

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE
جامعة عمار تليدجي بالقرطاج
UNIVERSITE AMAR TELIDJI LAGHOUAT

كلية العلوم
FACULTE DES SCIENCES
قسم البيولوجيا
DEPARTEMENT DE BIOLOGIE



Mémoire

En vue de l'obtention du diplôme de Master II

Domaine Sciences de la Nature et de la vie

Filière : Ecologie et environnement

Option : Ecologie végétale et environnement

THEME

Evaluation et valorisation de l'activité antioxydante des extraits des fruits du pistachier de l'Atlas (*Pistacia Atlantica Desf.*) au regard de sa répartition géographique et climatique

Présenté par :

BENSALEM FATMA ZOHRA
CHADOULI WIAM

Soutenu publiquement devant le jury compose de :

Mr. Benaceur Farouk	MCA	Président
M ^{me} . Souffi Ibtisam	MAB	Examinatrice
Mr. Chaibi Rachid	Professeur	Rapporteur
Mr. Grine Ahmed	Associé	Co-rapporteur

Année Universitaire : 2021 / 2022.

Dédicaces

Bensalem Fatma zohra

Je dédie ce modeste travail à ma très chère et regrettée défunte **MAMAN** qui repose en paix, ce travail n'est autre que le fruit de ton souhait le plus cher, j'ai travaillé très dur pour le réaliser sois fière de moi ma très chère **MAMAN**.

Je le dédie aussi à **mon adorable père** qui m'a toujours soutenu à tout moment de ma vie, aucune dédicace ne saurait exprimer l'amour, l'estime et le respect que j'ai toujours pour toi, Tu es ma source d'inspiration et du courage, merci **PAPA**

A **mon frère** le plus cher celui qui porte mes peines et mes joie **Tahar** que dieu te garde pour moi.

A mes **très chers grands parents, Hadj Tahar et Hadja Fatiha** qui sont très chers à me yeux et que je les remercie infiniment pour leurs amours et pour tout ce qu'ils ont fait pour moi, que Dieu le tout Puissant les protèges et les gardes pour moi et les gratifies d'une une longue vie pleine de prospérité Inchaallah.

A ma très chère **grande mère Hadja Oumelkhir** merci de son soutien et son amour que Dieu le tout Puissant la protège et les garde pour moi et la gratifie d'une une longue vie pleine de prospérité Inchallah

A ma **tante Nadia** merci pour son amour et son soutien et un grand merci pour son aide indéfectible et très précieux pour réaliser cet ouvrage et qui a été toujours à mes côtés et disponible à tout moment de ma vie.

A ma **tante Nedjouda** merci d'être à mes coté et pour son amour son soutien permanent et sa présence quotidienne.

A mes oncles maternel **Khaled et Ahmed** merci pour leurs soutien

A mon défunt **oncle Lotfi** qu'il repose en paix.

A mes tantes **Narimane, Doudja et Lilia** merci pour leurs soutien et son amour.

A **mes frères et cousins** chacun par son nom merci d'être là pour moi.

A **mes cousines et sœurs** surtout Sabrina merci de sa présence dans mes moments les plus difficiles.

A ma **belle-mère Khadidja** merci pour son soutien et sa gentillesse.

A ma **promo écologie végétale année 2022**, merci pour les moments fous qui resteront gravé pour toujours

Dédicaces

Chdouli wiam

*A **ma mère**, la femme d'exception, mon professeur pour toujours ; ma force et ma source de valeurs.*

*A **mon père et grands-parents**, que dieu les garde et les prêts en bonne santé et longue vie.*

*A ceux qui étaient toujours en ma compagnie, cheminant ensemble les sentiers de la vie : **tante Fouzia, oncle Farid, oncle samir et oncle zohir** (chacun avec sa petite famille).*

*A ma belle-famille : **karbi** que je remercie tous ses membres pour le soutien et l'amour qu'ils m'ont apporté tout ce dernier temps.*

*A **Omar**, à qui je me sens chanceuse de l'avoir à mes côtés.*

*A ma consœur **zolla** qui n'a pas lésiné sur ses efforts dans ce travail.*

Je tiens à exprimer mes sincères gratitude à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

A toute la promotion écologie 2021-2022.

Remerciements

Nous remercions ALLAH le tout puissant, qui nous donné la force, volonté, et le courage d'effectuer ce travail.

Nous exprimons toute notre gratitude ,nos profonds respects à notre promoteur **Mr. Chaibi Rachid**, qui malgré ses lourdes tâches n'a cessé de nous encourager et de nous guider par ses conseils, son aide ,et surtout pour sa gentillesse.

A **Mr. Grine Ahmed**, notre Co-promoteur, qui nous a aidé et facilité la tâche et surtout de sa gentillesse et sa compréhension.

A **Mr Benaceur Farouk** d'avoir accepté de présider notre jurés et analyser notre travail. Aussi de sa gentillesse et de sa compréhension.

A notre examinatrice **Mme Souffi Ibtisam** d'avoir accepté d'examiner ce travail.

Nous adressons nos sincères remerciements à toutes les personnes des **laboratoires de Biologie** et de **génie des procédés** de nous avoir aidés à réaliser la pratique de ce mémoire.

Que tous ceux qui ont contribué de près ou de loin dans la réalisation de ce travail, soient rassurées qu'aucun d'eux n'est oublié.

Table des matières

Dédicacesr

Remerciments

Liste des tableaux I

Liste des figures IV

Liste des abréviations VI

Introduction 2

PARTIE 1 : Etude bibliographique

Chapitre I : Généralités sur le pistachier de l'atlas

1. Généralités 6

2 Classification botanique Du Pistachier 6

3. Description de l'arbre *Pistacia Atlantica* 7

4. Habitat et répartition 10

5. Exigences écologique du pistachier 13

5.1.Exigences édaphiques 13

6.Cortège floristique 14

7. Intérêt du pistachier de l'Atlas 15

7-1 Valeur écologique 15

7-2 Valeur agronomique et fourragère 15

7-3 Valeur médicinale 15

7-4 Valeur nutritionnelle 16

Chapitre II : Activité biologique

1 - Composés phénoliques 18

1-1 Classification des composés phénoliques 18

2. Flavonoïdes 18

2-1Structures chimiques et classification 18

3. Les polyphénols 19

4- Définition des radicaux libres 20

4-1. Rôle pathogène des radicaux libre 20

5. Balance Oxydants /Antioxydants et stressoxydant 20

6-Définition d'un antioxydant 21

6.1. Les antioxydants primaires endogènes 21

6.2. Les antioxydants secondaires exogènes 21

Table des matières

Chapitre III: Présentation de la région d'étude	
1 .Présentation de la région d'étude	23
1-1-Les facteurs climatiques	24
2-Typologie et caractérisation de type prospecte	27
PARTIE 2 : Etude expérimentale	
Matériels et méthodes	
1. Matériels	30
1-1 Matériel végétal	30
2. Méthodes	32
2.1 Préparation de l'extrait hydrométhanolique	32
2.2 Préparation des extraits méthanoïque	34
2.3 Les tests phytochimiques	34
2.3.1 Stéroïdes	34
2.3.2 Terpénoïdes	34
2.3.3 Test pour les phénols et les tanins	35
2.3.4 Flavonoïde	35
2.3.5 Protéines	36
2.3.6 Saponoside	36
2-4 Dosage de quelques constituants phytochimiques	37
2-4-1 Dosage des phénols totaux	37
2-4-2 Dosage des flavonoïdes totaux	38
2-5 Méthodes de dosage de la capacité antioxydant	38
2-5-1 Etude de l'activité antioxydant par la méthode de DPPH	39
3-Analyses Statistiques des données	40
3-1 Analyses statistiques uni variées	40
3-2 Analyses statistiques bi variées	40
3-3 Analyses statistiques multi variées	40
Résultats et discussions	
1-Nombre de graines dans un 100 g d'échantillon du pistachier de l'atlas	43
2-Résultats de l'étude biométrique	45
2-1 Croissance relative ou relation Diamètre-poids de la graine	45
3- Caractérisation biométrique des graines des stations	47
3-1Evolution du poids	47

Table des matières

3-2 Réalisation du test ANOVA	48
3-3 Comparaisons deux à deux de Fisher	48
4- Evolution des diamètres des graines	50
4-1 Réalisation du test ANOVA	50
4-2 Comparaisons deux à deux de Fisher	51
5-Comportement biochimique	52
6-Dosage des polyphénols, des flavonoïdes	54
7-corrélations de Pearson deux à deux	57
Conclusion et perspectives	64
Références bibliographiques	67
Annexe	72
Résumé	

Liste des tableaux

N°	Titre	Page
1	Associations végétales du Pistacia. Atlantica Desf. Dans le domaine steppique et saharien selon certaines littératures	14
2	Précipitations moyennes mensuelles enregistrées à Laghouat de 2010-2020.	24
3	Température moyenne annuelle caractérisé la région Laghouat durant la période2010-2020	24
4	Précipitations moyennes mensuelles enregistrées à Massaad de 1999-2019.	26
5	Température moyenne annuelle caractérisé la région Massaad durant la période1999-2019	26
6	Température moyenne annuelle caractérisé la région Massaad durant la période1999-2019	27
7	Analyse descriptive de différents échantillons de graines par station	47
8	ANOVA à un facteur contrôlé : POIDS-Lalmaya; POIDS-Messad; POIDS-Hassi Delaa; POIDS-El-Hadjeb	48
9	Testes individuel de Fisher pour les différences des moyenne	49
10	ANOVA à un facteur contrôlé : DIAM-Lalmaya; DIAM-Messad; DIAM-Hassi .Delaa; DIAM-El-Hadjeb	50
11	Tests individuels de Fisher pour les différences des moyennes	51
12	Les teneurs en polyphénols totaux, flavonoïdes et le test DPPH des extraits Méthanoliques des quatre stations	54
13	Des résultats de corrélations de Pearson deux à deux	57

Liste des Figures

N°	Titre	Page
fig1	Photo originale du Pistachier de l'Atlas à la station d'ElKhenag (w.Laghouat.2022)	7
fig2	Système racinaire généralisé du Pistachier de l'Atlas	8
fig3	Feuilles du pistachier de l'Atlas	9
fig4	Fleurs mâles et femelles du pistachier de l'Atlas	9
fig5	Fruits du pistachier de l'Atlas avant maturation	10
fig6	Distribution géographique de <i>Pistacia atlantica</i> Desf. dans le monde	11
fig7	Distribution du pistachier de l'Atlas en Algérie, (Les points verts dans la carte indiquent le pistachier de l'Atlas)	12
fig8	Wilayas où se rencontre le <i>Pistacia atlantica</i> Desf. En Algérie	12
fig9	Squelette de base des flavonoïdes	19
fig10	Structure la plus simple des composés phénoliques	19
fig11	Situation géographique de Laghouat	23
fig12	Carte de la wilaya de Djelfa.	27
fig13	Composition en graine de 100gr d'échantillon	30
fig14	Les étapes de mensuration (poids et diamètres)	31
Fig15	Protocole expérimental d'obtention des extraits à tester	33
fig16	Centrifugeuse photo originale	34
fig17	Des tests pour les phénols et les tanins photo original	35
fig18	Des tests pour les flavonoïdes photo originale	35
fig19	Des tests pour les Protéines photo originale	36
fig20	Des tests pour les saponosides photo originale	36
fig21	Les étapes de lecture avec spectrophotométrie	37/38
fig22	Dosage des flavonoïdes et lecture par spectrophotomètre photo originale	39
fig23	L'activité antioxydante par la méthode de DPPH, photo originale	40
fig24	Composition en nombre de graines par 100 gr de biomasse pour chaque station prospectée	43

Liste des figures

fig25	Pourcentage du nombre de graines en relation avec la couleur correspondante	44
fig26	Représentation graphique de la relation diamètre-poids de la graine pour les sites prospectés	46
fig27	Evolution des poids (Moy, Max et Min) par station étudiée	47
fig28	Représentation graphique correspondante à la table des tests individuels de Fisher pour les différences des moyennes	49
fig29	Evolution des diamètres (Moy, Max et Min) par station étudiée	50
fig30	Représentation graphique correspondante à la table des tests individuels de Fisher pour les différences des moyennes	52
fig31	Les différentes concentrations de stéroïdes présentes dans l'extrait brut et pur pour les quatre stations	52
fig32	Les différentes concentrations des protéines présentes dans l'extrait brut et pur pour les différentes stations	53
fig33	L'évaluation du rendement dans les extraits brut et pur pour les différentes stations	54
fig34	Evaluation de l'activité antioxydante par le test DPPH	55
fig35	Taux des flavonoïdes présent dans les graines du pistachier	56
fig36	Taux des polyphénols présent dans les graines du pistachier	56

Liste des abréviations

a	Alpha
ADN	Acide Désoxyribo Nucléique
ALCL+3	Chlorure d'aluminium
ANOVA	analysis of variance
C°	Degré seul size
Cm	Centimètre
DPPH	Diphénylpicrylhydrazyle
ERO	espèces réactives de l'oxygène
Fecl3	Chlorure de fer
Fig.	Figure
Gr	Gramme
H	Humidité
H2O4	Hydroxyperoxide
H2SO4	L'acide sulfurique
HCDS	Haut-Commissariat au Développement de la Steppe HCDS
M	Mètre
m²	Mètre carre
Max	Maximale
Min	Minimale
ml	Millilitre
Mm	Millimètre
Moy	Moyenne
N.S	Non significative
NAOH	L'hydroxyde de sodium
P	Précipitation
PP	Polyphénols
T	Température.

Introduction

Introduction :

Le pistachier de l'atlas qui présente la particularité d'être un arbre hors forêt, fait partie des ressources sylvicoles méconnues. Ce n'est que récemment, ailleurs dans le monde, que les services environnementaux et autres s'accordent davantage d'attention à cette ressource.

Pourtant, le pistachier de l'atlas est parmi les espèces qui ont développé une résistance marquée en milieux à conditions extrêmes (steppiques et arides). Soumis aux contraintes édaphoclimatiques d'une part et anthropogènes d'autre part, il supporte les vents forts, les longues périodes de sécheresses steppiques, l'ensablement, la désertification et la pression croissante de l'homme et de ses troupeaux. Dans les environnements les plus contraignants, cette espèce montre une rare plasticité qui a attiré l'attention des spécialistes sur la connaissance actuelle de cette espèce et l'intérêt biologique de ses différentes parties.

Le pistachier de l'atlas est un arbre à la fois protecteur et productif **(Monjauze, 1967)**. C'est l'une des rares espèces arborescentes encore présente dans la région semi _aride et aride, voire même saharienne.

Dans les pays en voie de développement, entre 70 et 95% de la population a recours aux plantes médicinales pour les soins primaires **(Satapathy, 2009)**.

Les plantes médicinales ayant des activités biologiques et pharmacologiques très variées, car ils agissent comme des réservoirs pour une grande variété de métabolites secondaires, y compris les polyphénols, les flavonoïdes, les tanins et les terpénoïdes. Ces plantes médicinales sont toujours utilisées par les communautés rurales avec une popularité croissante pour le traitement ou la prévention de diverses infections.

Les métabolites primaires sont directement impliqués dans les processus indispensables au développement normal et à la reproduction de la cellule. Par contre, les métabolites secondaires ne participent pas directement aux processus vitaux de la cellule, mais assurent néanmoins des fonctions écologiques importantes **(Peter et al., 2007)**.

Chez les plantes, les métabolites secondaires jouent un rôle majeur dans les interactions de la plante avec son environnement, contribuant ainsi à la survie de l'organisme dans son écosystème **(Peeking et al., 1987)**.

Les antioxydants font actuellement l'objet de nombreuses études car, en plus d'un intérêt certain dans la conservation des denrées comestibles, ils pourraient s'avérer utiles dans la prévention et le traitement des maladies dans lesquels le stress oxydant est incriminé.

C'est dans ce cadre-là que l'objectif de notre travail s'articule. Il a pour objectif d'étudier L'évaluation et valorisation de l'activité antioxydante des extraits des fruits du pistachier de l'Atlas (*Pistacia Atlantica* Desf.) et la corrélation des métabolismes secondaires avec le climat dans la région de Messad, EL Hadjeb, Lalmaya et Hassi Delaa , wilaya de Laghouat et Djelfa.

Ce mémoire est divisé en deux parties, la première partie contient trois chapitres, le premier décrit des généralités sur le *Pistcia atlantica* , le deuxième décrit les composés phénoliques , le stress oxydatif , et l'activité antioxydante et le troisième contient les zones étudiées . la deuxième partie traite les principales étapes expérimentales qui sont suivies par une discussion des résultats obtenus. Enfin , quelques perspectives sont représentées dans la conclusion .

PARTIE 1

ETUDE

BIBLIOGRAPHIQUE

Chapitre I

Généralités sur le pistachier de l'atlas

Présentation du *Pistacia atlantica*. Desf :**I-1. Généralités**

La zone aride est caractérisée à la fois par son climat toujours sec et peu pluvieux et très irrégulier et par sa végétation herbacée ou frutescente, rarement arborée. Elle est subdivisée en zone désertique (hyper aride), zone aride proprement dite et zone subaride (semi-aride), en fonction des conditions climatiques (**Aubert, 1960**). Selon **Halitim** (1988), la zone aride couvre près de 95% du territoire national, dont 89.5% dans le domaine hyper aride(saharien) (**Nedjraoui, 2003**).

Parmi les plantes qui résistent dans les zones arides, nous pouvons compter le Pistachier de l'Atlas : *Pistacia atlantica* Desf. Le genre *Pistacia* inclut des arbres et des arbustes qui diffèrent par les conditions biogéographiques et la nature du sol (**Boudy, 1948**). Il comprend plus de 11 espèces largement distribuées dans l'Asie du sud-ouest et l'Afrique du nord-ouest (**Samavati et Adeli, 2014**) et qui sont très recherchées par la communauté scientifique vu leur richesse en composés phénoliques et en propriétés biologiques intéressantes.

Le pistachier est originaire d'Asie Centrale. Présent en Turquie depuis 7000 ans avant J. C. , il a été introduit en Italie dès le premier siècle avant J. C. et par la suite, sa culture s'est étendue aux autres pays méditerranéens et aux USA en 1854 (**MOGHTADER, 2010**).

I-2 Classification botanique Du Pistachier :

Selon **Dobignard et Chatelain(2013)**, la classification botanique du pistachier de L'Atlas est la suivante :

Règne: Plantae

Embranchement : Tracheobionta

Super-division : Spermatophyta

Division: Magnoliophyta

Classe: Magnoliopsida

Sous classe: Rosidae

Ordre: Sapindales

Famille: Anacardiaceae

Genre: *Pistacia*

Espèce: *Pistacia atlantica* Desf.

