



République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université Ibn Khaldoun–Tiaret
Faculté : Sciences de la Nature et de la Vie
Département : Biologie

Mémoire de fin d'études

En vue de l'obtention du diplôme de Master académique

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Sciences Biologiques

Spécialité : Biologie moléculaire et cellulaire

Présenté par :

- **ABIDI zohra**
- **ADJAL khaldia**

Thème

**Etude phytochimique et évaluation *in-vitro* de l'activité
biologique des extraits de *Cedrus atlantica* Manetti.**

Soutenu le : 10/07/2023

Devant les membres de jury :

Grade

Président : Mr. BENKHETTOU Abdelkader

MAA

Examineur: Dr. ACEM Kamel

Professeur

Encadrant: Dr. BOUSSAID Mohamed

MCA

Année universitaire : 2022 /2023

Remerciements

Nous tenons à remercier tout d'abord Dieu le tout puissant qui nous a procuré du courage et de la volonté pour avoir terminé ce travail.

*Nous tenons à remercier notre promoteur Mr **BOUSSAID MOHAMED** pour ses conseils, son soutien et son encadrement afin de réaliser ce travail.*

*Nos remerciements vont également aux membres du jury Mr **BENKHATOU Abdelkader** d'avoir accepté de présider le jury et Mr **ACEM Kamel** d'avoir accepté d'examiner ce travail.*

Nos sincères remerciements sont adressés à tous ceux qui ont contribué, de près ou de loin, à la réalisation de ce travail.

Dédicace

Je dédie ce travail :

A mes chers parents ;

*Aucune dédicace, aucun mot ne pourrait exprimer à leur
juste valeur la gratitude et l'amour que je vous porte ;*

*Ma mère affable, honorable, aimable qui représente pour moi le
symbole de la bonté par excellence, la source de tendresse et
l'exemple du dévouement qui n'a pas cessé de m'encourager et de prier pour moi.*

*A mon père **Ameur**, pour ses efforts fournis jour et
nuit pour mon éducation, ma formation et mon bien être.*

*A mes chers seours: **Houaria, Nour, Assma et bassma***

*A mes chers frères : **Ahmed et Khaled.***

*A mon grand père: **KHALED** qui restera toujours présent dans mon cœur
رحمه الله.*

*A ma grande mère **Fatma** que son âme repose en paix,*

*A toute ma grande famille **Abidi et Chenafa**, petit et grand, sans exception.*

*A mes très chères amies **Rouibah assma, Khalida D***

*A ma chère binôme **Khalida***

*A mon marie : **Abedelkader.***

A toute personne ayant participé dans ce travail.

Zohra

Dédicace

Je dédie ce travail :

*A ma mère affable, honorable, aimable qui représente pour moi le
symbole de la bonté par excellence, la source de tendresse et
l'exemple du dévouement qui n'a pas cessé de m'encourager et de prier pour moi.*

*A mon père **Abbes** qui restera toujours présent dans mon cœur.*

رحمة الله عليه.

*A mes sœurs : **Hanan**, **Hadja** et mon frère **Abdelkader***

*A toute ma famille **Adjel***

*A mes amies : **Asmaa R**, **Ghania**, **Asmaa B**, **Khalida D**, **Denia**, **Fatima** et*

***Samira**.*

*A ma chère binôme **Zohra**.*

*A mes camarades de la promotion **Biologie moléculaire 2022/2023**.*

A tous ceux qui d'une façon ou d'une autre nous ont aidé.

Khalidia

ملخص

هذه الدراسة جزء من تطوير أنواع النباتات الغابية المتواجدة في شمال إفريقيا من خلال تقييم مضادات الاكسدة للمستخلصات المائية و الايثانولية المختبرة من أوراق و اغصان شجرة الأرز الأطلسي (*cedrusatlantica*) التي تم جمعها من اربع غابات (باتنة، سطيف، عين عنتر، بوطالب)

بعد مقارنة نتائج المحصول لاحظنا ان مردود المستخلصات المائية اعلى من مردود المستخلصات الايثانولية.

بالإضافة الى ذلك تم الكشف عن تحديد نشاط مضادات الاكسدة بواسطة طريقة

DPPH

من خلال بحثنا أجرينا بعض التحليلات الكيميائية النباتية ,polyphénol,

flavonoide et tanins.

الكلمات المفتاحية :

مضاد اكسدة ، مستخلص مائي، مستخلص ايثانولي، *atlantica cedrus*

Résumé

Cette étude s'inscrit dans le cadre de la valorisation d'une espèce forestière endémique de l'Afrique du nord à travers la caractérisation phytochimique et l'évaluation de l'activité antioxydante de ses feuilles et rameaux. Les extraits aqueux et éthanoliques testés proviennent des feuilles et des rameaux du cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica*) collectés sur quatre cédraies (Babour (Sétif), Hidoussa (Batna), Boutaleb (Sétif) et Ain Antar (Tissemsilt).

Les extraits aqueux ont présenté un rendement plus élevé que les extraits éthanoliques. Les teneurs en polyphénols totaux, en flavonoïdes et en tanins, varient selon le type de solvant utilisé dans la préparation des extraits et selon la partie de la plante testée, comme elles sont dépendantes des sites de prélèvements.

En outre, la détermination de l'activité antioxydante par la méthode de DPPH a dévoilé les propriétés intéressantes que possèdent les extraits aqueux et éthanoliques des feuilles et des rameaux de cèdre à piéger les radicaux libres.

Mots clés : *Cedrus atlantica* ; pouvoir antioxydant; caractérisation phytochimique.

Abstract

This study is part of the development of a forest species endemic to North Africa through the evaluation of the antioxidant activity of its leaves and twigs. The aqueous and ethanolic extracts tested come from the leaves and branches of the Atlas cedar (*Cedrus atlantica*) collected from four cedar forests (Babour (Sétif), Hidoussa (Batna), Boutaleb (Sétif) et Ain Antar (Tissemsilt).

After comparing the yield results, we noticed that the aqueous extracts are higher than the ethanolic extracts.

In addition, the determination of antioxidant activity by the DPPH method revealed the interesting properties possessed by aqueous and ethanolic extracts of cedar leaves and twigs to scavenge free radicals.

Through our research, we have carried out some phytochemical analyses :
Polyphenols, flavonoids and tannins.

Keywords : *Cedrus atlantica* antioxidant power ; aqueous extract ; ethanolic extract. Polyphenol Flavonoids ; Tannins : Babour (Sétif), Hidoussa (Batna), Boutaleb (Sétif) et Ain Antar (Tissemsilt).

Liste des figures

Figure 1. Parties aériennes de (<i>Cedus atlantica</i>	4
Figure 2. Répartition géographique du cèdre de l'Atlas dans l'Afrique de nord.....	5
Figure 3. Les broyats : a. des feuilles ; b. des rameaux.....	11
Figure 4. Les différentes étapes de préparation de l'extrait.....	12
Figure 5. Protocole de dosage des polyphénols totaux.....	14
Figure 6. Forme libre et réduite de DPPH.....	15
Figure 7. Teneur en polyphénols des différents extraits testés.....	19
Figure 8. Teneur en flavonoïdes des différents extraits testés.....	20
Figure 9. Teneur en Tanins des différents extraits testés.....	21

Liste des tableaux

Tableau 1. Les caractères biologique et botanique du genre Cedrus	2.
Tableau 2. Les coordonnées géographique des sites du prélèvement.....	10.
Tableau 3. Rendements des différents extraits aqueux et éthanoliques selon les sites de prélèvements.....	17
Tableau 4. Les IC50 des différents extraits testés	23.

Liste des abréviations

Abs:	Absorbance.
ABTS	sel d'ammonium de l'acide 2,2 –azinobis-(3-éthylbenzothiazoline-6-sulfonique)
A f éthanol	Ain Antar feuille éthanol
Ba f aqueux	batna feuille aqueux
Bo f aqueux	boutaleb feuille aqueux
DPPH :	2,2-diphényle-1-picrylhydrazyl.
Eq	équivalente quercétine
IC50:	Concentration inhibitrice de 50 % d'une activité.
ORAC	Oxygen Radical Absorbance Capacity
SFéthanol	setif feuille éthanol
Sm	solution mère
TRAP	Total Réactive Antioxydant Potentiel

Table des Matières

Remerciements	
Dédicaces	
ملخص	
Résumé	
Abstract	
Liste des tableaux	
Liste des abréviations	
Introduction.....	1

Synthèse bibliographique

1-Généralités sur le cèdre de l'Atlas.....	2
2-Systématique	3
3-Caractéristiques botaniques	3
4-Airederépartitiondu cèdre de l'Atlas.....	4
4-1Aire naturelle.....	4
a- En Algérie... ..	4
b-Au Maroc	5
4-2Aire d'introduction	5
5-Utilisation du cèdre.....	6
6- Les métabolites secondaires	6
6-1-Alcaloïdes.....	7
6-2-Terpènes.....	7
6-3 les composés phénoliques.....	7
6-4 les flavonoïdes.....	7
6-5Tanins.....	7
7-Les activités biologiques	8
7-1 Activité antioxydante.....	8
7-2 Les méthodes d'évaluation des propriétés antioxydants in vitro.....	8
a- Test de DPPH	8
b- Test de FRAP	8
c- Test d'ABTS.....	8
d- Test de TRAP	9
7-2 Activité antibactérienne	9

7-3Activité anti-inflammatoire.....	9
-------------------------------------	---

Matériel et méthodes

1-Objectif	10
2-Matériel et méthodes	10
3-Matériel végétal	10
3-1-Préparation des extraites	10
a-Séchage.....	10
b-Broyage	11
c- Macération.....	11
d-Filtration.....	12
4- Dosage de certains métabolites secondaires.....	13
4-1-Dosage des polyphénols totaux.....	13
4-2-Dosage des Flavonoïdes.....	14
4-3-Dosage des Tanins.....	15
5-Activités antioxydante (DPPH).....	15

Résultats et discussions

1-Rendement des extraits.....	17
-2-Analyse phytochimique	19
2-1 La teneur en polyphénol totaux	19
2-2 Teneur en flavonoïdes	20
2-3 Teneur en tanins.....	21
3-Activité antioxydant	18
3-1 Détermination de la quantité d'IC50 inhibiteur des radicaux libre DPPH	18
Conclusion.....	23
Références bibliographiques.....	24

Introduction

Introduction

Les plantes médicinales ce sont des matières premières à l'extraction industrielle des substances naturelle pures, destinées dans la grande majorité des cas à indications thérapeutiques majeurs, et sont dites médicinales lorsqu' un de leurs organes possède des activités pharmacologiques, pouvant conduire à des emplois. On appelle plante médicinale toute plante renfermant un ou plusieurs principes actifs capables de prévenir, soulager ou guérir des maladies. (Schauenberg, 1997)

L'utilisation des plantes médicinales est en croissance dans la plupart des pays du monde. A travers les siècles, les traditions humaines ont su développer la connaissance et l'utilisation des plantes médicinales. Si certaines pratiques médicales paraissent étranges et relèvent de la magie, d'autre au contraire semble plus fondée, plus efficaces. Pourtant, toutes ont pour objectif de vaincre la souffrance et d'améliorer la santé des humains.

