zones of inhibition vary in the order (11.6, 11.3, 11, 10 (mm)) respectively. On the contrary, we recorded that the bacterium *B.cereus* presented a resistance to H E with a diameter of 7mm.This work gave very promising results opening the way to their use in the pharmaceutical and agri-food fields

Keywords: *Globularia arabica*, *Rhus tripartitum*, antioxidant activity, essential oils, antibacterial activity.

ملخص

نظرا لاستخدام الطب التقليدي في الوقت الحالي على نطاق الواسع واكتسابه لأهمية صحية واقتصادية وجدنا انه من الأهمية بما كان ان نجري دراسة في اطار تقييم النباتات الطبية يركز هذا العمل على الدراسة الكيمائية الضوئية وتقييم الأنشطة المضادة للبكتيريا في *Globulara arabica* و *Rhus tripartum* ؛ نوعان من ولاية الن عامة يستخدمان في الطب التقليدي لعلاج الأمراض المختلفة.

يهدف الجزء الأول من هذا العمل إلى استخراج مستخلص نبات *Globularia arabica* الذي كان هدفه الرئيسي تقييم نشاط مضادات الأكسدة بطريقتين ؛ أظهرت النتائج التي توصلنا إليها DPPH و FRAP أن جزء أسيتات الإيثيل من الفلور لديه قوة أفضل ضد الجذور مع IC50 (0.01 ± 16.28 ميكروغرام / مل) معتدلة إلى تلك الخاصة بحمض الأسكوربيك (0.013 ± 5.98 ميكروغرام / مل) وكذلك n - أظهر جزء البوتانول من الزهرة و خلاصات الإيثيل في الأوراق قوة اختزال أقوى للحديد مع EC50 (0.09 ± 17.60 ؛ 0.04 ± 18.25) يليه جزء البيوتانول و خلاصة أسيتات الإيثيل الزهرية (0.02 ± 19.10 ؛ 0.021 ± 19.68 ؛ 0.011 ± 20.49 ميكروغرام / مل) أقل من حمض الأسكوربيك ، في حين أن كسور الأسيتات إيثيل ون-بيوتانول من السيقان ، تظهر أسيتات الإيثيل من الأزهار منخفضة نشاط اختزال الحديد (0.021 ± 4.40)

يهدف الجزء الثاني من عملنا إلى استخراج الزيت العطري من الجزء الجوي من نبات *Rhus tripartitum*. مردود الاستخراج 0.15%

يتم اختبار النشاط المضاد للبكتيريا بطريقة انتشار القرص على وسط آجار ، مقابل عشر سلالات بكتيرية يشار إليها على أنها مسببة للأمراض للإنسان وتجدر الإشارة إلى أن نتائجنا تكشف أن البكتيريا موجبة الجرام (*S.aureus* و *E.faecalis* و *M.luteus* و *B.subtilis*) تبدو حساسة لـ H E مع مناطق تثبيط تختلف عن الترتيب (11.6 ، 11.3 ، 11 ، 10 (مم.)) على التوالي. على العكس من ذلك ، سجلنا أن بكتيريا *B. cereus* أظهرت مقاومة لـ H E بقطر 7 مم أعطى هذا العمل نتائج واعدة للغاية ، وفتح الطريق لاستخدامها في المجالات الصيدلانية والغذائية.

الكلمات الرئيسية: *Rhus tripartitum* ، *Globularia arabica* ، نشاط مضاد للأكسدة ، زيوت أساسية ، نشاط مضاد للجراثيم.

Liste des abréviations

ACeOH	: Acétate d'Ethyle
ATCC	: Américain Type Culture Collection
ButOH	: Butanol
CAT	: Catalase
CEQ	: Equivalent catéchine.
CMI	: Concentration Minimale Inhibitrice
DPPH	: 2,2-DiPhenyl-1-PicrylHydrazyl
DMSO	: Diméthylsulfoxyde.
EAG	: Equivalent Acide Gallique
EC	: Equivalent Catéchine
EC50	: Concentration Efficace pour Réduire 50% du Fer
ERO	: Espèces réactives de l'oxygène
ES	: Extrait Sec
Ext	: Extrait
FRAP	: Ferric Reducing Antioxidant Power (Pouvoir Réducteur du Fer)
IC50	: Concentration Inhibitrice de 50% de DPPH
GAE	: Equivalent acide gallique.
GN	: Gélose nutritive
GPx	: Glutathion peroxydase
LPS	: LipoPolySaccharides.
MeOH	: Méthanol
MH	: Mueller Hinton
OMS	: Organisation Mondiale de la Santé
PPT	: PolyPhénols Totaux
PDA	: Potato dextrose agar.
pH	: Potentiel hydrogène
rpm	: Rotation Per Minute (Rotation Par Minute)
SOD	: SuperOxyde Dismutase
TC	: Tanins Condensés
SB	: Sabeauroud
UFC	: Unité Formant Colonie
UV	: Rayonnement ultraviolet

Liste des figures

Figure 1 :	Squelette de base des flavonoïdes	11
Figure 2 :	Structure chimique de tanins condensés	11
Figure 3 :	Schéma du dispositif de l'hydro-distillation	13
Figure 4 :	Schéma du principe d'une extraction par entraînement à la vapeur d'eau	14
Figure 5 :	Terpènes (mon terpènes et sesquiterpène)	16
Figure 6 :	Composant aromatique trouvée dans l'huile essentielle	16
Figure 7 :	Mécanisme d'action des huiles sur les bactéries	17
Figure 8 :	Action des enzymes antioxydantes sur la cascade radicalaire	20
Figure 9 :	Position géographique des stations de récolte des plantes étudiées	25
Figure 10 :	Schéma de Préparation et fractionnement des extraits de <i>G. arabica</i>	29
Figure 11 :	Méthode de dosage des polyphénols	31
Figure 12 :	Méthode de dosage des flavonoïdes	32
Figure 13 :	Méthode de dosage des tanins condensés	33
Figure 14 :	Réaction de réduction du DPPH en présence d'un antioxydant	34
Figure 15 :	Protocole de Dosage DPPH	35
Figure 16 :	Protocole de dosage FRAP	36
Figure 17 :	Pourcentage des rendements des différents extraits de <i>G.arabica</i>	39
Figure 18 :	Courbe d'étalonnage de l'acide gallique pour le dosage des poly phénols totaux	41
Figure 19 :	Courbe d'étalonnage de la catéchine pour le dosage des flavonoïdes	41
Figure 20 :	Courbe d'étalonnage de la catéchine pour le dosage des tanins condensés	42
Figure 21 :	Courbe d'étalonnage d'acide ascorbique pour le dosage de DPPH	46
Figure 22 :	Courbe d'étalonnage d'acide ascorbique pour le dosage de FRAP	48

Liste des photos

Photo 1 :	Aspect morphologique de la plante <i>G.arabica</i> région de Djbel Bouleked	w.Naama	04
Photo 2 :	Aspect morphologique de la plante <i>G.arabica</i> région de Djbel Bouleked	w.Naama	06
Photo 3 :	Parties aériennes (A et B) et partie racinaires(C) de <i>G. arabica</i>		23
Photo 4 :	Feuilles <i>Rhus tripartitum</i>		24
Photo 6 :	Montage de l'appareil de l'hydro distillation		30

Liste des tableaux

Tableau 1 :	Les principales classes de composés phénoliques dans les plantes	10
Tableau 2 :	Différentes micro-organismes testées	26
Tableau 3 :	Le rendement en huiles essentielle de la plantes étudiée	40
Tableau 4 :	Dosage des polyphénols, flavonoïdes et tanins totaux des extraits de <i>G. arabica</i>	42
Tableau 5 :	Valeurs de l'IC50 des extraits méthanoliques et ses différentes fractions de <i>G.arabica</i> , exprimées en µg/ml, accompagnée de l'IC50 de l'acide ascorbique	45
Tableau 6 :	Valeurs de l'EC50 des extraits méthanoliques et ses différentes fractions de <i>Globularia arabica</i> , exprimées en µg/ml, accompagnée de l'EC50 de l'acide ascorbique	47
Tableau 7 :	Diamètre des zones d'inhibition de l'huile essentielle de <i>R. tripartitium</i> vis-à-vis des micro-organismes	50

TABLE DE MATIERES

REMERCIEMENTS

DEDICACES

RESUME

ABSTRACT

ملخص

LISTE DES ABREVIATIONS

LISTE DES FIGURES

LISTE DES PHOTOS

LISTE DES TABLEAUX

INTRODUCTION GENERALE 1

PREMIERE PARTIE : SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

Chapitre I : Présentation des plantes étudiées

1.	<i>Globularia arabica</i>	3
1.1	Description botanique	3
1.2	Dénomination	3
1.3	Taxonomie	4
1.4	Distribution géographique	4
1.5	Utilisation en médecine traditionnelle	4
1.6	Composition chimique des extraits de plante étudiée	5
2	<i>Rhus tripartitum</i>	5
2.1	Description botanique	5
2.2	Dénomination	6
2.3	Taxonomie	6
2.4	Distribution géographique	7
2.5	Utilisation en médecine traditionnelle	7
2.6	Composition chimique d'huile essentielle	7

Chapitre II : Les métabolites secondaires

1	Les composés phénoliques	9
2	Les flavonoïdes	10
3	Les tanins condensés	11

Chapitre III : Les huiles essentielles

1	Définition	12
2	Localisation	12
3	Méthodes d'extraction	13
4	Composition chimique des huiles essentielles	15
5	Facteurs influençant sur la composition chimique des huiles essentielles	16
6	Mode d'action des huiles essentielles sur les microorganismes	17
7	Méthodes d'analyses	18

Chapitre IV : Activités biologiques

1	Activité antioxydante	19
1.1	Stress oxydatif	19
1.2	Les radicaux libres	19
1.3	Mécanismes d'action des antioxydants	19
2	Activité antimicrobienne	21
2.1	Antibiotiques et leur mode action	21
2.2	Résistance bactérienne aux antibiotiques	22

DEUXIEME PARTIES: ETUDE EXPERIMENTALE

Chapitre I: Matériel

1	Matériel végétales	23
1.1	<i>Globularia arabica</i>	23
1.2	<i>Rhus tripartitum</i>	24
2.1	Les souches microbiennes	26
2.2	Milieus de culture	27
2.3	Antibiotiques et antifongiques	27

Chapitre II : Méthodes

1	Extraction	28
1.1	Préparation des extraits	28
1.2	Extraction de l'huile essentielle	30
1.3	Rendement	30
2	Analyses des extraits	31
2.1	Dosage des polyphénols totaux	31
2.2	Dosage des flavonoïdes	32
2.3	Dosage des tanins condensés	32
3	Activité biologique des plantes étudiées	33
3.1	Activité antioxydants de <i>Globularia arabica</i>	33
3.1.1	Dosage de piégeage du radical libre(DPPH)	34
3.1.2	Pouvoir réducteur du fer (FRAP)	35
3.2	Activité antimicrobienne de <i>Rhus tripartitum</i>	37
3.2.1	Méthode de diffusion sur disque	38
4	Analyse Statistique	38

TROISIEME PARTIE : RESULTATS ET DISCUSSION

1	Rendement	39
1.1	Extraits de <i>Globularia arabica</i>	39
1.2	Huile essentielle de <i>Rhus tripartitum</i>	40
2	Dosage des polyphénols et des flavonoïdes et tanins condensées	40
2.1	Teneurs en polyphénols totaux	40
2.2	Teneurs en flavonoïdes	41
2.3	Teneurs en tanins condensés	42
3	Evaluation de l'activité antioxydantes des extraits de <i>G.arabica</i>	44
3.1	Capacité de piégeage du radical libre DPPH •	45
3.2	Capacité de réduction du Fer	47
4	Evaluation de l'activité antibactérienne de l'huile essentielle de <i>R. tripartitum.</i>	49
4.1	Méthode de diffusion sur disque	49
4.2	Pouvoir antimicrobien	50

CONCLUSION GENERALE ET PERSPECTIVE	52
---	-----------

REFERANCES BIBLIOGRAPHIQUES

ANNEX

INTRODUCTION GENERALE

À travers les siècles, l'homme utilise les plantes pour traiter diverses maladies et pour autres. L'histoire des plantes médicinales et aromatiques est associée à l'évolution des civilisations, dans toutes les régions du monde, l'histoire des peuples montre que ces plantes ont toujours occupé une place importante en médecine, dans les préparations culinaires et dans la composition les civilisations phares chez lesquelles les plantes aromatiques et médicinales ont occupé une place de premier choix. **(H.Laama., 2015)**.

L'utilisation plus vaste des plantes médicinales dans le traitement des maladies est dus d'une part au fait que les plantes ou leurs dérivés sont considérés comme des médicaments efficaces, avec moins d'effets secondaires et sont peu coûteux. La connaissance de la médecine alternative basée sur l'utilisation des plantes en traitement représente un héritage transmis de génération en génération pendant des siècles soit verbalement soit par écrit, en tenant compte du fait que l'héritage traditionnel peut être menacé d'extinction s'il n'est pas transmis à la génération suivante et encore limité, à l'ancien seulement **(Riaz et al. 2020)**.

Cependant, le monde des sciences biomédicales est envahi par un nouveau concept, celui du « stress oxydatif », c'est-à-dire d'une situation où la balance entre les prooxydants et les antioxydants au niveau de l'organisme est déséquilibrée, soit par une accumulation énorme de radicaux libres oxygénés ou par suite d'un déficit en antioxydants. Une situation qui est impliqué dans de très nombreuses maladies humaines comme facteur déclenchant ou associé à des complications de l'évolution **(Favier., 2003)**.

Pour prévenir les dommages causés par le stress oxydatif et les infections causées par les bactéries résistantes au niveau de l'organisme de l'être vivant. L'investigation des plantes représente un potentiel inestimable pour la découverte de nouvelles substances phytothérapeutiques à pouvoir antioxydant et antimicrobien. Ainsi, les huiles essentielles et les extraits végétaux commencent à avoir beaucoup d'intérêt comme source potentielle de molécules naturelles bioactives **(Bruneton., 1999 ; Teuscher et al., 2005)**.

L'Algérie, pays bénéficie d'une gamme très variée de climats et très riche dans sa biodiversité florale, qui pousse en abondance dans les régions côtières, montagneuses et également sahariennes. Ces plantes constituent des remèdes naturels potentiels et peuvent être utilisées en traitement curatif et préventif (**Mahmoudi., 1987 ; Belouad., 1998**)

Par conséquent, plusieurs travaux ont été réalisés pour l'évaluation des secrets des plantes médicinales et la phytochimie a connu un essor considérable grâce à l'apport de diverses disciplines scientifiques comme la chimie, la pharmacologie, la biochimie, la microbiologie, et la médecine.

Notre travail à pour objectif principal d'étudier l'effet antioxydant de la plante *Globularia arabica* et l'effet antibactérien de la plante *Rhus tripartitium* sur des souches bactériennes et levure connues par leur pathogénicité.

Nous avons adopté un plan classique pour la présentation de notre travail

✚ Partie I : synthèse bibliographique a pour objet de donner des informations sur :
-les plantes étudiées.

-Les métabolites secondaires.

-Les huiles essentielles.

-L'activités biologiques.

✚ Partie II : Etude expérimentale

-Matériel et méthodes : avec une présentation des techniques d'extractions, des tests des différents propriétés antioxydants (DPPH, FRAP) des extraits de *Globularia arabica* ainsi que l'activité antimicrobienne de l'huile essentielle de *Rhus tripartitium*.

✚ Partie III : Résultats et discussion

En fin une Conclusion et perspectives.

PARTIE I
SYNTHESE
BIBLIOGRAPHIQUE

CHAPITRE I
PRESENTATION
DES PLANTES ETUDIEES

1. *Globularia arabica*

1.1. Description botanique

Le nom du Globulaire est due a un arbrisseau très ramifié, d'une hauteur varie entre 30 cm et 1 m, dont les feuilles sont alternes, coriaces, de petite taille 10 à 13 mm de long sur 2 à 3 mm de large, les fleurs sont réunies en capitules au sommet des tiges, de couleur bleue violacée, ses fruits sont akènes (Malinvaud., 2014).

C'est une plante très répandue dans le territoire méditerranéen (Algérie, Maroc....) (Zerriouh., 2008). Cette plante vivace pousse dans les lieux rocaillieux et broussailleux secs, mais plus souvent ces buissons poussent sur du calcaire, sur de gros rochers isolés et sur des falaises (Taleb., 2012).

1.2. Dénomination

Nom scientifique: *Globularia arabica*. (Quezel et al., 1963).

Nom berbères : *Aselgha, Tasselra, Taselga, Selga* (Jouad et al., 2002).

Nom vernaculaire arabe: Chebra, Chelr'a, Zerga, zeriga, zoutna, alk, haselra, oulbarda (Chograni al., 2011).

Nom français : Globulaire. Globulaire buisant, Globulaire turbith, Turbith, Turbith blanc, Séné deprovence, Alypon, Herbe terrible (Kaddem, 1990, Ait Youssef., 2006 , Fournier., 2010 , Couplan., 2012).

1.3. Taxonomie

Selon Quezel et Santa., 1963), l'espèce *Globularia arabica* est classée comme suit :

Règne : *Plantae*

Sous-règne: *Tracheobionta*

Classe : *Dicotyledone*

Division: *Magnoliophyta*

Sous-classe : *Asteridae*

Ordre : *Scrophlariales*

Famille : *Globulariaceae*

Genre : *Globularia*

Espèce : *Globularia arabica*

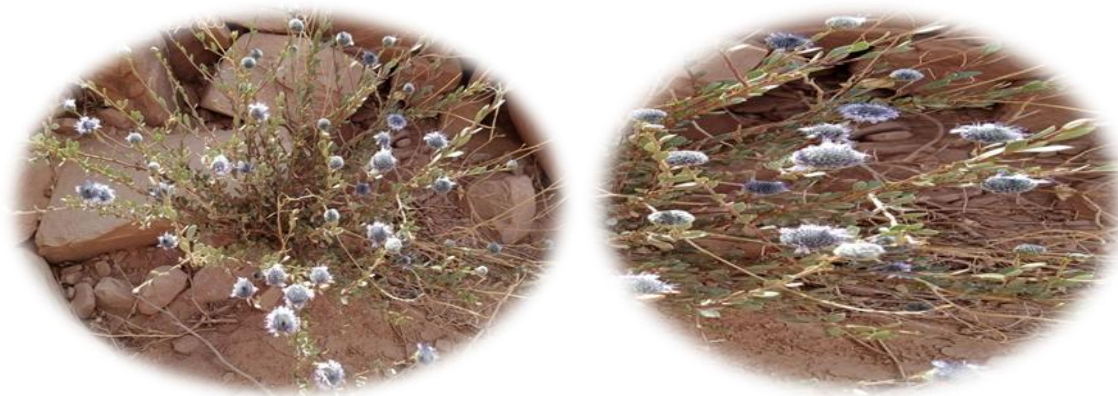


Photo 01: Aspect morphologique de la plante *Globularia arabica* région de djbel boulekedf.
Wilaya de NAAMA (Cliché : DIDA, 2022)

1.4. Distribution géographique

Au niveau de la wilaya de Naman *Globularia arabica* se trouve sur la région de djbel boulekedf dans la Daira de Moghrar (**Photos 01**).

Globularia arabica est une plante vivace qui pousse dans les lieux rocaillieux et broussailleux secs, de préférence sur calcaire, parfois aussi dans les maquis. Fréquemment des buissons poussant sur de gros rochers isolés ou sur les falaises.

La globulaire est distribuée pratiquement sur tout le pourtour méditerranéen, surtout à l'ouest, en Algérie, la globulaire se trouve dans l'atlas saharien et dans le hoggar en altitude, dans les garrigues et les forêts (**Amri., 2018**).

1.5. Utilisation en médecine traditionnelle

Une enquête ethnobotanique sur cette espèce dans wilaya de Naama, montre que les feuilles sont la partie la plus utilisée, pour traiter quelques maladies tel que : l'ulcères de l'estomac, rectum du colon, douleur gastrique, traitement du problème cutané.

Selon des études d'activité biologique de *Globularia arabica* est l'une des plantes qui peuvent aider à soulager les symptômes de déférent maladie chronique (**Asraoui et al., 2021 ; Ghlissi et al., 2016**) son usage médicinal est particulièrement bien documenté en Afrique du nord comme Maroc et Algérie est l'une des médicaments utilisé contre le diabète en Algérie, *Globularia arabica* , utilisé dans le traitement d'incontinence urinaire et problème cutanée, tel que des eczémas,

Les dossiers d'utilisation d'antidiabétique et anticancéreux indiquent plus souvent utilisation de *G. alypum* (et son parent *G.arabica* Jaub et spach) feuilles soumises des infusion ou décoction (Afifi et al., 2011 ; Abouriet al., 2012 ; Katiri et al., 2017) partie aérienne sous forme de poudre ou décoction semblent être choisis plus fréquent pour cicatrisation des plaies l'acné, l'eczéma, les abcès et les infection cutanées (Lepouratti.ML et Ghedira., 2009 ; Helmstadter.A., 2016) antioxydant (Mohamed et al, 2020 ; Ghlissi et al., 2016), anti obésité, anti-hyperglycémiant, anti-hyperlipidémies, anti- α - amylase, anti-toxicité hépatique, anti pyrétiqque analgésique (Mohamed et al, 2020), anti-inflammatoire et antimicrobien (Ghlissi et al., 2016).

1.6. Composition chimique de l'extrait de *G.arabica*

Globularia arabica considère une source très riche de différent composé biactif tel que polyphénols (Khantouche et al., 2015), la globularine (Merghache et al., 2013) les iridoïdes glucosides et la globularine (Es-safi et al., 2006 ; Amessis et al., 2014), les flavonoïdes (Boutini et al., 2008 ; Chograni et al., 2012).

Des composés très nombreuses ont été isolés des fractions de l'extrait méthanoïque du genre *Globularia*, ces composés sont essentiellement des phenyléthanoïdes glucosides, des secoiridoïdes, des iridoïdes (catalpol, acide mussaenosidique, acide (epi) loganique), connues pour leurs diverses activités biologiques (Es-safi et al., 2005 ; Amessis-Ouchemoukh et al., 2013).

Cinq flavonoïdes sont identifiés comme des flavones glycosilés (hydroxyluteonine-7-laminaribioside, deux isomères du luteolin disaccharides, cynaroside et nepitrine), trois flavonol glycosilés (amurnsin, quercetin glucoside, hydroxycinnamic acide) ont été isolés à partir de la partie aérien , la présence du globularine, mucilages, résine, choline , tanins, chlorophylle, ,acide globularique, acide-cinnamique a été démontrées,. (Khlifi et al., 2011, Chograni et al., 2012).

2. *Rhus Tripartitum* :

2.1. Description botanique

La famille des anacardiacees est composée de noix et des fruits économiques important (Mondam et al., 2018), elle comprend 860espece réparties en 83 genres (Christenhusz et Byang., 2016), elle sont bien connue par leur utilisation dans les aliments et en médecine moderne et traditionnelle (Lee et al .,2010 ; Wu et al.,2013). le genre *Rhus* (Sumac) représente le

plus grand genre de la famille des Anacardiaceae, avec plus de 250 espèces (Ochwik et al., 2012). C'est une petite arbre ou arbrisseau de 1 à 10 m de hauteur, dioïque à rameaux tortueux et très épineux. Les feuilles caduques d'une couleur vert foncé sont sur la famille d'anacardiaceae 8 composées de 03 folioles, rarement 05 à contour ovale denté, les fleurs d'un blanc jaunâtre sont réunies en petites grappes rameuses, le fruit est drupacé à maturité, su globulaire à trois tubercules au sommet peut être consommé ou stocké. (Tlini. N et al., 2014).