Nom commun : Pistachier de l'Atlas

Noms vernaculaires : Betoum, Botma, Iggh, أَبْطَن

Nom du fruit : Elkhodiri

3. Description de l'arbre *Pistacia atlantica* :

Cet arbre est connu par les critères suivant :

- C'est un arbre puissant à croissance rapide, pouvant atteindre jusqu'à 20m d'hauteur (**Larouci, 1987**).
- La cime est généralement volumineuse et hémisphérique, dont la frondaison couvre plus de 150 m² de surface (**Brichet, 1931**).
- L'écorce de l'arbre est d'abord rouge, puis grisâtre assez claire, avant de devenir un Rhytidome dur et crevassé (**Monjauze, 1980**).
- Il préfère les endroits humides et riches en eau
- Sa longévité est environ 400ans



Figure 1 : Photo originale du Pistachier de l'Atlas à la station d'El Khenag
(**Bensalem & Chadouli, 2022**)

❖ Le système racinaire :

Le système racinaire du pistachier de l'Atlas n'est pas moins impressionnant(Fig.2). En effet, selon **Chaba et al. (1991)**, le Pistachier présente un système racinaire vigoureux. Au stade juvénile, il développe rapidement un pivot pour que la plante puisse se fixer au sol et s'alimenter. Mais au stade adulte, le pivot peut se développer et se lignifier, comme il peut disparaître et laisser place aux racines

secondaires pour se développer et donner par la suite un système racinaire à extension latérale ou superficielle. **Ozenda (1977)**, fasciné devant l'hypertrophie du système racinaire des végétaux désertiques, écrivait que les racines du Pistachier présentait un allongement de 1,5 m. Selon **Germana (1997)**, ces racines peuvent atteindre 5 à 6 m de profondeur.



Figure 2: Système racinaire généralisé du Pistachier de l'Atlas (**Limane, 2018**).

❖ Les feuilles :

Sont caduques et chutent en automne, elles sont de couleur vert pâle et sont imparipennées, glabres et sessiles (**Yaqoobi et al., 2009**). Elles sont un peu coriaces avec 7 à 11 folioles de (2,5-6) x (0,5-1,5) cm (**Monjauze, 1980**). Ces dernières sont variables dans la forme, la taille et la couleur (Figure 3) (**Tzakou et al., 2007**). Le rachis et le pétiole sont étroitement ailés. La marge de chaque foliole présente une ligne de poils presque microscopiques courbées vers l'apex et parallèles entre eux (**Monjauze, 1980**).



Figure3: Feuilles du pistachier de l'Atlas (Benyahia, 2017).

❖ **Les fleurs :**

Le pistachier de l'Atlas a une inflorescence en grappe rameuse. La floraison débute le mois de février, le plus souvent 2 à 4 semaines avant la poussée des bourgeons végétatifs (Grundwag, 1976) (Fig. 4).

- Les fleurs mâles sont disposées en grappes terminales, composées par 450 à 500 fleurs apétales. Chaque fleur est constituée d'un calice de 3 à 5 sépales, et d'un androcée composé de 5 à 8 étamines opposées (Pesson et Louveaux, 1984).
- Les fleurs femelles sont réunies en grappes composées de 190 à 260 fleurs. Chaque fleur présente un très petit calice composé de 3 à 5 sépales. Le centre est occupé par un gynécée formé de trois carpelles soudés (Pesson et Louveaux, 1984).



Figure4 : Fleurs mâles et femelles du pistachier de l'Atlas (Benyahia, 2017).

❖ Les fruits :

C'est une drupe ovoïde de 6 à 8 mm de long, d'abord jaune puis vert foncé à maturité, à un seul noyau osseux ne contenant qu'une graine (**Somon,1987**), appelée ElKhodiri par les populations locales, appellation dû à la prédominance de la couleur vert foncé à maturité. Ce sont des drupes comestibles de la grosseur d'un pois, légèrement ovales et aplaties, riches en huile dense très énergétique (**Belhadj, 1999**), appelée aussi EL Goddim. La maturité de graine coïncide avec la fin d'été (c'est-à-dire août-septembre). (**Khaldi et Khouja, 1995**).



Figure 5 : Fruits ou Elkhodiri pistachier de l'Atlas avant maturation(photo original)

4. Habitat et répartition géographique :

Pistacia atlantica est endémique essentiellement sur le pourtour méditerranéen et au Moyen-Orient, depuis les Canaries (Gomera, Teneriffe) jusqu'au Pamir (Fig. 7).en passant par :

L'Afrique du Nord, le Sahara septentrional et Tripolitaine, avec relique au Hoggar ; Chypre, Chio, Rhodès, la Grèce, la Turquie, la Bulgarie,

la Crimée, le Caucase, la Transcaucasie et l'Arménie, la Palestine, la Syrie, la Transjordanie, l'Iraq et l'Iran, l'Arabie, le Baloutchistan et l'Afghanistan.

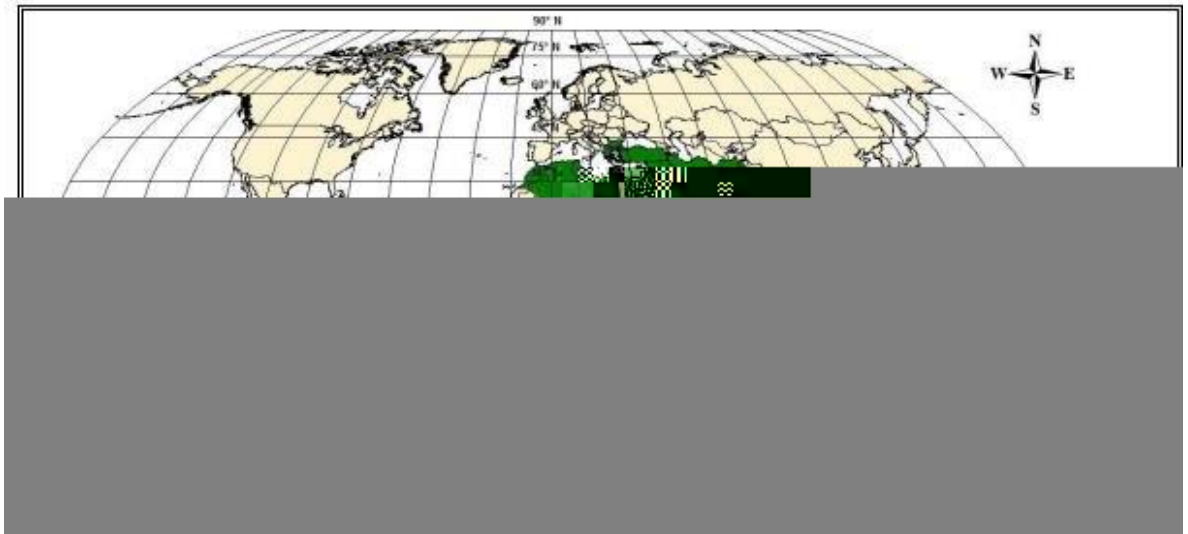


Figure 6: Distribution géographique de *Pistacia atlantica* Desf. Dans le monde (Yahia, 2011)

En Algérie :

C'est une sous espèce endémique qui figure parmi les plantes non cultivées et protégées en Algérie (**Kaabacheet al., 2005**). D'après **Boudy (1952)**, en Algérie on le trouve disséminé dans les forêts chaudes du Tell méridional, mais surtout dans la région Steppo-désertique des Hauts Plateaux et du Sahara septentrional, où il ne subsiste que dans les dayas. On le rencontre parfois en montagne dans l'Atlas Saharien (région Ain Sefra, Aflou) et sur les Hauts Plateaux oranais. Le Bétoum est un arbre par excellence des dayas du piémont méridional de l'Atlas Saharien. Sa limite extrême se trouve en plein cœur du Hoggar, où il existe à l'état de relique (Fig. 8) (**Monjauze, 1980**).

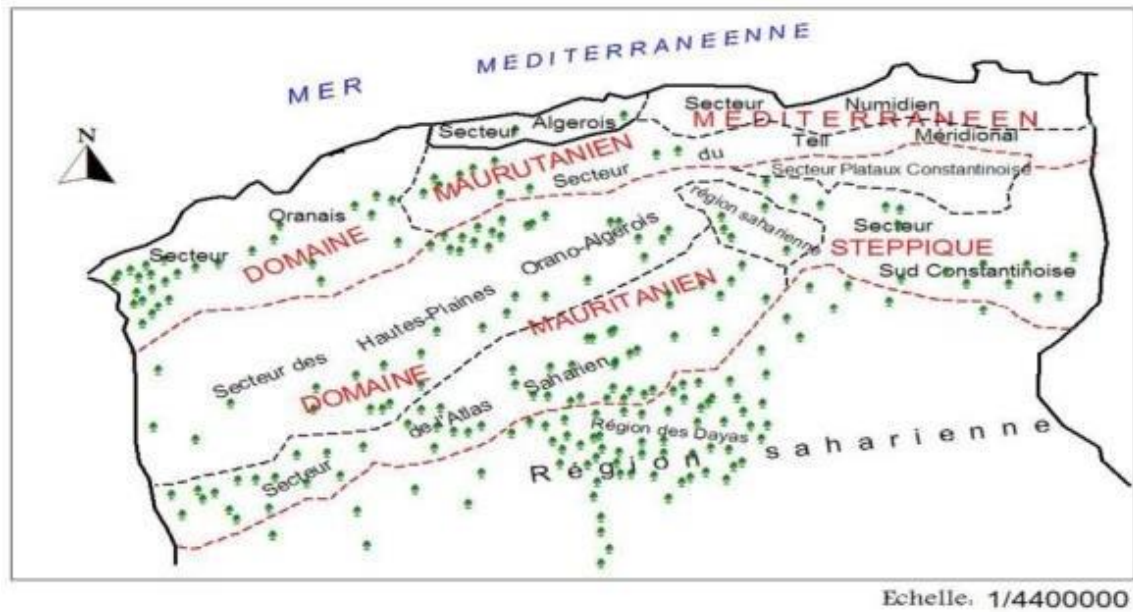


Figure. 07 : Distribution du pistachier de l'Atlas en Algérie (Monjauez, 1980).

(Les points verts dans la carte indiquent le pistachier de l'Atlas)

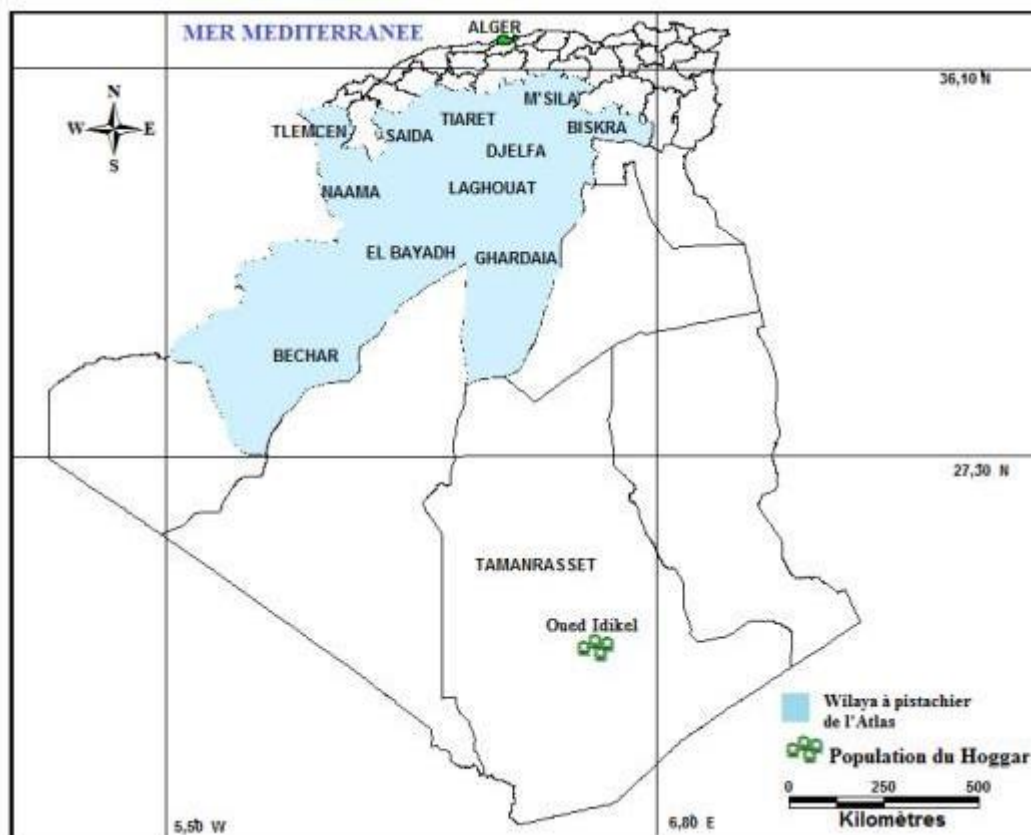


Figure08: Wilayas où se rencontre le *Pistacia atlantica* Desf. En Algérie (Yahia, 2011).

5-Exigences écologiques du Pistachier :

- Le pistachier de l'Atlas est un arbre de grande plasticité écologique ; il se trouve dans les régions semi- arides et arides, voire même sahariennes. Cette plasticité exceptionnelle vis-à-vis de la sécheresse pourrait être son caractère principal, comme il est indifférent à la nature du sol et il peut occuper dans son aire de répartition les situations les plus extrêmes (**Monjauze, 1980**).
- C'est une essence de l'étage climatique aride et peut vivre dans les conditions écologiques les plus sévères (**Boudy, 1952**).
- *Pistacia atlantica* est réellement l'essence forestière des Hauts Plateaux ; seul, il résiste à la violence des vents et à la variabilité de température. Selon **Quézel et Santa (1963)**, en Algérie le bétoum est assez commun, sauf dans les zones très arrosées.
- La limite supérieure du bétoum qui tend vers l'humidité, se rapproche de la limite inférieure de chêne zeen qui tend vers l'aridité (**Monjauze, 1980**).
- La pluviosité maximum que nous avons rencontrée en limite septentrionale de l'aire à l'ouest d'Alger est celle du versant sud du Zaccar, voisine de 1000 mm pour atteindre finalement les 70mm sur les rebords méridional de la Chebka du Mزاب (**Monjauze, 1980**). L'isohyète 200 à 250 mm lui convient le mieux (**Boudy, 1952**).
- Il Grandit suffisamment dans l'isohyète de 200 et 400 mm (**Khaldi et Khouja, 1996**). Néanmoins **Oukabli (2005)** a évalué le froid nécessaire pour la levée de la dormance des bourgeons floraux à 200 h inférieures à 7,2°C.

5.1. Exigences édaphiques :

Selon **Nègre (1962)**, le pistachier de l'Atlas est indifférent au type de sol. Il occupe une variété de sols qui se caractérisent par un pH élevé (alcalin) et pauvres en matière organique (**Brown et al., 1994, Mellah, 2007**). En effet, selon **Abdelkrim (1986)**, le calcaire ne semble pas affecter son développement. **Abdelkrim (1992)** le qualifie d'espèce calcicole. Cette essence se porte bien sur les sols limono-argileux, et se développe sur les roches calcaires où les racines s'insinuent et se développent à l'intérieur des fissures (**Khaldi et Khodja, 1996**). Il préfère, selon **Seigue (1985)**, les terrains argileux et les alluvions des plaines. Selon **Quézel et Médail (2003)**, le pistachier de l'Atlas peut occuper les fentes de rochers et de falaises (dans ce cas, sous

forme d'individus prostrés et plaqués aux rochers), les terrains plats sur sols profonds ou rocaillieux, les lits d'oueds ou les grandes dépressions temporairement humides.

6. Cortège floristique :

Les auteurs ci-après **Body (1955), Ozenda(1983), Djebaili(1984), Bouznoune(1984)** ont déclarés que le cortège floristique du Pistachier est composé de 12 plantes : *Quercus ilex*, *Acacia gummifera*, *Acacia radiana*, *Argania spinosa*, *Ziziphus lotus*, *Stippa tenacissima*, *Tamarix gallica*, *Myrtus communis*, *Nerium oleander*, *Juniperus phenica*, *Lygeum spartum*, *Artemisia herba alba*

Tableau01 : Associations végétales du *Pistacia atlantica* Desf. Dans le domaine steppique et saharien selon certaines littératures (**Boudouaya, 2015**).

	Espèces	Auteurs
1	<i>Quercus ilex</i>	Body (1955), Ozenda(1983), Djebaili(1984), Bouznoune(1984)
2	<i>Acacia gummifera</i>	Body (1955)
3	<i>Acacia radiana</i>	
4	<i>Argania spinosa</i>	
5	<i>Ziziphus lotus</i> ,	
6	<i>Stippa tenacissima</i>	Ozenda(1983), Djebaili (1984), Bouznoune(1984)
7	<i>Tamarix gallica</i>	Ozenda (1983)
8	<i>Myrtus communis</i> ,	
9	<i>Nerium oleander</i>	
10	<i>Juniperus phenica</i> ,	Djebaili(1984),
11	<i>Lygeum spartum</i> ,	Bouznoune(1984)
12	<i>Artemisia herba alba</i>	

Altitude :

Le développement optimal du Pistachier de l'Atlas serait à une altitude comprise entre 600 et 1200 mètres (**Belhadj, 1999**). Selon **Monjauze (1980)** sur l'ensemble de l'Afrique du Nord, il peut atteindre des altitudes extrêmes allant jusqu'à 1500 à 2000 mètres.

7. Intérêt du pistachier de l'Atlas :

D'après plusieurs auteurs, le rôle du pistachier est multiple (**Khalidi et Khouja, 1995 ; Belhadj, 1999 ; Benhassaini, 2007 ; Lahsissene et al., 2009 ; Maamri2008 ; Ghalem et Mohamed, 2009 ; Monjauze, 1968 ; Al oualidi et al., 2004 et de HCDS, 1996**).

7-1 .Valeur écologique :

Il constitue une essence de reboisement dans les stations les plus sévères pour la lutte contre la désertification. Comme il joue le rôle de conservation des sols et il est utilisé aussi pour la fixation des dunes comme brise-vents. C'est une source d'ombre : les animaux trouvent dans le *P. atlantica* un bon refuge de la chaleur et irradiation solaire. L'arbre est souvent le seul arbre dans la région.

7- 2 .Valeur agronomique et fourragère :

Il constitue un porte-greffe par excellence du pistachier vrai, plus résistant à l'asphyxie radiculaire que les autres espèces du genre *Pistacia*. C'est une source d'énergie par utilisation de son bois pour la cuisine et le chauffage dans les régions où les conditions de vie sont particulièrement pauvres.

Pistacia atlantica est une espèce précieuse en raison des divers intérêts par ces feuilles, L'arbre fournit un aliment apprécié par le bétail en période de disette, il procure jusqu'à 0 ,35 unités fourragères.