Parmi les plantes médicinales qui constituent le couvert végétal algérien, se trouve le cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica*) qui est une essence endémique des montagnes de l'Afrique du nord (M'hirit 1999), occupant une aire de répartition géographique très fragmentée. Cependant, très peu de recherches ont été menées sur les activités biologiques des rameaux et des feuilles de cette espèce forestières.

C'est dans ce contexte, que s'inscrit cette étude qui a pour objectif de étude des caractérisation phytochimique et d'évaluer l'activité antioxydant des extraits éthanoliques et des extraits aqueux des rameaux et des feuilles de *Cedrus atlantica* prélevés sur quatre cédraies

Notre manuscrit, est composé de trois parties principales :

Première partie concerne la synthèse bibliographique afin de fournir des informations sur la plante, la description et caractérisation botanique, répartition géographique, l'utilisation de cette plante et des informations générales sur les activités biologique.

Deuxième partie concerne la partie expérimentale qui comporte un chapitre sur le matériel et les méthodes utilisées lors ce travail.

Dans la troisième partie nous discuterons les résultats obtenus lors de cette étude.

Finalement une conclusion qui résume l'ensemble des résultats trouvés.

Synthèse bibliographique

Synthèse bibliographique

1. Généralités sur le cèdre

Le genre *Cedrus* compte quatre espèces végétales (Tableau1): *Cedrus libani* (cèdre du Liban) naturellement présent au Liban, en Syrie et en Turquie, *Cedrus atlantica* (cèdre de l'Atlas) originaires d'Afrique du nord au Maroc et en Algérie, *Cedrus brevifolia* (Cèdre de Chypre) sur l'île de Chypre et *Cedrus deodara* (Cèdre de l'Himalaya) qui est distribué dans les montagnes de l'Himalaya (**Gaussen, 1964 ; Debazac, 1968; Saab et al. 2012**).

Le cèdre de l'Atlas, est une espèce d'arbre appartenant à la famille des Pinacées. Il tire son nom de sa principale zone de croissance, les montagnes de l'Atlas en Algérie et au Maroc, c'est l'une des quatre espèces de cèdres existantes.

Le cèdre de l'Atlas est une espèce emblématique des forêts d'Afrique du nord où il constitue des cédraies de superficies variables au sein des massifs montagneux de l'Algérie et du Maroc. Il est économiquement et écologiquement l'un des arbres les plus importants de la montagne méditerranéenne (**Achhal, 1980**). C'est une espèce précieuse et protégée en raison de la déforestation et de la réduction de son habitat naturel. Des mesures de conservation sont mises en place pour préserver cette espèce et favoriser sa régénération dans son aire de répartition naturelle.

Tableau 1. Les caractères biologiques et botaniques du genre *Cedrus* (**Gaussen et al, 1982; Philips, 1987 ; Bary-lenger et al., 1999 ; M'hirit et Benzyane, 2006**)

Caractères	<i>Cedrus atlantica</i>	<i>Cedrus libani</i>	<i>Cedrus deodora</i>	<i>Cedrus brevifolia</i>
Hauteur	Atteindre 40m	25 à 35 m	Atteindre 75 m	20 m
Aiguilles	1 à 2 cm	1,5 à 3,5 cm	3 à 5 cm	0,5 à 1,5 cm
Cônes	5 à 8 cm	7 à 10 cm	7 à 12 cm	7 cm
Graines	0,8 à 1,2 cm	1 à 1,4 cm	1 à 1,5 cm	0,8 à 1,4 cm
Altitude m	1500 à 2400	1300 à 2300	2000 à 3000	800 à 1300
Superficie ha	170000	160000 à 500000	500000	Queluesdizaines d'ha

1-1 Systématique

Au plan taxonomique, d'après (**Maire, 1952 in Bahouche, 2016**), le cèdre de l'Atlas présente la systématique suivante :

- ✓ **Règne** : plante.
- ✓ **Embranchement** : Spermaphytes.
- ✓ **Sous-embranchement** : Gymnospermes.
- ✓ **classe** : vectrices.
- ✓ **Ordre** : Coniférales.
- ✓ **Famille** : Pinacées
- ✓ **Sous-famille** : Abiétées.
- ✓ **Genre** : Cedrus .
- ✓ **Espèce** : *Cedrus atlantica*.

1-2 Caractéristiques botaniques

- **L'arbre**: pouvant atteindre 50m de haut à l'âge adulte dans les peuplements soit anciens en sol profond, soit serrés (**Boudy, 1952**)
- **Le port**: possède dans son jeune âge un port pyramidal, puis avec l'âge il s'étale, pour prendre une forme tubulaire, le fut du cèdre est rectiligne.
- **L'écorce**: Structure lisse à l'état juvénile, puis constituée de petites écailles et de crevasses sinueuses. (**Toth, 1980**)
- **Les feuilles** : en forme d'aiguilles aiguës, persistantes 3-4 ans, assez rigides, 15 à 20 mm, leur couleur allant du vert clair foncé jusqu'au bleu. (**Boudy, 1952 ; Toth, 1980**)
- **Le fruit**: la maturité des cônes dure 2 ans après la floraison, de couleur brune violacée, ils ont 5-8 cm de dimension 10 cm. (**Riou-Nivert, 2007 ; Toth, 1980**)
- **La graine**: grosse, triangulaire, 10-15 mm, marron roux se termine par une large aile, très résineuse (**Toth, 1980**)
- **Le système racinaire**: est très développé, pivotant, les racines des plants d'une année sont comprises entre 14 et 20 cm. (**Toth, 1980**)



Figure 1. Parties aériennes de *Cedrus atlantica* : a. Ecorce ; b. Cône ; c. Feuilles (aiguilles)

1-3 Aire de répartition du cèdre de l'Atlas

Originnaire des hautes montagnes d'Algérie et du Maroc, le cèdre de l'Atlas occupe une aire de répartition très morcelée (**Fig. 4**).

1-3.1 Aire naturelle

Le Cèdre de l'Atlas est une essence forestière endémique des montagnes de l'Afrique du nord et dont l'aire naturelle se situe en Algérie et au Maroc (**Medjahdi, 2016**). Il s'organise en sept blocs, dont quatre dans les montagnes Marocaines et trois dans les montagnes algériennes. (**Bahouche, 2016**)

1-3.1.1 En Algérie

Santa et Quezel (1962) ont inventoriés 30.000 ha de cèdre au niveau national, alors qu'en 1996, la Direction Générale des forêts (Alger) fait état de 12000 ha seulement. L'aire de répartition du cèdre de l'Atlas est très morcelée. Elle se présente en îlots d'importance inégale, localisée sur les hautes montagnes des Atlas tellien et Saharien. Les cédries les plus importantes se trouvent dans les Aurès.

a. Atlas Tallien

- Les cédraies de Djurdjura (Tala Guilef, Ait ouabaine, Tikjda) avec 2000 ha.
- La cédraie des Babors, avec 1300 ha.
- La cédraie de Theniet El-Had avec 1100 ha.
- La cédraie de Chréa avec 1000 ha.

b. Atlas saharien

Au niveau de l'Atlas saharien, le cèdre de l'Atlas constitue d'importants peuplements dans les Aurès et Belezema avec 17000 ha, ainsi que dans les monts de Hodna avec 8000 ha. (Saad, 2019)

1-3.1.2 Au Maroc

C'est au Maroc que se trouve actuellement l'essentiel des peuplements du cèdre de l'Atlas, cette essence occupe au Maroc près de 120000 ha. Selon M'Hirit 1994, le cèdre est réparti sur les cédraies de: Rif, Tazekka, moyen-Atlas central, moyen-Atlas oriental et du haut-Atlas oriental. (Saad, 2019)