2.2. Dénomination

Le plus populaire c'est les sumacs en Français ou simmecks par Libanais, le nom générique *Rhus* était en usage chez les Grecs et les Romains (Ozenda., 1991)

Arabe : تيزغ , تيزق

Synonymes: *Searsia tripartita*

2.3. Taxonomie

D'après Quezel et Santa (1962), l'espèce *Rhus tripartitum* est classée comme suit :

Règne : Végétale

Embranchement : Phanérogames

Sous-embranchement : Angiospermes

Classe : Magnoliopsida (Eudicot)

Ordre : Sapindales

Famille : Anacardiaceae

Genre : *Rhus*

Espèce : *Rhus tripartitum*



Photo 02 : Aspect morphologique de la plante *Rhus tripartitum* région de djbel boulekedf, Wilaya de NAAMA (Cliché : DIDA, 2022)

2.4. Distribution géographique

Dans le monde, *Rhus tripartitum* se retrouve dans différents endroits géographiques, des régions agricoles arides ou semi-arides (**Mahjoub et al., 2010**). Cette espèce se trouve principalement en Afrique du Nord (L'Algérie, La Tunisie, , Le Maroc La Libye, Sahara, Mauritanie, Soudan, Mali, Chad.). Elle existe également en Sicile et dans les steppes de l'Asie occidentale. (**Pottier., 1981**).

C'est une espèce plus au moins abondante en Algérie, on la trouve dans les steppes des zones arides et semi-arides (Naama, Djelfa, Msila, El Bayadh, Laghouat), elle est colonisée singulièrement dans les oueds rocheux du sahara central (Tassili Nager, Tindouf, Hoggar). (**Saad H., 2013**).

2.5. Utilisation en médecine traditionnelle

Une enquête ethnobotanique sur cette espèce dans la wilaya de Naama à montré que les feuilles sont utilisé pour traiter le diabète, la fièvre, les maladies intestinales et les diarrhées.

Certaines études montrent qu'on peut utiliser *Rhus tripartitum* pour, les troubles mentaux, , les hémorroïdes, le diabète et l'ulcère gastrique les rhumatismes (**Alimi et al., 2013**), les propriétés, antivirale, antimicrobienne, athérosclérose et antipaludique pour ces espèces ont été signalées (**Ahmed et al., 2001 ; Chio et al., 2012 ; Lee et al., 2010 ; Mccutcheon et al., 1992; Zarghan., 2008**).

Rhus tripartitum est largement utilisé dans médecine moderne les cuisines traditionnelle et (**Lee et al., 2010 ; Wu et al., 2013**) il est utilisé dans le sud d'Alegria pour traiter, la fièvre, les veines, le diabète, maladie cutanées, diarrhée et plusieurs maladie intestinales (**Hadjaj et al., 2015**).

Les activité antioxydantes et propriétés préventive du cancer du sein (**Wang et al., 2005 ; Amine et al., 2007 ; Shahat et al., 2016**), et antimicrobiennes (**Abassi et al., 2012**).

2.6. Composition chimique d'huile essentielle

La composition chimique de genre de *Rhus* n'est pas très étudiée, les huiles essentielles de *R. coriara* de sicile présentent le cembrene et le β -caryophyllène comme composés majoritaires produits des feuilles, tandis que les fleurs sont caractérisées par la présence d' α -Pinène et d'Acide tridécanoïque (**Ridel et al., 2017**).

Dans une étude similaire en Turquie, la substance chimique profil des populations de *Rhus coriaria* a montré que les principaux composants étaient l' α -Pinène, β -Caryophyllène et le Cembrene (**Brunke et al., 1993**), les mêmes résultats ont été obtenus en Iran (**Zhaleh et al., 2018**).

Palestinien, Egyptien et jordanien le sumac (*R. coriaria*) sont caractérisés par l' α -Pinène, naphthalène et Cyrène respectivement (**Farag et al., 2018**), l'analyse des huiles essentielle des feuilles et fleurs de *Rhus. mysorensis* montrent l'abondance de l' α -Pinène, Limonène, Sabinéne et β -Eudesmol (**Srivastava et al., 2005**).

CHAPITRE II
LES METABOLITES
SECONDAIRES

Les métabolites secondaires végétaux sont des molécules essentielles à la vie des plantes et leur interaction avec l'environnement, ils sont également des sources importantes pour les produits pharmaceutiques, les additifs alimentaires et les arômes (**Harrar., 2011 ; Ramakrishna et Ravishankar., 2011**).

Les métabolites secondaires se trouvent dans toutes les parties des plantes mais ils sont distribués selon leurs rôles défensifs, cette distribution varie d'une plante à l'autre (**Merghem., 2009**).

1. Les composés phénoliques

Le terme, composés phénoliques végétaux : englobe les phénols simples, les acides Phénoliques, les coumarines, les flavonoïdes, les stibines, les tannins, les lignines et les Lignanes (**Stalikas., 2007**), ils sont des substances présentes dans tous les végétaux et dans tous les organes de la plante, ils possèdent un noyau aromatique portant un ou plusieurs groupements hydroxyyles (**Naczk et Shahidi., 2003 ; Barbonit., 2006 ; Sun et al., 2011**).

Les composés phénoliques des végétaux sont issus de deux grandes voies d'aromagenèse, la voie de l'acide shikimique conduit à la formation des acides aminés aromatiques (phénylalanine et tyrosine) puis désamination de ces derniers, aux cinnamates et à leurs dérivés (lignines, coumarines...), la voie de poly-acétate aboutit à la formation des acides phénols et d'autres composés phénoliques à partir de cyclisation d'unités acétate (**Guignar., 2000**).

A -Voie shikimate (l'acide shikimique) :

C'est la voie biosynthétique la plus importante et la plus courante. Elle permet de fournir des acides aminés aromatiques, des acides cinnamiques (dérivés de la phénylalanine, tyrosine), de former des phénols C6-C1 et des benzoquinones (**Bruneton., 2009**).

B -Voie de l'acide malonique "malonylpathway" :

Ce mode de formation plus secondaire consiste en la cyclisation des chaînes polycétonique, elles-mêmes obtenues par condensation de groupements acétates (**Merghem., 2009**).

Les principales classes de ces composés sont représentées dans le tableau 01 ci-dessous :

Nombre d'atome de carbone	Squelette de base	Classe	Exemples
6	C6	Phénols simples	Cathécol, hydroquinone.
7	C6-C1	1/-Acides phénols Benzoïques	1/-AC. gallique, Ac. salysalique, Vanilline. 2/-p-Hydroxybenzoïque.
8	C6-C2	Acétophénones	3-acétyl6-méthoxybenzaldehyde.
9	C6-C3	Acides phénols cinnamiques -coumarines	Ac. coumarique, Ac.caféïque. scopoline.
10	C6-C4	Naphtoquinones	Shikonine,juglone.
13	C6-C1-C6	Xanthones	Bellidifoline, mangocétine, mangiferine.
14	C6-C2-C6	Stilbènes	Hydrangénol, pinosylvine.
15	C6-C3-C6	Flavonoïdes Iso flavonoïdes	Quercétine, roténoïde, cyanidol daidzeine.
18	(C6-C3)2	Lignanes	Matairésinol.
30	(C6-C3-C6)2	Bi flavonoïdes	Amentoflavone, hinokiflavone.
N	(C6-C3-C6) n	Tanins condensés (proanthocyanidols)	Aesculitanins

Tableau 01 : les principales classes de composés phénoliques dans les plantes
(Kholkhal., 2014 ; Macheix., 1996)

2. Les flavonoïdes

Le terme flavonoïde provient du latin "flavus", signifiant "jaune". Ils constituent le principal groupe de poly phénols, avec plus de 9000 composés différents, largement répandus dans le règne végétal, ils sont considérés comme des pigments quasi universels des végétaux, responsables de la coloration des fleurs, des fruits et parfois des feuilles (**Hernandez., 2009 ; Wilson., 1987**).

Tous les flavonoïdes ont le même élément structural de base à savoir l'enchaînement 2Phénylchromane C6-C3-C6. Ils possèdent un squelette à quinze atomes de carbone constitué de

deux noyaux benzéniques (A et B, comme indiqué sur la **figure 01** reliés par un cycle pyrane hétérocyclique (C) (**Bruneton 2009 ; Kumar et al. 2013 ; Saxena et al. 2012**).

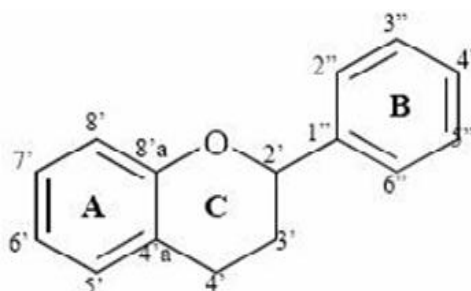


Figure 01: Squelette de base des flavonoïdes (**Khan et al., 2014**)

3. Les tanins condensés

Sont des composés phénoliques solubles dans l'eau, de poids moléculaire compris entre 500 et 3000 Dalton, et ayant, outre les propriétés habituelles des phénols, la capacité de précipiter les alcaloïdes, la gélatine et autres protéines (**S. Peronny., 2005 ; W. Bouzid., 2009**).

On distingue habituellement chez les végétaux supérieurs deux groupes basés sur des différences structurales : les tanins hydrolysables et les tanins non hydrolysables, ou tanins condensés (**S. Fiorucci., 2006**) (**Figure 02**).

Ils ont des grandes capacités antioxydants dues à leurs noyaux phénol. Les tanins hydrolysables et condensés sont 15 à 30 fois plus efficaces que les phénols simples (**C. Perret., 2001**)

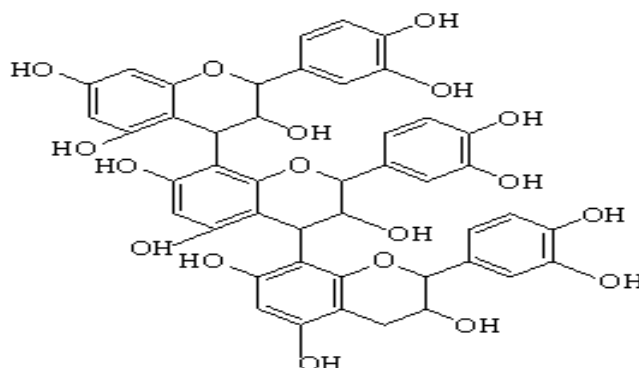


Figure 02 : Structure chimique de tanins condensés

CHAPITRE III LES HUILLES ESSENTIELLES

Le règne végétal a longtemps été une ressource fondamentale de la plupart des besoins humains. Récemment, l'intérêt pour les plantes médicinales a augmenté en raison de l'utilisation des plantes médicinales et de leur effet thérapeutique croissant (**Amarti et al., 2009 ; Silpa et al., 2018**).

Les plantes jouent un rôle très important dans le domaine du développement de médicaments car elles sont une excellente source de métabolites secondaires bioactifs (**Koumalgo et al., 2009 ; Jose S, Thomas TD., 2014**).

En raison de leurs produits de haute qualité, ces métabolites sont utilisés non seulement dans l'industrie pharmaceutique, mais aussi dans les cosmétiques et les aliments.

1. Définition

Les huiles essentielles peuvent être définies comme des « essences » ou des « huiles volatiles » (**Chouitah., 2012**), Ce sont des substances naturelles qui sont des métabolites secondaires volatils, lipophiles et souvent liquides extraits par de nombreux procédés tels que la distillation à la vapeur et le pressage à froid. , Ou par Vapeur (**Laib., 2011 ; Guinoiseau et al., 2015**), elle sont très volatile (**Adorjan., 2010**), et très solubles dans solvant organique telle que les benzènes, le toluène, l'acétène, l'éthanol et le méthanol (**A.M. K et al., 2019**).

La norme **AFNOR NF T 75-006** définit l'huile essentielle comme: « un produit obtenu à partir d'une matière première végétale, soit par entraînement à la vapeur d'eau, soit par hydro distillation, l'huile essentielle est séparée de la phase aqueuse par des procédés physiques.

Les sources les plus connus sont: les rutacées, les cupressacées, les éricacées, les lamiacées, les lauracées, les myrtacées, les abietacées, les poacées, les rosacées, les rutacées, les astéracées (**Bourrain., 2013**).

2. Localisation :

On peut trouver dans différentes parties des plantes (les racines, les tiges, les feuilles, les fleurs, les fruits et les graines selon l'espèce végétal (**Baser., 2010**), dans ces parties de plante, l'huile essentielle s'accumule dans le cytoplasme de certaines les cellules, poils glandulaires ou les cavités sécrétoires (**Rehnan et al., 2016**).

Ils sont stockés dans des cellules sécrétoires spécialisées, des cavités, des canaux sébacés, des raisins, des cellules épidermiques ou des trichomes glandulaires (poils glandulaires) (**Carson et Hammen., 2011**).

3. Méthodes d'extraction :

L'extraction des huiles essentielles est certainement l'étape la plus délicate à viser, il existe de nombreuses façons de capturer les produits les plus délicates et les plus fragiles des plantes, mais le choix de la méthode à utiliser détermine inévitablement le type l'essences ces utilisation possibles, le choix de la technique dépend principalement de la matière première son état d'origine et la propriété, sa nature (huile essentielle / matière première végétal) elle est très variable d'une plante à l'autre (C. Desmares et al., 2008).

Les huiles essentielles sont principalement extraites par une méthode d'expression à froid et deux méthodes de distillation et (L. Lagunez Rivera., 2006) :

- ✚ L'expression à froid
- ✚ L'hydro- distillation
- ✚ Entraînement à vapeur d'eau

Hydro -distillation : est une méthode d'extraction efficace et à haut rendement pour les herbes et épices dans lesquelles les huiles essentielles sont difficiles à isoler et particulièrement riches en matière hydrosolubles et thermique stables (Roohinejad et al., 2018) (Figure 03).

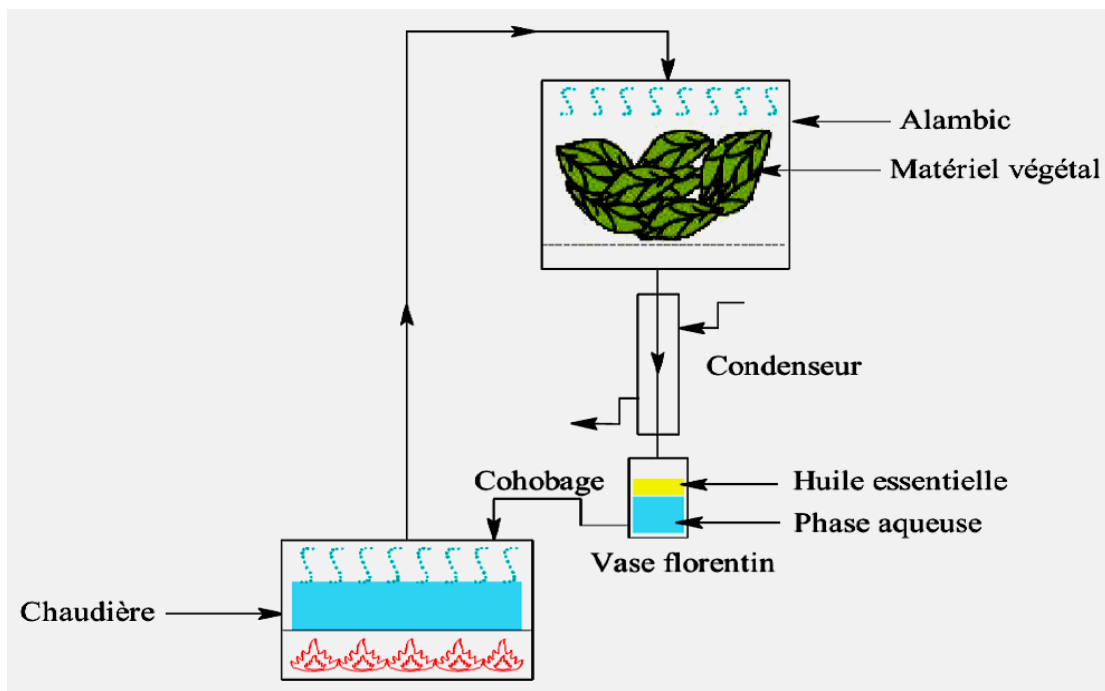


Figure 03 : Dispositif de l'hydro-distillation (Lagunez., 2006)

Entrainement à vapeur d'eau : c'est une méthode officielle pour l'obtention des huiles essentielles (**Pharmacopée Europeene., 2007**).

Dans ce système d'extraction, la matière végétale est exposées à un flux de vapeur sans macération préalable, les vapeurs saturées en composés volatils sont condensées puis décantées. Avant d'être essentiellement séparé en une phase aqueuse (HA) et une phase organique (HE). L'absence de contact direct entre l'eau et la matière végétale, puis entre l'eau et les molécules aromatiques, évite certains phénomènes d'hydrolyse ou de dégradation pouvant nuire à la qualité de l'huile.

De plus, le parfum de l'huile essentielle obtenue est plus délicat et la distillation, régulière et plus rapide, fait que les notes de tête sont riches en esters (**Raaman, N., 2006**)

L'emploi en aromathérapie impose de prolonger l'opération aussi longtemps qu'il est nécessaire afin de récupérer la totalité des composants aromatiques volatils [**Kaloustian et al., 2012 ; Massagno, P.,2005 ; Gavahian., 2018**] (**Figure 04**).

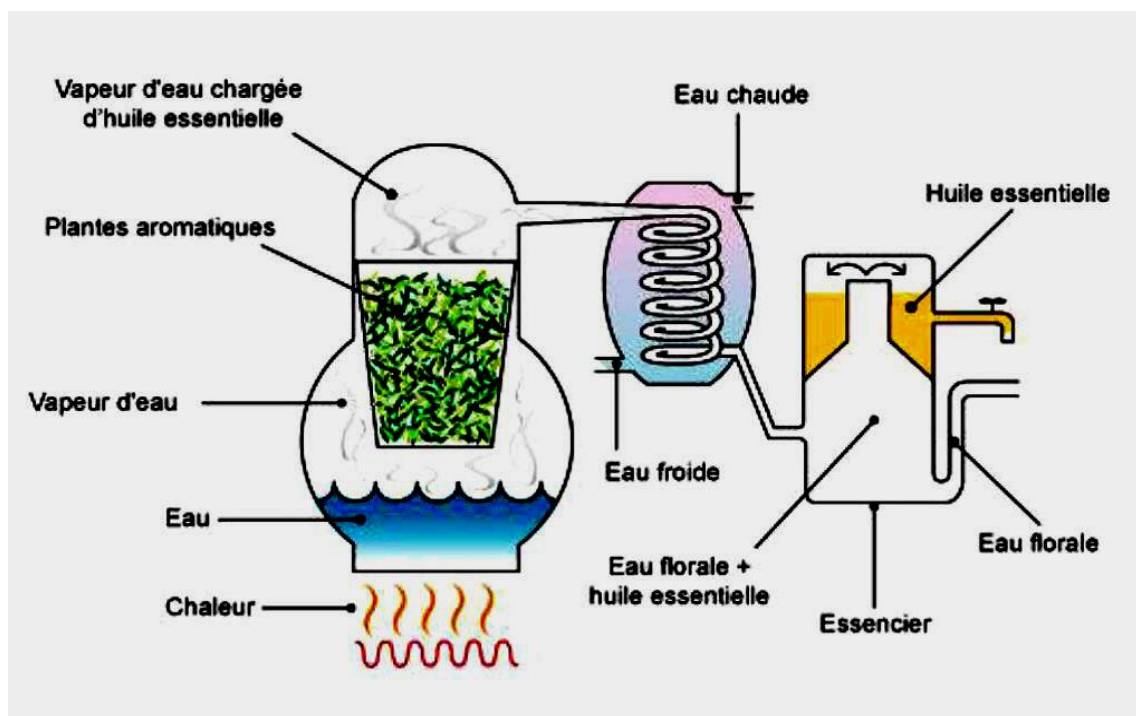


Figure 04: Principe d'une extraction par entrainement à la vapeur d'eau (**Amri., 2018**).

L'expression à froid : la technique est réservée à l'extraction des essences volatiles contenues dans les péricarpes d'agrumes en déchirant ces dernières par un traitement mécanique. Elle consiste à rompre ou dilacérer les parois des sacs oléifères contenus dans le mésocarpe situé juste sous l'écorce du fruit, l'épicarpe, pour en recueillir le contenu qui n'a subi aucune modification.

En effet, la distillation produit des huiles aromatiques de moindre qualité principalement due à une présence importante d'aldéhydes, composés sensibles à l'oxydation et à la chaleur (Belsito et al., 2007 ; Ferhat et al., 2016).

4. Composition chimique des huiles essentielles

Naturellement, Les huiles essentielles sont mélangées de manière très complexe les composants peuvent changer (Bakkali et al., 2006). Les composants des huiles essentielles comprennent les terpenoïdes et phénylproïdes, et aliphatiques similaires peuvent également être présents. Dans les groupes des terpènes sont trouvé des mono terpènes, des sesquiterpènes et des dérivés oxygénés, tous caractérisé par faible poids moléculaires, les principaux composants sont responsables des propriétés biologiques des éléments huiles essentielles (Bakkali et al., 2006).

Cependant, la combinaison de molécules peut modifier considérablement son activité.(Raut et al., 2014 ; Carson et al., 2006). Les composés sont regroupés en principaux composés (20 à 95%), composé secondaire (1 à 20%) et traces des composés à moins 1% de concentration (Sarkic et Stappen., 2018).

En peut classer les composants des huiles essentielles en 3 classes ; les terpènes (mono terpènes et les sesquiterpènes), les composés aromatiques (alcool cinnamique, coumarine, etc.), d'autres composés très divers (acides, alcools, aldéhydes, esters, etc.) mais aussi des produits phytosanitaires tels que des pesticides (Bourrain., 2013).

-Terpènes :

Les terpenoïdes sont des hydrocarbures naturels produits par une grande variété de plante. Les terpènes sont regroupés en différents type selon leur structure et leur fonction, ils sont classés sur la base de cinq carbones(Isoprène). Les principaux composés sont les mono terpènes (C10) et sesquiterpène (C15) mais l'hématerpene (C5), les di terpènes(C20), les tri terpènes (C30) et le tétra terpène (C40) sont également important et représente 90% d'huile (Bakkali., 2008). (Figure 05).

-Composés aromatiques :

Les composés aromatiques contenus dans les huiles essentielles sont généralement issus du propane phénolique et ont une concentration plus faible que les terpènes. Les composés aromatiques comprennent les aldéhydes, les alcools, les phénols, les dérivés méthyliques, les composés méthylènedioxy, et la synthèse des dérivés du phénylpropane et des terpènes est généralement une plante distincte, mais dans certains cas peut coexister (Suruki et al., 2015). (Figure 06).

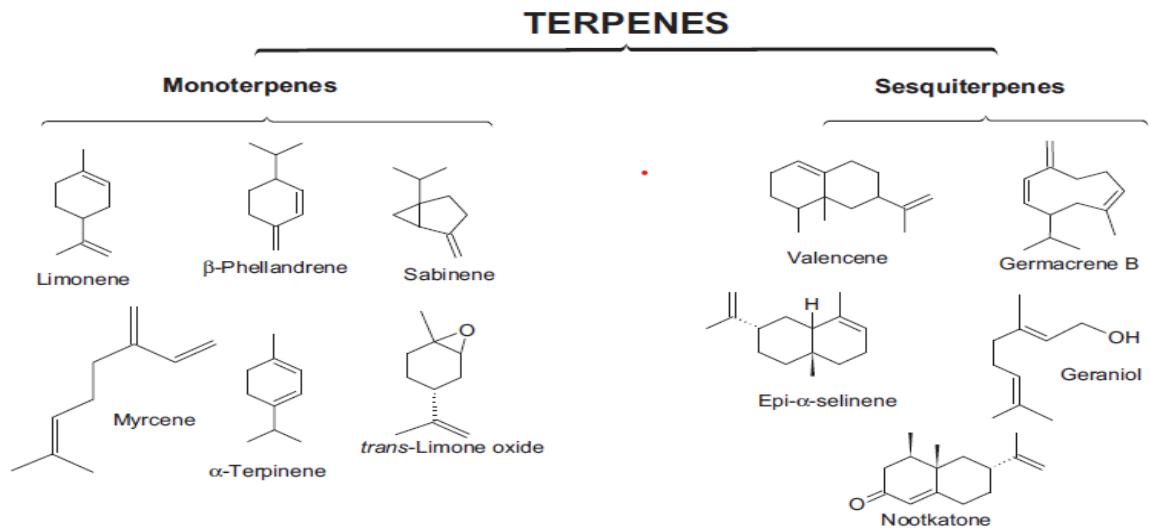


Figure 05 : Terpènes (mono terpènes et sesquiterpène) (Chavez *et al.*, 2016)

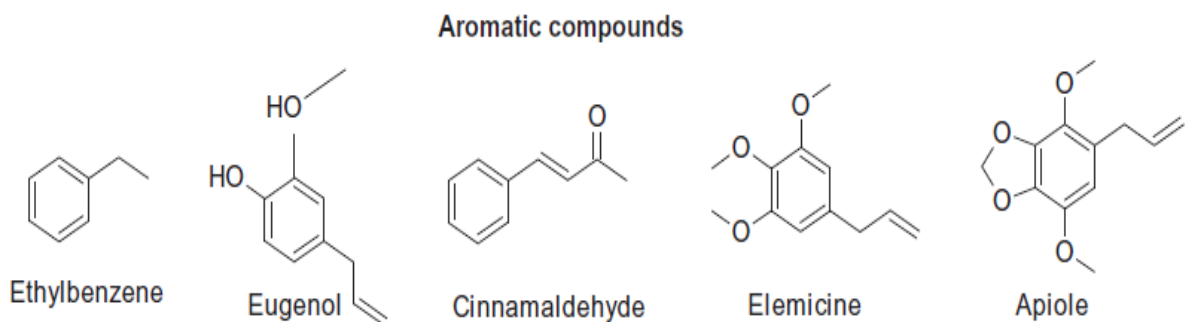


Figure 06 : Composant aromatique trouvé dans des huiles essentielles (Chavez-Gonzalez *et al.*, 2016)

5. Facteurs influençant sur la composition chimique des huiles essentielles

Facteur exogène

Facteurs environnementaux tels que la température, la lumière du soleil, la qualité de la lumière, l'humidité, la vitesse du vent, les précipitations et le rayonnement solaire. Facteurs agricoles tels que le moment de la récolte, les engrais, l'irrigation et la maladie. Les infections virales et la propagation des ravageurs peuvent également modifier la composition et le rendement des huiles essentielles (Dris *et Jain*, 2004 ; Figueiredo *et al.*, 2008 ; Preedy, 2009 ; Başer *et Buchbauer*, 2016).