7-3. Valeur médicinale :

Production d'huile à haute valeur nutritionnelle ;l'huile extraite des graines présente des perspectives intéressantes. Les drupes du pistachier de l'Atlas présentent un rendement très appréciable en huile de l'ordre de 40%, comparativement à ceux d'autres espèces telles que le Soja (20 à 22%), l'Olive (20 à 25%). L'analyse de cette huile a permis de mettre en évidence sa composition en différents constituants biochimiques tels que: les structures glycéridiques (acides gras saturés et acides gras insaturés), les stérols et différentes vitamines (A et E).

L'écorce produit une résine-mastic que les populations locales s'en servent pour usage médical.

Les feuilles et l'écorce sont utilisées en décoction, contre les maux de ventre et les douleurs gastriques. En inhalation, les feuilles sont employées comme fébrifuge.

Les galls sont utilisées en poudre, seules ou associées au souchet rond comme anti diarrhéique.

L'huile essentielle résine a été prouvé d'avoir des activités antibactériennes. Les extraits phénoliques et lipidiques découvrent des activités anti-leishmaniennes.

7- 4. Valeur nutritionnelle :

Les drupes comestibles sont très énergétiques. L'huile est souvent mélangée aux dattes écrasées et peut être consommée à toute heure de la journée avec du petit lait. L'huile a un goût très proche de celui du beurre, elle est très appréciée dans la région. Les graines sont séchées, écrasées ou moulues et ramassées avec de l'eau sucrée et consommées en boulettes ou bien séchées et croquées telles quelles comme des cacahuètes.

Chapitre II

Activités biologiques

1. Composés phénoliques :

Les composés phénoliques forment un très vaste ensemble de substances qu'il est difficile de définir simplement. L'élément structural fondamental qui les caractérise est la présence d'au moins un noyau benzénique, auquel est directement lié au moins un groupe hydroxyle. Parmi les composés phénoliques, dont plus de 8000 sont connus, les flavonoïdes existent en nombres considérables (**Remesy et al., 1991**).

1-1 .Classification des composés phénoliques :

Les composés phénoliques peuvent être subdivisés en plusieurs classes. Les premiers Critères de distinction entre ces classes est le nombre d'atomes de carbone constitutifs et la structure de base du squelette carbone. On distingue des formes simples, solubles, ainsi des formes polymérisées plus ou moins solubles (tannins) dans la vacuole, et des formes insolubles qui sont directement associées à la paroi (**Dixon et Paiva, 1995 ; Dixon et al., 1995**).

2 .Flavonoïdes :

Les flavonoïdes représentent une classe de métabolites secondaires largement répandus dans le règne végétal. Ce sont des pigments quasiment universels des végétaux qui sont en partie responsables de la coloration des fleurs, des fruits et parfois des feuilles, ils constituent un groupe de plus de 6000 composés naturels du règne végétal (**Ghedira, 2005**), qui sont caractérisés par la présence d'une structure phénolique dans leur molécule, et même d'une structure flavone ce qui les distingue des autres polyphénols. Aujourd'hui plus de 9000 flavonoïdes ont été répertoriés et il en reste des milliers d'autres à découvrir puisque le squelette des flavonoïdes peut être substitué par différents groupements comme des groupements hydroxy, méthoxy, méthyl, benzyl et isoprényl (**Beecher, 2003 ; Williams et Grayer, 2004 ; Kueny-Stotz, 2008**).

2-1-Structure chimique et classification :

Les flavonoïdes sont des dérivés benzo- γ -pyran (**Skerget et al ., 2005**). Leur structure de base est celle d'un diphenylpropane à 15 atomes de carbone (C₆-C₃ -C₆), constitué de deux noyaux aromatiques (ou anneaux) que désignent les lettres A et B, reliés par un hétérocycle oxygénés, qui désigne la lettre C (**fig. 09**) (**Dacosta, 2003**)

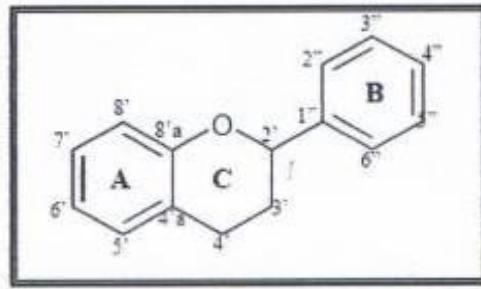


Figure 09: Structure de base des flavonoïdes (Girotti-Chanu, 2006)

3. Les polyphénols:

Les composés phénoliques ou les polyphénols (PP) constituent une famille de molécules très largement répandues dans le règne végétal. Ils sont largement distribués et comportant au moins 9000 structures. Ils sont des produits du métabolisme secondaire des plantes. (Fleuriet, 1982 ; Yusuf, 2006). Les polyphénols sont des produits de la condensation de molécules d'acétyl-coenzyme A et de phénylalanine (Nkhili, 2009). Les polyphénols ont également un rôle dans le contrôle de la croissance et le développement des plantes en interagissant avec les diverses hormones végétales de croissance. Ils permettent aux végétaux de se défendre contre les rayons ultraviolets. Certains d'entre eux jouent le rôle de phytoalexines comme les isoflavonols permettant de lutter contre les infections causées par les champignons, ou par les bactéries (Makoi et Ndakidemi, 2007).

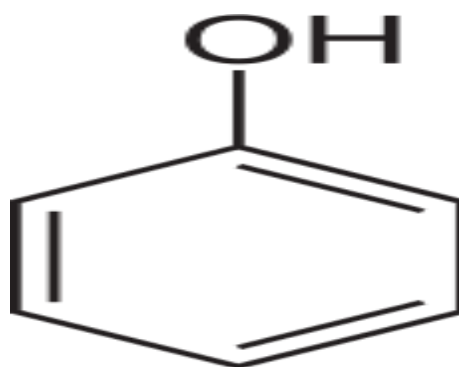


Figure 10 : Structure des composés phénoliques

4-Définition d'un radical libre

Les radicaux libres sont des atomes ou des molécules portant un électron non apparié. Cette propriété rend ces éléments très réactifs du fait de la tendance de cet électron à se ré-apparier, déstabilisant ainsi d'autres molécules. Les molécules ainsi transformées deviennent à leur tour d'autres radicaux libres et initient ainsi une réaction en chaîne. C'est typiquement ce qui se passe lors de la peroxydation lipidique **(Dacosta, 2003 et Vansant, 2004)**. Parmi toutes les espèces radicalaires susceptibles de se former dans les cellules, il convient de distinguer un ensemble restreint de composés radicalaires qui jouent un rôle particulier en physiologie et que nous appellerons radicaux libres primaires, qui dérivent directement de l'oxygène. Les autres radicaux libres, dits radicaux secondaires, se forment par réaction de ces radicaux primaires sur les composés biochimiques de la cellule **(Novelli, 1997)**. L'ensemble des radicaux libres primaires est souvent appelé "espèces réactives de l'oxygène" (ERO).

4-1. Rôle pathogène des radicaux libres :

La production de ces espèces pro-oxydantes est normale à faible concentration et s'accompagne d'un rôle physiologique important. Par contre à concentration élevée, leurs effets deviennent délétères pour les cellules, les tissus et diverses fonctions physiologiques. **(Jacob, 1995)**. Les ERO s'attaquent à la plupart des molécules organiques et inorganiques présentes dans les cellules, parmi lesquelles l'ADN, les protéines, les lipides, les acides aminés, les sucres et les métaux **(Jacob, 1995)**.

5. Balance Oxydants /Antioxydants et stress oxydant :

Les ERO ont des rôles physiologiques très importants en agissant, à faibles concentrations, sur la régulation des réponses biologiques, la transduction du signal et autres voies de signalisation **(Favier, 2003)**.

Dans l'ensemble de nos tissus sains, les défenses antioxydantes sont capables de faire face et détruire les radicaux produits en excès. On dit que la balance Oxydants /Antioxydants est en équilibre. Mais dans certaines situations, en raison d'une surproduction radicalaire (tabac, alcool, pollution, ...) ou d'une diminution des capacités antioxydantes (insuffisance d'apports des micronutriments antioxydants, inactivation enzymatiques) un déséquilibre entre production de radicaux libres et

système de défense est à l'origine d'un état redox altéré de la cellule appelé stress oxydatif (Sohal, 2002).

Le stress oxydant est responsable du dommage cellulaire lié au vieillissement, aux maladies cardio-vasculaires, au cancer et à la plupart des maladies dégénératives. Pour enrayer le stress oxydant, il faut donc aider la cellule et l'organisme par l'apport d'antioxydants secondaires (Vitamine C, E, polyphénols.) (Kohen et Nyska, 2002).

Les ERO sont également générées sous l'effet de stress environnementaux comme la pollution, l'exposition prolongée au soleil, l'absorption d'alcool ou de médicaments, l'effort intense et prolongé, ainsi que le tabagisme (une bouffée de cigarette contient environ 1014 radicaux) (Panda et al, 1999 ; Pincemail et al, 2002 ; Fiorucci, 2006). Dans les circonstances normales, cette surproduction est parfaitement maîtrisée par des systèmes de défense donc la balance antioxydant/pro-oxydant est en équilibre.

6 .Les antioxydants. :

Les antioxydants sont des substances capables de neutraliser ou de réduire les dommages causés par les radicaux libres et permettent de maintenir au niveau de la cellule des concentrations non cytotoxiques d'ERO (Vansant, 2004). On distingue au niveau des cellules deux lignes de défense inégalement puissantes pour détoxifier la cellule (Favier, 2003).

6-1 Les antioxydants primaires (endogènes):

La cellule est pourvue d'enzymes antioxydants qui sont des systèmes de défense très efficaces et permettent l'élimination des radicaux libres primaires

6-2 Les antioxydants secondaires (exogènes) :

Ce sont des molécules exogènes. Contrairement aux enzymes antioxydantes, une molécule d'antioxydant piège un seul radical libre. Plusieurs substances peuvent agir en tant qu'antioxydants in vivo, elles incluent : la vitamine E, l'acide ascorbique, les flavonoïdes, les composés phénoliques,...etc.

Chapitre III

Présentation de la région d'étude

1-Présentation de la région d'étude :

Station1 : les régions d'étude Lalmaya ,Hassi-Delaa et El-Hajeb

La wilaya de Laghouat issue du découpage administratif de 1974 occupe une position centrale en Algérie reliant les hauts plateaux avec le Sahara, elle est aussi l'un des passages obligés pour les caravanes qui vont de l'Afrique noire vers la Méditerranée. Laghouat couvre une superficie totale de 25.052 km² et fait partie du groupe des 12 wilayas steppiques du pays ainsi que des wilayas du Sud. Elle est située (33°48'N, 02°53'E) à 400 km au Sud d'Alger sur la route nationale N°1 en direction du grand Sud, par cette position elle constitue la porte centrale du Sahara. **(Houyou, 2015).**

La wilaya fait partie des wilayas du sud de l'Algérie. Elle est limitée au

- Nord et à l'Est par la wilaya de Djelfa,
- Nord-Ouest et à l'Ouest par les wilayas de Tiaret et d'El Bayadh et
- Sud par la wilaya de Ghardaïa. **(Aniref, 2011).**
- Selon la dernière organisation territoriale du pays, la wilaya de Laghouat comprend actuellement 10 Daïras et 24 communes.

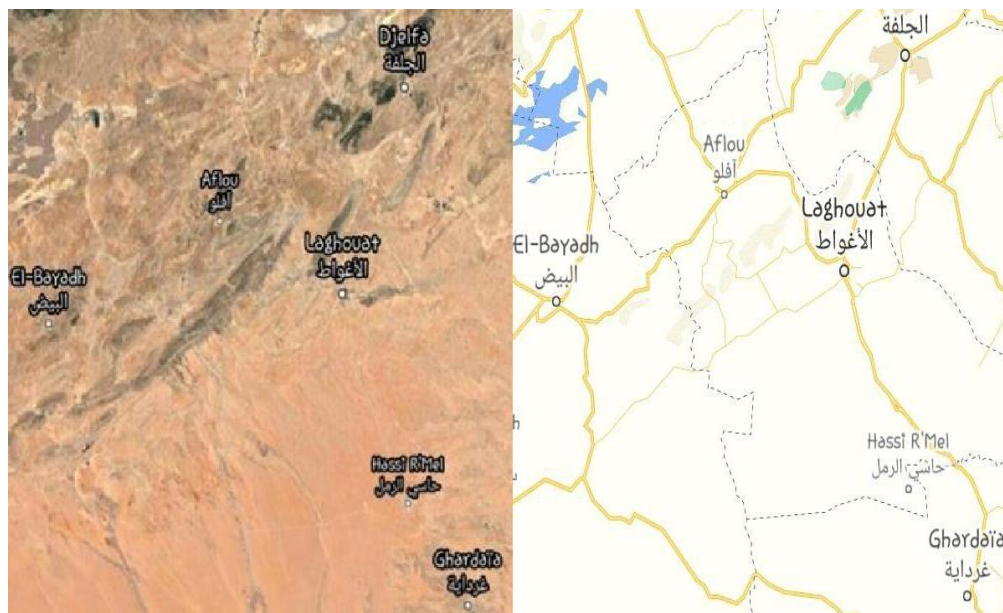


Figure11: Situation géographique de Laghouat (Google Earth, 2021).

1-1-Les facteurs climatiques :**- Précipitation**

La distribution annuelle des précipitations moyennes dans la région de Laghouat montre que les mois les plus humides sont septembre et novembre, avec des précipitations de 17,79 mm et 15,32 mm respectivement (HCDS, 2021). Alors que le mois de juillet représente la période la plus sèche de l'année avec un cumul de pluie égal à 5,48 mm.

Tableau 2 : Précipitations moyennes mensuelles enregistrées à Laghouat de 2010-2020.

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Cumul
P(mm)	9,63	8,26	8,89	15,00	10,95	10,28	5,48	11,78	17,79	14,87	15,32	9,18	137,43

- Températures

La température a une grande influence sur la végétation et est le facteur climatique le plus important dans l'aire de répartition mondiale des plantes. La température est un facteur limitant très important car elle contrôle tous les phénomènes métaboliques et donc la répartition de toutes les espèces et communautés dans la biosphère. Cela dépend de la couverture nuageuse, de la latitude, de l'exposition et de la présence de grandes étendues d'eau. Elle dépend aussi des courants océaniques, du sol et de la morphologie des plantes. (HCDS, 2021). et le mois le plus chaud juillet et le mois le plus froid se de janvier.

Tableau 3 : Température moyenne annuelle caractérisé la région Laghouat durant la période 2010-2020 .

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
T max M (C °)	13,49	14,70	18,68	23,92	28,62	33,97	38,41	36,95	31,73	25,40	17,85	14,03
T min m (C °)	1,43	1,80	4,73	9,04	13,14	17,94	22,47	22,27	17,93	12,33	6,03	2,64
T moy (M+m) /2	7,46	8,25	11,70	16,48	20,88	25,96	30,44	29,61	24,83	18,87	11,94	8,33

- **Humidité**

Elle contribue principalement à la longévité du vecteur, plus l'humidité relative est élevée, plus le vecteur a de chances de survivre à l'âge du risque épidémiologique. **(Coulbaly, 2007)**. L'humidité relative de l'air indique l'état de l'atmosphère sous forme de plus ou moins de poches de condensation ; la sensation de la sécheresse de l'air correspond à la valeur de l'humidité relative **(Seltzer, 1946)**. L'humidité dans la région de Laghouat varie de 28,54 0/0 à 68,450/0, **(Medjdoub, 2015)**.

Station 2 : wilaya de Djelfa , région étudiée de messaad

La wilaya de Djelfa retenue, d'une superficie d'environ 32280,41km², fait partie des hauts plateaux centre. Elle est située entre 33° et 35 ° de latitude Nord et 2° et 5° de longitude Est. Elle est caractérisée par une altitude variant de 150 m à 1613 m, et se trouve limitée au :

- Nord par les wilayas de Médéa et Tissemsilt
- l'Est par Biskra et Msila
- l'ouest par Laghouat et Tiaret
- sud par El oued de Ghardaïa **(Bouteldjaoui, 2011)**

Elle est caractérisée par un climat sec au Nord et Sud avec un climat saharien dans l'extrême sud, ainsi qu'un climat semi-aride dans la région du centre où se trouve la majorité du patrimoine forestier.

- Le climat sec couvre 67% de la superficie globale de la Wilaya.
- Le climat semi-aride couvre 25% de superficie globale de la wilaya.
- Le climat saharien couvre 8% de la totalité de la wilaya. (C.F.D., 2017)

1-2-Les facteurs climatiques :

- **Précipitations**

La distribution annuelle des précipitations moyennes dans la région de Massaad montre que les mois le plus sec et Juillet avec une précipitation de 4mm et Septembre la précipitation et la plus élevée une moyenne de 26 mm

Tableau 4 : Précipitations moyennes mensuelles enregistrées à Messaad de 1999-2019.

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Cumul
P (mm)	16	13	14	19	17	9	4	9	26	19	14	14	174

- Températures

La température a une grande influence sur la végétation et est le facteur climatique le plus important dans l'aire de répartition mondiale des plantes. La température est un facteur limitant très important car elle contrôle tous les phénomènes métaboliques et donc la répartition de toutes les espèces et communautés dans la biosphère. Cela dépend de la couverture nuageuse, de la latitude, de l'exposition et de la présence de grandes étendues d'eau. Elle dépend aussi des courants océaniques, du sol et de la morphologie des plantes. (HCDS, 2021).

Donc Le mois le plus chaud de l'année est celui de Juillet avec une température moyenne de 30,8 °C. Janvier est le mois le plus froid de l'année. La température moyenne est de 7.0 °C à cette période.

Tableau 5 : Température moyenne annuelle caractérisée la région Messaad durant la période 1999-2019

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	T.Mois
T max M (°C)	12.5	14	18.7	23	27.8	33.3	37.2	35.8	30.1	24.3	16.8	13	286.5
T min m (°C)	2.2	2.8	6.4	9.9	14.4	19.5	23.2	22.5	18.1	13.1	6.7	3.2	142
T moy (M+m/2) (°C)	7	8.2	12.6	16,6	21.4	27	30.8	29.5	24.2	18.7	11.5	7.7	215.2

- Humidité

Elle contribue principalement à la longévité du vecteur, plus l'humidité relative est élevée, plus le vecteur a de chances de survivre à l'âge du risque épidémiologique. (Coulibaly, 2007). L'humidité relative de l'air indique l'état de l'atmosphère sous forme de plus ou moins de poches de condensation ; la sensation ou la sécheresse de l'air correspond à la valeur de l'humidité relative (Seltzer, 1946).

Dans la région de Massaad l'humidité la plus basse est mesurée en Juillet (20.89 %)et la plus élevée en Décembre (65.71 %).