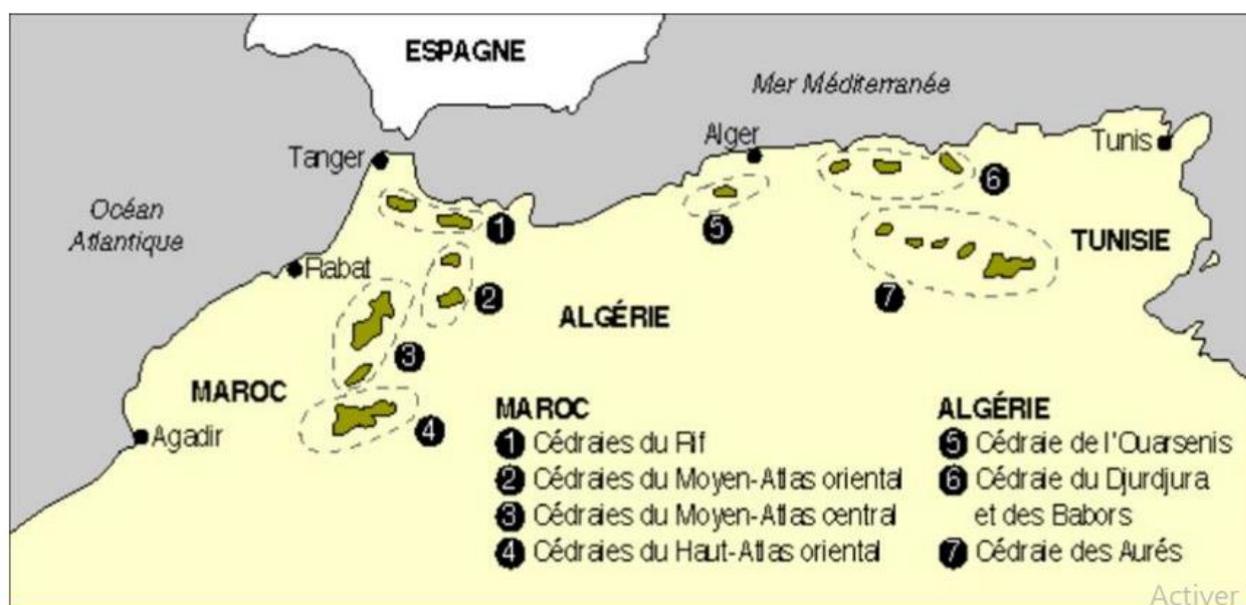


Figure 2. Répartition géographique du cèdre de l'Atlas dans l'Afrique de nord (M'hirit, 2006)

1-3.2 Aire d'introduction

Le cèdre de l'Atlas a été introduit par l'homme dans divers pays méditerranéens et autres au cours des derniers siècles ; d'abord comme arbre ornemental des parcs et jardins, puis comme espèce de reboisement. Les raisons de son introduction sont multiples : espèce de reboisement rustique vis-à-vis du climat et du sol, plastique, résistante aux incendies, capacité de régénération naturelle suffisante, non acidifiante. (Du Merle et al, 1978 in Nezzar Kebaili, 2009)

Synthèse bibliographique

Les principaux pays dont il a été introduit sont :la France, l'Italie, la Bulgarie, Hongrie, la Russie, la Tunisie et autres pays. Selon **Dahmane et khoja (1994)**, les premiers résultats d'acclimatation montrent une adaptation et croissance convenable.

1-4 Utilisation du cèdre

- Les huiles essentielles de cèdre ont des propriétés antiseptiques, elles sont utilisées en massage aromatique et parfois dans les affections des voies respiratoires et dans le traitement des bronchites, le mélange résine-huile essentielle est utilisé pour le traitement des yeux.
- Les aiguilles sont par ailleurs utilisées comme fourrage pour le bétail durant les périodes d'enneigement. (**Bahri Bachir, 2007**)
- La qualité du bois du cèdre est supérieure à celle de tous les pins dans le méditerranée, elle lui assure toutes sorte d'utilisation, fabrication de chalets, menuiserie, charpente poteaux, placage intérieur, meubles rustiques. Les produits d'éclaircies peuvent être utilisés également en papeterie, mélanges en faible quantité avec le pin (**M'hirit, 2006**). Il peut même fournir de la térébenthine. (**Becker et al, 1983**)
- Le cèdre de l'Atlas bénéficie d'une grande facilité de régénération naturelle dans les étages de chêne vert en Afrique du Nord et chêne pubescent en France, assurant ainsi la pérennité des peuplements et permettant des reboisements économiques par point d'appui. (**M'hirit et Benzyane, 2006**)
- Protection contre l'incendie, son feuillage peu inflammable (**Alexandrian et Gouiran, 1992**) avec l'élimination de la végétation herbacée très inflammable. (**Toth, 1990**)
- Maintien d'un équilibre biologique en protégeant et en améliorant le sol. (**Toth, 1990**)
- Arbre de grande valeur esthétique. (**Toth, 1980**)
- Toutes ces qualités d'adaptation aux conditions climatiques et édaphiques de la zone méditerranéenne justifient donc son utilisation importante en reboisement (**Toth, 1980; Barriteau et al., 1994**).

2. Les métabolites secondaires

Ce sont des molécules qui ne sont pas produites directement lors de la photosynthèse, mais résultent de réactions chimiques ultérieures (résultat secondaire) du métabolisme. Ils sont synthétisés par les plantes, entre autres en tant qu'agents protecteurs, odorants et colorants et aussi agents de défense pour la survie dans l'écosystème. Ils sont d'une variété structurale extraordinaire mais ils sont produits en faible quantité. Ces molécules marquent de manière originale, une espèce, une famille ou un genre de plante et permettent parfois d'établir une taxonomie chimique (**Bruneton, 2009**). Les métabolites secondaires des plantes sont représentés par trois classes principales, les terpénoïdes et les substances phénoliques (les flavonoïdes). (**Bouharmont, 2007**)

1-1 Alcaloïdes

Les alcaloïdes sont des substances naturelles et organiques provenant essentiellement des plantes et qui contiennent au moins un atome d'azote dans leur structure chimique, avec un degré variable de caractère basique. (**Paris et Hurabielle, 1981 ; Harborne et Herbert, 1995**)

1-2 Terpènes

Les terpènes, également appelés isoprénoïdes, constituent la plus grande classe de métabolites secondaires connus, contentent environ 50000 substances identifiées.

Les terpénoïdes sont parmi les composés naturels les plus variés structurellement et fonctionnellement, ils jouent plusieurs rôles critiques dans l'écologie chimique d'une large gamme d'organismes. Ils sont des substances formées par la fusion de cinq unités de carbone qui ont un squelette ramifié (unité isoprène). Ils comprennent des hormones (gibbérellines et acide abscissique), des pigments caroténoïdes, des stérols. Ils sont principalement synthétisés par voies de l'acide mévalonique (**William, 2003**).

1-3 Les composés phénoliques

Groupe de molécules de structures variées, les polyphénols sont caractérisés par la présence d'au moins d'un noyau benzénique auquel est directement lié au moins un groupement hydroxyle libre, ou engagé dans une autre fonction tels que : éther, ester, hétéroside (**Bruneton, 1999**). Ils sont considérés comme substance phytochimique avec des effets probiotiques, antioxydants, chélation et inflammation (**Protova et al. 2003**). Les principales classes de composants phénoliques sont : les acides phénoliques (acide caféique,

acide hydroxycinnamique, acide chlorogénique), les flavonoïdes qui représentent plus de la moitié des polyphénols, les tanins, et les coumarines. (King et Young 1999 ; Tapiero et *al.*, 2002)

1-3.1 Flavonoïdes

Les flavonoïdes désignent un groupe chimiquement assez varié de composés polyphénoliques largement retrouvés dans le règne végétal, si bien qu'ils font partie de notre régime alimentaire. Les flavonoïdes alimentaires ont des propriétés antioxydants importants et variés. Notamment, ils peuvent neutraliser divers radicaux libres, et inhiber la peroxydation lipidique. (Descamps et *al.*, 2006)

1-3.2 Tanins

Composés phénoliques de haut poids moléculaire utilisés dans l'industrie du cuir, également responsables de l'astringence de certains aliments. Les tanins sont des inhibiteurs de la peroxydation des lipides, en piégeant les radicaux libre et en inhibant la formation d'ions super oxyde par l'inhibition de la xanthine oxydase (Haslam, 1989).

3-Les activités biologiques

3-1 Activité antioxydante

3-1-1 Les antioxydants

Les antioxydants sont des substances capables de protéger l'organisme contre les effets du stress oxydatif. (Guemidi et Djerourou, 2017)

Les antioxydants les plus connus sont le B-carotène « provitamine A », acide ascorbique « vitamine C », le tocophérol « vitamine E » ainsi que les composés phénoliques (Popoviciet *al.*, 2009).

3-1-2 Les méthodes d'évaluation des propriétés antioxydantes *in vitro*

Plusieurs méthodes sont disponibles pour mesure l'activité antioxydant :

❖ Test de DPPH

Le DPPH « 2,2-diphényl-1-picrylhydrazyle » est un radical libre stable qui agit en se combinant avec d'autres radicaux libres, le plus utilisé dans l'évaluation de l'activité antioxydant. Il est caractérisé par une coloration violette en cas d'absence de l'antioxydant, il s'agit d'un test largement utilisé car il est simple et relativement reproductible. (Jdidi, 2015 *in* Guillouty, 2016)

Synthèse bibliographique

Il effectuée à température ambiante, ceci permet d'éliminer tout risque de dégradation thermique des molécules thermolabiles. (Popovici et al., 2009)

❖ Test de FRAP

Le FRAP « Ferric Reducing Antioxidant Power », ce test considéré comme direct et rapide utilisé pour déterminer l'activité antioxydant des produits étudiées dans un milieu neutre (Jarbi, 2018).

Il est basé sur la réduction d'un complexe ferrique tripyridyletraizine ferrique « TPTZ-Fe³ » en sa forme ferreux « TPTZ-Fe² » par un antioxydant à faible pH (Bara et Bechar, 2014). La solution de TPTZ à une couleur bleu intense dont le maximum d'absorbance est de 593 nm. (Galoul et Touahria, 2018)

❖ Test d'ABTS

L'ABTS « sel d'ammonium de l'acide 2,2 –azinobis-(3-éthylbenzothiazoline-6-sulfonique) », la génération du cation radical ABTS constitue de l'une des méthodes spectrophotométriques qui ont été appliquées à la mesure de l'activité antioxydante totale.