Facteur endogène

Les facteurs génétiques ont un effet significatif sur le rendement et la composition des huiles essentielles dans les plantes. Les effets génétiques sont suffisamment forts pour produire des huiles essentielles de compositions très différentes au sein d'un même art. Parlons des espèces chimiques (Havkin-Frenkel et Dudai., 2016).

6. Mode d'action des huiles essentielles sur les microorganismes

Des études du mécanisme d'action des huiles essentielles sur les micro-organismes montrent que divers mécanismes antibactériens peuvent entraîner des dommages à la paroi cellulaire, une rupture de la membrane cellulaire, des dommages aux protéines membranaires, une fuite de composants cellulaires, une coagulation cytoplasmique et une déplétion motrice, entraînant la mort microbienne. Structure cellulaire bactérienne (Ranjan et al., 2017). Les violations de la structure cellulaire peuvent avoir de nombreux effets sur la fonction cellulaire (Rai et Kon., 2013) (Figure 07).

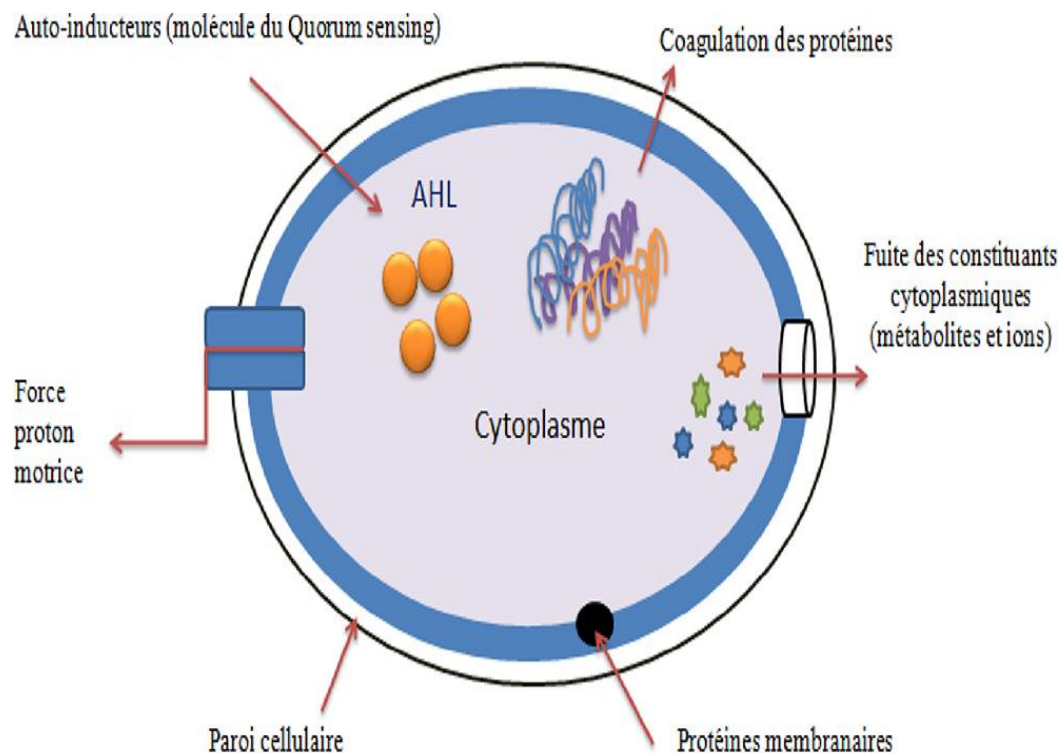


Figure 07 : Mécanisme d'action des huiles sur les bactéries (Bouyahya et al., 2017)

3. Méthodes d'analyses

Chromatographie en phase gazeuse : la CPG est la méthode la plus appropriée pour l'analyse des huiles essentielles qui tiennent compte de la volatilité de ces composés (**Bruneton., 1999**), la chromatographie en phase gazeuse est une méthode puissante car elle permet de séparation des mélanges complexes de produits organiques volatils et semi-volatils (**Robert et al., 2004**). Parce que c'est la technique la plus couramment utilisé pour les huiles essentielles, il permet l'individualisation des constituants, leur quantification et le calcul de leurs indices de rétention (Ir). Le principe est basé sur la séparation des différents solutés gazeux par migration différentielle de la phase stationnaire. La phase mobile est un gaz (hélium, azote, argon ou hydrogène), appelé gaz vecteur (**Paolini. , 2005**)

Chromatographie en phase gazeuse couplé une spectrophotométrie : la chromatographie en phase gazeuse et la spectrométrie de masse sont des techniques analytiques qui ont connu des développements historiques très différents.

L'association de ces techniques lors du couplage CPG/SM est une méthode fiable et puissante l'intérêt de la CPG/SM en analyse des échantillons biologiques repose à la fois sur sa sensibilité et sa robustesse. Ce couplage repose sur l'utilisation de sources à impact électronique, qui souvent ne permettent pas d'observer la masse du composé, mais seulement des ions issus de sa fragmentation, ce qui rend délicate toute Identification de composés inconnus, ou non décrits dans les bases de données (**Garnier et al., 2008**).

CHAPITRE IV

ACTIVITES BIOLOGIQUES

1. Activité antioxydante

Un antioxydant peut être défini comme 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 (**Servais., 2004**).

1.1. Stress oxydatif

Le stress est défini comme un déséquilibre de la balance entre la formation des radicaux libres (caractère pro-oxydant) et la capacité du corps à les neutraliser, à réparer les dommages oxydatifs (système antioxydant) et à réguler leur production (**Zweier et al., 2006**).

1.2. Les radicaux libres

Un radical libre est une espèce chimique (atome ou molécule) contenant un électron non apparié, ce déséquilibre n'est que transitoire et est comblé par l'acceptation d'un autre électron ou par le transfert de cet électron libre sur une autre molécule (**Afonsoet al., 2007**). Un radical libre est le plus souvent instable, très réactif donc sa demi-vie est très courte (**Tessie et Marconnet., 1995 ; Goudable et Favier., 1997**), ils peuvent être dérivés de l'oxygène (ROS) ou du nitrogène (RNS) (**Bonnefont ,Rousselotet al., 2003**).

1.3. Mécanismes d'action des antioxydants

Les cellules disposent de systèmes de défenses antioxydants classés en antioxydants enzymatiques et non-enzymatiques (**Loïc., 2011 ; Gardés et al., 2003**).

La SOD est l'une des enzymes cellulaires les plus importantes possédant une fonction antioxydante, elle catalyse la dismutation de l'anion superoxyde en dioxygène et en eau oxygénée selon la réaction (**Murry et al., 2013**).

La catalase est une enzyme héminique qui catalyse la réaction de détoxification du H₂O₂ (généralement produit par la SOD) en eau et en oxygène moléculaire. Elle est essentiellement présente dans les peroxysomes et dans les érythrocytes (**Valko et al., 2006; Murray et al., 2013**).

Le rôle de la (GPx) est de réduire d'une part le peroxyde d'hydrogène en molécule d'eau, et d'autre part les hydroperoxydes organiques (ROOH) en alcools (**Marfak., 2003**).

Elle joue un rôle essentiel dans le cycle redox car elle permet le maintien d'un milieu intracellulaire réducteur avec un taux élevé de GSH et un faible taux de GSSG (Deponte., 2013).

Lors de cette réaction, qui demande l'intervention de deux molécules de glutathion (GSH), celles-ci se transforment en glutathion-disulfure (GSSG) (Marfak, 2003). (Figure 08).

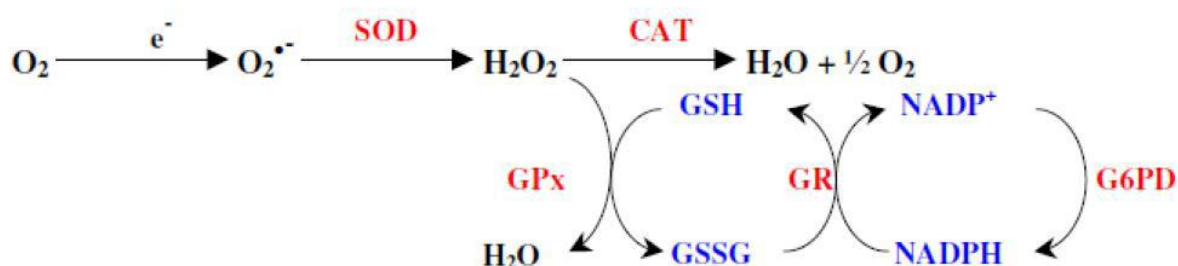


Figure 08 : Action des enzymes antioxydantes sur la cascade radicalaire

Contrairement aux enzymes antioxydantes, la plupart de ces composants ne sont pas synthétisés par l'organisme et doivent être apportés par l'alimentation (Kanoun., 2011).

Les meilleurs antioxydants exogènes sont la vitamine E, la vitamine C, les caroténoïdes et les Polyphénols (N'Guessan *et al.*, 2009).

❖ **Vitamine C** : C'est un antioxydant puissant. Elle fonctionne avec la vitamine E et l'enzyme glutathion peroxydase pour arrêter des radicaux. Elle est largement présente dans les fruits et légumes frais. Elle est instable à la chaleur et à la lumière UV (Cheick-Traoré., 2006).

❖ **Vitamine E** : Elle semble devoir fixer le radical hydroxyle avec formation d'une molécule d'ouverture de cycle. Elle est retrouvée dans les huiles végétales, les amandes, les graines, le lait, les oeufs, les légumes à feuilles vertes (Muanda., 2010).

❖ **Caroténoïdes** : Les caroténoïdes font partie des micronutriments qui participent à la défense de l'organisme contre les espèces réactives de l'oxygène, et par conséquent, contribuent à prévenir diverses pathologies. Ce sont essentiellement des piègeurs de l'oxygène singulet; mais ils peuvent également neutraliser les radicaux libres (koechlin ., 2006)

❖ **Les polyphénols** :Ce sont des antioxydants naturels puissants impliqués dans la défense contre les dommages oxydatifs au niveau de la cellule car ils possèdent des structures chimiques idéales. L'activité antioxydante des polyphénols est plus puissante que celle des tocophérols et de l'acide ascorbique (Ozsoy *et al.*, 2008).

Les actions protectrices des polyphénols peuvent comprendre (**Magalhaes et al., 2008**) inhibition des E.O.R (1O2) , Piégeage des radicaux libres ,Chélation des ions métalliques responsables de la production des E.O.R , Inhibition des enzymes responsables de la production des E.O.R .

2. Activité antimicrobienne

Les deux piliers de la stratégie nationale 2022-2025 de Prévention des Infections et de l'Anti bio -résistance en santé humaine sont les actions de prévention et contrôle de l'infection et celles promouvant le bon usage des antibiotiques. Il est démontré dans la littérature que les actions de Prévention et Contrôle de l'Infection (PCI), ciblant à la fois les infections communautaires et celles associées aux soins (IAS), et les actions promouvant le bon usage des antibiotiques (BUA) ont des effets synergiques, interdépendants et complémentaires (Pistes d'action pour ancrer les progrès de 2020(santé publique (France.fr))

Les antibiotiques ont considéré une grande découverte thérapeutique importante pour la santé Humaine utilisation a permis de diminuer le taux de mortalité et de morbidité mondiale depuis long Temps (**Ouedraogo et al., 2017**).

2.1. Antibiotiques et leur mode action

Les antibiotiques sont des substances élaborées par des micro-organismes, des dérivés synthétiques ou des produits entièrement semi-synthétiques capables d'inhiber sélectivement certaines voies métaboliques des bactéries, sans exercer d'effets toxiques pour les organismes supérieurs (**Sanchez., 2015**)

Les principaux mécanismes d'action que l'on peut rencontrer différent selon la molécule considérée. Ainsi, les antibiotiques peuvent agir, entre autre :

- ✚ Inhiber la synthèse de la paroi bactérienne, c'est -à-dire inhiber la synthèse du peptidoglycane
- ✚ Inhiber la synthèse de la membrane cytoplasmique
- ✚ Inhiber la synthèse de l'ADN bactérien
- ✚ Inhiber la synthèse de protéines bactériennes (**Caruba et Jaccoul et al., 2015**).

2.2. Résistance Bactérienne Aux Antibiotiques

Selon l'OMS (2020), la résistance aux antibiotiques constitue aujourd'hui l'une des plus graves menaces pesant sur la santé mondiale, la sécurité alimentaire et le développement.

La résistance bactérienne aux antibiotiques est un problème majeur compliquant le traitement des infections bactériennes surtout par la dissémination des souches multi-résistantes (Ventola, 2015). La progression de cette multirésistance risque de conduire à une augmentation de la létalité de certaines infections bactériennes et représente donc une menace réelle (Seragui et al., 2013; Munita et Arias., 2016).

Les bactéries pathogènes, grâce à leur flexibilité et plasticité génétique, sont capables de mettre en place un programme de résistance spécifique contre un antibiotique particulier. En effet, certaines souches arrivent à rétablir une multi résistance vis-à-vis de plusieurs antibiotiques à la fois donnant lieu à ce qu'on appelle les bactéries multi résistantes aux antibiotiques (multidrugs résistantes ou MDR).

Les principaux mécanismes de résistance aux antibiotiques sont beaucoup, et peuvent modifier plusieurs cible en fonction cellulaires (Giedraitiene et al., 2011) :

- ✚ Diminution de l'adsorption des aminoglycosides ;
- ✚ Modification de l'interaction des lipopeptides avec la membrane cellulaire ;
- ✚ Modification de l'activité enzymatique des aminoglycosides ;
- ✚ Modification de liaison des β -lactamines à des cibles intracellulaires ;
- ✚ Modification de liaison à des cibles membranaires ;

Réduction de l'affinité des glycopeptides à des cibles membranaires (Bouyahya et al., 2017).

PARTIE II
ETUDE
EXPERIMENTALE

CHAPITRE I

MATERIELS

Notre objectif dans ce travail est d'étudier l'activité antioxydante d'une plante *Globularia arabica* de sud-ouest Algérien (W.Naama) d'une part, et d'autre part l'évaluation de l'activité antifongique et antibactérienne de l'huile essentielle de *Rhus tripartitum* contre des souches bactériennes pathogènes et *Candida Albicans*.

Les travaux pratiques ont été réalisés au niveau de laboratoire de recherche scientifique et de laboratoire de microbiologie, institut des Sciences et technologies (Centre universitaire SALHI Ahmed. Naâma.).

1. Matériels végétal

1.1. *Globularia arabica*

Dans cette étude, les échantillons du matériel végétal utilisé ont été récoltés au mois mars 2022, dans leur habitat naturel djbel bouleked sud-est de la région de W.Naama (Daira de Moghrar) (**Photo 05**). Le matériel végétal est constitué les deux parties : aérienne et racinaires de la plante *Globularia arabica*. (**Photo 03**)

La description visuel de *Globularia arabica* montré que c'est un arbrisseau très ramifié, d'une hauteur de 30 cm à 1 m, feuilles très nombreuses persistantes de forme obovale, alternes terminées par une pointe, tiges brun rouge, fleurs bleus violacé avec une corolle à deux lèvres ayant la lèvre supérieure très courte et l'inférieure.



A : Feuilles/ Tiges



B : Fleures



C : Racines

Photo 03 : Parties aériennes (A et B) et partie racinaires(C) de *G. arabica* (Cliché :DIDA, 2022)

1.2. *Rhus tripartitum*

L'espèce sélectionnées : *Rhus tripartitum* ont été récoltée dans leur habitat naturel dans djbel bouleked sud-est de la région de W.Naama (Daira de Moghrar), durant le mois de mars de l'année 2022. (**Figure 09**).

C'est un arbuste, d'une hauteur de 1 à 10 m des feuilles trifoliées, fleurs sont très petites groupées en panicules denses, les fruits des grappes denses rougeâtres (**Photo 04**).



Photos 04: feuilles *Rhus tripartitum* (Cliché :DIDA, 2022)

Ces plantes sont identifiées par le professeur: **Marouf. A**, et par le docteur : **Gordo. B** (Centre Universitaire SALHI Ahmed_ Naâma).

Les feuilles, les tiges, les fleurs et racines, sont lavées puis laissées sécher à l'ombre et à température ambiante dans un endroit aérée, puis ont été broyées à l'aide d'un broyeur électrique, le broyat obtenu a été conservé dans des sachets en papier à température ambiante, dans un endroit sec et à l'abri de l'humidité et de la lumière jusqu'à son utilisation.

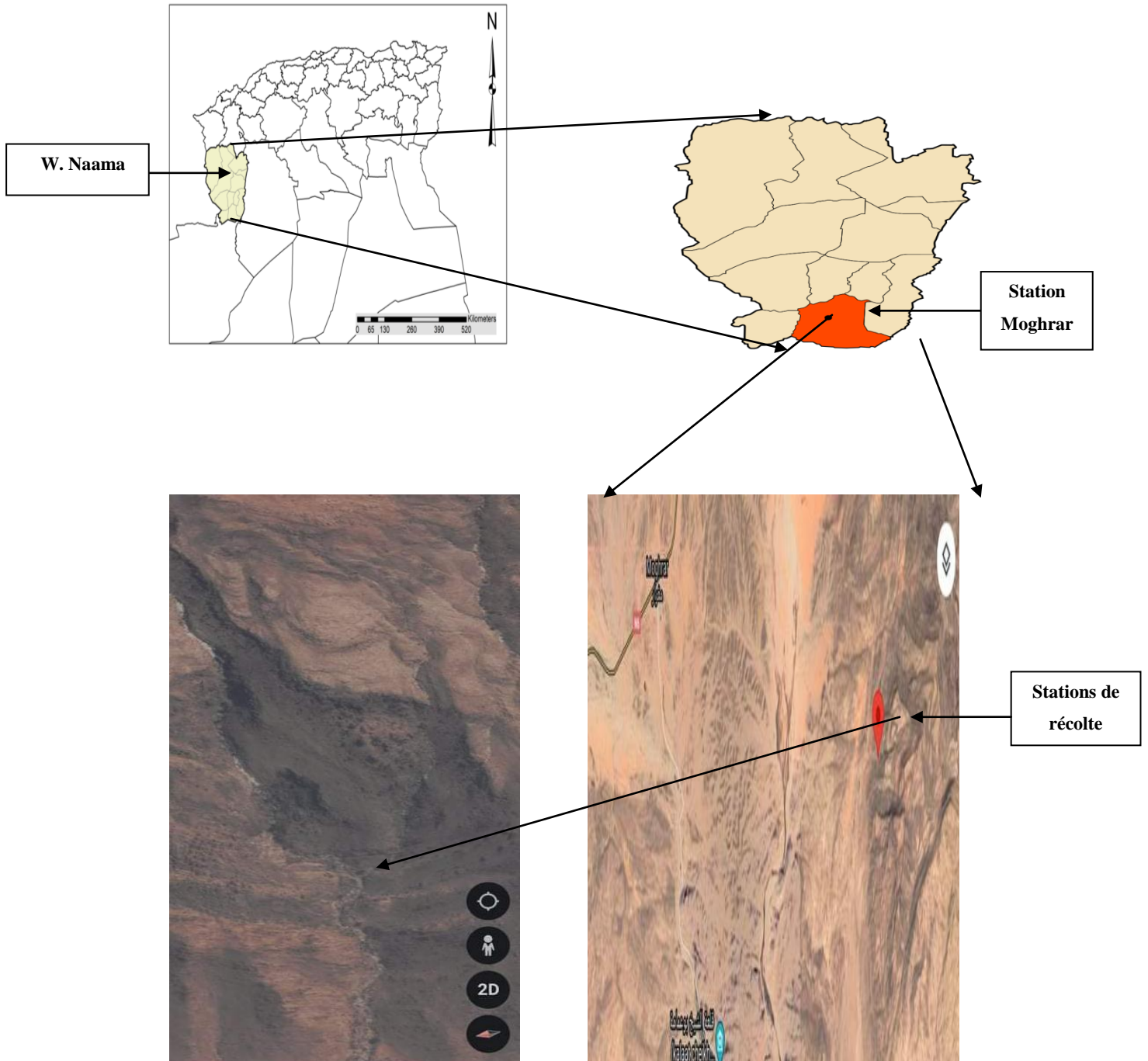


Figure 09 : Position géographique des stations de récolte des plantes étudiées (Google Earth)

2.1. Les souches microbiennes

Les souches bactériennes utilisés, comprenant neuf bactéries et une levure, **Tableau 02**, qui sont pathogènes pour l'homme, souvent multi résistantes aux antibiotiques et responsables des infections plus ou moins graves, pour cette raison ces bactéries ont été choisies dans cette étude.

	Espèces	Référence
Bactéries à gram négatif	<i>Escherichia coli</i>	ATCC 25912
	<i>Escherichia coli</i>	ATCC 27922
	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	ATCC 27853
	<i>Salmonella typhenerium</i>	ATCC 13311
Bactéries à gram positif	<i>bacillus subtilis</i>	ATCC 21332
	<i>Bacillus cereus</i>	ATCC 10876
	<i>Staphylococcus aureus</i>	ATCC 25923,
	<i>Enterococcus faecalis</i>	ATCC 49452
	<i>Micrococcus luteus</i>	Non référenciée
levure	<i>Candida albicans</i>	IP 4 44

Tableau 02 : Différentes micro-organismes testées

2.2. Milieux de culture

Selon les méthodes utilisées et selon les souches, nous avons utilisé les milieux de culture suivants :

- La gélose nutritive (GN) : pour l'isolement des souches bactériennes.
- Le milieu sabouraud (SB) pour l'isolement des *C. albicans*.
- La gélose Mueller Hinton (MH) pour l'étude de la sensibilité des bactéries et les *C. albicans* à l'huile essentielle

2.3. Antibiotiques et antifongiques

Parmi les nombreux antibiotiques, nous avons choisis deux antibiotiques en raison de leur efficacité contre les bactéries :

- Gentamycine (GEN.10 µg/disque), Pénicilline (P1.10 µg/disque). Comme contrôle positif.
- Pour les *C. albicans* on a utilisé La nystatine (Ny. 30 µg/disque). Comme contrôle positif.
- le DMSO (5 µl/disque) comme contrôle négatif.

CHAPITRE II

METHODES

1. Extraction

Les métabolites secondaires sont extraits par une variété de méthodes. **(Markham., 1982)** est recommandée pour l'extraction des composés phénoliques, il existe plusieurs types d'extraction tel que:

Extraction par infusion : préparé en versant de l'eau bouillante sur une quantité spécifique de matière végétale, laissé le mélange reposer la mixture pendant 10-15 minutes **(Sofowora., 2010)**.