Tableau 6 : humidité moyenne annuelle caractérisé la région Massaad
durant la période1999-2019

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
H(%)	62%	55%	43%	37%	31%	25%	21%	25%	38%	47%	59%	66%

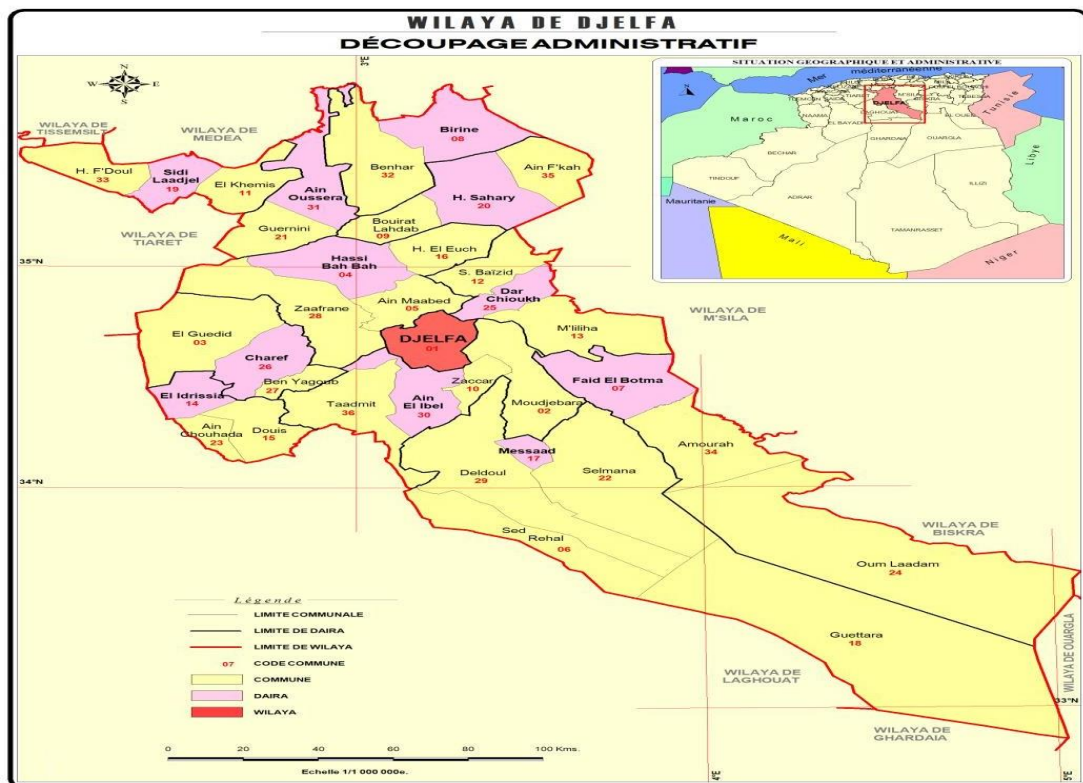


Figure12: Carte de la wilaya de Djelfa.) DGF,2022)

2-Typologie et caractérisation de type prospecte

Régions	Altitudes	Longitudes	Latitude	Etagebioclimatique	La wilaya
El Hadjeb	993m	2°31'E	33°52' N	Semi-aride	W. LAGHOUAT
Hassi Delaa	758m	03°.18'E	32°.95'N	aride (Saharien)	
Lalmaya	917m	2°E	33°.43'N	Semi-aride	
Messaad	780m	03°30'E	34°09'N	Arde	W .DJELFA

PARTIE 2 :
Etude
expérimentale

Matériels

et

Méthodes

1- Matériels :

1.1 Matériel végétal :

Les graines du pistachier de l'atlas récoltées au niveau de quatre stations :
Messaad ,Hassidelaa ,El-Hadjeb , et Lalmaya

1.1.1 Composition en graines de 100gr d'échantillon.



Figure 13 : Photo représentative d'un échantillon de graines 100g de pistachier de l'atlas les graines (Bensalem & Chadouli,2022)

1.1.2 Séparation et dénombrement des graines par couleur



Figure 14 : les étapes de mensuration (poids et diamètres)(Bensalem & Chadouli,2022).

2-Méthodes :

2.1 Préparation de l'extrait hydrométhanolique :

20 g de la poudre végétale (des quatre stations) sont ajoutés dans des flacons contenant 200ml de (160 ml de méthanol + 40 ml de l'eau distillée). Après agitation pendant 24 heures à température ambiante, les quatre macérats sont filtrés 4 fois chaque 20min à l'aide du papier filtre. Après évaporation de méthanol à 45°C à l'aide d'un rota vapeur, les solutions aqueuses seront ensuite dégraissées avec de l'éther de pétrole afin d'éliminer les lipides et les pigments. Après une agitation quatre fois pendant 5min , dégazer l'ampoule à décanté pour avoir une séparation entre l'extrait et les pigments .

La phase aqueuse est récupérée dans des cristallisoirs qui seront incubé à 40°C jusqu'à l'évaporation totale du solvant. Les extraits secs sont grattés et mis dans des flacons stériles. Le rendement d'extraction (%) est déterminé à l'aide de l'équation suivante :

$$\text{Rd (\%)} = \frac{\text{Masse de l'extrait sec}}{\text{Masse du matériel végétal utilisé}} \times 100$$

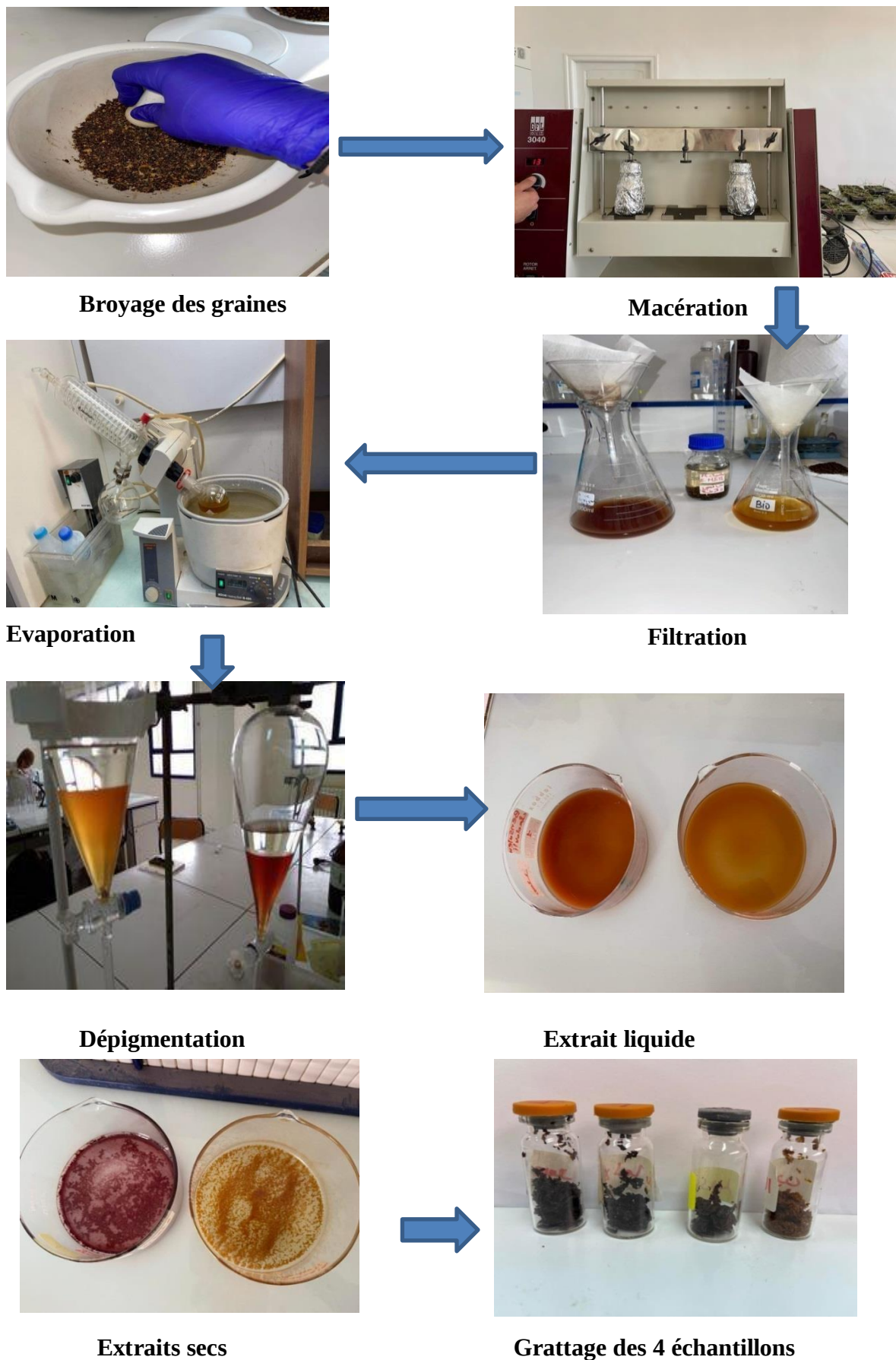


Figure15 : Protocole expérimental d'obtention des extraits à tester (Bensalem & Chadouli,2022).

2-2 -Préparation des extraits méthanoliques :

Dans huit tubes à essai (pour chaque échantillons : quatre extraits sec brut et quatre extraits sec delipidé) on a pris dans chaque tube 0,03 g d'extrait sec ajouté à 5 ml de méthanol qu' on a passé dans la centrifugeuse réglée à quatre tours pendant 30 minutes pour obtenir les extraits méthanoliques .



Figure16 : centrifugeuse (Bensalem & Chadouli ,2022).

2-3 Les tests phytochimiques

2-3.1 Stéroïdes :

Dans chaque tube à essai, on introduit 5 ml de chloroforme et 5 ml de H_2SO_4 puis 500 μ l de chaque extrait hydrométhanolique. La présence de stéroïdes a été indiquée par l'une des remarques suivantes :

- Changement d'une couleur du violet au bleu ;
- Changement d'une couleur du violet au vert ;
- Anneau de bleu/vert ;

La couche supérieure devient rouge et la couche sulfurique est jaune avec une fluorescence verte (Lerato et *al.*,2017).

2-3-2 Terpénoïdes :

Environ 2 ml de chloroforme et 3 ml de H_2O_4 ont été ajoutés à 5 ml des extraits. Une coloration brun-rougeâtre a été prise comme test positif pour les terpenoides (Lerato et *al.*,2017).

2-3-3 Test pour les phénols et les tanins : Test du chlorure ferrique :

Deux millilitres d'une solution à 5 % de FeCl_3 ont été ajoutés à 1 ml des extraits. Une couleur noire ou bleu-vert indiquait la présence de tannins et de phénols (Lerato et *al.*, 2017).



Figure 17 : Des tests pour les phénols et les tanins (Bensalem & Chadouli, 2022).

2-3-4 Flavonoïde : Test de réactifs alcalins :

3 millilitres des extraits ont été traités avec 1 ml de solution de NaOH à 10%. La formation d'une couleur jaune intense était une indication de la présence de flavonoïdes (Madike et *al.*, 2017).

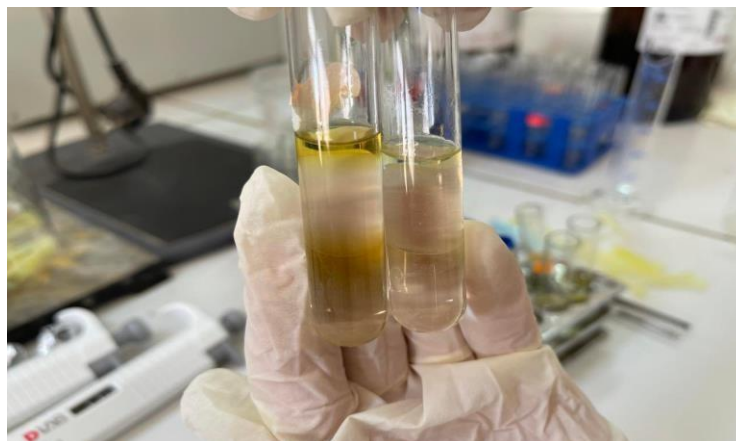


Figure18 : Résultats des tests pour les flavonoïdes (Bensalem & Chadouli, 2022).

2-3-5 Protéines : Test xanthoprotéique :

Quelques gouttes d'acide nitrique ont été ajoutées à 2 ml des extraits, un changement de couleur vers le jaune a été observé (**Lerato et al.,2017**).

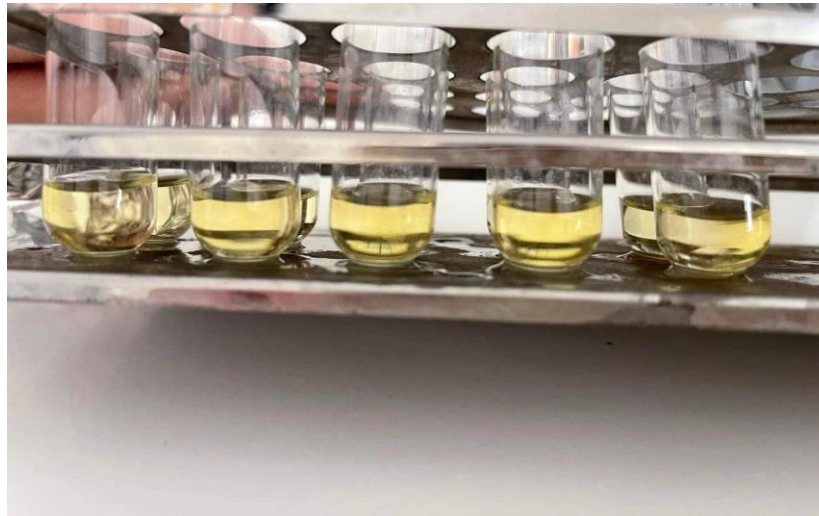


Figure19 :Résultats des tests pour les Protéines (**Bensalem & Chadouli ,2022**).

2-3-6 Saponosides :

La détection des saponosides est réalisée en ajoutant un peu d'eau distillée aux extraits (50 µl extrait + 950 µl méthanol), puis la solution est fortement agitée. Ensuite le mélange est laissé pendant 20 min. La teneur en saponosides est évaluée :

- Pas de mousse : test négatif
- Mousse moins de 1cm : test faiblement positif
- Mousse de 1-2 cm : test positif
- Mousse de 2 cm : test très positif (**Trease et Evans.,1987**).

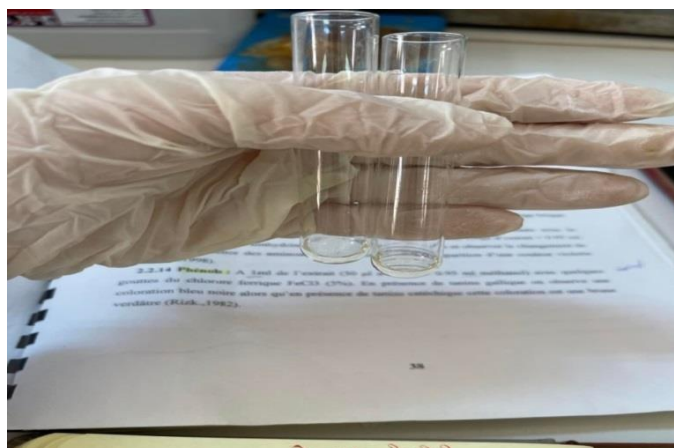


Figure20: Résultats des tests pour les saponosides (**Bensalem & Chadouli, 2022**)

2-4 Dosage de quelques constituants phytochimiques :

2-4-1 Dosage des phénols totaux :

Les polyphénols ont été quantifiés par spectrophotométrie en utilisant le réactif de Folin-Ciocalteu qui est une solution de couleur jaune.

Le protocole utilisé est basé sur la préparation en premier lieu d'une solution de carbonate de sodium à (20 %) : On prend 10g de la poudre de NaOH ajoutée à 50 ml d'eau distillée, agité jusqu'à solubilisation totale ; puis verser dans fiole et compléter jusqu'au trait de jauge ($V=100$ ml).

En deuxième lieu on fait des dilutions, dans chaque tube, on verse 3,16 ml d'eau distillée, ajoutée à différents volumes des extraits (5 μ l ; 10 μ l ; 15 μ l), complétés respectivement par l'eau distillée à 40 μ l= (0,04ml). (35 μ l ; 30 μ l et 25 μ l)

$$V_f = 3,16 + 0,04 = 3,20 \text{ ml}$$

En troisième lieu, on ajouté 200 μ l (0,2ml) de Folin –Ciocalteu dans chaque tube, à incuber pendant 3minutes

Puis ajouter 0,6ml de la solution de carbonate à incuber pendant 30 min dans un bain marie a $T^\circ = 90^\circ\text{C}$, $V_f = 3,20 \text{ ml} + 0,2 \text{ ml} + 0,6 \text{ ml} = 4\text{ml}$. L'absorbance est lue à 765nm.



Avant l'incubation



Après l'incubation dans un bain marie



Figure21 : Les étapes de lecture avec spectrophotométrie (Bensalem & Chadouli,2022).

2-4-2 Dosage des flavonoïdes totaux :

On prépare les trois solutions suivantes :

- **Nitrite** : 0,5 g dans 10ml d'eau distillée.
- **AlCl³⁺** : 2,5 g dans 25ml d'éthanol.
- **NaoH** : 4g dans 100ml d'eau distillée.

La teneur totale en flavonoïdes des extraits est mesurée selon la méthode spectrophotométrie décrite par **(Kim. et al,2003)**. 20 µl des extraits retiré de (100 µl des extraits + 400µL méthanol) sont ajoutés à 480 µl d'eau distillée +150 µl de nitrite et 300 µl de chlorure d'aluminium (AlCl³⁺). Les tubes à essai sont incubés à température ambiante pendant 5 min,

Puis 1 ml d'hydroxyde de sodium (NaoH) est ajouté. L'absorbance du mélange est lue à **510 nm** à l'aide d'un spectrophotomètre UV/Vis. Un tube témoin (le blanc =480 µl d'eau distillée +20 µl méthanol)



Figure22 : Dosage des flavonoïdes et lecture par spectrophotomètre (Bensalem & Chadouli,2022)

2-5 Méthodes de dosage de la capacité antioxydante :

Cette méthode a été utilisée pour évaluer l'activité antioxydante et anti radicalaire des extraits hydrométhanolique des huit flacons : quatre lipidiques pigmentés et quatre non lipidiques non pigmentés.

2-5-1 Etude de l'activité antioxydant par la méthode de DPPH :

On prépare tout d'abords la solution de DPPH ou 0,01g de ce dernier est dilué dans duméthanol pur, tout en respectant l'absorbance qui doit être comprise entre(0,8 et 1) .Dans chaque tube à essai on met 1450 μ l de DPPH ajouté à 100 μ l d'extrait méthanolique dilué encore dans 3000 μ l de méthanol à des concentrations croissantes

Après incubation pendant 20 min à température ambiante et à l'abri de la lumière. L'absorbance des échantillons est lue à l'aide d'un spectrophotomètre calibré à 517nm (**Brand-Williams.Wetal., 1995**).