La capacité antioxydante exprimée en équivalent Trolox « TEAC » correspond à la concentration de Trolox ayant la même activité que le substance à tester. (Jarbi, 2018)

L'activité antioxydante totale d'une molécule est déduite de sa capacité à inhiber le radical ABTS^{o+}, obtenu à partir de l'ABTS avec une enzyme de peroxydation en présence de peroxyde d'hydrogène ou le persulfate de potassium. (Galoul et Touahria, 2018)

❖ Test de TRAP

Le TRAP (Total Réactive Antioxydant Potentiel) est basée sur la capacité d'un antioxydant à inhiber l'action des radicaux pyroxyles, les radicaux sont générés par les sondes fluorescentes. Le potentiel d'antioxydant des produits ainsi mesuré est rapporté en équivalent Trolox. Les avantages de cette méthode sont que les antioxydants non enzymatiques peuvent être quantifiés et la capacité antioxydante peut être mesurée. (Tiffany, 2012)

3-2 Activité antibactérienne

L'activité antibactérienne d'une molécule correspond à sa capacité d'exercer un effet bactéricide ou bactériostatique vis-à-vis d'une bactérie. Les composés phénoliques isolés des plantes médicinales sont un moyen de défense contre de nombreux micro-organismes (Nothlings et al., 2007).

3-3 Activité anti-inflammatoire

L'inflammation est une réaction de défense de l'organisme à diverses agressions qui peuvent être d'origine physique, chimique, biologique et infectieuse. En effet, de nombreux composés photochimiques sont dotés d'un effet anti-inflammatoire. (**Nothlings et al., 2007**)

Matériel et méthode

1. Objectif

L'objectif de ce travail est étude de caractérisation phytochimique l'évaluation de l'activité antioxydants des extraits aqueux et éthanolique de différant partie d'une espèce endémique d'Algérie et Maroc, le cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica*).

2. Matériel et méthodes

2.1. Matériel végétal

Le matériel végétal utilisé se compose des feuilles et des rameaux collectés sur quatre différentes cédraies d'Algérie, à savoir : Babour (Sétif), Hidoussa (Batna), Boutaleb (Sétif) et Ain Antar (Tissemsilt).

Tableau 2. Les coordonnées géographiques des sites de prélèvements

Site de prélèvement	Latitude	Longitude	Altitude (m)
Sétif	35,44,14 N	5,21,08 E	1462
Batna	35,55,59 N	6,17,41 E	968
Boutaleb	35,6602 N	5,3210 E	860
Ain Antar	35,56,50 N	2,36,28 E	1138

2.2. Méthodes

2.2.1. Préparation des extraits

2.2.1.1. Séchage

Le séchage consiste à déshydrater le végétal, cette opération importante permet la conservation des principes actifs de la plante et sa protection contre toute dépréciation ou pourriture.

Le but principal du séchage est d'éliminer la teneur en eau des plantes afin que les plantes puissent être stockées.

Le matériel végétal collecté a été mis dans un lieu aéré sur du papier cartonné à l'abri du soleil et à température ambiante relativement comprise entre 20 à 35° C, avec un étiquetage.

2.2.1.2. Broyage

Après séchage de la plante et de la séparation des aiguilles et les rameaux, nous avons procédé au broyage de chaque partie séparément à l'aide d'un broyeur et d'un moulin à café, jusqu'à l'obtention de poudre fine et homogène. Puis la poudre est conservée dans des bocaux en verre à l'abri de la lumière jusqu'à l'utilisation pour éviter la photo-oxydation des substances actives.



a



b

Figure 3. Les broyats : a. des feuilles ; b. des rameaux

2.2.1.3. Extraction

a. Macération

La macération (procédé d'extraction solide- liquide) est un processus de contact entre la poudre de matière première végétale et le solvant d'extraction, c'est une extraction qui se fait à température ambiante.

Nous avons réalisé la macération avec deux types de solvant, éthanol à 70% (organique) et eau distillée (aqueux).

Une masse de 50 g de poudres des échantillons végétaux sont placées dans un ballon à fond rond, puis 500 ml de solvant sont ajoutés pour couvrir complètement les échantillons. On couvre le ballon avec du papier aluminium et on le met sur l'agitateur. L'agitateur est utilisé pour mélanger la solution d'extraction et les échantillons végétaux. L'agitation permet d'accélérer la diffusion des composés bioactifs dans le solvant. Une fois les échantillons agités, la solution est laissée en contact avec les matériaux végétaux pendant 24 heures à température ambiante.

b. Filtration

Après la macération, la solution est filtrée à l'aide d'un papier filtre Wathman pour éliminer les particules végétales insolubles. Une fois filtrée, la solution d'extraction est transférée dans un ballon à fond rond de l'évaporateur rotatif. L'évaporateur rotatif est équipé d'un flacon de récupération qui recueille les composés volatils évaporés. L'évaporateur rotatif utilise une combinaison de chaleur et de rotation pour évaporer le solvant de la solution, concentrant ainsi les composés d'intérêt. Après une évaporation complète du solvant, on récupère les composés extraits sous forme solide ou semi-solide et on les conserve dans un récipient opale.

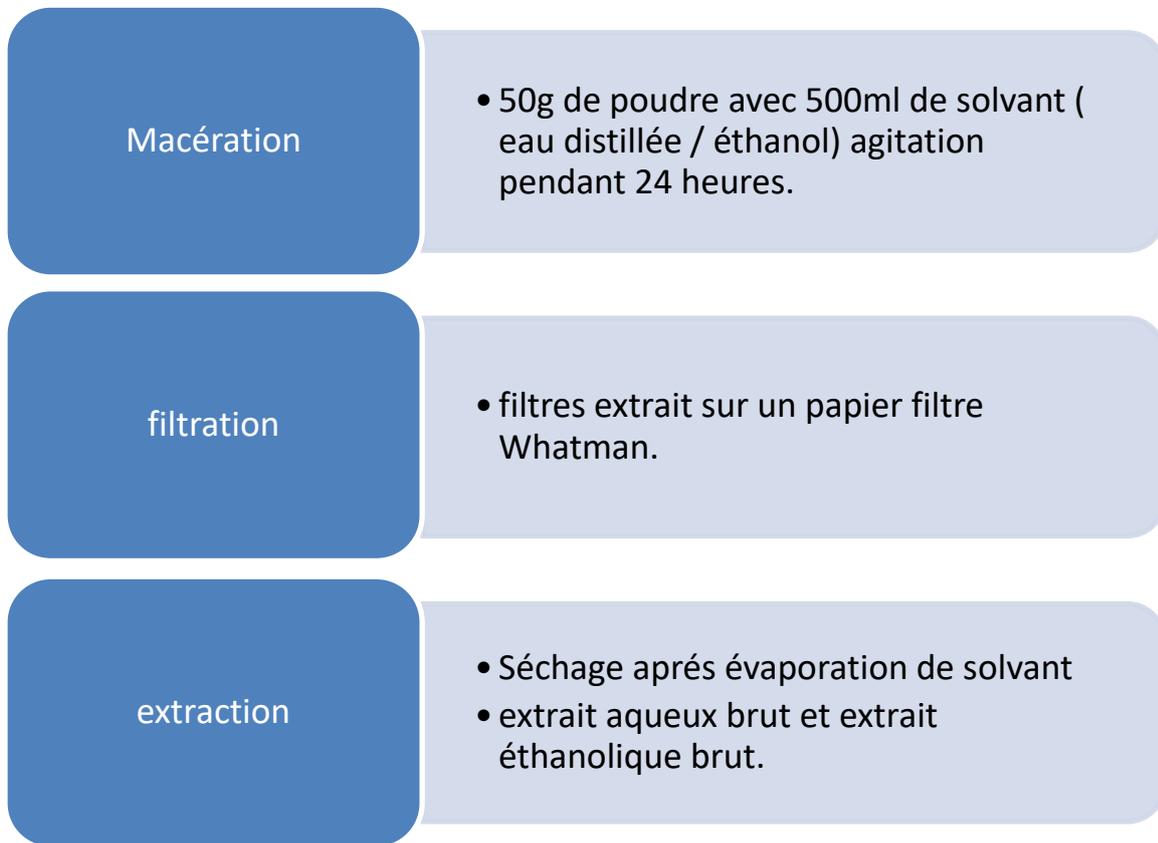


Figure 4. Les différentes étapes de préparation de l'extrait

2.2.2. Détermination de rendement

Le rendement en extrait est défini comme étant le rapport entre la masse de l'extrait et la masse de matériel végétal broyé à traiter, il est calculé selon la formule suivante :

$$R\% = (m_2/m_1)*100$$

R : rendement d'extraction en pourcentage.

m2 : masse de l'extrait après évaporation du solvant en gramme.

m1 : masse de poudre végétale traitée en gramme.

2.2.3. Dosage de certains métabolites secondaires

2.2.3.1. Dosage des polyphénols totaux

a. Principe

Le réactif de Folin-Ciocalteu est un acide de couleur jaune constitué par un mélange d'acide phosphotungstique ($H_3PW_{12}O_{40}$) et d'acide phosphomolybdique ($H_3PMO_{12}O_{40}$) qui est réduit lors de l'oxydation des phénols, en mélange d'oxydes bleus de tungstène (W_8O_{23}) et de molybdène (MO_8O_{23}). La coloration produite, dont l'absorption maximum à 765 nm, est proportionnelle à la quantité de polyphénols présents dans les extraits végétaux (Iaraba, 2016)

b. Mode opératoire

Le dosage des polyphénols totaux a été déterminé par spectrophotométrie, selon la méthode colorimétrique utilisant le réactif de Folin-ciocalteu (Singleton et al, 1999). Ce dosage est basé sur la quantification de la concentration totale de groupements hydroxyles présents dans l'extrait.