Extraction avec décoction : consiste à faire cuire la matière première végétale dans de l'eau bouillante, pour extraire les principes actifs.

Extraction par macération : c'est une technique d'extraction solide-liquide qui dans laquelle la matière première végétale est laissée dans un solvant froid (eau, alcool) pendant un certain temps. **(Nshimiyimana et al., 2010; Konkon et al., 2006)**.

1.1. Préparation des extraits

- **Mode opératoire**

3g de poudre végétale des tiges, racines a été mise en contact avec le mélange méthanol-eau (70:30) (v/v), la préparation a été portée sous reflux et à chaud à 100°C pendant 2h, Après refroidissement à température ambiante, d'autre part laisser tremper 3g de notre poudre végétale des feuilles et fleurs dans un liquide (mélange méthanol-eau (70:30) (v/v).) à froid pendant 24 heures sous agitation.

Pour la préparation des fraction acétate d'éthyle et n-butanol on utilise le même protocole précédemment utiliser pour la préparation des extraits fractionnés sauf que les résidu sec est repris à l'eau, la phase aqueuse obtenue est extraite en continu avec de l'acétate d'éthyle et du n-butanol selon la méthode d'extraction **(Bekkara et al., 1998)**, tous les extraits subissent un processus de filtration sur Büchner sous vide, puis évaporation sous pression réduite à sec (180 rpm, 60°C) par un évaporateur rotatif (rotavap).

Enfin, chaque résidu de chaque partie a été repris par 3 ml de méthanol les extraits bruts, les fractions acétate d'éthyle et n-butanol des parties (feuilles, fleurs, tiges, racines) ont été conservés à +4°C à l'abri de lumière jusqu'à leurs utilisations.

Notre démarche de préparation des extraits est résumée à travers le schéma suivant **(Figure10)**.

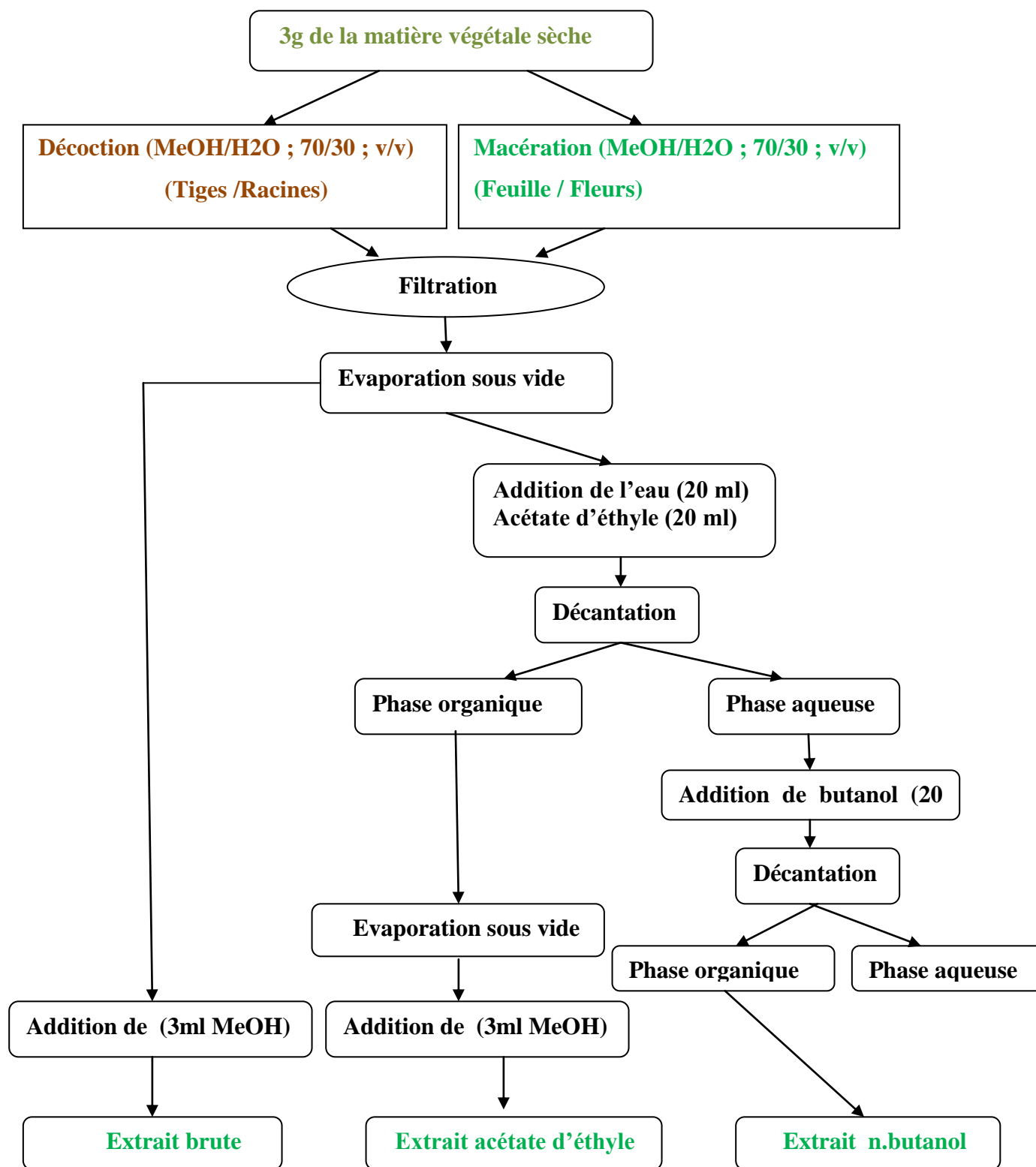


Figure 10 : Schéma de Préparation et fractionnement des extraits de *G. arabica* (Bekkara et al ., 1998)

2. Extraction de l'huile essentielle

L'extraction à été faite par hydrodistillation qui consiste à immerger la matière première de la plante dans un bain d'eau et l'ensemble est porté à ébullition, elle est généralement conduite à pression atmosphérique. La distillation s'effectue des eaux aromatiques obtenues lors de la décantation, afin d'extraire l'huile essentielle (Boukhatem et al., 2019).

Les huiles essentielles de *Rhus Tripartitum* sont extraites par l'hydrodistillation à l'aide d'un appareil de type Clevenger. (Photo 06).

80g de poudre de la partie aérienne de la plante est introduits dans un ballon de (1L) et on y ajoute une quantité d'eau distillée correspondant à (2/3) du volume du ballon, l'ensemble est porté à l'ébullition pendant (3 heures), l'eau et l'huile sont séparent par différence de densité.

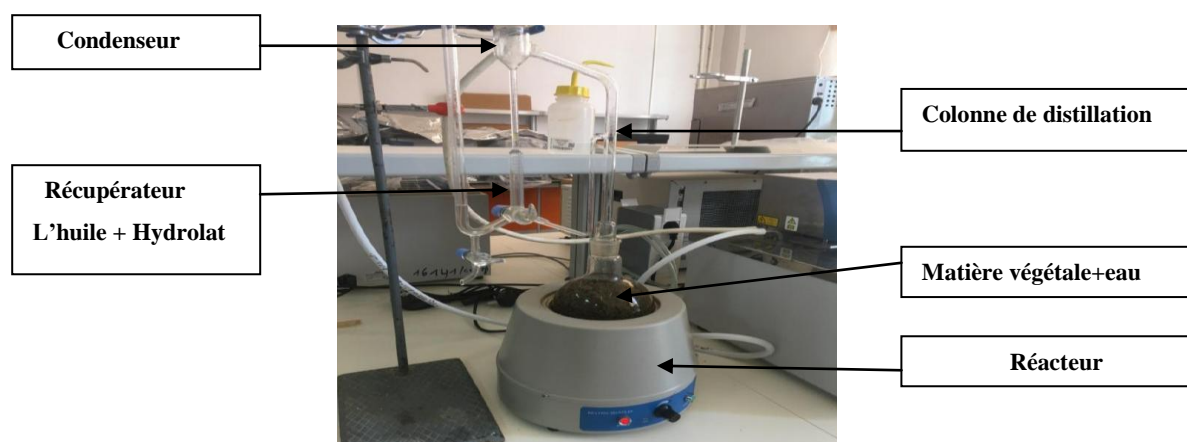


Photo 06 : Montage de l'appareil de l'hydro distillation. (Cliché : LOGBI. 2022)

Les huiles essentielles extraites sont conservées à une température de 4°C, dans des flacons en verre fumé, fermé hermétiquement pour les conserver contre les agents de dégradations (l'air, lumière et les variations de température).

1.3. Rendement

Le rendement est la quantité d'extrait obtenu à partir d'une matière végétale et s'exprime comme suite le pourcentage, en fait, crée le rapport de la masse de l'extrait sur la masse de la poudre végétale pour l'extraction et multiplié par 100.

Cela nous donne l'équation suivante: $Rdm (\%) = (m / m_0) \times 100$

m : masse d'extrait sec pesée en g.

m₀: masse du matériel végétal en g.

Le rendement en huile essentielle est défini comme étant le rapport de masse d'huile essentielle et la masse du matériel végétal utilisé pendant l'extraction, il est calculé selon la formule suivante (Bougeurra, 2012) : $RHE : MHE / MPS \times 100$

RHE : rendement en huile essentielle

MHE : mase de l'huile essentielle obtenue (g)

MPS : mase de la plante sèche traitée (g)

2. Analyses des extraits

2.1. Dosage des polyphénols totaux

Les polyphénols sont analysés par spectrophotométrie avec le réactif de Folin Ciocalteu qui, en milieu alcalin, est réduit en oxyde de tungstène et de molybdène donnant une couleur bleue en présence de polyphénols. (Hayouni, E et al., 2007).

Une courbe d'étalonnage a été réalisée en parallèle dans les mêmes conditions opératoires en utilisant l'acide gallique comme contrôle positif.

Le mode opératoire de dosage de polyphénols est montré dans la figure 11

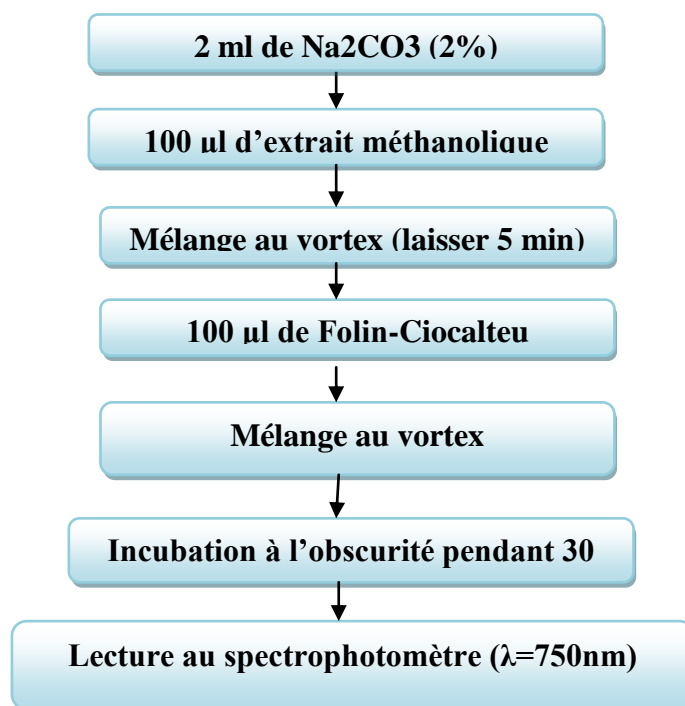


Figure 11: Méthode de dosage des polyphénols (Hayouni, E et al., 2007).

2.2. Dosage des flavonoïdes

La détermination des flavonoïdes totaux est réalisée par spectrophotométrie selon la méthode directe de (Zeghadet Merghemen., 2013).

Le principe repose sur la formation d'un complexe très stable, entre le chlorure d'aluminium et les atomes d'oxygène présents sur les carbones 4 et 5 des flavonoïdes (Ali-Rachedi et al., 2018).

Une courbe d'étalonnage a été réalisée en parallèle dans les mêmes conditions opératoires en utilisant la catéchine comme contrôle positif.

Le mode opératoire de dosage de flavonoïdes est montré dans la Figure 12 .

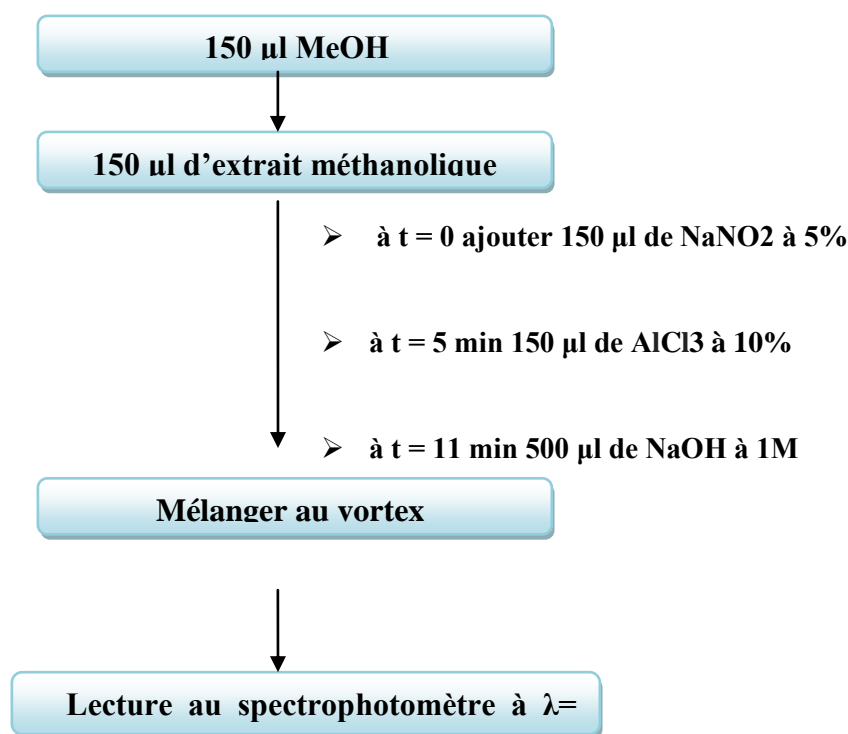


Figure 12 : Méthode de dosage des flavonoïdes (Zeghad et Merghemen., 2013)

2.3 Dosages des tanins condensés

Les tanins condensés sont mesurés dans les extraits bruts et les fractions de tanni par la méthode de (Sun et al., 1998).

Ce processus dépend de la réaction de la vanilline avec le groupement flavonoïde terminal des tanins condensés et la formation de complexes rouges (Schofield et al., 2001).

Une courbe d'étalonnage a été réalisée en parallèle en utilisant la catéchine comme contrôle positif, le mode opératoire de dosage de flavonoïdes est montré dans la figure 13.

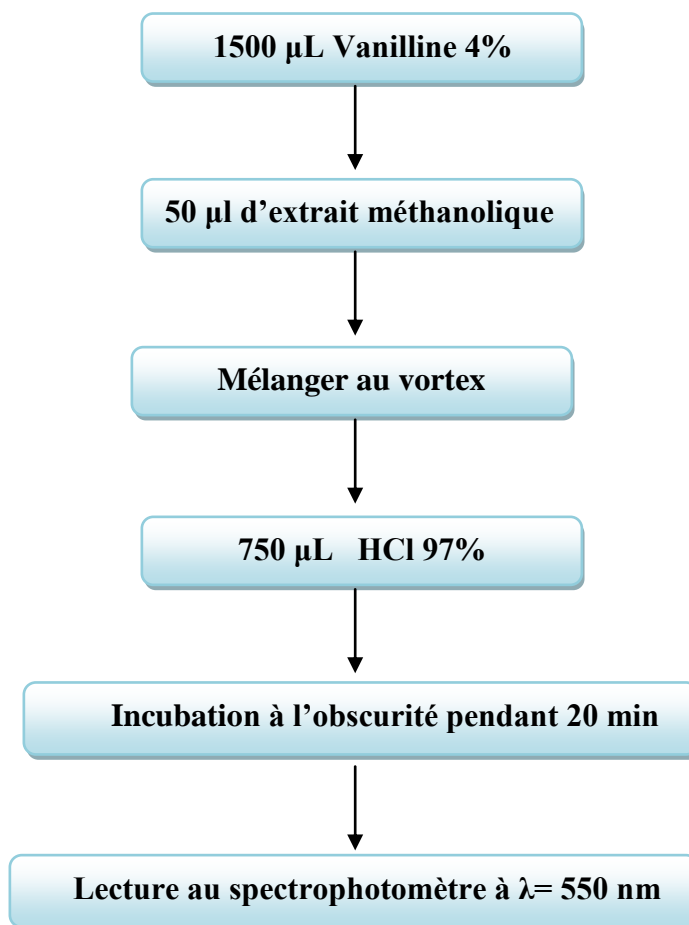


Figure 13: Méthode de dosage des tanins condensés (Sun et al., 1998).

3. Activité biologique des plantes étudiées

3.1. Activité antioxydante

Il existe plusieurs méthodes de détermination de l'activité antioxydante, l'évaluation de cette activité *in vitro* de nos extraits a été faite en procédant à deux dosages ; celui de DPPH, et du FRAP.

3.1.1 Dosage de piégeage du radical libre DPPH•

Le DPPH (2,2-Diphényl-1-picrylhydrazyl) est un radical libre stable qui absorbe à 517nm. En présence de composés anti-radicalaires, le DPPH de couleur violette se réduit en DPPH-H : hydrazine non radical (2,2 Diphényl-1-picryl hydrazine) de couleur jaune. (Dridi. A., 2018). (Figure 14).

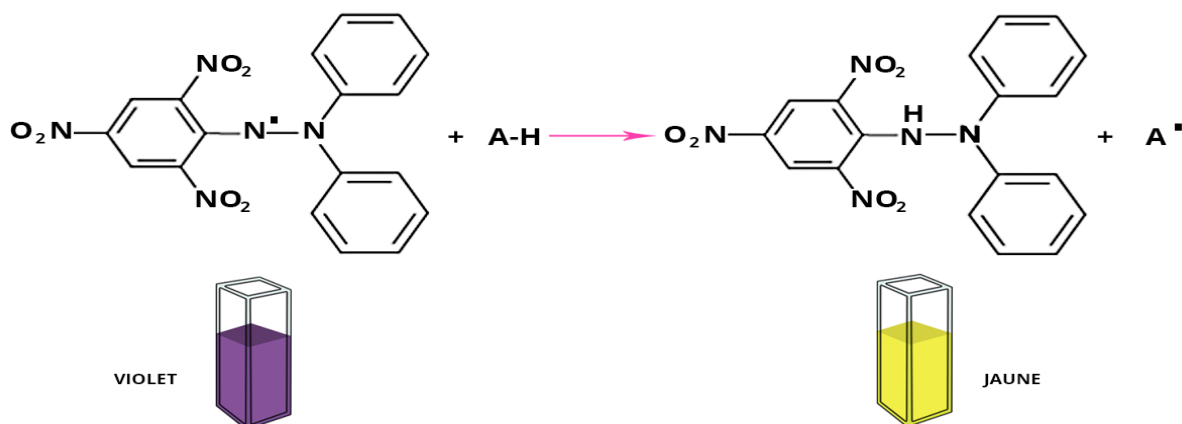


Figure 14 : Réaction de réduction du DPPH en présence d'un antioxydant (Dridi., 2018)

L'acide ascorbique a été utilisé comme contrôle positive dans les mêmes conditions expérimentales, afin de comparer son activité avec celles de nos extraits.

Le protocole expérimental suivi, est celui décrit par (Dong-Sun lee et al., 2001), dont l'activité anti-radicalaire des extraits testés correspondant au pourcentage d'inhibition (I%) du DPPH•. Calculé selon l'équation suivante :

$$I\% = [(AC - AT) / AC] \times 100$$

AC : Absorbance du contrôle.

AT : Absorbance du test effectué (échantillon).

Afin d'évaluer le pouvoir antioxydant de nos extraits pour les comparer avec celui de l'acide ascorbique ; on a recouru à la détermination de la concentration de chaque fraction nécessaire pour réduire 50% du radical libre, autrement appelée l'indice IC50 ; graphiquement à partir de la

courbe de régression logarithmique du pourcentage d'inhibition du DPPH•, en fonction de la concentration de l'extrait. (Figure 15).

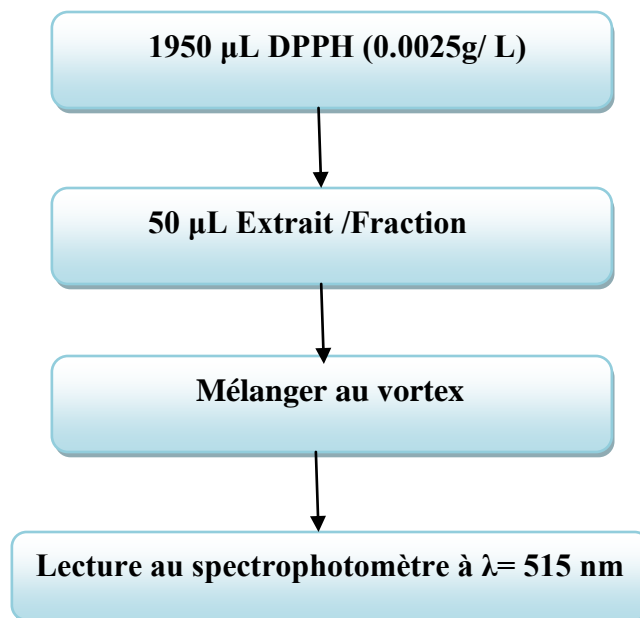
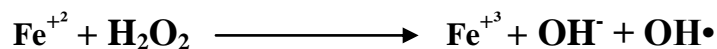


Figure 15 : Protocole de test DPPH (Dong-Sun lee et al., 2001)

3.1.2. Pouvoir réducteur du fer, FRAP

La méthode de FRAP est basée sur la capacité des extraits ou fractions testées à réduire le fer ferrique (Fe^{+3}) présent dans le complexe $\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$ en fer ferreux (Fe^{+2}) (Karagozler et al., 2008).



L'absorbance du milieu réactionnel est déterminée à 700 nm. Une augmentation de l'absorbance correspond à une augmentation du pouvoir réducteur des échantillons testés (Hubert., 2006).

Le protocole expérimental suivi est celui décrit par (Karagozler et al., 2008). (Figure 16).

Afin d'évaluer le pouvoir antioxydant de nos extraits pour les comparer avec celui de l'acide ascorbique ; on a recouru à la détermination de la concentration de chaque fraction efficace pour réduire 50 % du Fe^{+3} , autrement appelée l'indice EC_{50} , graphiquement à partir de la courbe de régression linéaire de l'absorbance du milieu réactionnel en fonction de la concentration de l'extrait.