Figure23 :L'activité antioxydante par la méthode de DPPH (**Bensalem & Chadouli ,2022**).

3- Analyses Statistiques des données :

3-1 Analyses statistiques uni variées :

En analyse statistique uni variée, nous avons calculé pour chaque variable les paramètres de base qui sont les statistiques descriptives : la moyenne, l'écart-type (s), les valeurs max et min, la médiane...etc (**DAGNELIE, 2000**).

3-2 Analyses statistiques bivariées :

L'analyse statistique bivariée consiste à calculer, d'une part, les corrélations linéaires simples entre les différentes variables deux à deux et, d'autre part, les équations de régression linéaire simple par la méthode des moindres carrés (**DAGNELIE, 2000**).

P : C'est la probabilité qui met en évidence les différences significatives entre la valeur du coefficient de corrélation « r » et la valeur zéro.

-si $P \leq 0,05 \Rightarrow$ il y a une corrélation entre les deux caractères.

3-3 Analyses statistiques multivariées :

La comparaison des deux sites entre eux, pour l'ensemble des variables étudiées, a été réalisée à l'aide de l'analyse de la variance à un critère de

classification.

-si $P > 0.05 \Rightarrow$ il y a des différences significatives entre les deux caractères

-si $P > 0,01 \Rightarrow$ il y a des différences hautement significatives entre les deux caractères.

-si $P > 0,001 \Rightarrow$ il y a des différences très hautement significative entre les deux caractères.

Tous les calculs uni- bi- et multivariés ont été exécutés avec le logiciel MINITAB d'analyse et de traitement statistique des données, version 2019 pour Windows (X, 2000).

Résultats et discussion

1- Nombre de graines dans un 100 g d'échantillon du pistachier de l'atlas

Le dénombrement effectuée sur la masse de 100gr de graine des quatre échantillons des stations prospectées a révélée :

- Que le nombre de graine le plus élevé a été observé pour l'échantillon de Hassi –Delaa avec 1155 unités contre 1004 pour la station de Messaad et 967a Lalmaya .Le nombre de graine le plus faible est enregistré pour la station d'El-Hadjeb avec 845unités
- Que chaque échantillon est compose de quatre couleur différentes : vert foncée, vert claire, Marron et Noir .Il parait clairement que les graines qui porte la couleur vert foncée sont les plus dominantes dans les quatre relevés réalisés pour Messaad , Hassi-Delaa , Lalmaya et El-Hadjeb , avec respectivement 33% et 46 %, 48% et 49%

Nous signalons exceptionnellement pour la station de Lalmaya la présence remarquable des graines de la couleur Noir avec un pourcentage égal a 38 %.

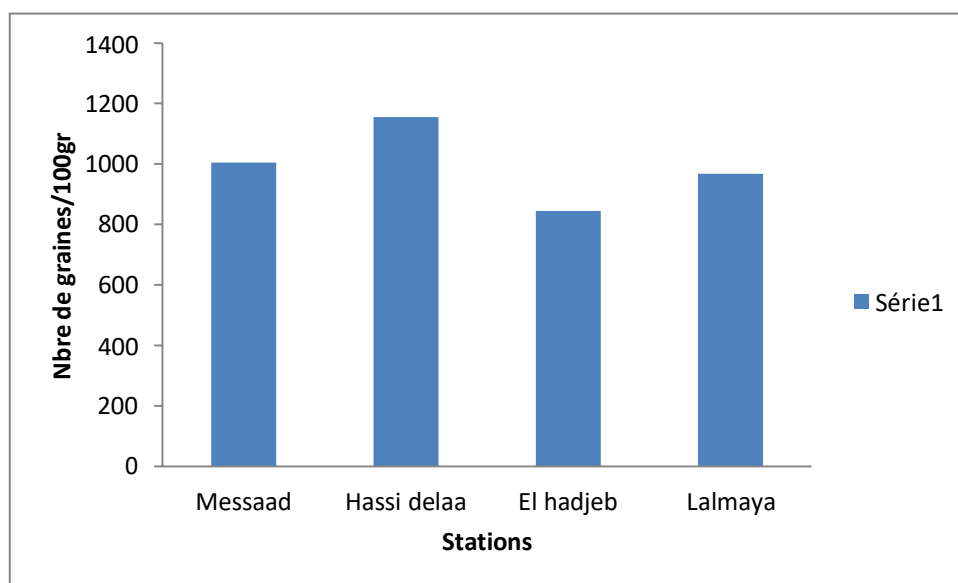


Figure24 : Composition en nombre de graine par 100 gr de biomasse pour chaque station prospectée

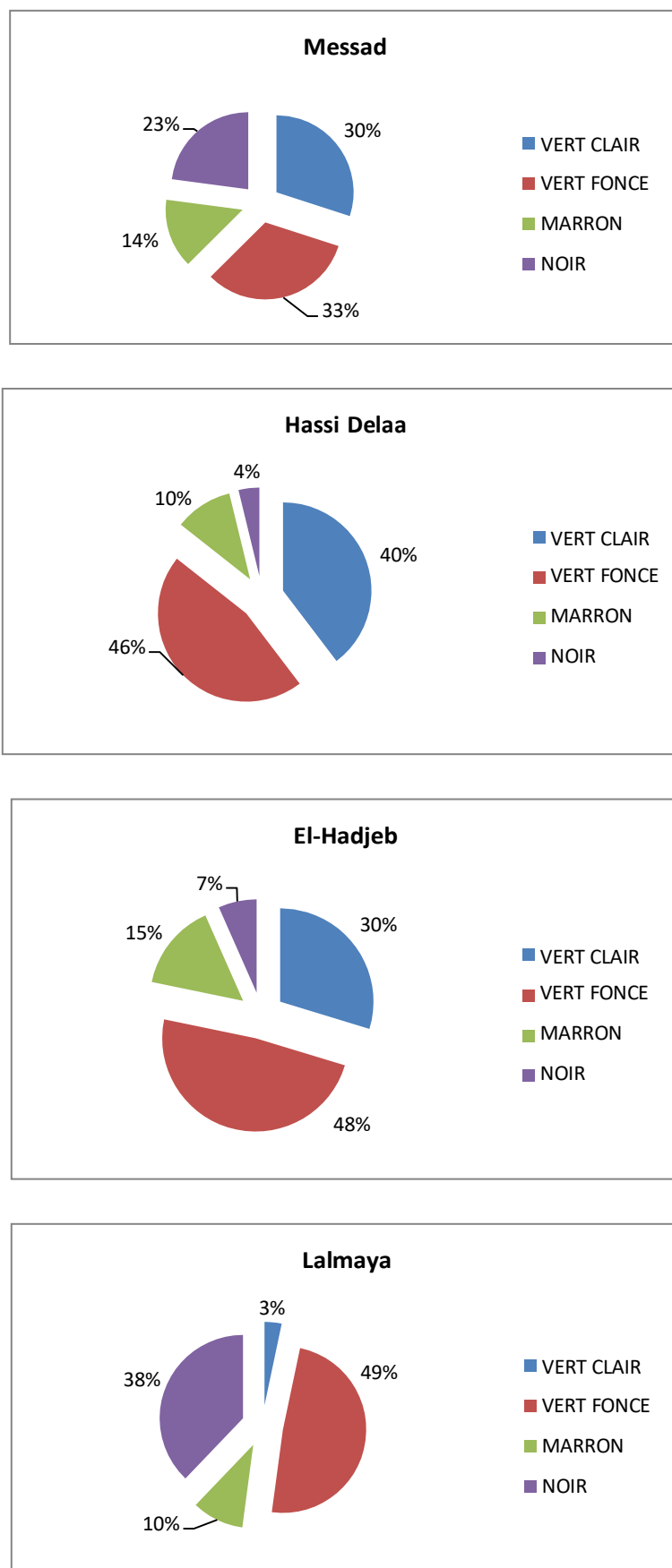


Figure25 : Pourcentage du nombre de graine en relation avec la couleur correspondante

2-Résultats de l'étude biométrique

2-1 Croissance relative ou relation Diamètre-poids de la graine

L'expression mathématique de la représentation graphique de la relation diamètre-poids des graines par rapport à un seuil de signification $\alpha=0.05$ fait ressortir l'absence de toute forme de corrélation pour les couples diamètre-poids des graines dans les quatre stations

Les coefficients de corrélation correspondant sont mentionnés dans le tableau ci-dessous

Station	Relation	Equation	R^2	Observation
Messaad	Poidsgr=f(diamètre gr)	$y = 0,1091x + 0,0511$	$R^2 = 0,1774$	N .S
Hassi Delaa	Poidsgr=f(diamètre gr)	$y = 0,0021x + 0,0629$	$R^2 = 0,0275$	N .S
El Hadjeb	Poidsgr=f(diamètre gr)	$y = -0,0351x + 0,0882$	$R^2 = 0,0284$	N .S
Lalmaya	Poidsgr=f(diamètre gr)	$y = 0,1967x - 0,0147$	$R^2 = 0,3578$	N .S

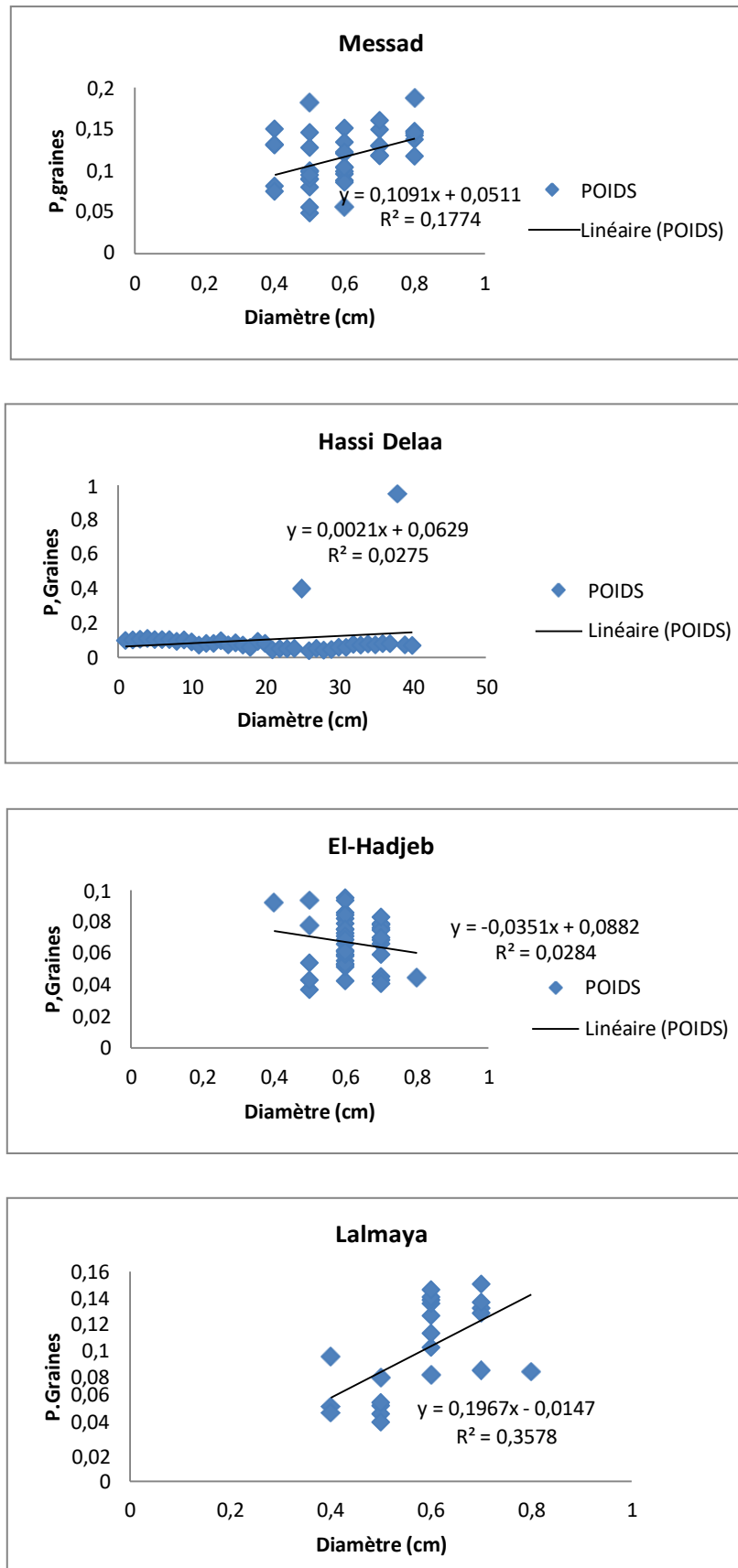


Figure26 : Représentation graphique de la relation diamètre-poids de la graine pour les sites prospectés

3- Caractérisation biométrique des graines des stations étudiées

3-1 Evolution du poids

Le tableau ci-dessous montre les résultats de l'analyse descriptive des graines de différentes stations prospectées ; cette partie de caractérisation nous nous sommes intéressés par deux paramètres qui sont le poids (Moy,Maxet Min)de la graine, ainsi avec leur diamètre (Moy, Max et Min) .

Tableau 7: Analyse descriptive de différents échantillons de graines par station

Variable	N	Moyenne	Minimum	Maximum	EcTyp	Médiane
POIDS-Lalmaya	40	0,10050	0,04500	0,15020	0,02765	0,10255
POIDS- Messad	40	0,11550	0,04880	0,18710	0,03256	0,11785
POIDS- H.Delaa	40	0,1056	0,0381	0,9470	0,1471	0,0778
POIDS- El-Hadjeb	40	0,06653	0,03670	0,09500	0,01627	0,06840
Variable	N	Moyenne	Minimum	Maximum	EcTyp	Médiane
DIAM-Lalmaya	40	0,5825	0,4000	0,9000	0,1196	0,6000
DIAM- Messad	40	0,5900	0,4000	0,8000	0,1257	0,6000
DIAM- H.Delaa	40	0,6641	0,4000	0,9000	0,1442	0,7000
DIAM- El-Hadjeb	40	0,6175	0,4000	0,8000	0,0781	0,6000

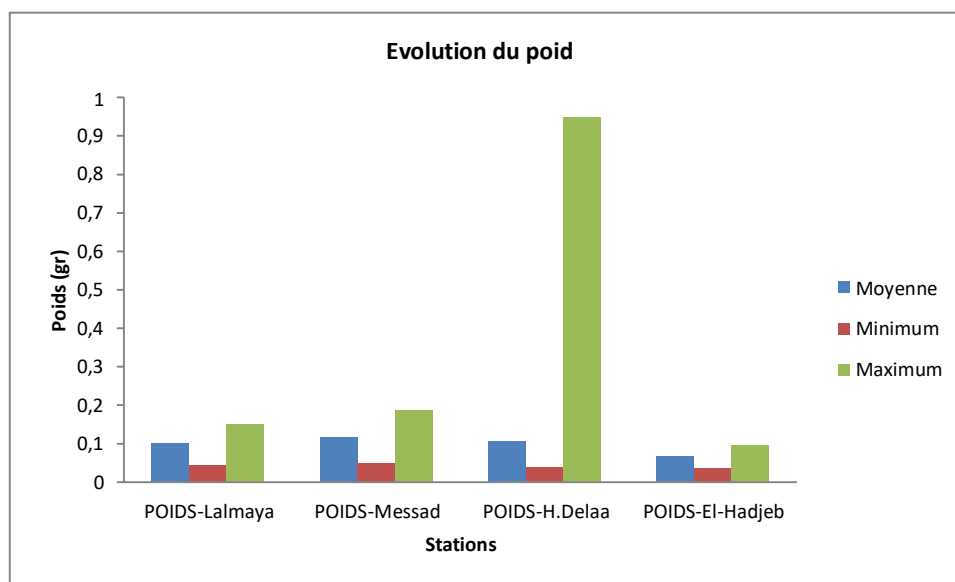


Figure27 : Evolution des poids (Moy, Max et Min) par station étudiée

Résultats et discussion

Pour l'ensemble des stations, les graines présentent un intervalle de poids qui varie entre 0,03670gr et à 0,9471gr .La valeur du poids la plus élevée a été enregistrée pour la station de Hassi Delaa alors celle la plus petite était observée à El-Hadjeb.

Nous avons réalisés un teste statistique ANOVA a un critère de la classification a fin de vérifier l'existence ou non d'une signification entre les quatre sites étudiés.A un seuil de signification $\alpha = 0,05$

3-2 Réalisation du test ANOVA

- Pour le cas d'une nulle on suppose que toutes les moyennes égales.
- Pour les cas de l'hypothèse alternative on suppose que toute les moyennes ne sont pas égales.
- Les variances ont été supposées égales pour l'analyse.

Tableau8 : ANOVA à un facteur contrôlé : POIDS-Lalmaya; POIDS-Messad;POIDS-H.Delaa; POIDS-El-Hadjeb

Source	DL	SomCarajust	CM ajust	Valeur F	Valeurde p
Facteur	3	0,05431	0,018103	3,05	0,030
Erreur	156	0,92525	0,005931		
Total	159	0,97956			

Vu le résultat du calcul de la valeur $F=3.05$ et la valeur critique de P était 0.03 inferieur A 0.05 on rejette l'hypothèse nulle et on conclut l'inégalité des moyennes des poids des graines de différentes station.

Afin de mieux connaitre les variations dans et entre les échantillons de graines de différentes régions, on y obligé de faire passer par le teste de comparaison des variances deux a deux de Fisher.

3-3 Comparaisons deux à deux de Fisher

Informations de groupement avec la méthode de la plus petite différence significative (LSD) de Fisher et un niveau de confiance de 95 %

Facteur	N	Moyenne	Groupement	
POIDS-Messad	40	0,11550	A	
POIDS-H.Delaa	40	0,1056	A	
POIDS-Lalmaya	40	0,10050	A	B
POIDS-El-Hadjeb	40	0,06653		B

Résultats et discussion

Tableau 9 : testes individuel de Fisher pour les différences des moyenne

Différence des niveaux	Différence des moyennes	Erreur type de la différence	IC à 95 %	Valeur de T	Valeur de p ajustée
POIDS-Messad - POIDS-Lalmay	0,0150	0,0172	(-0,0190; 0,0490)	0,87	0,385
POIDS-H.Dela - POIDS-Lalmay	0,0052	0,0172	(-0,0289; 0,0392)	0,30	0,765
POIDS-El-Had - POIDS-Lalmay	-0,0340	0,0172	(-0,0680; 0,0000)	-1,97	0,050
POIDS-H.Dela - POIDS-Messad	-0,0098	0,0172	(-0,0439; 0,0242)	-0,57	0,568
POIDS-El-Had - POIDS-Messad	-0,0490	0,0172	(-0,0830; -0,0150)	-2,84	0,005
POIDS-El-Had - POIDS-H.Dela	-0,0391	0,0172	(-0,0731; -0,0051)	-2,27	0,024

Le graphique (Fig. 28.) et la table des tests individuels de Fisher pour les différences des moyennes fait ressortir l'existence d'une différence **hautement** significative entre les poids des graines de la station d'El-Hadjeb et ceux de la station de Massaad avec une valeur de $P=0.005$. Il existe aussi une différence signification entre les poids des graines de la station d'El-Hadjeb et ceux de la station de Hassi Delaa avec une valeur de $P=0.024$.