Pour obtenir la solution mère de chaque extrait (feuille et rameaux), on dissout 2 mg de poudre dans 1 ml de solvant, chaque solvant a son propre soluté, les extraits aqueux se dissolvent dans l'eau distillée et les extraits éthanoliques se dissolvent dans l'éthanol dilué à 10%. Dans des tubes à hémolyse en verre, un volume de 200 μ l de chaque extrait a été ajouté, avec un mélange de 1 ml de réactif Folin-Ciocalteu dilué 10 fois. Les tubes sont incubés pendant 5 mn à température ambiante et à l'abri de la lumière. Puis on ajoute à chaque tube 800 μ l d'une solution de carbonate de sodium à 7,5 %. Les tubes sont agités et conservés pendant 30 min. L'absorbance est lue à 765 nm.

Une courbe d'étalonnage a été réalisée en parallèle dans les mêmes conditions opératoires en utilisant l'acide gallique à différentes concentrations (0 à 1000 μ g/ml).

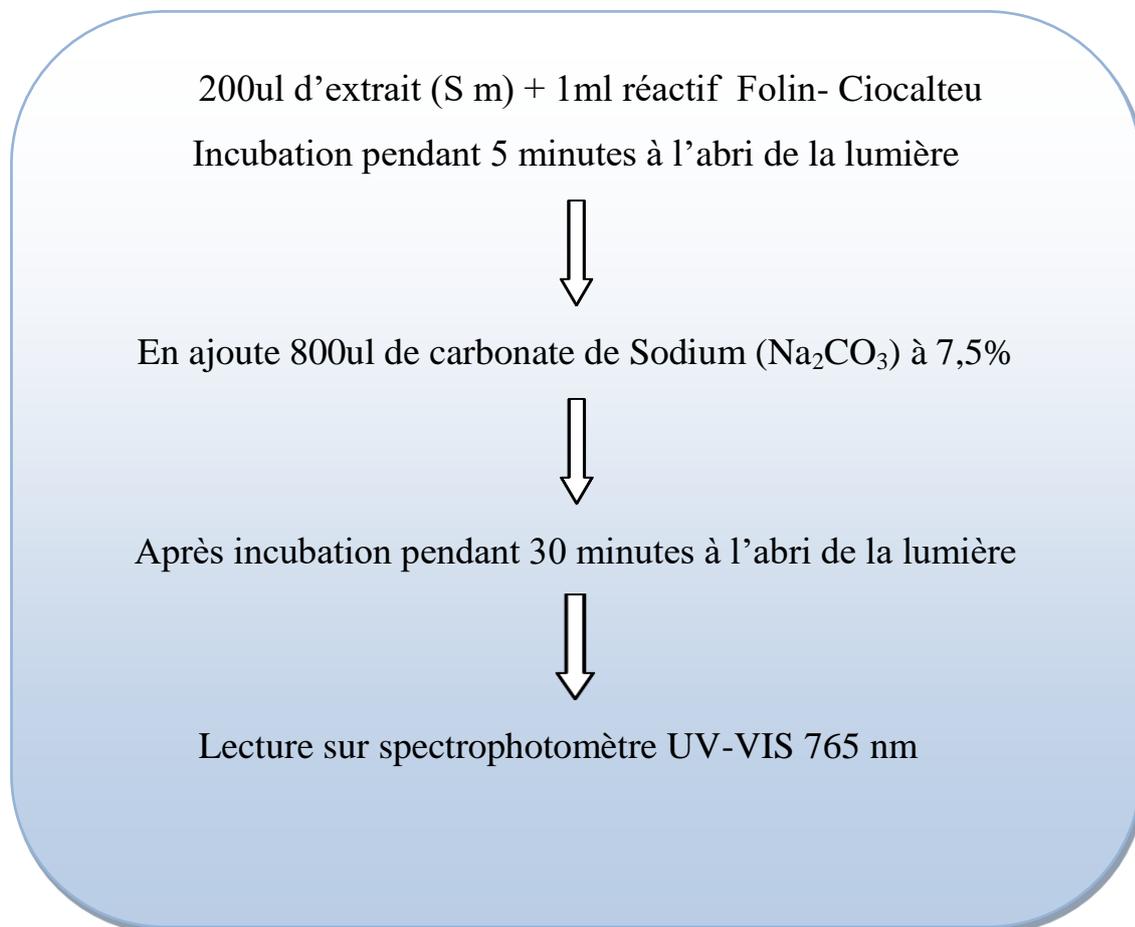


Figure 5. Protocol de dosage des polyphénols totaux

2.2.3.2. Dosage des Flavonoïdes

La quantification des flavonoïdes a été effectuée par une méthode basée sur la formation d'un complexe très stable, entre le chlorure d'aluminium et les atomes d'oxygène présent sur les carbones 4 et 5 des flavonoïdes. (Lagnika, 2005)

a. Mode opératoire

Dans un tube à hémolyse en verre, 1ml d'extrait a été ajouté à 1 ml d'AlCl₃ à 2 % méthanol. La solution est mélangée vigoureusement l'aide d'un vortex, puis incubée pendant 15 mn à l'obscurité. L'absorbance est lue immédiatement à 430 nm contre le blanc. Une solution méthanolique de quercétine a été préparée. Des solutions filles préparées à partir de la solution mère à différentes concentrations comprises entre 0 et 1000 µg/ml, permettront de tracer la courbe d'étalonnage.

2.2.3.3. Dosage des Tanins

a. Mode opératoire

Nous avons adopté la méthode à la vanilline avec l'HCL. Cette méthode dépend de la réaction de la vanilline avec le groupement flavonoïde terminal. La teneur en tanins condensés a été déterminée par la méthode de vanilline décrite par (Julkunen-Titto, 1985).

Un volume de 50 µl de chaque extrait a été ajouté à 1500 µl de la solution vanilline/méthanol à 4 %, puis mélangé vigoureusement. Ensuite, un volume de 750 µl de l'acide chlorhydrique concentré (HCl) a été additionné. Le mélange obtenu est laissé réagir à température ambiante pendant 20 min. L'absorbance est mesurée à 550 nm contre un blanc. Différentes concentrations comprises entre 0 et 1000 µg/ml préparées à partir d'une solution mère de la catéchine, permettront de tracer la courbe d'étalonnage.

2.2.4. Activités antioxydante

L'activité antioxydante est évaluée à l'aide de la méthode DPPH (1,1-diphényl-2-picrylhydrazyle) en mesurant les variations d'absorbance à une longueur d'onde de 517 nm.

Le test DPPH° permet de mesurer le pouvoir antiradicalaire de molécules pures ou d'extraits végétaux dans un système modèle (solvant organique, température ambiante). Il mesure la capacité d'un antioxydant (AH, composés phénoliques généralement) à réduire le radical chimique DPPH° (2,2-diphényl-1-picrylhydrazyl) par transfert d'un hydrogène. Le DPPH°, initialement violet, se transforme en DPPH-H, jaune pâle.

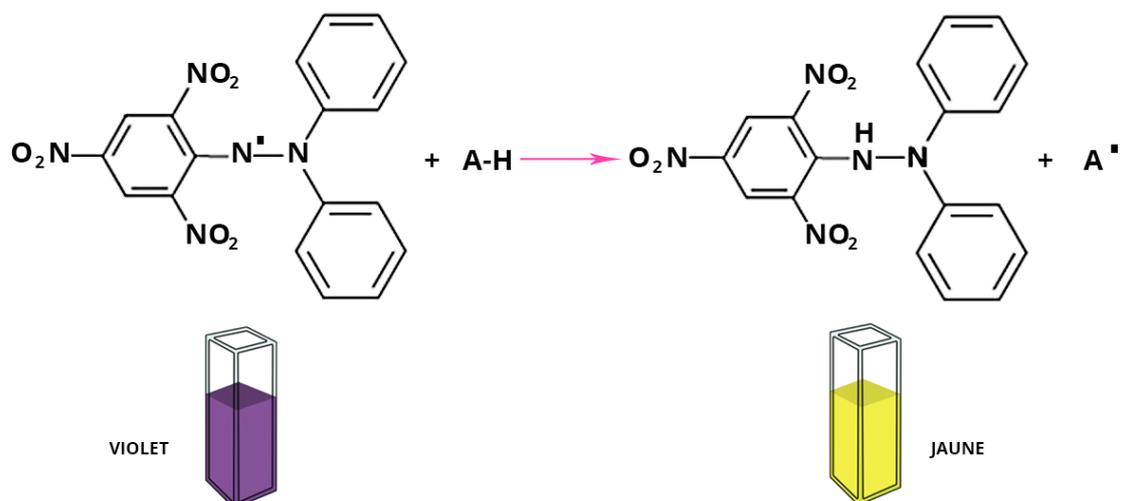


Figure 6. Forme libre et réduite de DPPH

Matériel et méthodes

a. Mode opératoire

Préparation de la solution de DPPH : On prépare une solution de DPPH, en dissolvant 2mg de DPPH dans 100ml de méthanol et on les laisse sous agitation pendant 15 mn, puis on filtre la solution et on la conserve dans un flacon opale.

Préparation des échantillons : On prépare une solution mère des extraits de chaque échantillon de plante testée. A partir de ces solutions mères, on prépare au moins quatre dilutions dans des solvants appropriés.

Mélange des échantillons et de la solution de DPPH : On ajoute un volume de 1000 µl de solution DPPH à 200 µl de chaque échantillon dans des tubes eppendorf. On prépare trois répétitions pour chaque échantillon.

Incubation : les tubes eppendorf sont incubés dans l'obscurité à température ambiante pendant 30 mn.

Mesure de l'absorbance: Après l'incubation, l'absorbance de chaque échantillon est mesurée à une longueur d'onde de 517 nm à l'aide d'un spectrophotomètre, contre un blanc (contrôle) contenant uniquement le DPPH sans échantillon.