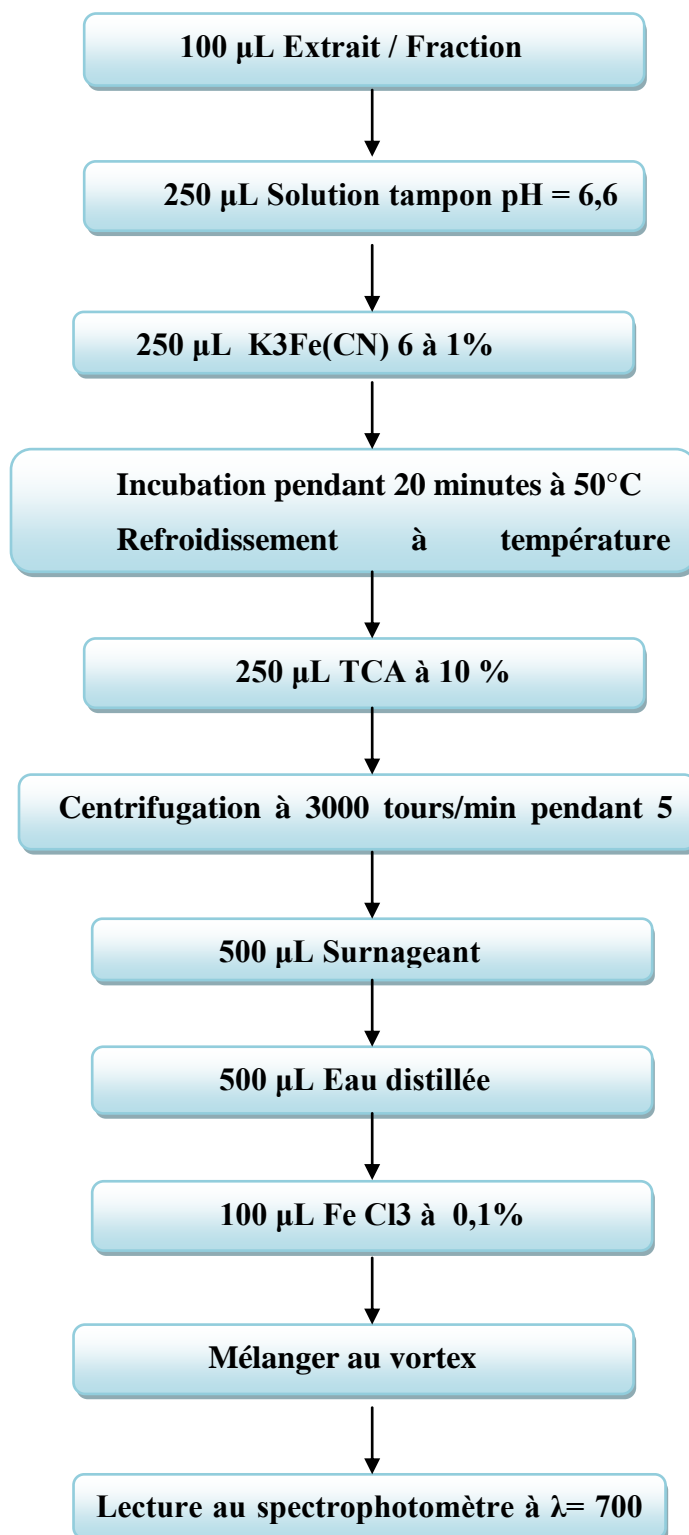


Figure 16: Protocole de dosage FRAP (Karagozler et al., 2008)

3.2. Activité antimicrobienne de *Rhus tripartitium*

L'objectif principal de cette étude est d'évaluer l'activité antibactérienne des composés présents dans l'huile essentielle obtenus vis-à-vis à des souches bactériennes pathogènes.

L'activité antibactérienne de l'huile essentielle a été déterminée par la méthode de diffusion en milieu gélosé (Athamena., 2009 ; Bassole et al., 2011).

Le protocole de cette méthode est celui qui a été décrit par (Rihane et Benlahreche., 2013) en y apportant quelques modifications, cette manipulation comporte les étapes suivantes:

- **Préparation de pré-culture**

Les tests antimicrobiens sont réalisés à partir des cultures jeunes de 18 à 24 heures en phase exponentielle de croissance.

La réactivation des souches est effectuée par l'ensemencement de l'espèce bactérienne dans un milieu liquide bouillon nutritive (5ml).

Après incubation 24 heures à 37°C, les souches bactériennes sont repiquées dans la gélose nutritive et incubées à 37°C pendant 24 heures.

- **Préparation d'inoculum :**

A partir d'une culture jeune de 18h à 24h pour les bactéries et de 48 h pour la levure, 4 à 5 colonies bactériennes bien isolées sont mises en suspension dans l'eau physiologique à 0,9 % Na Cl.

Puis cette suspension est ajustée au standard Mc Ferland 0,5 à l'aide d'un spectrophotomètre (colorimètre), correspondant à une densité optique DO entre 0,08 à 0,1 Mc Ferland pour les bactéries et entre 0.11 et 0.13Mc Ferland pour la levure et cela à une longueur d'onde de 620 nm. ce qui correspond à une concentration optimale de 107 -108 UFC /ml (CA-SFM., 2013).

A chaque fois une nouvelle lecture de transmittance est réalisée jusqu'à l'ajustement de la suspension aux valeurs désirées. L'inoculum doit être utilisé dans les 15 min suivant sa préparation. (CA-SFM., 2013).

- **Préparation des disques :**

- Préparer les disques de papier filtre de 6 mm de diamètre (Whatman N° 1),
- Stériliser les disques à l'autoclave, à 120°C pendant 20 minutes.

3.2.1. Méthode de diffusion des disques sur milieu solide :

L'ensemencement est réalisé par écouvillonnage à partir d'un inoculum dilué au 1/10 (Environ 107 UFC/ml) (CA-SFM., 2013).

À l'aide d'un écouvillon stérile, introduit dans la suspension bactérienne et essoré contre la paroi interne du tube, réaliser des stries parallèles et aussi serrées que possible à la surface d'une boîte de pétri préalablement coulée avec la gélose de Mueller- Hinton. Répéter l'opération deux fois en tournant la boîte 60° et en tournant l'écouvillon sur lui-même.

Des disques de papier filtre, de 6 mm de diamètre, sont préparés et stérilisés. Ils sont ensuite imprégnés de 15µl de l'huile testée, et déposés à la surface de la boîte de Pétri ensemencée, L'opération est répétée trois fois.

Un disque est imprégné de DMSO et déposés à la même surface de la boîte de Pétri.

Deux disques témoin de gentamicine (10 µg) et de pénicilline (10 µg) sont déposés sur la même boîte.

Les boîtes de Pétri sont laissées sur la paillasse au moins 15 min pour une pré-diffusion des huiles avant d'être incubées à 37°C pendant 24 h.

Lecture : Après 24 heures d'incubation, La lecture des résultats se fait par la mesure, à l'aide d'une règle graduée, du diamètre (mm) de la zone d'inhibition formée autour du disque, en prenant la moyenne des trois essais effectués.

(Gulluce et al., 2007).

4. Analyse Statistique

Les résultats des tests effectués sont exprimés en moyenne de trois répétitions \pm SD, et exprimée accompagnée de l'erreur standard.

Les courbes et les histogrammes ont été réalisés à l'aide de programme Microsoft Excel 2013 et le test ANOVA.

Les valeurs de IC50 / EC50 ont été calculées à partir des équations linéaires ou logarithmiques (% inhibition = f concentrations).

PARTIE III
RESULTATS ET DISCUSSION

1. Rendement

1.1 Extraits de *Globularia arabica*

Dans notre étude, le rendement a été déterminé par rapport à 3 g de matériel végétal sec, les résultats sont exprimés en pourcentage (**Figure 17**), (**voire annexe 01**).

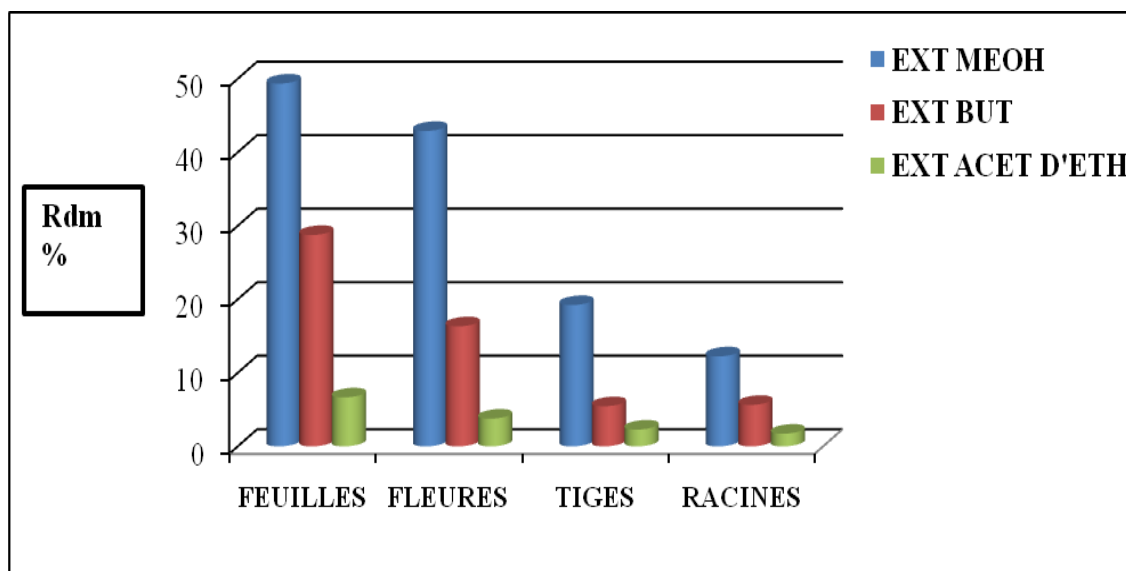


Figure 17 : Pourcentage des rendements des différents extraits de *G.arabica*

Les résultats obtenus, montrent que les rendements en pourcentage des extraits de *G. arabica* varient de (1,72 à 49,35 %) dont le rendement le plus élevé est enregistré dans l'extraits méthanolique des feuilles, alors que celui de l'extrait acétate d'éthyle des racines est le plus faible, notre résultats (49,35%) sont légèrement plus proches de ceux obtenus par (**Ksouri., H ; Maouche. N., 2021**) qui ont détecté dans l'extrait méthanolique des feuilles de *Globularia alypum* (46,29 %).

Même les résultats obtenus par (**Chikhi.I., 2016**), qui a marqué dans l'extrait acétate d'éthyles feuilles (4,56%) ce qui est assez proche de nos résultat (6,86%).

Ces différentes résultats des rendements, revient en fonction de plusieurs paramètres comme des études l'avaient montré, d'une part, de l'influence de la technique d'extraction et d'autre part, de celle du cycle végétatif, ainsi que de la période de récolte et de la localisation géographique. Le temps de séchage de la plante influe également sur le rendement des extraits. (**Michel et al., 2011**).

1.2. Huile essentielle de *Rhus tripartitum*

Le rendement moyen en de l'huile essentielle a été calculé en fonction de la matière végétale sèche de la partie aérienne, l'extraction ayant été faite sur la plante cueillie durant la floraison de la plante.

La valeur obtenue pour les plantes étudiée est mentionnée au tableau 03 ci-dessous :

	<i>Rhus tripartitum</i>
Rendement	0,15 %

Tableau 03 : le rendement en huiles essentielle de la plantes étudiée

Le rendement enregistré de 0.15 % est nettement plus faible, notre résultat est en accord avec le travail de (**Khaoula. B et., al. 2020**) qui ont déterminé un rendement égale à 0,16 % de leur étude réalisée sur l'espèce *Rhus tripartita*.

La densité de l'huile essentielle de *R.tripartitum* est plus légère que l'eau puisque leur densité et inférieure à la densité de l'eau (**0,86 ± 0,03 < 1**).

Il faut noter que le rendement des huiles essentielles dépend de plusieurs facteurs à savoir l'espèce, le milieu de récolte, la période de récolte, les pratiques culturales et la technique d'extraction. (**Benayad., 2008**).

2. Dosage des polyphénols et des flavonoïdes et tanins condensées

2.1. Teneurs en polyphénols totaux

Le dosage quantitative des extraits bruts de *Globularia arabica* est réalisée par Spectrophotométrie UV-visibles avait pour la détermination de la teneur en polyphénols totaux en utilisant la méthode de Folin-Ciocalteu.

Les résultats sont exprimés en termes d'équivalents d'un standard à partir de la droite d'étalonnage établie à l'aide de la solution de l'acide gallique comme référence (**Figure 18**).

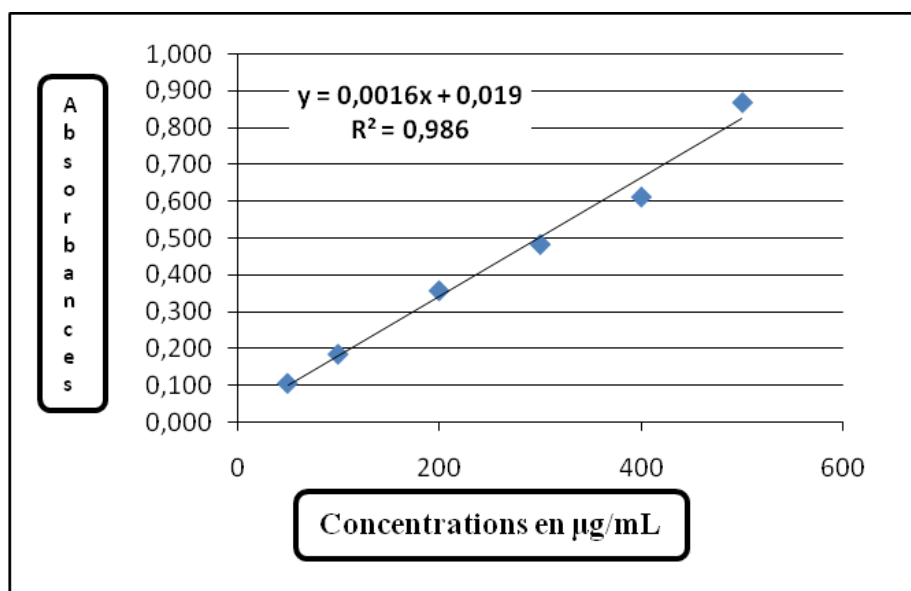


Figure 18 : Courbe d'étalonnage de l'acide gallique pour le dosage des poly phénols totaux

2.2. Teneurs en flavonoïdes

Les teneurs en flavonoïdes des extraits sont déterminées selon la méthode au trichlorure d'aluminium et ont été calculés en utilisant l'équation de la régression linéaire de la courbe d'étalonnage de catéchine (**Figure19**).

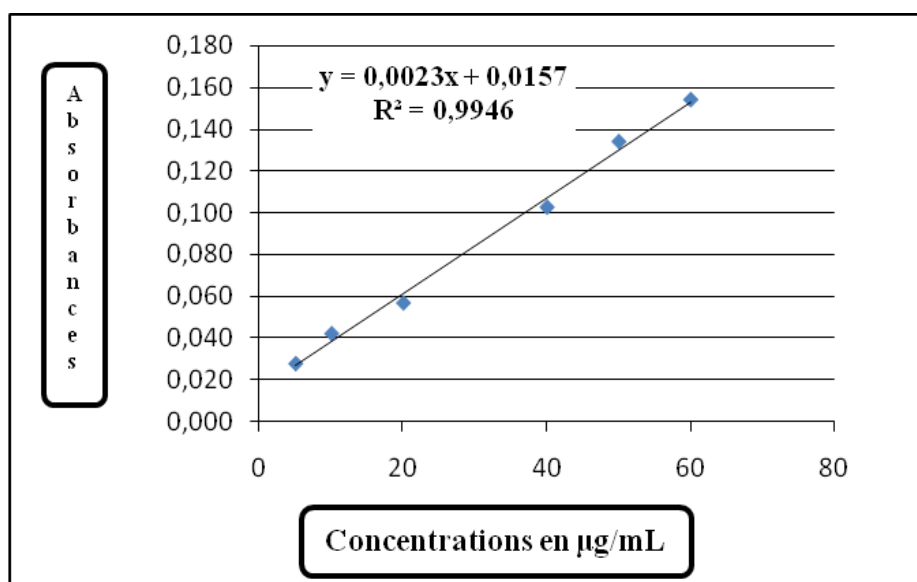


Figure 19 : Courbe d'étalonnage de la catéchine pour le dosage des flavonoïdes

2.3. Teneurs en tanins condensés

Les teneurs en tanins condensés sont déterminées par la méthode à la vanilline en milieu acide et ont été calculés en utilisant l'équation de la régression linéaire de la courbe d'étalonnage de catéchine (**Figure 20**).

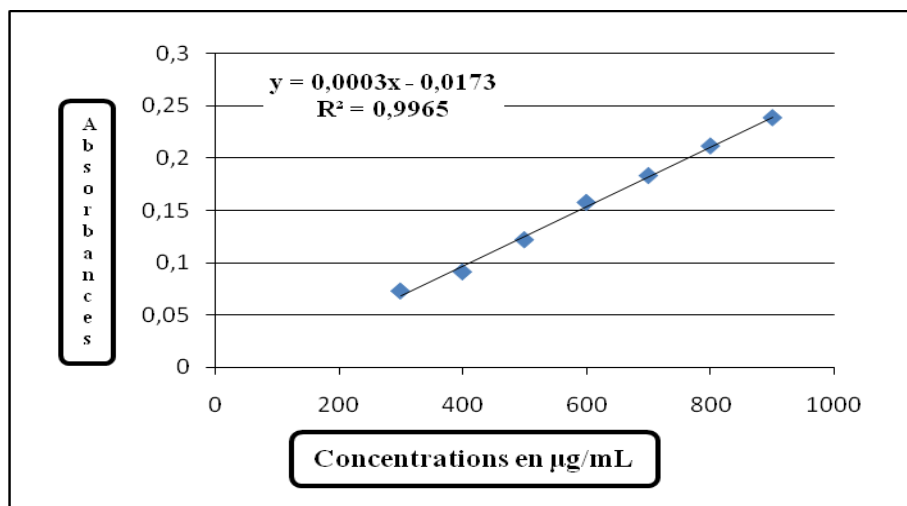


Figure 20: Courbe d'étalonnage de la catéchine pour le dosage des tanins condensés

Les résultats du dosage des polyphénols totaux, des flavonoïdes totaux et des tanins condensés sont résumés dans le tableau 04 :

Extrait brut	Poly phénols totaux (mg EAG/ g ES)	Flavonoïdes (mg EC/ g ES)	Tanins condensés (mg EC/ g ES)
Feuilles	161,93± 0,013	49,66± 0,009	53,54 ± 0,005
Fleurs	184,65± 0,021	40,07 ± 0,007	57,92 ± 0,40
Tiges	97,50± 0,023	15,95 ± 0,006	25,74 ± 0,03
Racines	200,75 ± 0,035	59,46± 0,019	104,94± 0,04

Tableau 04 : Dosage des poly phénols, flavonoïdes et tanins totaux des extraits de *G.arabica*

Les résultats présentés dans le tableau montrent que les teneurs en composés phénoliques varient considérablement entre les différents extraits de plante étudiées.

La détermination quantitative des polyphénols totaux dans les différents extraits révèle que les racines sont les plus riches en ppt avec une concentration de $(200,75 \pm 0,035 \mu\text{g EAG/mg E})$, suivi par l'extraits bruts méthanolique des fleurs et des feuilles $(184,65 \pm 0,021 ; 161,93 \pm 0,013 \mu\text{g EAG/mg E})$ respectivement puis, l'extrait brut des racines ont montrés des valeurs inférieures aux précédents extraits $(97,50 \pm 0,023 \mu\text{g EAG/mg E})$.

Nos résultats montrent que le contenu en polyphénols d'extrais brut feuilles sont proches que celle de (**Khantouche. L ; Abderabba. M., 2018**) et (**El Akrem ., 2009**), $(150,2 \pm 1,5 ; 153,9 \text{ mg EAG/ g ES})$ respectivement.

En plus, (**Othmane Khalifi. T et al., 2016**) ont révélé que l'extrait méthanoliques des feuilles de *G.alypum* présente une teneur inférieure en polyphénols totaux que nos résultats $(67,55 \text{ mg EAG/ g ES})$

Pendant, les teneurs en polyphénols totaux de (**Khelifi D et al., 2011**) sont supérieures que les miennes $(247,24 \text{ mg EAG/ g ES})$ pour l'extrait méthanolique des feuilles de *G.alypum*.

Les teneures en polyphénols totaux dépendent à l'espèce et leurs déférentes parties qui expliquent la variation dans nos résultats, et suivant les méthodes d'extraction et les solvants utilisés.

D'autre part en comparant nos résultats avec les travaux de (**Djeridane et al., 2006**) qui ont-ils trouvèrent une teneur en polyphénols totaux pour l'extrait brut des feuilles de *G.alypum* largement inférieure $(21,54 \pm 0,81 \text{ mg Eq AG/g MS})$ à celle obtenue dans le présent travail.

Ces variations en teneurs des polyphénols peuvent être dues à divers facteurs ; géographique, climatique, phase végétatives, équipement génétique et autres (**Lamien-Meda et al., 2010**).

A travers les résultats obtenus, on note que les teneurs en flavonoïdes varient en fonction du solvant utilisé, dont l'extrait de méthanol des racines semble le plus riche en flavonoïdes avec une concentration de $(59,46 \pm 0,019 \mu\text{g EQ/mg ES})$, suivi par l'extrait méthanol des feuilles et fleurs $(49,66 \pm 0,009 ; 40,07 \pm 0,007 \mu\text{g EQ/mg E})$ respectivement puis l'extrait méthanol de tige avec $(15,95 \pm 0,006 \mu\text{g EQ/mg ES})$.

Les teneurs en flavonoïdes de nos résultats révèle une valeur supérieure à celle obtenue par (Khlifi et al., 2011) et (Khantouche. L, Abderabba. M., 2018), ($18,20 \pm 0,25$; $16,2 \pm 0,5 \mu\text{g EQ/mg ES}$) respectivement et inférieure à celle obtenue par (Zeghada., 2009) ($66,828 \pm 6,568$ mg EQ/g pour l'extrait méthanolique des feuilles).

Il faut cependant noter que les résultats obtenus concernant les flavonoïdes dans la présente étude sont inférieure à ceux trouvés par (Ben Mansour et al., 2012), l'extrait méthanol feuilles ($78,82 \pm 0,03 \mu\text{g EQ/mg ES}$).

Alors nous pouvons déduire que notre plante présente des teneurs en flavonoïdes variables selon l'extrait, la méthode d'extraction et la polarité du solvant utilisé et l'écologie de la plante.

Il est clair que les taux en flavonoïdes dans nos extrait sont inférieurs aux teneurs en polyphénols totaux, ce qui indique que les extraits contiennent d'autre composés phénoliques (acide phénolique, tanins.....).

Le tableau montre que la quantité de tanins condensés est comprise entre ($25,74 \pm 0,03$ et $104,94 \pm 0,04$ mg EQ/g) de la matière sèche .Il paraît clairement que la teneur la plus élevée en tannins est observée dans l'extrait méthanol des racines avec une concentration ($104,94 \pm 0,04$ mg EC/ g ES) suivi par les extraits méthanol des fleurs et feuille, avec des concentrations proches ($57,92 \pm 0,40$; $53,54 \pm 0,005$ mg EC/ g ES), respectivement, puis l'extrait méthanol des tiges avec une concentration ($25,74 \pm 0,03$ mg EC/ g ES).

En comparant avec les travaux de (Ksouri. H ; Maouche. N., 2021) ils ont été trouvé que l'extrait brut des feuilles de *G. alypum* présentaient des valeurs de ($22 \pm 0,13 \mu\text{g EAG/mg ES}$), ces résultats sont inférieurs à ceux obtenus dans la présente étude et largement supérieure à ceux obtenus par (Khlifi et al., 2011) avec une concentration ($1,40 \pm 0,06$ mg EC/ g ES) .

D'après les résultats précédents, nous pouvons conclure que nos extraits ont montré une richesse importante en composés phénoliques qui sont susceptibles d'avoir une activité antioxydante en plus d'autres activités biologiques.

3. Evaluation de l'activité antioxydantes des extraits de *G.arabica*

Dans le but de donner une précision complète de l'efficacité antioxydante des extraits bruts et des fractions obtenus, l'évaluation de l'activité antioxydante est réalisée en utilisant deux techniques chimiques, *in vitro*, il s'agit de : le piégeage du radical libre DPPH (2,2-diphényl-1-picrylhydrazyl), le pouvoir réducteur de l'ion ferrique FRAP.

3.1. Capacité de piégeage du radical libre DPPH •

Le test de DPPH est l'un des tests les plus utilisés en raison de sa rapidité, sensibilité, commodité et de sa reproductibilité (Nur Alam et al., 2013).