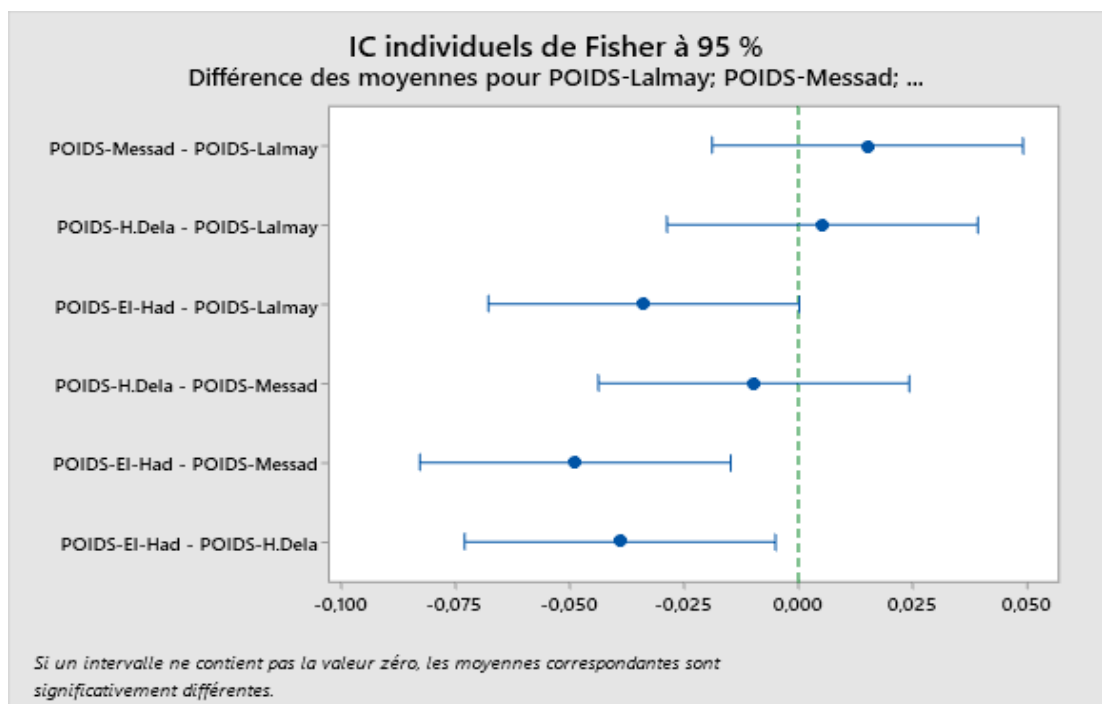


Figure28 : Représentation graphique correspondante a la table des tests individuels de Fisher pour les différences des moyennes

4- Evolution des diamètres des graines

Le diamètre des graines a connu une croissance limitée entre 0.4 cm et 0.9 cm presque pour l'ensemble des sites. Les valeurs moyennes enregistrées pour les stations de Lalmaya, Messad, Hassi-Delaa et El-Hadjeb sont respectivement : 0.582 ,0.5900, 0.6641 et 0.6175. (fig29).

Un test **ANOVA** d'égalités des variances à un critère de classification sera nécessaire pour voir s' il existe d'égalité ou non des moyennes à un niveau de signification $\alpha = 0.05$.

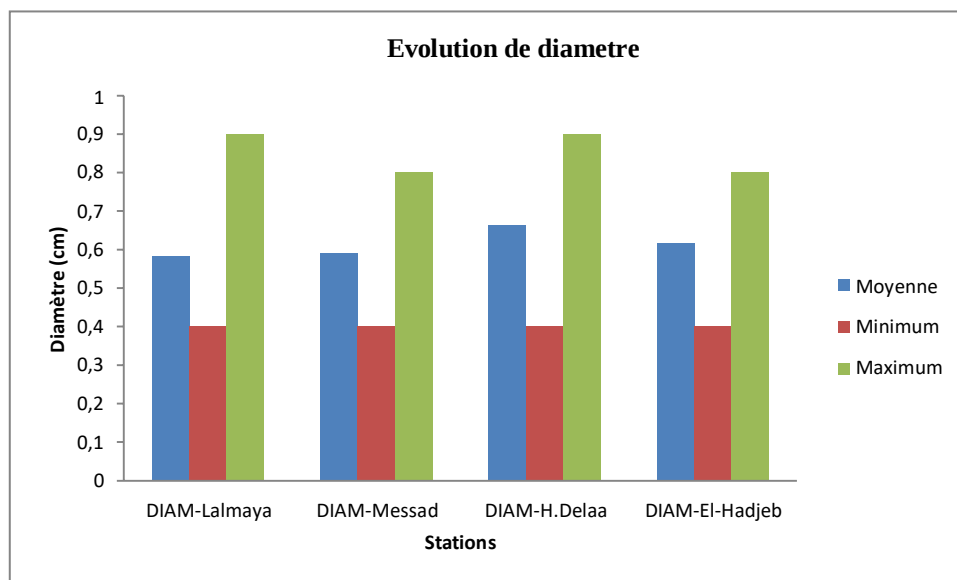


Figure29 : Evolution des diamètres (Moy, Max et Min) par station étudiée

4-1 Réalisation du test ANOVA

Hypothèse :

- Hypothèse nulle c'est-à-dire Toutes les moyennes sont égales
- Hypothèse alternative c'est-à-dire Toutes les moyennes ne sont pas égales
- Seuil de signification $\alpha = 0,05$
- Les variances ont été supposées égales pour l'analyse.

Tableau10: ANOVA à un facteur contrôlé : DIAM-Lalmaya;

DIAM-Messad; DIAM-H.Delaa; DIAM-El-Hadjeb

Source	DL	SomCarajust	CM ajust	Valeur F	Valeur de p
Facteur	3	0,1777	0,05923	4,16	0,007
Erreur	156	2,2193	0,01423		
Total	159	2,3969			

Résultats et discussion

Vu le résultat du calcul de la valeur $F=4.16$ et la valeur critique de P était 0.007 inférieur à 0.05 ; on rejette l'hypothèse nulle et on conclut l'inégalité des moyennes des diamètres des graines des différentes stations.

A fin de mieux connaître les variations dans et entre les échantillons de graines de différentes régions, on y obligé de passer par le test de comparaison des variances deux a deux de Fisher.

4-2 Comparaisons deux à deux de Fisher

Informations de groupement avec la méthode de la plus petite différence significative (LSD) de Fisher et un niveau de confiance de 95 %

Facteur	N	Moyenne	Groupement	
DIAM-H.Delaa	40	0,6675	A	
DIAM-El-Hadjeb	40	0,6175	A	B
DIAM-Messad	40	0,5900		B
DIAM-Lalmaya	40	0,5825		B

Tableau11 : Tests individuels de Fisher pour les différences des moyennes

Différences des niveaux	Différence des moyennes	Erreur type de la différence	IC à 95 %	Valeur de T	Valeur de p ajustée
DIAM-Messad-DIAMLalmaya	0,0075	0,0267	(-0,0452; 0,0602)	0,28	0,779
DIAM-H.Delaa-DIAMLalmaya	0,0850	0,0267	(0,0323; 0,1377)	3,19	0,002
DIAM-El-Hadj-DIAMLalmaya	0,0350	0,0267	(-0,0177; 0,0877)	1,31	0,191
DIAM-H.Delaa-DIAMMessad	0,0775	0,0267	(0,0248; 0,1302)	2,91	0,004
DIAM-El-Hadj-DIAMMessad	0,0275	0,0267	(-0,0252; 0,0802)	1,03	0,304
DIAM-El-Hadj-DIAMH.Delaa	-0,0500	0,0267	(-0,1027; 0,0027)	-1,87	0,063

Niveau de confiance simultané = 79,82 %

Le graphique (Fig30) et la table des tests individuels de Fisher pour les différences des moyennes fait ressortir l'existence d'une différence **hautement** significative entre les diamètres des graines de la station de Hassi Delaa et ceux de la station de Lalmaya avec une valeur de $P=0.002$. Il existe aussi une différence hautement signification entre les diamètres des graines de la station de Hassi Delaa et ceux de la station de Messad avec une valeur de $P=0.004$.

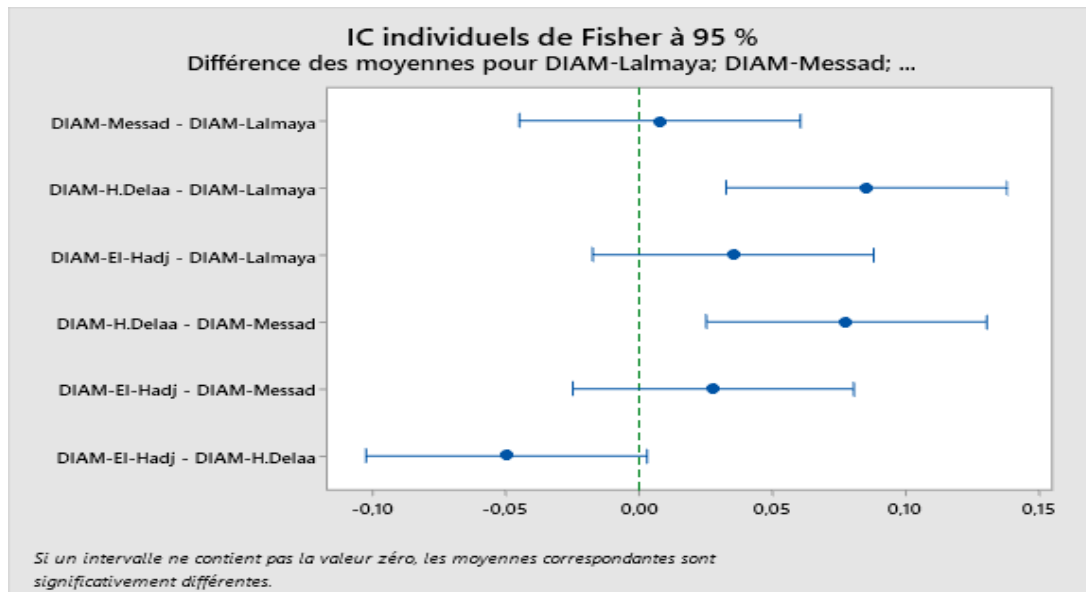


Figure 30 : Représentation graphique correspondante a la table des testes individuels de Fisher pour les différences des moyenne.

5-Comportement biochimique

5.1 les stéroïdes

Cette substance présent dans les quatre stations mais avec des concentration différentes .Pour le cas des stéroïdes lipidique, les même concentrations ont été enregistrées a Massaad ,Lalmaya et El-Hadjeb (2um/l) sauf a Hassi delaa un pic de 3um/l a été signale

Les stéroïdes delipidique présentent des concentrations égal a 1um/l pour les stations Hassi-delaa et lalmaya .Alors les stations d'El hadjeb et Messaad presentent des concentrations égal a 2um/l

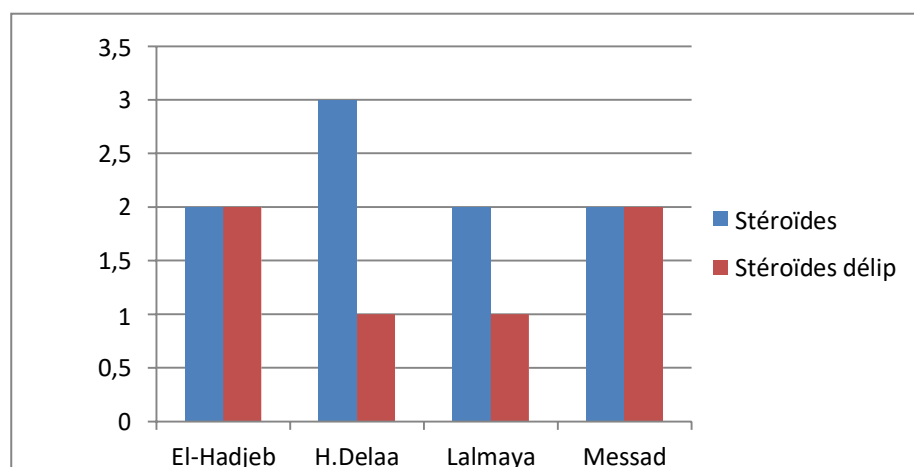


Figure31 : Les différentes concentrations de stéroïdes présentes dans l'extrait brut et pur pour les quatre stations

5.2 Les protéines lipidiques

Présentent dans toutes les station mais avec des concentration variable si a Lalmaya ou les concentration les plus élevé ont été enregistrées avec une valeur égal a 4Um/L le cas des protéines delipidique présente des concentration entre 2 et 3 Um/L

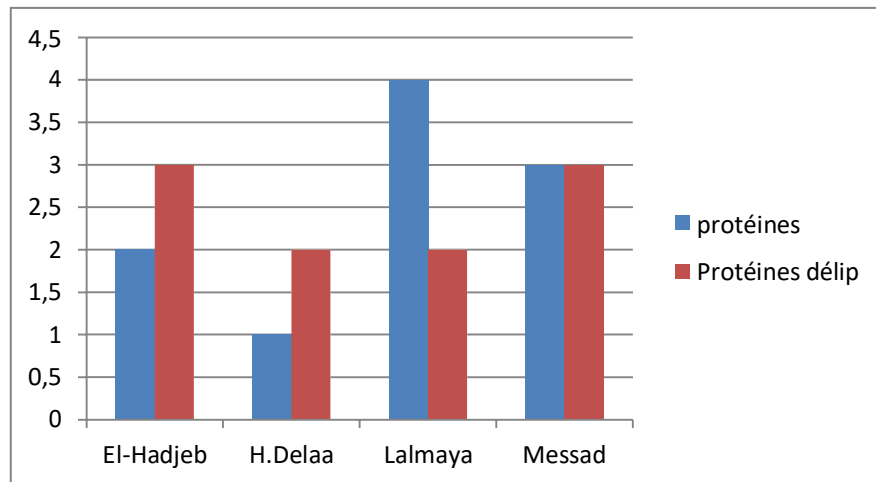


Figure32:Les différentes concentrations des protéines présentes dans l'extrait brut et pur pour les différentes stations

5.3 Le rendement d'extraction :

Les rendements de l'extraction sont représentés dans le diagramme. L'extrait brut de El-Hadjeb a donné le plus haut rendement, suivi par la station Lalmaya .alors pour les extraits purifiés (dépigmentées) La stations Messad représente le meilleur rendement, par contre l'extrait de El-Hadjeb qui représente un faible rendement. Les résultats des extractions sont résumés dans le Diagramme

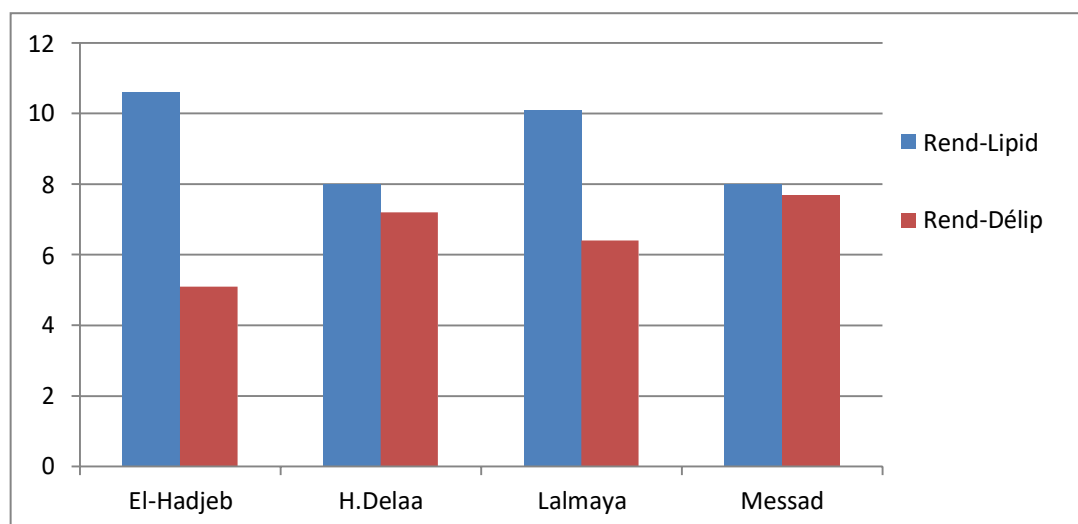


Figure33:L'évaluation du rendement dans les extraits brut et pur pour les différentes stations

6. Dosage des polyphénols, des flavonoïdes :

Tableau12 : Les teneurs en polyphénols totaux, flavonoïdes et le test DPPH des extraits Méthanoïques des quatre stations

Station	DPPH ($\mu\text{g/ml}$)	Total polyphénols content(mgEAG/gResidu sec)	Total Flavonoïdes (mg EQ/g d'extract)
Messaad	106.53 $\pm$ 1.18	931.54 $\pm$ 2.82	76.81 $\pm$ 1.15
Lalmaya	200.29 $\pm$ 2.01	2351.19 $\pm$ 2.14	118.84 $\pm$ 1.61
Hassidelaa	87.91 $\pm$ 0.84	1125.51 $\pm$ 1.21	122.46 $\pm$ 1.43
Elhajeb	154.05 $\pm$ 1.11	815,47 $\pm$ 1.33	178.98 $\pm$ 1.58

EAG : Equivalent Acide Gallique,

EQ : Equivalent Quercétine

Dans cette étude, la teneur en phénols totaux a été estimée en utilisant le réactif de Folin-Ciocalteu et les teneurs en flavonoïdes ont été estimées en utilisant l' AlCl_3 . Les résultats de ces dosages sont résumés dans le Tableau12.

Les composés phénoliques totaux dans les extraits ont largement varié (Tableau 12) , l'extrait de Lalmaya a donné une teneur très élevée (2351.19 $\pm$ 2.14mgEAG/gE) et la station H-Delaa a donné un teneur en polyphénols (1125.51 $\pm$ 1.21mg EAG / g E). On constate que l'activité antioxydant est corrélée avec les teneurs des polyphénols et flavonoïdes, L'extrait de la région de Hassi-Delaa

vu sa richesse en polyphénols (1125.51 ± 1.21) et en flavonoïde (122.46 ± 1.43) Présente la meilleure activité antioxydante.

L'extrait méthanoïque des graines de pistachier, dans notre étude, présente une activité anti radicalaire et un pouvoir réducteur importants.