Calcul de l'activité antioxydante : Pour évaluer l'activité antioxydante, comparez l'absorbance des échantillons avec celle du contrôle. Plus l'absorbance est faible, plus l'activité antioxydante est élevée, car cela indique une plus grande capacité des échantillons à neutraliser le radical libre DPPH.

Le pourcentage d'inhibition du radical DPPH est calculé par :

$$I\% = ((Ac - At) / Ac) * 100$$

Ac : absorbance du contrôle négatif (blanc).

At : absorbance de l'extrait testé.

Résultats et Discussions

Résultats et discussions

1-Rendement des extraits

Les extraits aqueux et éthanolique récupérés après évaporation à sec ont été pesés pour déterminer les poids sec résultant. Le rendement a été déterminé par rapport à 50 g du broyat des rameaux et des feuilles du cèdre de l'Atlas. Les résultats des quantités d'extraits obtenus sont représentés dans le tableau ci-dessous :

Tableau 3. Rendements des différents extraits aqueux et éthanoliques selon les sites de prélèvements.

	Région	extrait aqueux	extrait éthanolique
Feuilles	Sétif	21,18%	21,04%
	Batna	54,12%	18,64%
	Boutaleb	18,13%	17,83%
	Ain Antar	17,25%	17,77%
Rameaux	Sétif	79,73%	11,64%
	Batna	7,86%	9,28%
	Boutaleb	5,74%	8,40%
	Ain Antar	6,89%	8,54%

Les résultats obtenus montrent que le rendement d'extraction de l'extrait aqueux plus élevé que les extraits éthanoliques dans tous les sites de prélèvement (Sétif, Batna, Boutaleb et Ain Antar) on remarqué que le rendement de l'extraits aqueux des rameaux dans la région de Sétif (79,73%) est plus élevé par rapport aux rendement des feuilles par contre le rendement des extraits éthanoliques en plus le rendement des feuilles dans les trois régions qui restes (Batna, Boutaleb et Ain Antar) sont plus élevées par rapport le rendement des extraits aqueux et éthanoliques des rameaux.

Les résultats obtenus pour les 12 extraits dépassent largement ceux obtenus par Mansouri et Mokhtari (2021) sur les rameaux prélevés de trois régions (Blida avec une valeur de 10.2%, Boutaleb avec une valeur de 13.4% et Thneit El Had. avec une valeur de 10.08%).

Résultats et discussions

2-Analyse phytochimique

2-1 Teneur en polyphénol totaux

Les méthodes colorimétriques basées sur l'utilisation du spectrophotomètre UV-VIS, ont été utilisées pour l'évaluation de la quantité des composés phénoliques dans la matière végétale. La macération et le solvant utilisés sont les principaux critères à prendre en considération pour une extraction rentable. (Turkmène *et al.*, 2007)

Les analyses quantitatives des phénols totaux, ont été déterminées à partir de l'équation de la régression linéaire de la courbe d'étalonnage, tracée en utilisant l'acide gallique comme standard. Les valeurs obtenues sont exprimées en μg EAG/mg d'extrait (Fig.9)



Figure 7. Teneur en polyphénols totaux des différents extraits testés.

Les teneurs en polyphénols totaux des différentes fractions varient entre 12,87 et 250,72 μg EAG/ mg. La concentration la plus élevée des phénols a été mesurée dans le niveau de l'extrait aqueux des feuilles provenant du Babour alors que la teneur la plus faible pour ce même métabolite secondaire a été enregistrée par l'extrait aqueux des rameaux prélevés de Ain Antar.

Résultats et discussions

En outre les extraits éthanolique des feuilles renferment plus de polyphénols que les extraits aqueux, alors que cette règle est inversé pour les rameaux où on a constaté une teneur en polyphénols plus importantes pour les extraits aqueux.

Nous avons constaté que les concentrations des feuilles en polyphénols sont plus importantes à celles des rameaux. En outre les extraits aqueux des feuilles des mêmes échantillons ont montré des valeurs plus élevés à celles des extraits éthanoliques, cette même remarque a été signalée par **Jain et al., (2015)** pour *Cedrus deodara*. Tandis que les écarts entre les teneurs en polyphénols au niveau des rameaux ne sont pas considérables entre les deux solvants (**fig 9**).

Cette teneur est plus élevée que les teneurs trouvées par **Jain et al., (2015)** pour *Cedrus deodara* (23.97 $\mu\text{g} / \text{g}$) dans l'extrait aqueux et (17.71 $\mu\text{g/g}$) dans l'extrait de l'éthanol 70%.

2-2 Teneur en flavonoïdes

Les taux des flavonoïdes des extraits ont été calculés à partir de la courbe d'étalonnage, tracée en utilisant la Quercétine comme standard. Ils sont exprimés en termes de EQ g/mg d'extraits (**fig 10**).

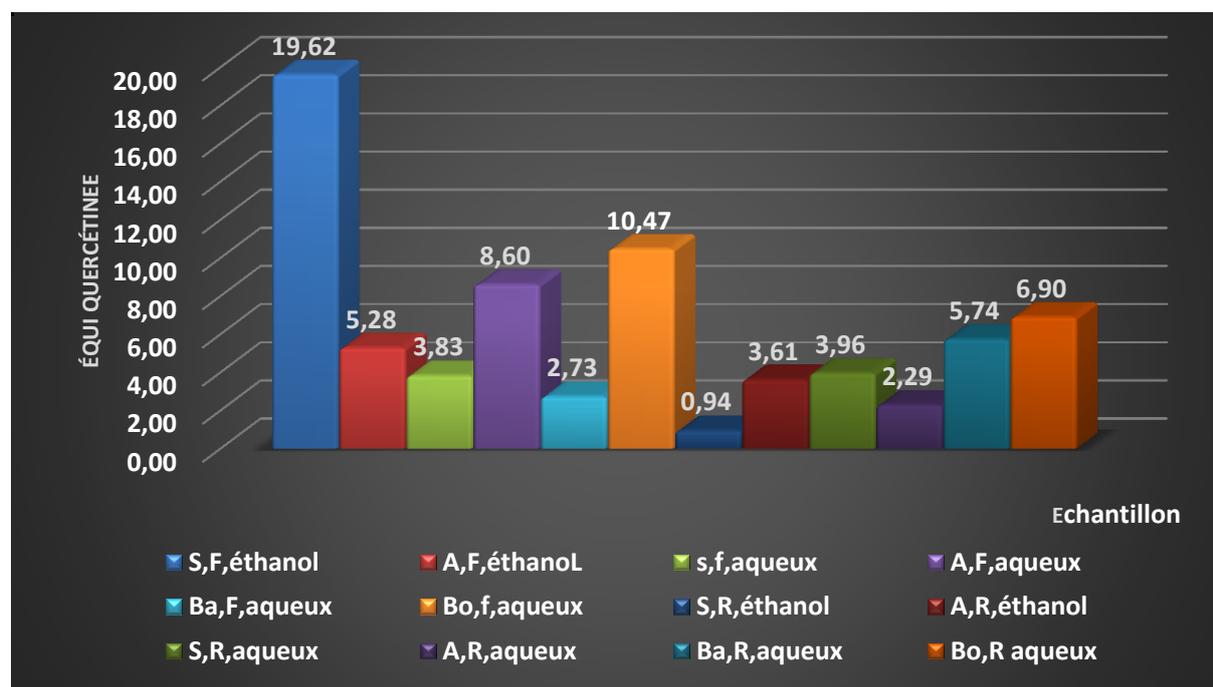


Figure 8. Teneur en Flavonoïdes des différents extraits testés.

Les résultats figurants sur le graphique (**fig 10**) montrent que les teneurs en flavonoïdes varient considérablement entre les différents types d'extraits. La dose la plus

Résultats et discussions

élevée a été enregistrée par l'extrait éthanolique des feuilles de Sétif (19.615mg Equ/g ES) alors que la dose la plus faible a été inscrite par l'extrait éthanolique des rameaux de Sétif (0.945 mg Equ/g ES).

Cette teneur est plus élevée que les teneurs trouvées par **Bahouche et Gabis (2016)** avec une valeur 5,87mg EQ/g d'extrait.

2-3 Teneur en tanins

Les teneurs en tanins ont été calculées à partir de la courbe d'étalonnage, tracée en utilisant la catéchine comme standard. Les résultats ont été déterminés à partir de l'équation de régression linéaire de la courbe d'étalonnage, et sont exprimés en Equ $\mu\text{g}/\text{mg}$ ES (**Fig 11**).