Le DPPH est un radical libre qui possède un électron non apparié sur un atome du pont d'azote (Popovici et al., 2009) sa réduction par les composés antioxydants est accompagnée par son passage de la couleur violette à la couleur jaune ce qui diminue son absorbance, l'activité antioxydant a été évaluée par spectrophotométrie à 515 nm, elle est exprimée en concentration d'inhibition IC50, sachant que la IC50 est la concentration d'extrait nécessaire pour inhiber ou réduire 50% de la concentration initiale du DPPH•

Extraits bruts/Fractions	IC 50/DPPH ($\mu\text{g/ml}$)			
	Feuilles	Fleurs	Tiges	Racines
Ext MeOH	43,91 \pm 0,02	32,13 \pm 0,037	47,46 \pm 0,01	47,86 \pm 0,02
Ext ACeOH	16,28 \pm 0,01	20,49 \pm 0,011	25,53 \pm 0,034	35,87 \pm 0,013
Ext ButOH	29,07 \pm 0,05	19,68 \pm 0,21	19,10 \pm 0,02	31,50 \pm 0,02
Acide ascorbique	5,98 \pm 0,013			

Tableau 05 : Valeurs de l'IC50 des extraits méthanoliques et ses différentes fractions de *G.arabica*; exprimées en $\mu\text{g/ml}$, accompagnée de l'IC50 de l'acide ascorbique

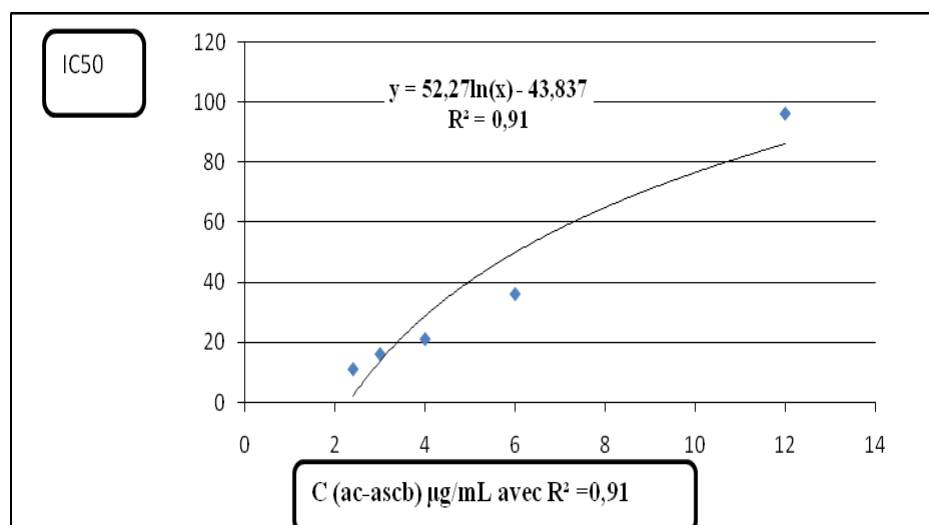


Figure 21 : Courbe d'étalonnage d'acide ascorbique pour le dosage de DPPH

Les valeurs des CI50 présentées dans le tableau 05 (annexe 2), nous permettent de comparer L'efficacité anti- radicalaire de nos extraits avec celle de contrôles positifs utilisés, il est connu que plus la valeur de CI50 est faible ceci correspondant à une forte efficacité de l'extrait testé.

L'analyse des résultats d'IC₅₀ de nos extraits obtenus révèlent que les trois extraits et fractions étudiés possèdent une activité faible avec des valeurs plus ou moins élevées par rapport le standard (acide ascorbique IC₅₀=5,98 ±0,013 µg/mL) (**Figure 21**).

L'extrait d'acétate d'éthyle de feuille montre la meilleure activité antioxydant avec IC₅₀ (16,28± 0,01 µg/ml) suivi par l'extrait butanol tiges et l'extrait butanol et acétate d'éthyles fleurs (19,10 ± 0,02 ; 19,68 ± 0,21 ; 20,49 ± 0,011 µg/ml) respectivement.

Nos résultats corroborent ceux de, qui ont déterminé (**Taghzouti et al., 2016**), pour un extrait hydroalcoolique des feuilles de *G. alypum* une valeur d'IC₅₀ égale à (48,28 µg/ml).

Les valeurs indiquées par (**Boussoualim. N., 2014**) de l'IC₅₀ de l'extrait acétates d'éthyle de *G. alypum* sont supérieures à nos résultats ce qui indique que nos extraits sont plus actifs avec des valeurs d'EC₅₀ faibles (16,28 ± 0,01 µg/ml).

En comparant nos résultats avec les travaux de (**Maja .Fet al., 2022**) ils ont trouvé une valeurs d'IC₅₀ de l'extrait brut des feuilles égale à (17,25 µg/ml) qui révéla un effet inhibiteur plus Puissant que le notre.

Les résultats de (**Ksouri. H, Maouche. N., 2021**) et (**Maja .Fet al ., 2022**) révèlent que l'extraction hydro alcoolique butanol et acétate d'éthyle des feuilles et l'extrait brut des feuilles

avec un IC50 de l'ordre de (10,54 µg/ml et 10,58 µg/ml) et (17,25 µg/ml) respectivement, sont plus actifs que nos résultats.

On peut noter que l'activité antioxydante d'un extrait est un paramètre qui dépend fortement des conditions opératoires de l'extraction, de la nature et de la polarité du solvant et en particulier de la matière végétale (Bousoussa., 2016).

3.2. Capacité de réduction du Fer

Dans ce dosage, la quantité de Fe²⁺ réduit est suivie par la mesure de l'absorbance à 700 nm. Nous rappelons que l'augmentation de l'absorbance signifie une augmentation du pouvoir réducteur des extraits testés (Ozturk et al., 2007).

Dans le but de comparer le pouvoir réducteur de nos extraits avec le contrôle positif utilisés (Figure 22), nous avons déterminé la concentration efficace (EC50) qui correspond à une absorbance égale à (0,5). Les valeurs de l'EC50 déterminées par extrapolation à partir de ces courbes sont rapportées en microgramme par millilitre (µg/ml) et regroupées dans le tableau 06.

Extraits bruts/Fractions	EC50 / FRAP (µg / ml)			
	Feuilles	Fleurs	Tiges	Racines
Ext MeOH	45± 0,06	41,81± 0,05	53± 0,07	52,67± 0,25
Ext ACeOH	18,25± 0,04	26,36± 0,012	21,6± 0,025	49,91 ±0,026
Ext ButOH	34,03 ± 0,22	17,60± 0,09	21,85± 0,03	26,30± 0,06
Acide ascorbique	4,40 ± 0,021			

Tableau 06: Valeurs de l'EC50 des extraits méthanoliques et ses différentes fractions de *Globularia arabica*, exprimées en µg/ml, accompagnée de l'EC50 de l'acide ascorbique

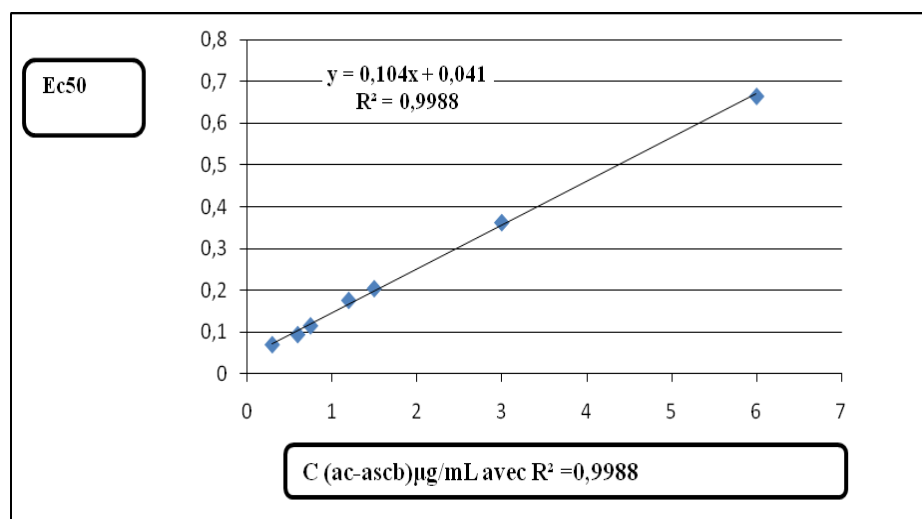


Figure 22 : courbe d'étalonnage d'acide ascorbique pour le dosage de FRAP

A partir des résultats rapportés dans le **Tableau 06 (annexe 03)**, nous n'avons constaté que les extraits testés possèdent un pouvoir réducteur à différent degré.

A une DO= 0,5 les fractions n-butanol des fleurs et acétate d'éthyle des feuilles présentent les valeurs EC50 les plus faibles respectivement ($17,60 \pm 0,09$; $18,25 \pm 0,04$ µg/mL), ce qui correspond au pouvoir réducteur du fer le plus important. Suivi par les fractions acétate d'éthyle et n-butanol des tiges et acétate d'éthyles des fleurs ($21,6 \pm 0,025$; $21,85 \pm 0,03$ µg/mL) et acétate d'éthyles des fleurs ($26,36 \pm 0,012$ µg/mL) respectivement ,en revanche l'extrait méthanolique des racines semble être le moins actif avec l'EC50 la plus élevée ($53 \pm 0,07$ µg/mL).

Dans ce test, l'acide ascorbique a été utilisé comme standard à des fins comparatives et ont montré une puissante activité réductrice ($4,40 \pm 0,021$ µg /ml) par rapport a nos extraits.

Les études de (**Ksouri. H, Maouche. N., 2021**) et (**Henniche . Messaoudi. S., 2013**), montre que l'extrait brut des feuilles de *G.alypum* avec des EC50 ($5,57$ µg /ml ; $13,2$ µg /ml) respectivement, montrant une activité antioxydante inférieure que ceux trouvés dans la présente étude avec un EC50= $45 \pm 0,06$ µg/ml.

À la lumière de ces données on constate que ; cette différence en activité des différents extraits peut être expliquée par les différences de polarités des composés bioactifs de chaque extrait qui peut influencer leurs solubilités et leurs pouvoirs réducteurs (**Jayaprakasha et Patioli., 2007**).

4. Evaluation de l'activité antibactérienne et antifongique de *R.tripartitum*

Dans le but de la recherche de nouvelles substances antimicrobiennes et antifongiques naturelles, nous avons étudié le pouvoir antimicrobien des extraits isolés de la plante *Rhus tripartitum* vis à vis à des germes pathogènes.

4.1. Méthode de diffusion sur disque

L'activité antibactérienne des huiles essentielles de *Rhus tripartitum* contre dix micro-organismes (bactéries et levure), en utilisant la méthode de diffusion sur disque, c'est une technique qualitative basé sur la mesure de diamètre de la zone d'inhibition, en millimètre (mm), qui apparait autour du disque imprégné d'huile essentielle de plante étudiée, Les résultats du criblage sont présentés dans le **Tableau 07** . La pénicilline G et la Gentamycine sont utilisées comme antibiotiques de contrôles positifs, le sulfoxyde de diméthyle (DMSO) est un solvant utilisé pour améliorer la solubilisation des huiles essentielles.

Avec un diamètre d'inhibition égal à celui du disque stérile non imprégné (**6 mm**), le DMSO est sans effet sur toutes les souches bactériennes et levure à la concentration utilisée.

La classification des souches bactériennes en catégories « Sensible, (S) » ou « Résistante, (R) » aux antibiotiques est définie par le comité de l'antibiogramme de la Société Française de Microbiologie (**CA-SFM., 2010**).

La souche était dite sensible lorsque la zone d'inhibition moyenne était compris entre **9 et 14 mm** et très sensible ; entre **15 et 19 mm** et extrêmement sensible ; supérieur à **20 mm**, elle était déclarée résistante lorsque le diamètre mesuré était inférieur à **8 mm**. (**Ponce et al., 2003 ; Affikakou et al., 2020**).

	Espèces	Zones d'inhibition moyenne (mm)			
		(H.E)	(GEN)	(PEN)	DMSO
Bactéries à gram négatif	<i>Escherichia coli</i> (27)	07 ± 0,15	23 ± 0,05	10 ± 0,03	06 ± 0,00
	<i>Escherichia coli</i> (25)	06 ± 0,00	25 ± 0,05	13 ± 0,02	06 ± 0,00
	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	06 ± 0,00	28 ± 0,02	06 ± 0,05	06 ± 0,00
	<i>Salmonella typhenerium</i>	12 ± 0,13	24 ± 0,07	30 ± 0,07	06 ± 0,00
Bactéries à gram positif	<i>bacillus subtilis</i>	10 ± 0,17	32 ± 0,03	22 ± 0,03	06 ± 0,00
	<i>Bacillus cereus</i>	07 ± 0,04	19 ± 0,05	06 ± 0,07	06 ± 0,00
	<i>Staphylococcus aureus</i>	11,6 ± 0,13	14 ± 0,07	14 ± 0,06	06 ± 0,00
	<i>Enterococcus faecalis</i>	11,3 ± 0,12	35 ± 0,05	23 ± 0,03	06 ± 0,00
	<i>Micrococcus luteus</i>	11 ± 0,11	30 ± 0,03	33 ± 0,06	06 ± 0,00
levure	<i>Candida albicans</i>	06 ± 0,00	/	/	06 ± 0,00

Tableau 07 : Diamètre des zones d'inhibition de l'huile essentielle de *R. tripartitum* vis-à-vis des micro-organismes

4.2. Pouvoir antimicrobien

D'après les résultats l'huile essentielle obtenue à partir de la partie aérienne de *R. tripartitum* a présenté une certaine sensibilité vis-à-vis des souches bactériennes, avec des zones d'inhibition variant entre (**10 et 12 mm**), alors que les autres souches microbiennes se sont révélées résistantes à l'huile essentielle testée (6 à 7mm) (**voire annexe 04**).

Par ailleurs, on remarque que Nos résultat révèle que les bactéries Gram positif (*S.aureus*, *E.faecalis* *M.luteus* et *B.subtilis*) apparaissent sensibles aux l'H E avec des zones d'inhibitions varient de l'ordre (**11.6 ± 0,13, 11.3 ± 0,12, 11 ± 0,11, 10 ± 0,17 (mm)**) respectivement. Au contraire, nous n'avons enregistré que la bactérie *B.cereus* présente une résistance à l'huile essentielle avec un diamètre de 7 mm.

En revanche, pour les bactéries Gram négatif (*S. typhenerium*) on a remarqué qu'il y a un effet qui est la plus sensible aux L'H E avec une zones d'inhibitions ($12 \pm 0,13$ mm).

Contrairement, Il a une résistance de ces bactéries (*P. aeruginosa* ,*E.coli*(25), *E.coli*(27)) aux l'huile essentielle avec des zones d'inhibitions ($06 \pm 0,00$, $06 \pm 0,00$, $07 \pm 0,04$ (mm)) respectivement.

Concernant l'activité antifongique de l'huile essentielle de *Rhus tripartitium*, nos n'avons enregistré aucune formation de zone d'inhibition ($06 \pm 0,00$ mm), donc il ya une résistance de la levure (*Candida albicans*) vis à vis l'huile essentielle.

On peut notée que ; selon la bibliographie disponible, il n'existe pas de travaux antérieurs comparables à notre étude sur l'activité antibactérienne des huiles essentielles de *R.tripartitium*.

Suivant les résultats obtenus par la méthode de diffusion sur disque, l'activité antibactérienne de l'huile essentielle de la partie aérienne de la plante étudiée, et en raison du manque d'efficacité de ce dernier vis-à-vis les différentes souches testés, on ne peut pas réalisez l'étude quantitative qui est basée sur la recherche de la concentration minimale inhibitrice (CMI), et on peut dire que l'huile essentielle de *R.tripartitium* est plus ou moins active contre quelque micro- organismes.Il est à signaler que le produit actif qui se présente dans la plante peut être : soit actif sans être métabolisé et aura ainsi une activité *In vitro et In vivo* ; soit actif après métabolisation et dans ce cas il sera inactif *In vitro* et actif *In vivo* (Chaibi et al., 1997)

C'est-à-dire, qu'un composé peut avoir une action nulle sur un germe ou une action moyenne, ou très importante sur un autre, donc chaque composé agit différemment sur les micro-organismes.

CONCLUSION GENERALE ET PERSPECTIVES

Les plantes médicinales sont utilisées partout dans le monde pour traiter diverses maladies, y compris l'inflammation, les maladies cardiaques, le cancer...

Un grand nombre de plantes médicinales contiennent des composés présentant des propriétés thérapeutiques très importantes.

L'utilisation des plantes médicinales en phytothérapie a reçu un grand intérêt dans la recherche biomédicale. Cependant, l'information scientifique sur les activités biologiques des plantes médicinales, y compris *Globularia arabica* et *Rhus tripartitum* est encore insuffisante, de ce fait, on de inspiré cette étude, une demande très croissante pour revenir à la nature dans le but de chercher des soins de santé et de nouveau traitement.

Le rendement en pourcentage des extraits méthanolique et leur fractions de *G. arabica* varient entre (1.72 et 49.35%) quelque soit l'organe précise (feuilles, tiges, racines, fleur) et d'une manière décroissante suivant l'extrait brut méthanolique - fractions buthanolique - fractions acétate.

Plusieurs facteurs influx sur le rendement de la plante tels que localisation géographique, période de récolte.....etc.

L'huile essentielle des feuilles de *Rhus tripartitum* a un faible rendement qui égale à 0,15 % avec une activité antimicrobienne plus ou moins importante sur les déférents microorganismes étudiés (bactéries et levure).

Les bactéries à gramme négatif sont sensibles à huile essentielle contrairement au *P.aeruginosa* et *E. coli* 25 et *E. coli* 27 qui sont résistants.

Par ailleurs, les bactéries à gramme positif sont sensibles à l'huile essentielle sauf la *B.cereus*, donc montre qu'elle présente une bonne activité antibactérienne sur certain souche bactériennes.

Ces résultats restes préliminaires, une suite de ce travail à l'avenir est souhaitable pour étudier les composants présents dans les extraits et pour évaluer leurs activités biologiques.

Comme perspectives, il serait souhaitable :

-La culture des plantes médicinales pour permettre à la population d'avoir des médicaments et des denrées alimentaires moins chers et d'éviter la disparition de certaines espèces intéressantes.

-La réorganisation du secteur des plantes médicinales avec la mise en place de règlements fixant les procédures de récolte, de préparation et de vente sur le marché local ou international.

-La création d'une bibliothèque numérique des plantes médicinales des zones protégées (parcs nationaux, les réserves naturels, les zones humides ...etc.) ,notamment dans la région de Naama.

-Elargir le panel des espèces étudiées avec des activités anti oxydantes, anti-cholinestérase et anti tyrosinase *in vitro* et *in vivo*, et pourquoi pas d'autres tests biologiques : anti-tumoral, anti-inflammatoire...etc.

-Caractériser et isoler les principes actifs responsables de ces propriétés pharmacologiques.

REFERENCES
BIBLIOGRAPHIQUES

Références bibliographique

- Abbassi F, Hani K. 2012.** In vitro antibacterial and antifungal activities of *Rhus tripartitum* used as anti-diarrheal in Tunisian folk medicine. *Nat Prod Res* 26 (23): 2215-2218. DOI: 10.1080/14786419.2011.639072
- Abouri. M., El Mousadik. A., Msanda. F., Boubaker. H., Saadi. B., Cherifi. K. 2012.** An ethnobotanical survey of medicinal plants used in the Tata Province, Morocco. *Int. J. Med. Plants*, 1, 99–123.
- Affi kakou B, Benie A, N'guessan AH, Fernique K. K, Guessennd N. K, et Bekro Y. 2020.** Analyse phytochimique, activité antibactérienne des extraits hydro-méthanoliques des tiges de *Ximenia americana*, espèce de Côte d'Ivoire sur *Staphylococcus aureus* résistant à la méticilline. *Int. J. Biol. Chem. Sci.* 14(9): 3429-3440, December 2020. DOI : <https://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v14i9.36>.
- Affi-Yazar, FU., Kasabri. V., Abu-Dahab. R. 2011.** Medicinal plants from Jordan in the treatment of cancer: Traditional uses vs. in vitro and in vivo evaluations—Part 1. *Planta Med.*, 77, 1203–1209
- Amarti F, El Ajjouri M, Ghanmi M, Satrani B, Aafi A, Farah A, 2011.** Composition chimique, activité antimicrobienne et antioxydante de l'huile essentielle de *Thymus zygis* du Maroc. *Phytothérapie*;9(3):149.
- Amessis-Ouchemoukh. N., Abou-reidah. IM., Quirantes-Piné. R., Rodriguez-Pérez. C., Madani. K., Fernández Gutiérrez. A., Segura-Carretero. A., 2014.** Tentative characterisation of iridoids, phenylithanoid glucosides and flavonoid derivatives from *Globularia alypum* L. (*Globulariaceae*) leaves by LC-ESI-QTOF-MS. *Phytochem Anal*, 25 (5), 389-98.
- Amin A, Mousa M. 2007.** Merits of anti-cancer plants from the Arabian Gulf region. *Cancer Ther* 5: 55-66.
- Amri H. 2018.** Extraction de l'huile essentielle de *Globularia alypum* L. En vue de l'obtention du diplôme de doctorat en chimie, Département de chimie, Université Ahmed Ben Bella de Oran.
- Antibiotiques et résistance bactérienne : pistes d'actions pour ancrer les progrès de 2020.** (santepubliquefrance.fr)
- Asraoui F, Kounnoun A, Cadi HE, Cacciola F, Majdoub Y O E, Alibrando F & Louajri, A. (2021).** Phytochemical Investigation and Antioxidant Activity of *Globularia alypum* L. *Molecules*, 26(3), 759.
- Athamena S. 2009.** Etude quantitative des flavonoïdes des grains de *Cuminum cyminum* et les feuilles de *Rosmarinus officinalis* et l'évaluation de l'activité biologique. Thèse de magister. Université Batna.
- Bakkali F, Averbeck S, Averbeck D, Idaomar M. 2008.** Biological effects of essential oils—a review. *Food Chem Toxicol*;46:446_75.
- Bassole H.N, kabore Z.I, Traore A.S. 2001.** Etude des profils bactériostatiques et bactéricides d'extraits végétaux vis-à-vis de germes pathogènes impliqués dans la contamination des denrées alimentaires d'origine animale. *Pharm Méd Trad* : 113-122.
- Bellakhdar J, Claisse R, Fleurenti J, & Younos C. 1991.** Repertory of standard herbal drugs in the Moroccan pharmacopoea. *Journal of ethnopharmacology*, 35(2), 123-143.
- Belouad, A. 1998.** Plantes médicinales d'Algérie. Ed. Office des publications Universitaires, 284 p.
- Benayad N. 2008** les huiles essentielles, extrait des plantes médicinales marocaines projet de recherche. Université Mohammed VI-Agdel. Laboratoire des substances Naturelles et thermolyse claire E. Département de Chimie. Faculté des sciences de Rabat. P 61
- Ben, Mansour R., Gargouri, B., Gargouri, B., Elloumi, N., haj Jilani, I. B., Ghrabi-**
- Beniston NT, Beniston WS. 1984.** Fleurs d'Algérie, E. N. L. Alger.