Tous les extraits sont dotés d'une activité antioxydante, qui varie d'une région à une autre et, pour une même plante, cette dernière est dépende de la composition chimique, le sol, la diversité génétique de l'espèces, effet climatique.

6.1 Présence des radicaux libres :

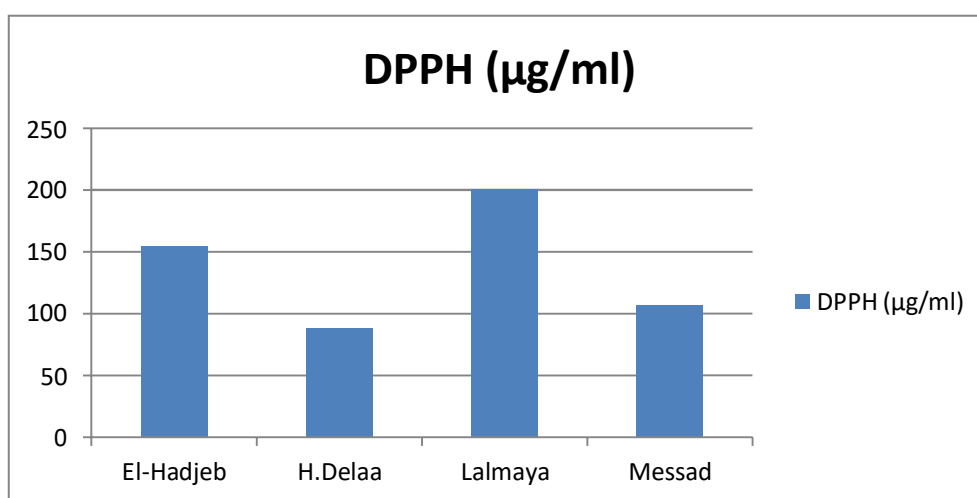


Figure34 : Evaluation de l'activité antioxydant par le test DPPH

L'extrait méthanoïque des graines de pistachier, de l'ensemble des stations est capable de réduire et de piégé le radical DPPH. L'activité anti-radicalaire est élevée avec l'extrait de la station de H-Delaa, Tandis que l'extrait de Lalmaya on un pouvoir antioxydant le plus faible.

6.2 Présence des flavonoïdes :

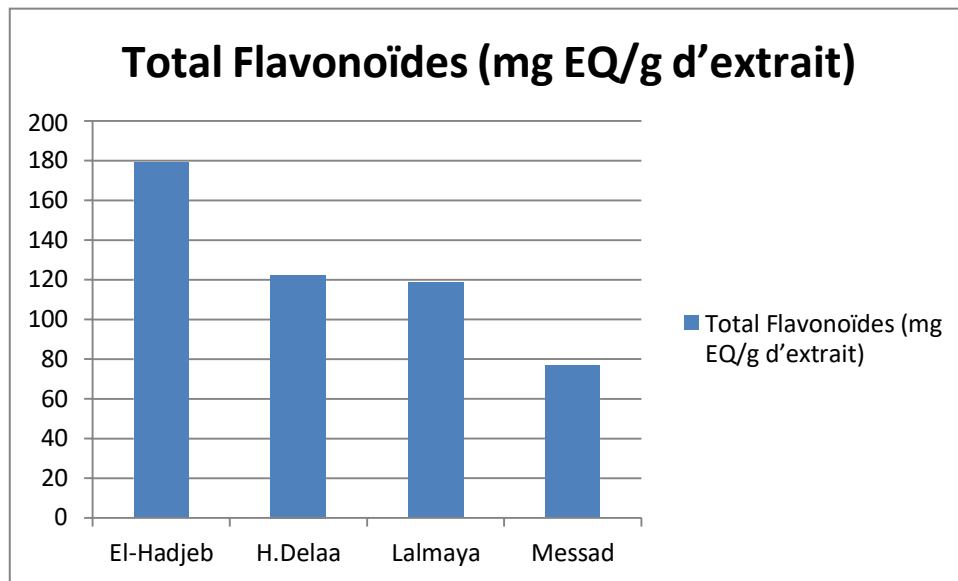


Figure35 : Taux des flavonoïdes présent dans les graines de pistachier

6.3 Présence des polyphénols :

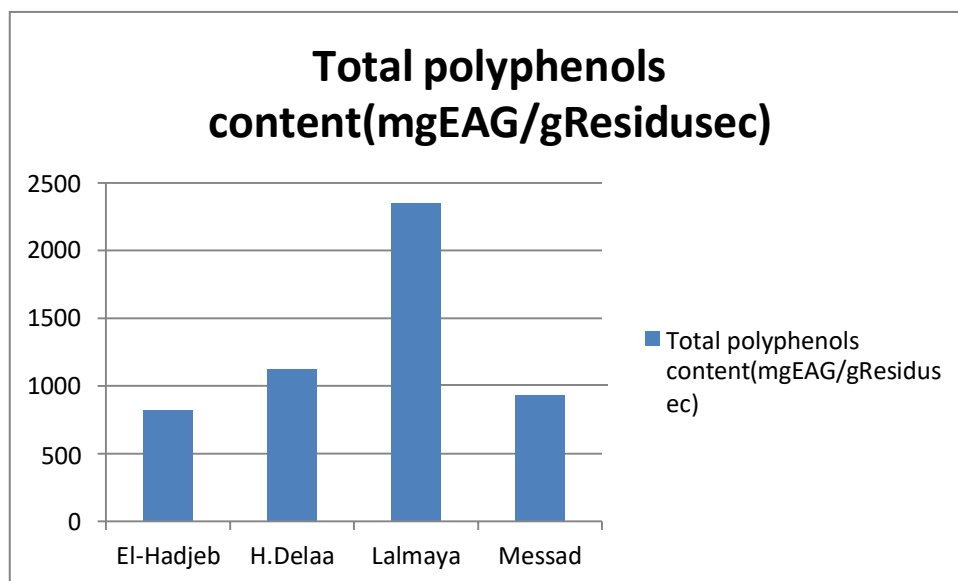


Figure36 : Taux des polyphénols présent dans les graines de pistachier

(Polyphénol / flavonoïde) :

L'extrait des graines du pistachier des stations de Lalmaya et El-Hadjeb ont les teneurs les plus élevées en polyphénols et flavonoïdes respectivement, Tandis que la station de Messad a les teneurs les plus faibles.

7-Corrélations de Pearson deux à deux :

Tableau 13 : des résultats de corrélations de Pearson deux à deux

Echantillon 1	Echantillon 2	Corrélation p	IC à 95% pour	Valeur de P
T°C MAX	Rend-Lipid	0,383	(-0,915; 0,982)	,617
T°C MIN	Rend-Lipid	-0,260	(-0,977; 0,935)	0,740
T°C MOY	Rend-Lipid	0,133	(-0,949; 0,970)	0,867
P (mm)	Rend-Lipid	0,688	(-0,806; 0,993)	0,312
Durée d'ensoleillement	Rend-Lipid	-0,436	(-0,985; 0,904)	0,564
Altitude	Rend-Lipid	-0,533	(-0,988; 0,878)	0,467
Rend-Délip	Rend-Lipid	-0,925	(-0,998; 0,324)	0,075
POIDS	Rend-Lipid	-0,569	(-0,989; 0,865)	0,431
Diamètre	Rend-Lipid	-0,361	(-0,982; 0,919)	0,639
H°	Rend-Lipid	0,222	(-0,940; 0,975)	0,778
Steroides	Rend-Lipid	-0,571	(-0,989; 0,865)	0,429
Terpenoides	Rend-Lipid	0,692	(-0,803; 0,993)	0,308
Phénols et Tanins	Rend-Lipid	-0,141	(-0,971; 0,949)	0,859
Protéines	Rend-Lipid	0,348	(-0,921; 0,981)	0,652
Steroides délip	Rend-Lipid	0,105	(-0,952; 0,968)	0,895
Terpenoides délip	Rend-Lipid	0,692	(-0,803; 0,993)	0,308
Phénols et Tanins délip	Rend-Lipid	-0,989	(-1,000; -0,560)	0,011
Protéines délip	Rend-Lipid	0,105	(-0,952; 0,968)	0,895
DPPH (µg/ml)	Rend-Lipid	0,849	(-0,609; 0,997)	0,151
Total polyphenols content(mg EA)	Rend-Lipid	0,315	(-0,927; 0,980)	0,685
Total Flavonoïdes (mg EQ/g d'ex)	Rend-Lipid	0,758	(-0,748; 0,995)	0,242
T°C MIN	T°C MAX	0,792	(-0,708; 0,995)	0,208
T°C MOY	T°C MAX	0,966	(0,069; 0,999)	0,034
P (mm)	T°C MAX	0,388	(-0,914; 0,983)	0,612
Durée d'ensoleillement	T°C MAX	-0,009	(-0,962; 0,960)	0,991
Altitude	T°C MAX	-0,818	(-0,996; 0,669)	0,182
Rend-Délip	T°C MAX	-0,698	(-0,993; 0,799)	0,302
POIDS	T°C MAX	-0,770	(-0,995; 0,736)	0,230
Diamètre	T°C MAX	0,661	(-0,823; 0,992)	0,339
H°	T°C MAX	0,026	(-0,959; 0,963)	0,974
Steroides	T°C MAX	0,323	(-0,925; 0,980)	0,677
Terpenoides	T°C MAX	0,779	(-0,724; 0,995)	0,221
Phénols et Tanins	T°C MAX	-0,536	(-0,988; 0,877)	0,464
Protéines	T°C MAX	-0,732	(-0,994; 0,773)	0,268
Steroides délip	T°C MAX	0,123	(-0,950; 0,969)	0,877
Terpenoides délip	T°C MAX	0,779	(-0,724; 0,995)	0,221
Phénols et Tanins délip	T°C MAX	-0,273	(-0,978; 0,933)	0,727
Protéines délip	T°C MAX	0,123	(-0,950; 0,969)	0,877
DPPH (µg/ml)	T°C MAX	-0,124	(-0,970; 0,950)	0,876
Total polyphenols content(mg EA)	T°C MAX	-0,485	(-0,986; 0,892)	0,515
Total Flavonoïdes (mg EQ/g d'ex)	T°C MAX	0,892	(-0,484; 0,998)	0,108
T°C MOY	T°C MIN	0,923	(-0,340; 0,998)	0,077
P (mm)	T°C MIN	-0,059	(-0,965; 0,956)	0,941
Durée d'ensoleillement	T°C MIN	0,291	(-0,930; 0,978)	0,709

Résultats et discussion

Altitude	T°C MIN	-0,495	(-0,987; 0,889)	0,505
Rend-Délip	T°C MIN	-0,118	(-0,969; 0,951)	0,882
POIDS	T°C MIN	-0,420	(-0,984; 0,907)	0,580
Diamètre	T°C MIN	0,934	(-0,262; 0,999)	0,066
H°	T°C MIN	-0,134	(-0,970; 0,949)	0,866
Stéroïdes	T°C MIN	0,723	(-0,780; 0,994)	0,277
Terpenoides	T°C MIN	0,350	(-0,921; 0,981)	0,650
Phénols et Tanins	T°C MIN	-0,455	(-0,985; 0,899)	0,545
Protéines	T°C MIN	-0,995	(-1,000; -0,782)	0,005
Stéroïdes délip	T°C MIN	0,044	(-0,958; 0,964)	0,956
Terpenoides délip	T°C MIN	0,350	(-0,921; 0,981)	,650
Phénols et Tanins délip	T°C MIN	0,366	(-0,918; 0,982)	0,634
Protéines délip	T°C MIN	0,044	(-0,958; 0,964)	0,956
DPPH (µg/ml)	T°C MIN	-0,687	(-0,993; 0,807)	0,313
Totalpolyphenols content(mgEA	T°C MIN	-0,705	(-0,993; 0,794)	0,295
Total Flavonoïdes (mg EQ/gd'ex	T°C MIN	0,432	(-0,905; 0,984)	0,568
P (mm)	T°C MOY	0,205	(-0,942; 0,974)	0,795
Durée d'enseillement	T°C MOY	0,135	(-0,949; 0,970)	0,865
Altitude	T°C MOY	-0,715	(-0,993; 0,787)	0,285
Rend-Délip	T°C MOY	-0,489	(-0,986; 0,891)	0,511
POIDS	T°C MOY	-0,652	(-0,992; 0,828)	0,348
Diamètre	T°C MOY	0,819	(-0,668; 0,996)	0,181
H°	T°C MOY	-0,060	(-0,965; 0,956)	0,940
Stéroïdes	T°C MOY	0,521	(-0,882; 0,988)	0,479
Terpenoides	T°C MOY	0,631	(-0,839; 0,991)	0,369
Phénols et Tanins	T°C MOY	-0,513	(-0,987; 0,884)	0,487
Protéines	T°C MOY	-0,883	(-0,998; 0,517)	0,117
Stéroïdes délip	T°C MOY	0,075	(-0,955; 0,966)	0,925
Terpenoides délip	T°C MOY	0,631	(-0,839; 0,991)	0,369
Phénols et Tanins délip	T°C MOY	-0,020	(-0,963; 0,960)	0,980
Protéines délip	T°C MOY	0,075	(-0,955; 0,966)	0,925
DPPH (µg/ml)	T°C MOY	-0,364	(-0,982; 0,918)	0,636
Totalpolyphenols content(mgEA	T°C MOY	-0,589	(-0,990; 0,857)	0,411
Total Flavonoïdes (mg EQ/gd'ex	T°C MOY	0,747	(-0,759; 0,994)	0,253
Durée d'enseillement	P (mm)	-0,907	(-0,998; 0,421)	0,093
Altitude	P (mm)	-0,830	(-0,996; 0,649)	0,170
Rend-Délip	P (mm)	-0,739	(-0,994; 0,766)	0,261
POIDS	P (mm)	-0,875	(-0,997; 0,541)	0,125
Diamètre	P (mm)	-0,380	(-0,982; 0,915)	0,620
H°	P (mm)	0,838	(-0,633; 0,997)	0,162
Stéroïdes	P (mm)	-0,724	(-0,994; 0,780)	0,276
Terpenoides	P (mm)	0,879	(-0,529; 0,997)	0,121
Phénols et Tanins	P (mm)	-0,768	(-0,995; 0,738)	0,232
Protéines	P (mm)	0,147	(-0,948; 0,971)	0,853
Stéroïdes délip	P (mm)	0,791	(-0,709; 0,995)	0,209
Terpenoides délip	P (mm)	0,879	(-0,529; 0,997)	0,121
Phénols et Tanins délip	P (mm)	-0,597	(-0,990; 0,854)	0,403
Protéines délip	P (mm)	0,791	(-0,709; 0,995)	0,209
DPPH (µg/ml)	P (mm)	0,371	(-0,917; 0,982)	0,629
Totalpolyphenols content(mgEA	P (mm)	-0,361	(-0,982; 0,919)	0,639
Total Flavonoïdes (mg EQ/gd'ex	P (mm)	0,581	(-0,860; 0,990)	0,419
Altitude	Durée d'enseillement	0,582	(-0,860; 0,990)	0,418
Rend-Délip	Durée d'enseillement	0,405	(-0,911; 0,983)	0,595
POIDS	Durée d'enseillement	0,646	(-0,831; 0,991)	0,354

Résultats et discussion

Diamètre	Durée d'ensoleillement	0,612	(-0,847; 0,991)	0,388
H°	Durée d'ensoleillement	-0,967	(-0,999; -0,090)	0,033
Stéroïdes	Durée d'ensoleillement	0,857	(-0,591; 0,997)	0,143
Terpenoides	Durée d'ensoleillement	-0,613	(-0,991; 0,847)	0,387
Phénols et Tanins	Durée d'ensoleillement	0,716	(-0,786; 0,993)	0,284
Protéines	Durée d'ensoleillement	-0,353	(-0,981; 0,920)	0,647
Stéroïdes délip	Durée d'ensoleillement	-0,906	(-0,998; 0,426)	0,094
Terpenoides délip	Durée d'ensoleillement	-0,613	(-0,991; 0,847)	0,387
Phénols et Tanins délip	Durée d'ensoleillement	0,367	(-0,918; 0,982)	0,633
Protéines délip	Durée d'ensoleillement	-0,906	(-0,998; 0,426)	0,094
DPPH (µg/ml)	Durée d'ensoleillement	-0,271	(-0,977; 0,933)	0,729
Totalpolyphenols content(mgEA	Durée d'ensoleillement	0,357	(-0,920; 0,981)	0,643
Total Flavonoïdes (mg EQ/gd'ex	Durée d'ensoleillement	-0,185	(-0,973; 0,944)	0,815
Rend-Délip	Altitude	0,779	(-0,725; 0,995)	0,221
POIDS	Altitude	0,996	(0,825; 1,000)	0,004
Diamètre	Altitude	-0,201	(-0,974; 0,942)	0,799
H°	Altitude	-0,586	(-0,990; 0,859)	0,414
Stéroïdes	Altitude	0,216	(-0,940; 0,975)	0,784
Terpenoides	Altitude	-0,979	(-1,000; -0,309)	0,021
Phénols et Tanins	Altitude	0,863	(-0,575; 0,997)	0,137
Protéines	Altitude	0,412	(-0,909; 0,984)	0,588
Stéroïdes délip	Altitude	-0,634	(-0,991; 0,837)	0,366
Terpenoides délip	Altitude	-0,979	(-1,000; -0,309)	0,021
Phénols et Tanins délip	Altitude	0,401	(-0,911; 0,983)	0,599
Protéines délip	Altitude	-0,634	(-0,991; 0,837)	0,366
DPPH (µg/ml)	Altitude	-0,021	(-0,963; 0,959)	0,979
Totalpolyphenols content(mgEA	Altitude	0,627	(-0,841; 0,991)	0,373
Total Flavonoïdes (mg EQ/gd'ex	Altitude	-0,816	(-0,996; 0,672)	0,184
POIDS	Rend-Délip	0,791	(-0,710; 0,995)	0,209
Diamètre	Rend-Délip	0,037	(-0,958; 0,964)	0,963
H°	Rend-Délip	-0,253	(-0,977; 0,936)	0,747
Stéroïdes	Rend-Délip	0,353	(-0,920; 0,981)	0,647
Terpenoides	Rend-Délip	-0,882	(-0,998; 0,521)	0,118
Phénols et Tanins	Rend-Délip	0,387	(-0,914; 0,983)	0,613
Protéines	Rend-Délip	0,023	(-0,959; 0,963)	0,977
Stéroïdes délip	Rend-Délip	-0,204	(-0,974; 0,942)	0,796
Terpenoides délip	Rend-Délip	-0,882	(-0,998; 0,521)	0,118
Phénols et Tanins délip	Rend-Délip	0,865	(-0,569; 0,997)	0,135
Protéines délip	Rend-Délip	-0,204	(-0,974; 0,942)	0,796
DPPH (µg/ml)	Rend-Délip	-0,590	(-0,990; 0,857)	0,410
Totalpolyphenols content(mgEA	Rend-Délip	0,003	(-0,961; 0,961)	0,997
Total Flavonoïdes (mg EQ/gd'ex	Rend-Délip	-0,941	(-0,999; 0,213)	0,059
Diamètre	POIDS	-0,114	(-0,969; 0,951)	0,886
H°	POIDS	-0,638	(-0,991; 0,835)	0,362
Stéroïdes	POIDS	0,300	(-0,929; 0,979)	0,700
Terpenoides	POIDS	-0,986	(-1,000; -0,476)	0,014
Phénols et Tanins	POIDS	0,867	(-0,563; 0,997)	0,133
Protéines	POIDS	0,334	(-0,924; 0,980)	0,666
Stéroïdes délip	POIDS	-0,673	(-0,992; 0,816)	0,327
Terpenoides délip	POIDS	-0,986	(-1,000; -0,476)	0,014
Phénols et Tanins délip	POIDS	0,441	(-0,903; 0,985)	0,559
Protéines délip	POIDS	-0,673	(-0,992; 0,816)	0,327
DPPH (µg/ml)	POIDS	-0,077	(-0,967; 0,955)	0,923
Totalpolyphenols content(mgEA	POIDS	0,600	(-0,853; 0,990)	0,400