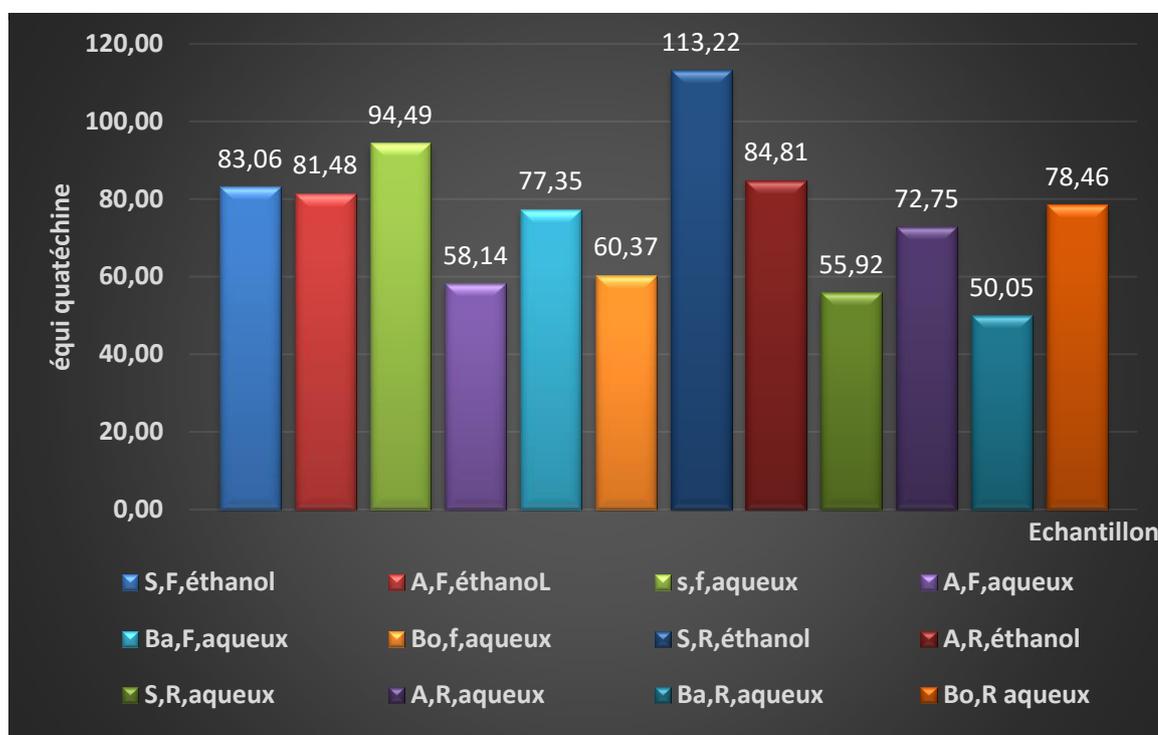


Figure 9. Teneur en tanins des différents extraits testés.

Les teneurs en tanins oscillent entre 113,22 (extrait éthanoliques des rameaux de Sétif) et 50,05 (extrait aqueux des rameaux de Batna).

Le calcul de la moyenne de tanins des différents extraits des feuilles et celui des rameaux a montré des valeurs similaires entre ces deux parties de la plante avec 75,8 Equ $\mu\text{g}/\text{mg}$. D'après la provenance du matériel végétal, les feuilles collectées de Sétif renferment la concentration moyenne de tanin la plus élevée 88,78, par contre les feuilles prélevées de Bou Taleb ont exprimées une concentration moyenne plus faible (60,37). Les extraits de rameaux

Résultats et discussions

échantillonnés à Sétif ont montré la teneur moyenne la plus grande (84,57 Equ $\mu\text{g}/\text{mg}$), par rapport aux autres régions. En revanche la teneur moyenne la plus faible a été constaté au niveaux des rameaux provenant de Batna (50,05 Equ $\mu\text{g}/\text{mg}$). Toutefois les valeurs moyennes de tanins ont été similaires pour les deux autres sites de collecte (78 Equ $\mu\text{g}/\text{mg}$).

Les teneurs en tanins (148.83 mg EC/g) obtenues des extraits de rameaux par **Bahouche et Gabis (2016)** dépassent de loin les valeurs exprimées par les rameaux examinés des quatre sites de prélèvements.

Les différences de teneur en tanins entre les régions étudiées peuvent être influencées par divers facteurs tels que les conditions climatiques, la composition chimique du sol et les variations génétiques entre les plantes de *Cedrus atlantica* présentes dans chaque région. Ces données suggèrent également qu'une attention particulière doit être accordée à la sélection de la région de collecte du matériel végétal de *Cedrus atlantica* riche en tanins.

La présence des tanins suggère la capacité de notre plante à jouer un rôle majeur en tant qu'agent antimicrobien et antioxydant (Tepe et al ; 2006).

3-Activité antioxydante

3-1 Détermination de la quantité d'IC50 inhibiteur des radicaux libre DPPH

L'évaluation de pouvoir anti-radicalaire d'un extrait de plante peut se fait par différents tests in vitro. La méthode choisie pour l'évaluation des extraits préparés dans cette étude est le piégeage du radical libre DPPH.

L'activité anti radicalaire de nos extraits est exprimée en CI50. Pour chaque extrait la CI50 est déduite de la droite d'étalonnage correspondante. L'IC50 est inversement proportionnel à la capacité antioxydante d'un composé, parce qu'il exprime la quantité d'antioxydant nécessaire pour diminuer la concentration du radical libre de 50%. Plus la valeur d'IC50 est petite, plus l'activité antioxydant d'un composé est grande (**Khoudali et al. 2014**). Les tests de l'activité antioxydante des extraits testés nous ont permis d'estimer la CI50 de chaque extrait comme il est consigné sur le tableau ci-dessous.

Résultats et discussions

Tableau 4. Les IC50 des différents extraits testés.

Echantillon	IC 50 (µg/mg)
S, F, éthanol	0,245
A, F, éthanol	0,452
S, F, aqueux	0,38
A, F, aqueux	0,384
Ba, F, aqueux	0,451
Bo, f, aqueux	0,2
S, R, éthanol	0,124
A, R, éthanol	0,13
S, R, aqueux	0,208
A, R, aqueux	0,246
Ba, R, aqueux	0,162
Bo, R aqueux	0,159

L'IC50 la plus basse a été obtenue avec l'extrait éthanolique des rameaux de Setif avec une valeur de 0.124µg/ml, suivie par l'extrait éthanolique des rameaux de Ain antar puis les extraits aqueux des rameaux de Batna et Boutaleb avec une valeur de (0.162 ; 0.159 µg/ml) respectivement. En revanche, les IC50 les plus élevées ont été signalées dans les extraits éthanoliques des feuilles de Ain antar et les extraits aqueux des feuilles de Batna, avec 0,45. La moyenne des IC50 des extraits de rameaux des différentes provenances (0,17) correspond à la moitié de la moyenne des IC50 des feuilles (0,35), ce qui classe les extraits des rameaux en première position comme antioxydant par rapport aux feuilles. Il est à signaler que l'écart entre les moyennes des IC50 des extraits éthanoliques et les extraits aqueux est négligeable, il ne dépasse guère 0,036, en faveur des extraits aqueux. D'après la provenance, le calcul de la moyenne des IC50 de chaque site de prélèvement révèle que le matériel végétal provenant de Boutaleb possède la meilleure activité biologique avec une IC50 de 0,18 et que les extraits de provenances de Batna et Ain antar manifestent l'activité antioxydante la plus faible (IC50=0,30), le site de Sétif représente une activité anti-radicalaire médiane (IC50=0,23).

Conclusion

Conclusion

La flore algérienne jouie d'une biodiversité considérable, elle possède de nombreuses plantes endémiques, aromatiques et médicinales riches en métabolites secondaires avec des caractéristiques thérapeutiques et pharmacologiques. Dans le cadre d'une valorisation de ces ressources, une espèce forestière endémique à l'Algérie et le Maroc, le cèdre de l'Atlas (*Cedus atlantica*) a fait l'objet de notre étude, à travers une caractérisation phytochimique et une évaluation de l'activité antioxydant des extraits aqueux et éthanoliques de ses feuilles et rameaux prélevés sur quatre cédraies d'Algérie.

Nous avons déterminé quantitativement, dans un premier temps, les teneurs en phénols totaux, en flavonoïdes et en tanins renfermées aux niveaux des différentes parties aériennes de la plante de *Cedus atlantica*, à savoir : feuilles et rameaux collectés sur les quatre sites, via des extraits éthanoliques et aqueux.

Ensuite, nous nous sommes intéressées à l'évaluation de l'activité antioxydante in vitro avec la méthode de DPPH de ces différents extraits.

Le dosage des trois métabolites secondaires à savoir, les polyphénols totaux, les flavonoïdes et les tanins au niveau du matériel végétal testé, nous a permis de constater la richesse de cette plante en ces trois métabolites secondaires. Les teneurs en ces métabolites varient considérablement entre les différents extraits. Elles dépendent du type de solvant, de la partie de la plante testée. Comme, elles sont influencées par les conditions écologiques de développement de la plante testée, c'est-à-dire dépendante aussi du site de prélèvement.

Les teneurs en polyphénols totaux des différentes fractions varient entre 12,87 et 250,72 μ g EAG/ mg. Les extraits éthanolique des feuilles ont montré une teneur en polyphénols plus importante à celle des extraits aqueux, alors que cette règle est inversé pour les rameaux où on a constaté une teneur en polyphénols plus importantes pour les extraits aqueux. Comme nous avons constaté que les concentrations des feuilles en polyphénols sont plus importantes à celles des rameaux.

Les teneurs en tanins oscillent entre 113,22 (extrait éthanoliques des rameaux de Sétif) et 50,05 (extrait aqueux des rameaux de Batna). Contrairement aux deux autres métabolites secondaires dosés, nous n'avons pas remarqué de différence entre la moyenne de tanins des différents extraits des feuilles et celui des rameaux. D'après la provenance du matériel végétal, les feuilles collectées de Sétif renferment la concentration moyenne de tanin la plus élevée 88,78, alors que la teneur moyenne la plus grande (84,57 Equ μ g/mg) pour ce produit a été observé dans les échantillonnés de Sétif pour le cas des de rameaux.

Conclusion

L'évaluation de l'activité antioxydante révèle que les moyennes des IC50 des différentes parties de la plante testées varient considérablement d'un organe à un autre.

L'IC50 la plus basse a été obtenue avec l'extrait éthanolique des rameaux de Setif avec une valeur de 0.124µg/ml, suivie par l'extrait éthanolique des rameaux de Ain antar puis les extraits aqueux des rameaux de Batna et Boutaleb avec une valeur de (0.162 ; 0.159 µg/ml) respectivement.

Les extraits de rameaux ont manifesté une activité anti-radicalaire considérable (IC50 moyenne = 0,17) en comparaison avec celles des feuilles (IC50 moyenne = 0,35).