- Bergogne-Bérézin, E., & Dellamonica, P. (Eds.).2012, (1995).** Antibiothérapie en pratique
- Boubaker, H. 2017.** Ethnobotanical survey of medicinal plants used for the treatment of diabetes in the Tizi n' Test Region (Taroudant Province, Morocco). J. Pharmacogn. Nat. Prod., 3, 1.
- Boudjelal, A., Henchiri, C., Sari, M., Sarri, D., Hendel, N., Benkhaled, A., Ruberto, G. 2013.** Herbalists and wild medicinal plants in M'Sila (North Algeria): An ethnopharmacology survey. J. Ethnopharmacol. 148, 395–402.
- Bouguerra A.2012.** Etude des activité biologique des huile essentielle extrait des graine de FoeniculunVulgareMill.en vue de son utilisation comme consevateur alimentaire .Memoire de magister.universitéMentouri constantine.Algeria.126p
- Bourrain, J.L. 2013.** Allergies aux huiles essentielles : aspects pratiques. Revue française d'allergologie. 53: S30-S32. K. H. Baser, Handbook of Essential Oils: Science, Technology and Applications, University of Wien, Vienna, Austria, 978-1- 4200-6315-8, 2010
- Bourrain, J.L. 2013.** Allergies aux huiles essentielles : aspects pratiques. Revue française d'allergologie. 53: S30-S32.
- Bousoualim, N. (2014).** *Activités biologiques de plantes médicinales : Anchusa azurea*
- Boussoussa H. 2016.** Étude phytochimique et activités biochimiques des extraits phénoliques de l'espèce Rhanterium adpressum, (Doctoral dissertation, L'École Normale Supérieure de Kouba-Alger ; 185).
- Boussoussa H. 2016.** Étude phytochimique et activités biochimiques des extraits phénoliques de l'espèce Rhanterium adpressum, (Doctoral dissertation, L'École Normale Supérieure de Kouba-Alger ; 185).
- Bouyahya, A., Bakri, Y., Et-Touys, A., Talbaoui, A., Khouchlaa, A., Charfi, S., Abrini, J., Et Dakka, N. (2017).** Résistance aux antibiotiques et mécanismes d'action des huiles essentielles contre les bactéries. Phytothérapie. DOI 10.1007/s10298-017-1118-z.
- Bouziid, W. 2009.** Mémoire de magister en biologie Etude de l'Activité Biologique des Extraits du Fruit de Crataegus monogyna Jacq. Université –Elhadj Lakhdar-Batna.
- Bruneton J, 1999.** Pharmacognosie, phytochimie, plantes médicinales. 3ème Ed. Paris: Tec & Doc Lavoisier, P. 207-211.
- Bruneton J. 1999.** Pharmacognosie, photochimie. Plantes médicinales, 3ème édition, Paris : Editions médicales internationales, Tec et Doc, Lavoisier, 1120p.
- Brunke EJ, Hammerschmidt FJ, Schmaus G, Akgul A. 1993.** The essential oil of Rhus coriaria L. fruits. Flavour Fragrance J 8 (4): 209-214. DOI: 10.1002/ffj.2730080408.
- by essential oils". Food Microbiology. 14:161-174.
- Carson CF, Hammer KA, Riley TV.2006.** Melaleuca alternifolia (tea tree) oil: a review of antimicrobial and other medicinal properties. Clin Microbiol Rev;19:50_62.2014;62:250_64.
- Carson F .A et Hammer K .2011.**chemistry and Bioactivuty of Essential oils.In :Lipids and Essential Oil as Antimicrobial agent .(Ed .Thormar H.) .John Wiley and Sons .Island .336P Antibiotiques et résistance bactérienne : pistes d'actions pour ancrer les progrès de 2020. (santepubliquefrance.fr)
- CA-SFM. 2013.** Comité de l'Antibiogramme de la Société Française de Microbiologie. Sur le lien : <http://www.sfm.asso.fr/>
- Chaibi et al., 1997) Chaibi A., Ababouch L.H., Belasri K. and Boucetta S. 1997** "Inhibition of

Cheick Traoré M, 2006. Etude de la phytochimie et des activités biologiques de quelques plantes utilisées dans le traitement traditionnel de la dysménorrhée au mali. Ministère de l'éducation national. Université de Bamako (Mali). 133 p.

Chemistry, 103, 623-630.

Chograni H, Riahi L, Zaouali Y, Boussaid M. 2011, Polyphénols, flavonoïdes, activité antioxydante dans les feuilles et fleurs de Tunisien *Globularia alypum* L. (Globulariaceae). *African Journal of Ecology* 51: 343-34

Chograni H, Riahi L, Zaouali Y, Boussaid M. 2012. Polyphénols, flavonoïdes, activité antioxydante dans les feuilles et fleurs de Tunisien *Globularia alypum* L. (Globulariaceae). *Afr J Ecol*, 51(2), 343-347.

Choi W, Jung H, Kim K, Lee S, Yoon S, Park J, Cheo, S and Eo W, 2012. *Rhus verniciflora* Stokes against advanced cancer: a perspective from the Korean integrative cancer center. *J. Biomed. Biotechnol.* pp181-191

Chouitah O. 2012. Composition chimique et activité antibactérienne des huiles essentielles des feuilles de *Glycyrrhiza glabra*. thèse de doctorat. université d'Oran 1 Ahmed ben Bella, Algérie. 143p
clinique. *Ed. Masson, Paris*. 486p

Couic-Marinié F. and Lobstein A. 2013. Composition chimique des huiles essentielles. *Actualités*

Couplan, F. (2012). Les plantes et leurs noms: Histoires insolites. Les plantes et leurs noms, 1-224.

DE GRAEVE. J, BERTHOU. F, PROST « Méthodes Chromatographiques Couplées à la spectrométrie de masse » MASSON.

Desmares C, Laurent A. et Delerme C. 2008. Recommandations relatives aux critères de qualité des huiles essentielles: Contribution pour l'évaluation de la sécurité des produits cosmétiques contenant des huiles essentielles. Agence française de sécurité sanitaire des produits de santé (Afssaps), France.

Djeridane A, Yousfi M, Nadjemi B, Boutassouna D, and Stocker P. 2006. Antioxydant activity of some algerian medicinal plants extracts containing phenolic compound. *Food Chem.*, 97: 654–660.
Doctorat. Université d'Oran. Algérie

El Akrem. Les métabolites secondaires chez des plantes aromatiques et médicinales: Bioprospection, investigation phytochimique et valorisation technofonctionnelle en bio-industries. doctorat Génie biologique, Ecole Nationale d'Ingénieurs de Sfax, Tunisie, 2009.

Es-Safi. N., Khelifi. S., Lucien. K., Albert. K., Ducrot. PH. 2005. Antioxydant Constituents of the Aerial Parts of *Globularia alypum* Growing in Morocco. *J Nat Prod*, 68, 1293-1296.

Fadoua. Y., 2020. étude botanique, photochimique et activités biologiques d'une espèce végétale utilisée en médecine traditionnelle algérienne (*Teucrium Polium*), mémoire master, université Mohammed KHIDER de Biskra.

Farag MA, Fayek NM, Abou Reidah I. 2018. Volatile profiling in *Rhus coriaria* fruit (sumac) from three different geographical origins and upon roasting as analyzed via solid-phase microextraction. *PeerJ* 6: e5121. DOI: 10.7717/peerj.5121

Favier. A., 2003. Le stress oxydant: Intérêt conceptuel et expérimental dans la compréhension des mécanismes des maladies et potentiel thérapeutique. *Review. L'actualité chimique*, 108-115.

Fehri Lf, Tim N, Maka, Britta. L, Volker B, Lesley, A. Ogilvie H M, Michael L. Timo Schmid, T. Thomas, F. Meyer, H. Brüggeman, N., 2010. Prevalence of *Propionibacterium acnes* in diseased prostates and its inflammatory and transforming activity on prostate epithelial cells

Fiorucci, S., 2006. Thèse de doctorat. Activités biologiques de composés de la famille de flavonoïdes: approches par des méthodes de chimie quantique et de dynamique moléculaire. Nice, 211p.

Gardés, Albert M ; Bonnefont –Rousselot D ; Abedinzadeh Z ; Gore D., 2003. Espèces réactives de **GARNIER J-P, BRANDELY M-L TABURET A-M** «Actualités en Pharmacie et Biologie Cliniques Maladie d'Alzheimer, accidents vasculaires cérébraux, protéomique, métabolomique» 15^e Série. John Libbey 2008.

Gavahian M, & Chu Y. H. 2018. Ohmic accelerated steam distillation of essential oil from lavender in comparison with conventional steamdistillation. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 50, 34-41.

Genebank in Gatersleben. *J. Agric. Food Chem.* 2010, 58, 3813–3819. DOI :10.1021/jf903993f.

germination and vegetative growth of *Bacillus cereus* and *Clostridium botulinum* spores

Ghlissi. Z., Kallel. R., Sila. A., Harrabi. B., Atheymen. R., Zeghal. K., Bougateg. A., Sahnoun. Z. 2016. *Globularia alypum* methanolic extract improves burn wound healing process and inflammation in rats and possesses antibacterial and antioxidant activities. *Biomed. Pharmacother.*, 84, 1488–1495

Giedraitiene, A., Vitkauskiene, A., Naginiene, R, Et Al. (2011). Antibiotic resistance mechanisms of clinically important bacteria. *Medicina* 47:137–46. Chávez-González, M. L., Rodríguez-Herrera,

Guccione, B. Isacchi, C. Righeschi, F. Firenzuoli, and M. C. Bergonzi 2019 —Essential oils loaded in nanosystems: a developing strategy for a successful therapeutic approach, *Evidence-Based Complementary Alternative Medicine*, vol. 2014, p. 14, Article ID 651593, 2014. **Guignard J.L, Cosson L, Henry M. 1985,** *Abrégé de phytochimie.* Masson..224p

Guinoiseau E, Luciani A , SerraD.D.R, Quilichini Y ,Berti L, Lorenzi V.2015. Primary mode of action of *Cistus ladanifolius* essential oil active fraction on *Staphylococcus aureus* strain. *Adv. Microbiol.* 5, 881-317.

H. Laama.,2015. étude de l'activité antibactérienne et antioxydants de l'huile essentielle de *Petroselinum Sativum* de la région d'Ain Defla, mémoire de master, université Djilali Bounaama Khemis Miliana.

Hadjadj S, Bayoussef Z, Ould El Hadj-Khelil A, Beggat H, Bouhafis Z, Boukaka Y, Khaldi I, Mimouni S, Sayah F, Tey M. 2015. Ethnobotanical study and phytochemical screening of six medicinal plants used in traditional medicine in the North-eastern Sahara of Algeria (area of Ouargla). *J Med Plants Res* 8 (41): 1049-1059. DOI: 10.5897/JMPR2015.5932

Hamliche, V. Merad, R. Azzouz, M ., 2013. Plantes toxiques à usage médicinal du pourtour

Harbone J.B. 1998. *Phytochemical Methods: A guide to modern techniques of plant analysis*, 3^eéd: Chapman & Hall..303p

Hayouni E, Abedrabba M, Bouix M, Hamdi M. 2007. The effect of solvents and extraction method on the phenolic contents and biological activities in vitro of Tunisian *Quercus coccifera* L. and *Juniperus phoenicea* L. fruit extracts. *Food Chemistry* 105, 1126-1134.

Helmstädter, A. 2016. Ethnopharmacology in the work of Melville William Hilton-Simpson (1881–1938)—Historical analysis and current research opportunities. *Pharmazie*, 71, 352–360

<https://www.santepubliquefrance.fr/maladies-et-traumatismes/infections-associees-aux-soins-et-resistance-aux-antibiotiques/infections-associees-aux-soins/documents/rapport-synthese/antibiotiques-et-resistance-bacterienne-pistes-d-actions-pour-ancrer-les-progres-de-2020>

Investigation of Antioxidant and Rosmarinic Acid Variation in the Sage Collection of the

Jayaprakasha G.K, Patil B.S. 2007. In vitro evaluation of the antioxidant activities in fruit extracts from citron and blood orange. *Food. Chem* 101, 410–418.

Jouad H, Maghrani M, & Eddouks, M. 2002. Hypoglycaemic effect of *Rubus fruticosus* L. and *Globularia alypum* L. in normal and streptozotocin-induced diabetic rats. *Journal of Ethnopharmacology*, 81(3), 351-356.

JUERGEN S., ANDREA P., GUENTER A. 1998- 3 α ,20-dihydroxy-3 β ,25- Epoxylupane, a triterpene from *Rhus typhina*. *Phytochemistry*, (49), 7 : 2049

K. H. Baser, Handbook of Essential Oils: Science, Technology and Applications, University of Wien, Vienna, Austria, 978-1-4200-6315-8, 2010.

R. Rehman, M. A. Hanif, Z. Mushtaq, B. Mochona, and X. Qi, “Biosynthetic factories of essential oils: the aromatic plants,” *Natural Products Chemistry and Research*, vol. 4, no. 4, pp. 227–227, 2016.

B. Adorjan and G. Buchbauer, “Biological properties of essential oils: an updated review,” *Flavour and Fragrance Journal*, vol. 25, no. 6, pp. 407–426, 2010.

M. Alboofetileh, M. Rezaei, H. Hosseini, and M. Abdollahi, “Antimicrobial activity of alginate/clay nanocomposite films enriched with essential oils against three common foodborne pathogens,” *Food Control*, vol. 36, no. 1, pp. 1–7, 2014. **A. R.**

Bilia, C. Guccione, B. Isacchi, C. Righeschi, F. Firenzuoli, and M. C. Bergonzi, “Essential oils loaded in nanosystems: a developing strategy for a successful therapeutic approach,” *Evidence-Based Complementary Alternative Medicine*, vol. 2014, p. 14, Article ID 651593, 2014.

A. M. K. Hassan and M. D. Mujtaba, “Antibacterial efficacy of garlic oil nano-emulsion,” *AIMS Agriculture and Food*, vol. 4, no. 1, pp. 194–205, 2019.

Kaddem, S. E. 1990. Les plantes médicinales en Algérie, Ed. Bouchène, Oued Zenati, Algérie.

Kaloustian, J., & Hadji-Minaglou, F. 2012. La connaissance des huiles essentielles: Qualitologie et aromathérapie: entre science et tradition pour une application médicale raisonnée. Collection Phytothérapie pratique, Springer-Verlag, Paris, France Pharmacopée Européenne. (2007). Direction de la Qualité du Médicament & Soins de Santé du Conseil de l'Europe (DEQM), Strasbourg, France.

Kanoun, 2011. Contribution à l'étude phytochimique et activité antioxydante des extraits de *Myrtus communis* L. (*Rayhane*) de la région de Tlemcen (Honaine). pp 30-48.

Khantouche L., F. Guesmi, S. Motri and M. Abderabb. (2018). Nutritional Composition, Analysis of Secondary Metabolites and Antioxidative Effects of the Leaves of *Globularia alypum* L. Tunisie ,70-72

Khlifi. D., Hamdi. M., El Hayouni. A., Cazaux. S., Souchard. JP., Couderc. F., Bouajila. J., 2011. Global Chemical Composition and Antioxidant and Anti-Tuberculosis Activities of Various Extracts of *Globularia alypum* L. (*Globulariaceae*) Leaves. *Molecules*, 16, 10592-10603.

Koehler-Ramonatxo C., 2006. Oxygen oxidative stress and antioxidant supplementation, another way of nutrition in respiratory diseases. *Nutr. Clin. Et Métab.* 20, 165-177.

Konkon N G, Simaga D and Adjoungova A, 2006, Etude phytochimique de *Mitragyna inermis* (Willd.) O.Kt. (*Rubiaceae*) , plante à feuille antidiabétiques, *Pharm Méd Trad Afr* .Vol .14, pp73-80

- Koumaglo KH, Dotse K, Bettini F, Bayle J-C. 2009.** Composition chimique de l'huile essentielle de *Chromolaena odorata* (L) King et Robinson (Asteraceae) du Togo: Effets de séchage et du site de récolte. *J Soc Ouest-Afr Chem.*;28:11-6
- Lagunez Rivera L. 2006.** Etude de l'extraction de métabolites secondaires de différentes matières végétales en réacteur chauffé par induction thermomagnétique directe. Thèse de l'institut national polytechnique de Toulouse. 331p.
- Laïb I .2011.** Etude des activités antioxydante et antifongique de l'huile essentielle des fleurs de lavandula officialis sur les moisissures des légumes secs. Mémoire de magister. Université Mzntouri constantine, Algérie. 122p
- Lakhdar L. 2015.** Evaluation de l'activité antibactérienne d'huiles essentielles marocaines sur *Aggregatibacter actinomycetemcomitans* : étude in vitro. Thèse de Doctorat de la faculté de médecine dentaire de rabat, centre d'études doctorales des sciences de la vie et de la santé. Rabat, Maroc.
- Lamien-Meda, A., Nell, M., Lohwasser, U., Borner, A., Franz, C., Et Novak, J. (2010).**
- Lee S K, Jung H.S, Eo W K, Lee S.Y, Kim B .S, 2010.** *Rhus verniciflora* Stokes extract as a potential option for treatment of metastatic renal cell carcinoma : reports of two cases , *Ann, Oncol.* 21, ppt 1383-1385
- Lee SK, Jung HS, Eo WK, Lee SY, Kim SH, Shim BS. 2010.** *Rhus verniciflora* Stokes extract as a potential option for treatment of metastatic renal cell carcinoma: Report of two cases. *Annals of Oncology* 21 (6): 1383-1385. DOI: 10.1093/annonc/mdq154
- Leporatti. ML., Ghedira. K. 2009.** Comparative analysis of medicinal plants used in traditional medicine in Italy and Tunisia. *J. Ethnobiol. Ethnomed.*, 5, 31.
- Loïc Lemoire., 2011.** Effet protecteur des polyphénols de la *Verveine odorante* dans un modèle d'inflammation colique chez le Rat. *Human health and pathology*. Thèse d'université d'Auvergne. Clermont Ferrand I. French.
- Macheix. J J., 1996.** Les composés phénoliques des végétaux: quelles perspectives à la fin du XX^{ème} siècle?. *Acta botanica gallica.* 143 (6): 473-479.
- Magalhães L., Segundo M., Reis S. et Lima Jose L.F.C, 2008.** Methodological aspects about in vitro evaluation of antioxidant properties. *Analytica chimica acta.* 613, 1-19.
- Mahjoub M. A, Ammar S, Edziri H, Mighri N, Bouraoui A, & Mighri, Z. 2010.** Anti-inflammatory and Références bibliographiques 183 antioxidant activities of some extracts and pure natural products isolated from *Rhus tripartita* (Ucria). *Medicinal Chemistry Research*, 19, 271-282.
- Mahmoudi, Y. 1987.** La thérapeutique par les plantes les plus communes en Algérie. Edition ANES Palais du livre, Blida, 105 p.
- Mansouri N, Satrani B, Ghanmi M, El Ghadraoui L. et Aafi A. 2011.** Étude chimique et biologique des huiles essentielles de *Juniperus phoenicea* ssp. *lycia* et *Juniperus phoenicea* ssp. *turbinata* du Maroc. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.* 15(3), p 415-424.
- Marfak A., 2003.** Radiolyse gamma des flavonoïdes : Etude de leur réactivité avec les radicaux issus des alcools, formation des depsides. Thèse de doctorat de l'université de Limoges, pp 24-42. méditerranéen, Springer.
- Mehenni R Et Rahmouni . 2017.** Propriétés antioxydantes d'extraits d'une plante médicinale : *Globularia alypum*. Application pharmaceutique : solution hydro alcoolique. Mémoire de Mastère. Bejaia. Algérie

- Michel T, Destandau E, & Elfakir C. 2011.** Evaluation of a simple and promising method for extraction of antioxidants from sea buckthorn (*Hippophaë rhamnoides* L.) berries: Pressurised solvent-free microwave assisted extraction. *Food Chemistry*, 126(3), 1380-1386.
- Michel T, Destandau E, & Elfakir C. 2011.** Evaluation of a simple and promising method for extraction of antioxidants from sea buckthorn (*Hippophaë rhamnoides* L.) berries: Pressurised solvent-free microwave assisted extraction. *Food Chemistry*, 126(3), 1380-1386.
- Mill et Globularia alypum* L. *Soutenue* (Doctoral dissertation, Université Ferhat Abbas
- Mohamed. T., Souiy. Z., Achour. L., Hamden. K.** Anti-obesity, anti-hyperglycaemic, anti-antipyretic and analgesic activities of *Globularia alypum* extracts. *Arch. Physiol. Biochem.* 2020, 1–8. [CrossRef]12.
- Muanda F, 2010.** Identification de polyphénols, évaluation de leur activité antioxydante et étude de leurs propriétés biologiques. Thèse de doctorat. Université de Paul Verlaine- Metz. 216 p.
- Munita J.M, Arias C.A. 2016.** Mechanisms of antibiotics resistance. *Microbiol Spectrum*, 4(2), 1-16.
- Murray; Bender; Bothan; Kennlly; Rodwell; wiel., 2013.** *Biochimie de Harper* 5 édition. De Boech
- N’Guessan. JD, Boni. AR, Zirih. GN, Djaman. AJ, 2009.** Relation entre les activités antioxydantes et les teneurs en polyphénols de six plantes de la pharmacopée ivoirienne. Laboratoire de pharmacodynamie biochimique, UFR biosciences, Université de Cocody- Abidjan, Abidjan, Côte d’Ivoire.
- NurAlam Md., Bristi N. J. and Rafiq uzzaman Md., 2013.** Review on in vivo and in vitro methods evaluation of antioxidant activity. *Saudi Pharmaceutical Journal.* **21**, 143–152.
- Othmen Khalifi** Taghzouti, O. Balouiri, M. Ouedrhiri, W. Ech chahad, A. Romane, A. In vitro evaluation of the antioxidant and antimicrobial effects of *Globularia alypum* L. extracts. *J. Mater. Environ. Sci* 7 (6), 2016, 1988-1995.
- Ouedraogo A. S, Jean Pierre H, Banuls A. L, Ouedraogo R, et Godreuil S. 2017.** Emergence et diffusion de la résistance aux antibiotiques en Afrique de l’Ouest : facteurs favorisants et évaluation de la menace. *Med Sante Trop* 2017 ; 27 : 147-154. DOI:10.1684/mst.2017.0678.
- Ozsoy N., Can A., Yanardag R.et Akev N., 2008.** Antioxidant activity of *Smilax excelsa* L. leaf extracts. *Food Chemistry*, 110, 571–583.
- Ozturk, M., Aydogmus-Ozturk, F., Duru, M. E., Et Topçu, G. (2007).** Antioxidant activity of stem and root extracts of *Rhubarb (Rheum ribes)* : An edible medicinal plant. *Food*
- Paolini J.2005.** Caractérisation des huiles essentielles par cpg/ir, cpg/sm-(ie et ic) et rmn du carbone-13 de *cistus albidus* et de deux asteraceae endemiques de corse : *eupatorium cannabinum* subsp. *Corsicum* et *doronicum corsicum*. Thèse de doctorat
- Peronny. S., 2005.**Thèse de doctorat. La perception gustative et la consommation des tannins chez le maki (*Lemur catta*). Muséum national d’histoire naturelle, France, 151p
- peroxydation lipidique et statut antioxydant, chez le rat soumis à un régime enrichi en fructose. Thèse de
- Perret. C., 2001.** Thèse de doctorat. Analyse de tannins inhibiteurs de la stilbène Oxydase produite pour *Botrytis cinerea* Pers Fr. Université de Neuchâtel, Suisse.173p.
- pharmaceutiques*, 52 (525), 22-25.
- Pharmacopée Européenne.** (2007). Direction de la Qualité du Médicament & Soins de Santé du Conseil de l’Europe (DEQM), Strasbourg, France.

- Ponce A. G, Fritz R, Del Valle C, Et Roura S. I. 2003.** Antibacterial activity of essential oils on the native microflora of organic Swiss chard. *Society of Food Science and Technology (Elsevier)*, 36, (2003), 679-684.
- Ponce AG, Fritz R, Del Valle C, Et Roura SI. 2003.** Antibacterial activity of essential oils on the native microflora of organic Swiss chard. *Society of Food Science and Technology (Elsevier)*, 36, (2003), 679-684.
- Popovici, C., Ilonka, S., Bartek, T., 2009.** Evaluation de l'activité antioxydant des composés phénoliques par la réactivité avec le radical libre DPPH, *Revue de Génie Industriel*. p27-28.
- Pottier AG.1981.** Flora of Tunisia Angiospermes-Dicotyledones, ApetalesDialypetales. Programme flore et végétation tunisiennes. Tunis: Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique et le Ministère de l'Agriculture. 287p .
- Prior R.L, Wu X, Schaich K. 2005.** Standardized methods for the determination of antioxidant capacity and phenolics in foods and dietary supplements. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53: 4290-4302.
- Quezel P et Santa S . 1962.** Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales.Tome2: édition du centre national de la recherche scientifique15, quai Antole-France- Paris 7;643p.
- Quezel P, Santa S,** Nouvelle flora de l'Algerie et des régions désertiques méridionales, Tome I, Ed. CNRS, Paris, 1962, p. 521, 611.
- Quezel P, Santa S. 1963.** Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. Paris : ED. Centre National de la Recherche Scientifique, Tome II, 1170 p.
- R., & Aguilar, C. N. (2016).** Essential oils: A natural alternative to combat antibiotics resistance. *Antibiotic Resistance-Mechanisms and New Antimicrobial Approaches*; Kon, K., Rai, M., Eds, 227-237.
- Raaman, N. 2006.** Phytochemical techniques. New India Publishing, New Delhi, Inde. [Masango, P. (2005). Cleaner production of essential oils by steam distillation. *Journal of Cleaner Production*, 13(8), 833-839.
- Raut JS, Karuppayil SM. 2014.** A status review on the medicinal properties of essential oils. *Ind Crops Prod* ;62:250_64. A. Sarkic and I. Stappen, —Essential oils and their single compounds in cosmetics, *Journal of Cosmetics*, vol. 5, no. 11, 2018.
- Riaz U. Alghtani A., Noman O., Algahtani A., Ibn moussa S., and Bourhia M. 2020.** Areview on ethno-medicinal plants used in traditional medicine in the King dom of Saudi Arabia. *Saudi Journal of Biological Sciences*.
- Ridel RVB, Cioni PL, Majo L, Pistelli L. 2017.** Evolution of volatile emission in *Rhus coriaria* organs during different stages of growth and evaluation of the essential oil composition. *Chem Biodiv* 14 (11): 1-12. DOI: 10.1002/cbdv.201700270
- Rihane K et Benlaharhe R. 2013.** activité antibactérienne des polyphénols et flavonoïdes d'extraits à partir deux plantes médicinales : artémisia herba alba et ocimum basilicum sur escherichia coli et staphylococcus aureus. Mémoire de master université mentouri constantine. CA-SFM. 2013. Comité de l'Antibiogramme de la Société Française de Microbiologie. Sur le lien : <http://www.sfm.asso.fr/>
- Robert L. Grob, Ph.D. 2004.** Eugene F. Barry, Ph.D «MODERN PRACTICE OF GAS CHROMATOGRAPHY» FOURTH EDITION WILEY-INTERSCIENCE. DE GRAEVE. J, BERTHOU. F, PROST « Méthodes Chromatographiques Couplée à la spectrométrie de masse» MASSON.
- Saad H. 2013.** Développement de bio-compistes à base de fibre végétales et de colles écologiques. Thèse de doctorat en chimie, Université de Pau et des pays de l'Adour, 321 p.

- Sanchez S. (Ed.). 2015.** Antibiotics. Caister Academic Press. saponoside from *Scabiosa rotata*. J. Fac. Pharm. Gazi. Univ. 14, 31-36.
- Seragui S, Derraji S, Mahassin F, Cherrah Y. 2013.** Résistance bactérienne: Etat de lieu au Maroc. Maroc Med, 35(3), 199-205.
- Servais S., 2004.** Altération mitochondriales et stress oxydant pulmonaire en réponse à l'ozone. Université de Claude Bernard-Lyon 1. Sétif ; 136).
- Silpa P, Roopa K, Thomas TD. 2018.** Production of plant secondary metabolites: Current status and future prospects. Biotechnological Approaches for Medicinal and Aromatic Plants: Springer;. p. 3-25.
- Sousa J.M, Souza E.L, Marques G, Meireles B, Cordeiro A.T.M, Gullónd B, Pintado M.M et Magnani M. 2016.** Polyphenolic profile and antioxidant and antibacterial activities of monofloral honeys produced by Meliponini in the Brazilian semiarid region. Journal of Food Science; vol.84, p.61-68.
- Sousa JM, Souza E.L, Marques G, Meireles B, Cordeiro A.T.M, Gullónd B, Pintado MM et Magnani M. 2016.** Polyphenolic profile and antioxidant and antibacterial activities of monofloral honeys produced by Meliponini in the Brazilian semiarid region. Journal of Food Science; vol.84, p.61-68.
- Srivastava S, Mallavarapu GR, Rai SK, Singh D, Mishra R, Pandey-Rai S, Kumar S. 2006.** Composition of the essential oils of the leaves and flowers of *Rhus mysurensis* Heyne ex Wight & Arn growing in the Aravalli mountain range at New Delhi. Flav Fragr J 21: 228-229. DOI: 10.1002/ffj.1561.
- Sun B.S, Ricardo-Da-Silva J.M, Spranger M.I. 1998.** Critical factors of vanillin assay for catechins and proanthocyanidins. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 46: 4267- 4274.
- Suzuki S, Horinouchi T, Furusawa C.** Suppression of antibiotic resistance acquisition by combined use of antibiotics. J Biosci Bioeng 2015;120(4):467_9.
- Taghzouti, O, K. Balouiri, M. Ouedhiri, W. Chahad, A, E. Romane, A.** In vitro evaluation of the antioxidant and antimicrobial effects of *Globularia alypum* L. extract. J.Mater. Environ. Sci, 7 (6), 2016, 1988-1995.
- Taleb-Dida N. 2012.** Effet d'un extrait de *Globularia alypum* sur la glycémie, transport des lipides,
- Teuscher E., Anton R. et Lobstein A. 2005.** Plantes aromatiques: épices, aromates, Condiments et huiles essentielles. Tec et Doc éditions, Paris.
- Tlili N, Mejri H, Yahia Y, Saadaoui E, Rejeb S, Khaldi A, Nasri N .2014.** Phytochemicals and antioxidant activities of *Rhus tripartita* (Ucria) fruits depending on locality and different stages of maturity, Food chemistry Vol, (160), pp: 98-103.
- Ventola C.L. 2007.** The antibiotic resistance crisis: Causes and threats ,PMC J. 40, 277–283.
- Wang Y, Chan FL, Chen S, Leung LK. 2005.** The plant polyphenol butein inhibits testosterone-induced proliferation in breast cancer cells expressing aromatase. Life Sci 77 (1): 39-51. DOI: 10.1016/j.lfs.2004.12.014.
- Wu T, McCallum J L, Wang S, Liu R, Zhu H and Tsao R, 2013.** Evaluation of antioxidant activities and chemical characterisation of staghorn sumac fruit (*Rhus hirta* L.). Food chemistry , 138(2_3) : pp 1333_1340
- Youssef, M A. (2006).** Plantes médicinales de Kabylie. Ibis Press.
- Zargham R and Zargham H, 2008.** Tannin extracted from Sumac inhibits vascular smooth muscle cell migration. Mc Gill J. Med 11, pp119-123

Zeghad N and Merghem R. Antioxidant and Antibacterial activities of *Thymus vulgaris* L. ROM.j.BIOL.-PLANT boil. 58, 2013, 27-36.

Zerriouh M, 2008. Contribution à l'étude de l'activité antidiabétique de la globularine, un iridoïde isolé des feuilles de *Globularia alypum* L. chez le rat Wistar. Thèse Magister. Université Tlemcen. Algérie.

Zhaleh M, Sohrabi N, Zangeneh M, Zangeneh A, Moradi R, Zhaleh H. 2018. Chemical composition and antibacterial effects of essential oil of *Rhus coriaria* fruits in the West of Iran (Kermanshah). J Essential Oil Bearing Plants 21 (2): 493-501. DOI: 10.1080/0972060X.2018.1462739.

Zhu B, Ren Z, Nan P, Jiang M, Zhao J, Zhong Y. 2007. Chemical variation in leaf essential oils of *Rhus chinensis* from eight locations in Southern and Eastern China. Chem Nat Comp 4

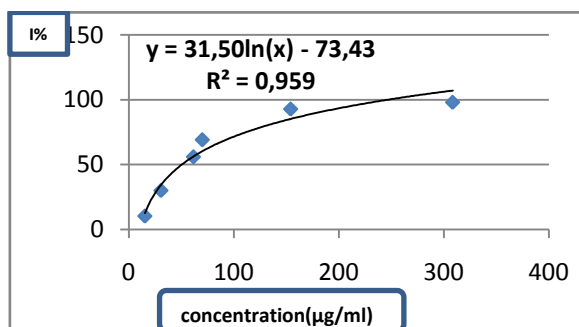
ANNEXES

_ ANNEXE 1 _
Rendement des extraits de *Globularia arabica*

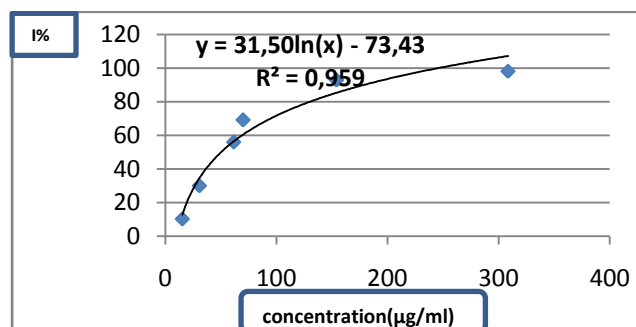
	Ext MeOH	EXT ACeOH	EXT BuOH
Feuilles	49,35 %	6,68 %	28,75 %
Fleurs	42,90 %	3,77 %	16,33 %
Tiges	19,22 %	2,28 %	5,46 %
Racines	12,24 %	1,72 %	5,64 %

_ ANNEXE 2 _

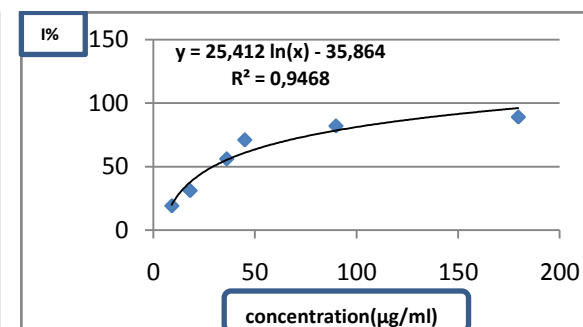
Pourcentages d'inhibition du DPPH en fonction des concentrations de l'acide ascorbique et des extraits méthanoliques et leurs fractions acétate d'éthyle et n-butanoliques de l'espèce *G.arabica*



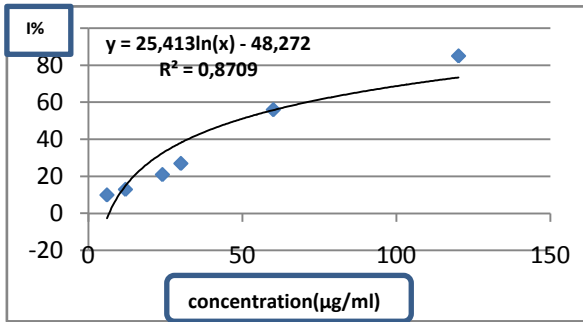
feuille brut



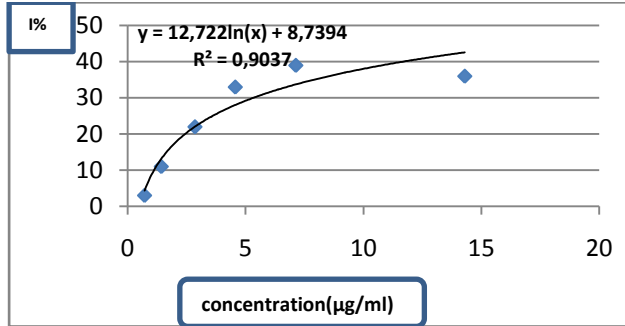
feuilles acet



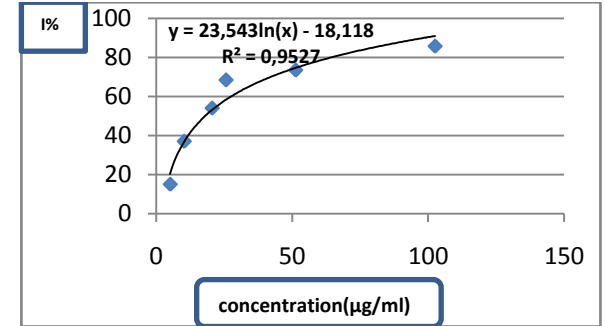
feuilles but



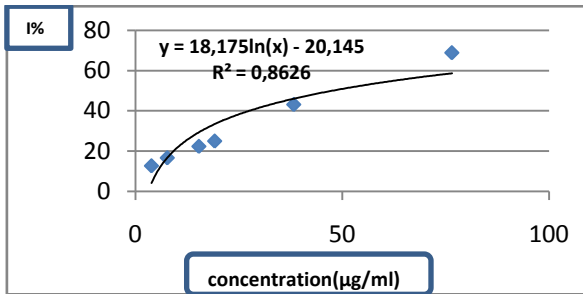
Tiges brut



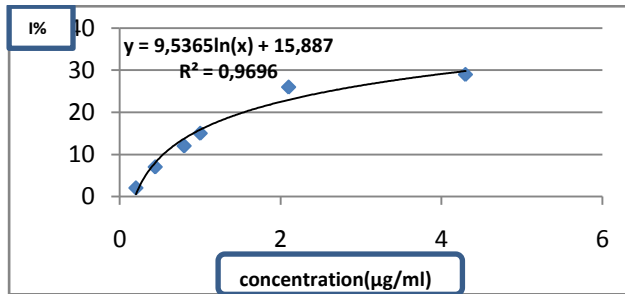
Tiges acet



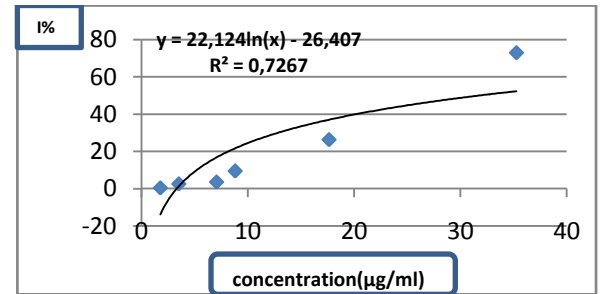
Tiges but



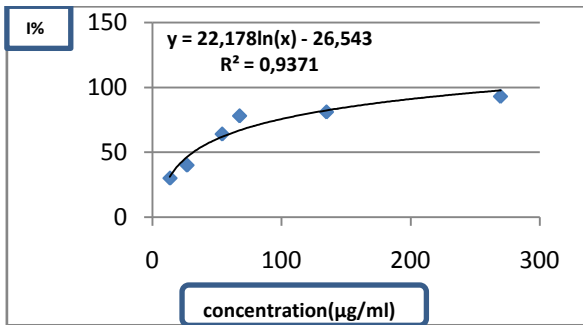
racines brut



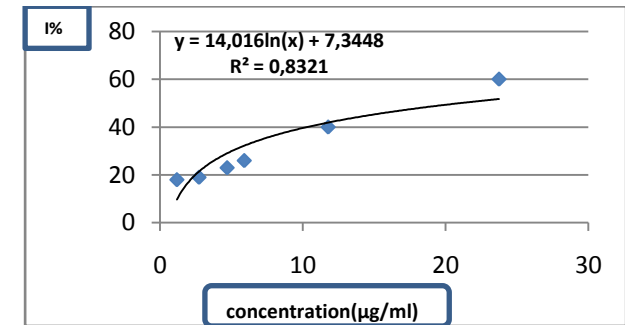
racine acet



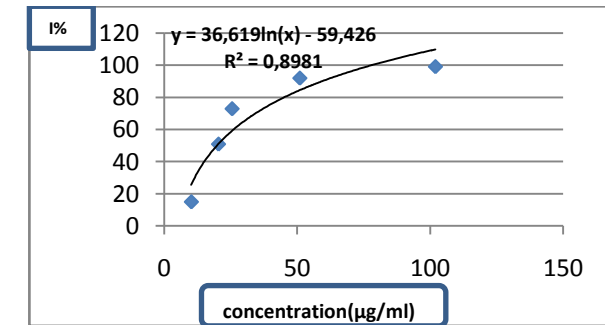
racine but



fleurs brut



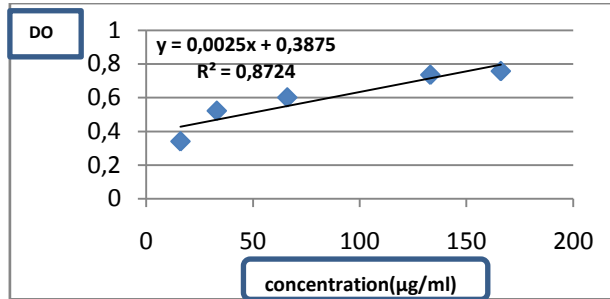
fleurs acet



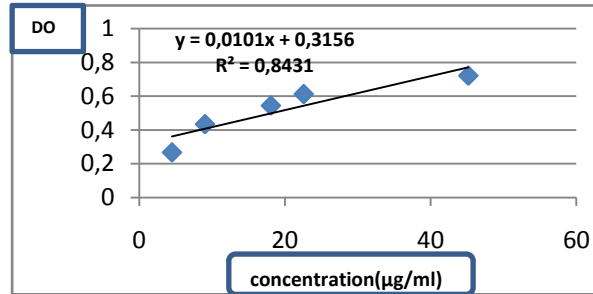
fleurs but

_ ANNEXE 3 _

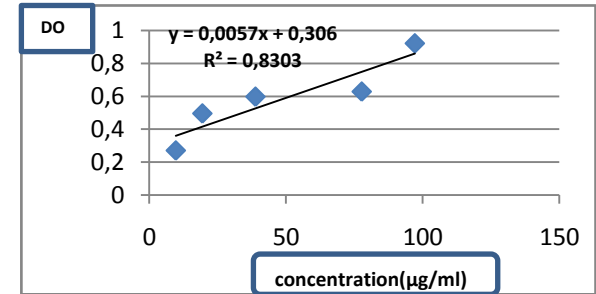
Pouvoir réducteur du fer en fonction des concentrations de l'acide ascorbique et des extraits méthanoliques et leurs fractions acétate d'éthyle et n-butanol de *G.arabica*



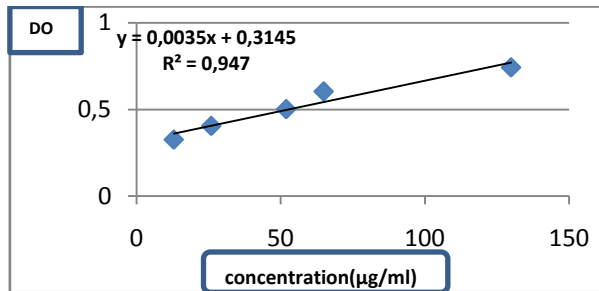
feuille brut



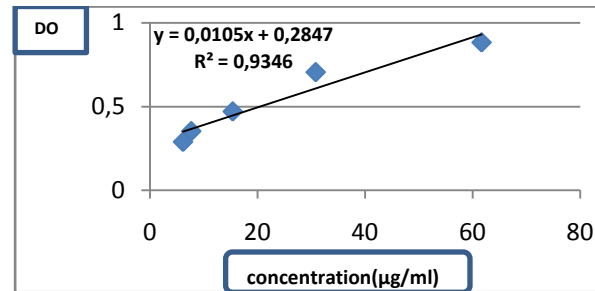
feuilles acet



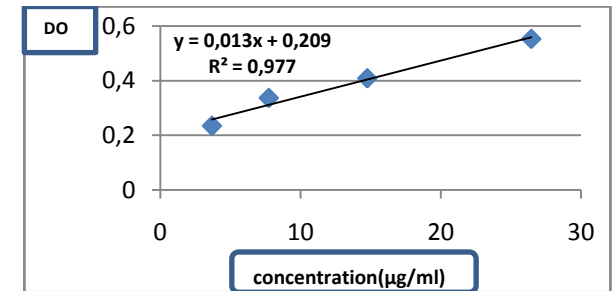
feuilles but



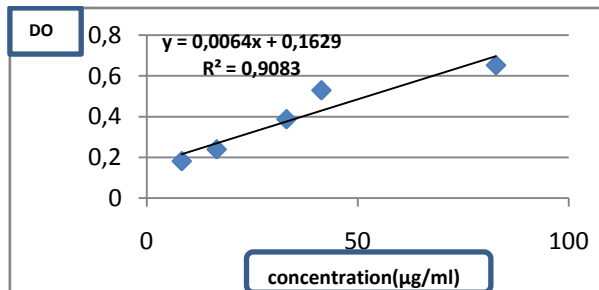
Tiges brut



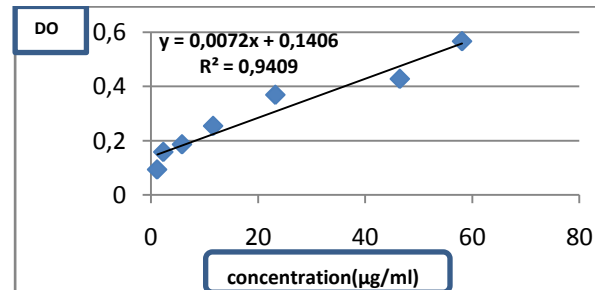
Tiges acet



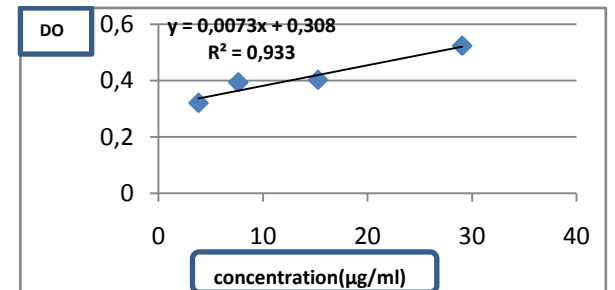
Tiges but



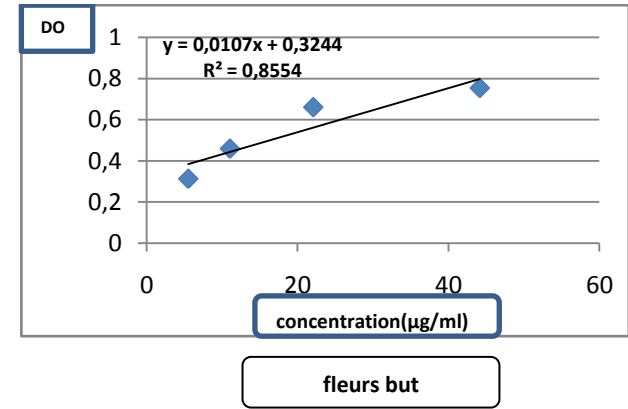
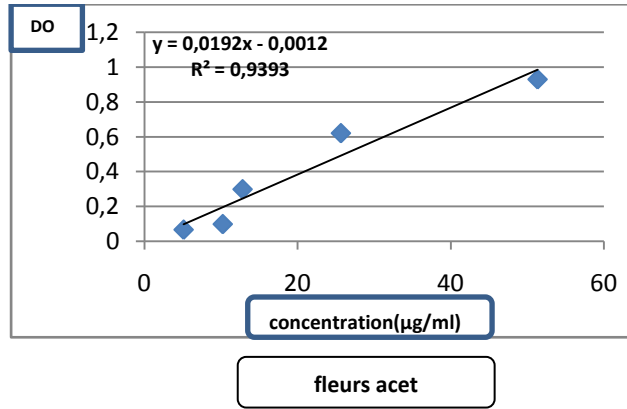
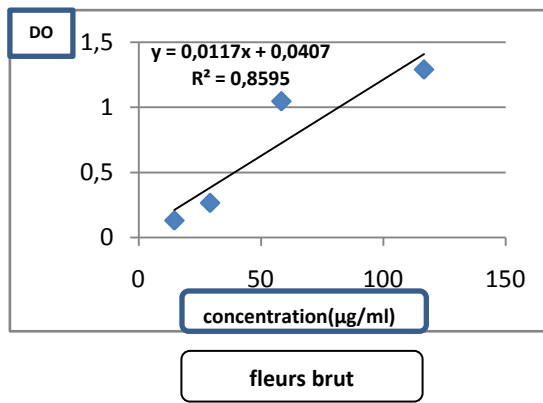
racines brut



racine acet

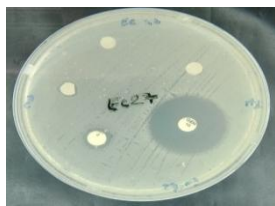


racine but



ANNEXE 4

Figure : Photos d'effet de l'H E (feuilles), de *R. tripartitum* sur les souches bactériens et une levure



Escherichia coli (27)



Escherichia coli (25)



Staphylococcus aureus



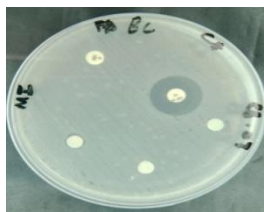
Bacillus subtilis



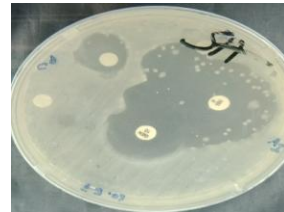
Pseudomonas aeruginosa



Enterococcus faecium



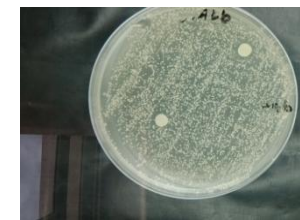
Bacillus cereus



Salmonella typhimurium



Micrococcus luteus



Candida .albicans