En perspectives, il serait intéressant:

- De choisir et d'élargir les sites de prélèvement selon des critères écologiques ;
- Tester les différents stades des différentes parties de la plantes ;
- tester d'autres sobavants pour la préparation des extraits ;
- D'isoler et de déterminer les molécules contenues dans les différentes fractions ;
- De tester ces molécules purifiées sur des modèles biologiques, in vivo, afin de concrétiser leur usage thérapeutique et/ou industriel ;
- D'étudier la cytotoxicité de ces molécules et de déterminer les doses d'administrations thérapeutiques optimales ;
- D'étudier la corrélation et la synergie entre les substances bioactives impliquées dans les différentes activités biologiques et prospector le rôle possible que peuvent prendre des composés non-phénoliques dans ces activités

Références bibliographiques

Références bibliographiques

1. **Acharya N., barai P., katariya H., acharya S., santani D., 2015.** Evaluation of the antidiabetic potential of roots and stems of *G.Arboorea*. *Int J pharm Pharm Sci* 7(8) :355-362.
2. **Alexandrian D., Gouiran M., 1992.** Les causes des incendies. Levons le voile !. *Forêt méditerranéenne*, n° 1, p. 41-47.
3. **Ali-Rachedi, F., Meraghani, S., Touaibia N., Mesbah S., 2018.** Analyse quantitative des composés phénoliques d'une endémique algérienne *scabiosa Atropurpurea sub. Maritima L.* *Bulletin de la société Royale des Sciences de liège*, volume 87. P.13-21.
4. **Benouaklil Fatouma, 2018.** caractérisation phytochimique et étude des propriétés pharmacologiques du cèdre de l' Atlas
5. **Benyoucef S. et Harrache D., 2015.** Caractérisation de la microstructure de sciure de bois de pin sylvestre "*pinus sylvestris*" [microstructure characterization of scots pine "*pinus*"]
6. **Boudy P., 1950.** Economie forestière Nord-Africaine: monographie et traitement des essences forestières. Édition: Larose, T2. 529-619.
7. **Boudy P., 1952.** Guide du forestier en Afrique du Nord. Édition : La Maison Rustique. 505.
8. **Boughendjiuoa H., 2015.** Les plantes médicinales utilisées pour les soins de la peau. Composition chimique, activité antioxydant et antimicrobienne des huiles essentielles de *Citrus limon*, *Cinnamomun* comparaison des apports des personnes âgées avec démence du type Alzheimer avec ceux des témoins sans composés phénoliques par la réactivité avec le radical libre DPPH. *Revue de génie industriel*, Consulter sur des pyridazin-3(2h)-ones (Thèse de doctorat).
9. **Bouharmont J., 2007.** Biologie végétale 2ème édition, Bibliothèque nationale, Paris, P27.
10. **Bruneton J., 1999.** Pharmacognosie: Phytochimie, Plantes Médicinales. 3ème Edition, Tecet doc, Paris. 484-540.
11. **Bruneton J., 2009.** Pharmacognosie. Phytochimie. Plantes médicinales, 4ème édition, Technique & documentation, Paris. *Calamintha officinalis* et *Abies numidica* (Mémoire de master). Université a-mira, Béjaï. comparaison des apports des personnes âgées avec démence du type Alzheimer avec ceux des témoins sans des pyridazin-3(2h)-ones (Thèse de doctorat).

Références bibliographiques

12. **Deba F., Dang Xuan T., Yasuda M., Tawata S., 2008.** (Chemical composition and antioxydant, antibacterial and antifungal activities of the essential oils from *Bidens pilosa* Linn. Var. *Radiata*) *Food Control*, Vol. (19), page : 346.
13. **Descamps E. ; Géle D., Boret R., Vamecq J., 2006.** Modulation pharmacologique du stress oxydatif. *La lettre du pharmacologue*.20(4) :107-118. du pollen (Mémoire de master) .Université A. Mira, Béjaia.
14. **De-Volmorin J-B., 2003.** « Histoires d'arbres », Editions Jean-paul gisserot, p185
15. **Galoul A., Touahria M., 2018.** Dosage des antioxydants et l'évaluation de l'activité antioxydante
16. **Gausсен H., 1964.** Les gymnospermes actuelles et fossiles. *Trav. Lab. For.* Toulouse, Tome2(1), Fasc. VII. Pp : 273-480.
17. **Guemidi C., Djerourou N., (2017.** Effet antimicrobiens de l'extrait au éthanol de *thymus vulgaris*.
18. **Guillouty A., 2016.** Plantes médicinales et antioxydants (Thèse de doctorat). Université Toulouse III Paul Sabatie.
19. **Harborne J.B., & Herbert B., 1995.** *Phytochemical Dictionary : A Handbook of Bioactive Compounds from Plants.* Bristol: Taylor & Francis.-
20. **Haslam E., 1989.** Plant polyphenols : végétales tannins revisited. ED. cambridge University Press, cambridge, 10-13 pp.
21. **Hu Q. et Luo Y., 2016.** Polyphenol-chitosan conjugates : synthesis, caracterrization, and applications. *Carbohydrate polymers*,151, 624-639.
22. **Jain S., Jain A., Jain S., Malsiya N., Jain V. et Kumar D., 2014.** Estimation of totalphénolic, tannins, and flavonoid contents and antioxidant activity of *Cedrus deodara* heart wood extracts. *Egyptian pharmaceutical journal*, 14: 10-14.
23. **JARBI I., 2018.** Etude de l'antioxydant et anti-hyperglycémiant in vitro d'une nouvelle série des dérivés
24. **JDIDI I., 2015.** Etude phytochimique et activité biologique des extraits des huiles essentielles des
25. **Kedare S. B., singh R,P., 2011.** Genesis and developement of dpph method of antioxidant assay. *Journal of food science and technology*. 48(4) 412-422. Doi : 10.1007/s1 3197-011-0251-1
26. **KHIMA S., MERABTI C., 2015.** Evaluation de l'activité antioxydante des huiles essentielles de

Références bibliographiques

27. **Khoudali S., Benmessaoud left D., Essaqui A., Zertoubi M., Azzi M., Benaissa M., 2014.** Etude de l'activité antioxydante et de l'action anti corrosion de l'extrait méthanolique des feuilles du palmier nain (*Chamaerops humilis* L.) du Maroc. *Journal of materials and environmental science* .V5, n°3 ,887-898.
28. **King A., yong G., 1999.** Characteristics and occurrence of phenolic phytochemicals. *Journal of the american dietetic association*.99,213-218.
29. **KD nguyen Ba G., Mathe G., 2002.** polyphénol : do they play arole in prevention of human pathologies ? *biomed pharmacother*. v 56,200-207.
30. **Kumar S., Kumar D., Singh N., Vasisht BD., 2007.** In vitro free radicalsscavenging and antioxidant activity of *Moringa oleiferapods*. *J Herb Med Toxicol* 1(2):17–22.
31. **Lagnika L., 2005.** (Etude phytochimique et activité biologique de substances naturelles isolées de plantes béninoises) Thèse de doctorat, Université Louis Pasteur, Strasbourg, page: 249.
32. **M'hirit O., 2006.** Le cèdre de l'Atlas. Mémoire du temps. Ed. MARDAGA. 288 p
33. **M'hirit O., 1994.** Le cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica*Manetti) présentation généraleet état des connaissances a travers le réseau *Silva mediterranea* "Le cèdre". *Ann.Rech. For. Maroc*, T (27). Pp : 3-21.
34. **Nazari Formagio AS., Ferreira Volobuff CR., Santiago M., Lima Cardoso CA., Do Carmo Vieira M., Valdevina Pereira Z., 2014.** Evaluation of antioxidant activity, total flavonoids, tannins and phenolic compounds in *Psychotrialeaf*extracts. *Antioxidants*3:745–757
35. **Nothlings U., Murphys P., Wilkens LR. ; Henderson B E. et kolonel L., 2007.** Flavonols and pancreatic cancer risk : the Multiethnic cohort study.*Journal of Epid émiology*. 166(8),924-931.
36. **Popovic C., Saykova I., Tylkowski B., 2009.** Evaluation de l'activité antioxydant des problèmes cognitifs Mémoire de master). Université de Montréal.
37. **Riou-Nivert P., 2007.** Fiche extraite de la Flore forestière française. Région Méditerranéenne. *Forêt entreprise*, 174(3): 14-16.
38. **Saad, 2019.**
39. **Saponjac V.T. canadanic-brunet J., cetkovic G. et Djilas S., 2016.** Detection of bioactive compounds in plants and food products. In *emerging and traditionel technologies forsaf, healthy and quality food*. Springer, cham , p81-109.

Références bibliographiques

40. **Schauenberg P., 1997.** Guide des plantes médicinales. Ed de LACHAUX et NIESTLE, Paris. 396p
41. **Tapiero H., Tew K D., Nguyen Ba G., Mathe G., 2002.** Poly phénol : Do they play arole in prevention of human pathologies ? Biomed Pharmacother .V 56 ,200-207.
42. **Tepe B., Sokmen M., Akpulat HA., Sokmen A., 2006.** Screening of the antioxidant potentials of six Salvia species from Turkey, Food chem., Vol. (95), page: 200.
43. **Tessier A. et al., 1993.** Response of metallothionein concentrations in a freshwater bivalve (*Anodonta grandis*) along an environmental cadmium gradient. thermophilus et lactobacillus bulgaricus (Mémoire de master).Université Abdelhamid ibn badis, Mostaganem.
44. **Tirizitis G., bartosz G., 2010.** Determination of antiradical and antioxydant activity : basic principales and new insights . Revew actq biochimica Polonica, 57(1) : 139-142
45. **Toth J., 1980.** Le cèdre III. La graine des plants en pépinière, reboisement, régénération naturelle. Forêt privée. *Revue Forestière*. Europe. N° 132. 41-47.
46. **Toth J., 2005.** Le cèdre de France. Etude approfondie de l'espèce Paris, Biologie, Ecologie, Agronomie. L'Harmattan, 207.
47. **William, 2003.** Physiologie végétale.(Ed) Université paris, p26.