Résultats et discussion

Total Flavonoïdes (mg EQ/gd'ex	POIDS	-0,799	(-0,996; 0,699)	0,201
H°	Diamètre	-0,474	(-0,986; 0,895)	0,526
Steréoides	Diamètre	0,913	(-0,391; 0,998)	0,087
Terpenoides	Diamètre	0,072	(-0,955; 0,966)	0,928
Phénols et Tanins	Diamètre	-0,108	(-0,969; 0,952)	0,892
Protéines	Diamètre	-0,952	(-0,999; 0,106)	0,048
Steréoides délip	Diamètre	-0,306	(-0,979; 0,928)	0,694
Terpenoides délip	Diamètre	0,072	(-0,955; 0,966)	0,928
Phénols et Tanins délip	Diamètre	0,423	(-0,907; 0,984)	0,577
Protéines délip	Diamètre	-0,306	(-0,979; 0,928)	0,694
DPPH (µg/ml)	Diamètre	-0,655	(-0,992; 0,826)	0,345
Totalpolyphenols content(mgEA	Diamètre	-0,442	(-0,985; 0,902)	0,558
Total Flavonoïdes (mg EQ/gd'ex	Diamètre	0,304	(-0,928; 0,979)	0,696
Steréoides	H°	-0,723	(-0,994; 0,780)	0,277
Terpenoides	H°	0,565	(-0,867; 0,989)	0,435
Phénols et Tanins	H°	-0,816	(-0,996; 0,672)	0,184
Protéines	H°	0,183	(-0,944; 0,973)	0,817
Steréoides délip	H°	0,981	(0,358; 1,000)	0,019
Terpenoides délip	H°	0,565	(-0,867; 0,989)	0,435
Phénols et Tanins délip	H°	-0,134	(-0,970; 0,949)	0,866
Protéines délip	H°	0,981	(0,358; 1,000)	0,019
DPPH (µg/ml)	H°	0,019	(-0,960; 0,962)	0,981
Totalpolyphenols content(mgEA	H°	-0,556	(-0,989; 0,870)	0,444
Total Flavonoïdes (mg EQ/gd'ex	H°	0,089	(-0,954; 0,967)	0,911
Terpenoides	Steréoides	-0,333	(-0,980; 0,924)	0,667
Phénols et Tanins	Steréoides	0,258	(-0,935; 0,977)	0,742
Protéines	Steréoides	-0,775	(-0,995; 0,730)	0,225
Steréoides délip	Steréoides	-0,577	(-0,989; 0,862)	0,423
Terpenoides délip	Steréoides	-0,333	(-0,980; 0,924)	0,667
Phénols et Tanins délip	Steréoides	0,577	(-0,862; 0,989)	0,423
Protéines délip	Steréoides	-0,577	(-0,989; 0,862)	0,423
DPPH (µg/ml)	Steréoides	-0,651	(-0,992; 0,828)	0,349
Totalpolyphenols content(mgEA	Steréoides	-0,170	(-0,972; 0,946)	0,830
Total Flavonoïdes (mg EQ/gd'ex	Steréoides	-0,029	(-0,963; 0,959)	0,971
Phénols et Tanins	Terpenoides	-0,775	(-0,995; 0,730)	0,225
Protéines	Terpenoides	-0,258	(-0,977; 0,935)	0,742
Steréoides délip	Terpenoides	0,577	(-0,862; 0,989)	0,423
Terpenoides délip	Terpenoides	1,000	(*; *)	*
Phénols et Tanins délip	Terpenoides	-0,577	(-0,989; 0,862)	0,423
Protéines délip	Terpenoides	0,577	(-0,862; 0,989)	0,423
DPPH (µg/ml)	Terpenoides	0,223	(-0,939; 0,975)	0,777
Totalpolyphenols content(mgEA	Terpenoides	-0,462	(-0,985; 0,898)	0,538
Total Flavonoïdes (mg EQ/gd'ex	Terpenoides	0,869	(-0,557; 0,997)	0,131
Protéines	Phénols et Tanins	0,400	(-0,911; 0,983)	0,600
Steréoides délip	Phénols et Tanins	-0,894	(-0,998; 0,475)	0,106
Terpenoides délip	Phénols et Tanins	-0,775	(-0,995; 0,730)	0,225
Phénols et Tanins délip	Phénols et Tanins	0,000	(-0,961; 0,961)	1,000
Protéines délip	Phénols et Tanins	-0,894	(-0,998; 0,475)	0,106
DPPH (µg/ml)	Phénols et Tanins	0,307	(-0,928; 0,979)	0,693
Totalpolyphenols content(mgEA	Phénols et Tanins	0,875	(-0,542; 0,997)	0,125
Total Flavonoïdes (mg EQ/gd'ex	Phénols et Tanins	-0,415	(-0,984; 0,908)	0,585
Steréoides délip	protéines	0,000	(-0,961; 0,961)	1,000
Terpenoides délip	protéines	-0,258	(-0,977; 0,935)	0,742
Phénols et Tanins délip	protéines	-0,447	(-0,985; 0,901)	0,553

Résultats et discussion

Protéines délip	protéines	0,000	(-0,961; 0,961)	1,000
DPPH (µg/ml)	protéines	0,741	(-0,764; 0,994)	0,259
Totalpolyphenols content(mgEA	protéines	0,691	(-0,804; 0,993)	0,309
Total Flavonoïdes (mg EQ/gd'ex	protéines	-0,348	(-0,981; 0,921)	0,652
Terpenoides délip	Stéroïdes délip	0,577	(-0,862; 0,989)	0,423
Phénols et Tanins délip	Stéroïdes délip	0,000	(-0,961; 0,961)	1,000
Protéines délip	Stéroïdes délip	1,000	(*; *)	*
DPPH (µg/ml)	Stéroïdes délip	-0,158	(-0,972; 0,947)	0,842
Totalpolyphenols content(mgEA	Stéroïdes délip	-0,705	(-0,993; 0,794)	0,295
Total Flavonoïdes (mg EQ/gd'ex	Stéroïdes délip	0,100	(-0,953; 0,968)	0,900
Phénols et Tanins délip	Terpenoides délip	-0,577	(-0,989; 0,862)	0,423
Protéines délip	Terpenoides délip	0,577	(-0,862; 0,989)	0,423
DPPH (µg/ml)	Terpenoides délip	0,223	(-0,939; 0,975)	0,777
Totalpolyphenols content(mgEA	Terpenoides délip	-0,462	(-0,985; 0,898)	0,538
Total Flavonoïdes (mg EQ/gd'ex	Terpenoides délip	0,869	(-0,557; 0,997)	0,131
Protéines délip	Phénols et Tanins délip	0,000	(-0,961; 0,961)	1,000
DPPH (µg/ml)	Phénols et Tanins délip	-0,915	(-0,998; 0,382)	0,085
Totalpolyphenols content(mgEA	Phénols et Tanins délip	-0,452	(-0,985; 0,900)	0,548
Total Flavonoïdes (mg EQ/gd'ex	Phénols et Tanins délip	-0,678	(-0,992; 0,812)	0,322
DPPH (µg/ml)	Protéines délip	-0,158	(-0,972; 0,947)	0,842
Totalpolyphenols content(mgEA	Protéines délip	-0,705	(-0,993; 0,794)	0,295
Total Flavonoïdes (mg EQ/gd'ex	Protéines délip	0,100	(-0,953; 0,968)	0,900
Totalpolyphenols content(mgEA	DPPH (µg/ml)	0,728	(-0,776; 0,994)	0,272
Total Flavonoïdes (mg EQ/gd'ex	DPPH (µg/ml)	0,335	(-0,923; 0,980)	0,665
Total Flavonoïdes (mg EQ/gd'ex	Totalpolyphenols content(mgEA	-0,162	(-0,972; 0,946)	0,838

Les résultats de l'analyse de la corrélation de Person deux a deux fait ressortir les point suivants :

- Une corrélation inversement proportionnelle ($r=0.989$) entre le rendement et les phénolset tanins, c'est à dire la présence en forte concentration des composés phénol et tanins diminue le rendement.
- Une corrélation positive avec $r=0.966$ entre la température Maximale et la température moyenne .Cette forte signification affirme la règle statistique de la sensibilité de la moyenne par la valeur externes Maximum ou Minimum
- Le taux des protéines et fortement influencé par la température minimale, c'est à dire dès que l'habitat devient plus en plus froid la capacité de synthèse des protéines par les plantes diminue .La valeur de $r = -0.995$
- Avec un coefficient de corrélation $r= -0.967$ le taux d'humide est fortement influence par la prolongation de la durée d'ensoleillement
- L'humidité vient comme un facteur stimulateur de la synthèse des stéroïdes et les protéines avec respectivement $r= 0.981$ et $r=0.981$

Résultats et discussion

- Le poids des graines augmente avec l'altitude d'où la valeur de $r = 0.996$. Alors que l'altitude devient un facteur inhibiteur pour la synthèse des terpénoides avec $r = -0.979$
- Une relation négative entre les poids des graines et les concentrations des terpénoides (avec $r = -0.986$) c'est à dire la plante utilise les terpénoides lors de sa croissance en poids avec une valeur de $r = -0.952$, cette relation signifie que la plante utilise les protéines lorsque il y a une croissance au niveau des graines

Conclusion

Et

Perspectives

Conclusion et perspective

La présente étude s'intéresse par l'évaluation et valorisation de l'activité antioxydante des extraits des fruits du pistachier de l'atlas pour, cela nous avons prospectés quatre stations Messad, El-Hadjeb, Hassi-Dalaa et Lalmaya et nous avons aussi, effectués une étude biométrique des graines et différentes méthodes d'extractions ont été réalisées pour connaître la réponse biochimique de cette plante vis-à-vis aux différentes localisées. Il ressort de cette étude les conclusions suivantes :

- Que le poids des graines est varié entre 0,03670gr et à 0,9471 gr, la valeur du poids la plus élevée a été enregistrée pour la station de Hassi-Delaa ensuite les stations de Massaad et Lalmaya par contre la valeur la plus petite était observée à El-Hadjeb.
- Le diamètre des graines a connu une croissance limitée presque pour l'ensemble des sites et les valeurs moyennes enregistrées pour les stations de Lalmaya, Massaad, Hassi-Delaa et El-Hadjeb sont respectivement : 0.582 ,0.5900, 0.6641 et 0.6175.
- Pour le cas des stéroïdes lipidique, ont été enregistrées les mêmes concentrations à Massaad, Lalmaya et El-Hadjeb (2 μ m/l) sauf à Hassi delaa un pic de 3 μ m/l a été signalé et les stéroïdes delipidique présentent des concentrations égales à 1 μ m/l pour les stations Hassi-delaa et Lalmaya, Alors les stations d'El Hadjeb et Massaad présentent des concentrations égales à 2 μ m/l
- Le taux des protéines est fortement influencé par la température minimale, c'est à dire dès que l'habitat devient plus en plus froid la capacité de synthèse des protéines par les plantes diminue .La valeur de $r = -0.995$
- le taux d'humidité est fortement influencé par la prolongation de la durée d'ensoleillement Avec un coefficient de corrélation $r = -0.967$
- L'humidité vient comme un facteur stimulateur de la synthèse des stéroïdes et les protéines avec respectivement $r = 0.981$ et $r = 0.981$
- l'ensemble des stations est capable de réduire et de piéger le radical DPPH. L'activité anti-radicalaire est élevée avec l'extrait de la station de Hassi Delaa , Tandis que l'extrait de Lalmaya ont un pouvoir antioxydant le plus faible.
- Les composés phénoliques totaux dans les extraits ont largement varié, l'extrait de Lalmaya a donné une teneur très élevée

Conclusion et perspective

($2351.19 \pm 2.14 \text{ mgEAG/gE}$) et pour la station de Hassi-Delaa a donné un teneur en polyphénols ($1125.51 \pm 1.21 \text{ mg EAG / g E}$) donc on constate que l'activité antioxydant est corrélée avec les teneurs des polyphénols et flavonoïdes, et la région de Hassi-Delaa vu sa richesse en polyphénols (1125.51 ± 1.21) et en flavonoïde (122.46 ± 1.43) Présente la meilleure activité antioxydante.

Les perspectives :

Ce travail original que ce soit la problématique ou les résultats obtenus, mérite d'être poursuivie et valorisé par d'autres travaux approfondis, à savoir :

- voir la composition en substances bioactives de différentes parties de la plante
- l'analyse complémentaire de nos extraits par GMS, HPLS...etc.
- réalisation des tests *in-vitro* et *in-vivo* des composés bioactives de cette plantes
- travail sur plusieurs régions a des étages bioclimatiques différents afin de voir l'effet réel du climat sur le comportement adaptatif de l'arbre.

*Références
bibliographiques*

Références bibliographiques

A

1. **Abdelkrim H. (1986).** Les dayates de l'Atlas saharien (Algérie). Colloque phytosociologie végétale et géomorphologie, Bailleul, Eds. Cramer Stuttgart, p 361-371
2. **Abdelkrim H. (1992).** Un joyau floristique : l'Oued idikel, Oued à *Pistacia atlantica* et à *Myrtus nivellei* dans le Hoggar. Doc. Phytosociologie .N.S., XIV. Camerio, p 211-218.
3. **Aubert G. (1960).** Les sols de la zone aride, étude de leur formation, de leurs caractères, de leur conservation. Actes coll, Unesco de Paris sur les problèmes de la zone aride, p 127-150.
4. **Abuja P.M. and Albertini R. (2001).** Method for monitoring oxidative stress; lipid peroxidation and oxidation resistance of lipoproteins. *Clinica chimica acta*, 306, p 1-17.

B

5. **Boudy B. (1948).** Economies forestières Nord Africaine. Laros Ed Paris, p688
6. **Brichet M. (1931).** Compte rendu du livre des journées de l'arbre fruitier. Alger, p 735.
7. **Benyahia Y. (2017).** Etude de la germination des graines du *Pistacia atlantica* Desf (Pistachier de l'Atlas).
8. **Belhadj S., Derridj A., Auda Y., Gers C. and Gauquelin T. (2008).** Analyse de la variabilité morphologique chez huit populations spontanées de *Pistacia atlantica* Desf en Algérie. *Botany* 86, p 520-532
9. **BELHADJ S. 1999.** Les pistacheraies algériennes : Etat actuel et dégradation. *Nucis, Newsletter*, N° 8, pp 29-30.-
10. **BENHASSAINI H& al, 2007 .**Phytoécologie de *Pistacia atlantica* Desf. subsp. *atlantica* dans le Nord-ouest algérien. *Sécheresse*, N° 18 (3), pp 199-205.
11. **Boudy P. (1952).** Guide du forestier en Afrique du nord. Vol 1. Ed la maison rustique, Paris, p 509.
12. **Brown P.H., Zhang Q. and Fergusson L. (1994).** Influence of rootstock on nutrient acquisition by Pistachio. *Journal of plant nutrition*, 17, p 1137-1148.
13. **Brand-Williams.W., Cuvelier.M.E, Berset.C., 1995.** Use of free radical method to evaluate antioxidant activity. *LebensmittelWissenschaft and Technologie* 28, 25–30.

C

14. **Chaba B., Chraa O. and Khichane M. (1991).** Germination, morphogenèse racinaire et rythmes de croissance du Pistachier de l'Atlas. In *Physiologie des arbres et arbustes en zones arides et semi-arides*. Groupe d'Etude de l'Arbre, p 465-472.

D

15. **Dobignard A. and Chatelain C. (2013).** Index synonymique et bibliographique de la flore. Ed. Conservatoire et Jardin Botaniques,

Genève.<http://www.village.ch/musinfo/bd/cjb/africa/> [consulté le 10/10/2014].
Doi:10.1016/0300-9084(96)88119-3, p 147-161.

16. Dixon A.A. and Paiva N.L. (1995). Stress-induced phenyl propanoid metabolism the plant. *Cell*, 7, p 1085-1097.

17. Dixon L.B., Lehman A.F. and Levin J. (1995). Conventional antipsychotic medication for schizophrenia. *Schizophrenia bulletin*, 21, p 567-577.

18. Delattre J., Beaudoux J.L., Bonnefont-Rousselot D. (2005). Radicaux libres et stress oxydant, aspects biologiques et pathologiques. *L'actualité chimique*, p 108- 115.

G

19. Grundwag M. (1976). Embryology and fruit development in four species of *Pistacia* L (Anacardiaceae). *Botanical journal of the Linnean society*, 73, p355-370.

H

20.-Harfouche A., Chebouti-Meziou N., Chebouti Y., 2005. Comportement comparé de quelques provenances algériennes de pistachier de l'Atlas introduites en réserve naturelle de Mergueb (Algérie). *Forêt méditerranéenne* t. XXVI, n° 2, 135-142.

21. Halliwell B. (2006). Phagocyte-derived reactive species, salvation or suicide. *Trends biochem science*, 31(9), p 509-15.

J

22. Jacob R.A. (1995). The integrated antioxidant system, nutrition research, 15(5), p 755-66.

K

23. Kaabache M. (2005). Guide des habitats arides et sahariens (Typologie de la végétation d'Algérie, Projet/ ALG/00/G35/.

24. Khaldi A. and khoudja M.K. (1996). Atlas pistachio (*Pistacia atlantica* Desf) in north Algeria: taxonomy, geographical distribution, utilization and conservation. Genetic resources. IPGRI, Rome, Italie, p 57-62.

25. Kim.D., Chun.O., Kim.Y., Moon.H et Lee.C., 2003). Quantification of polyphenolics and their antioxidant capacity in fresh plums. *J. Agric, Food Chem.*, 51(22), 6509-6515.

L

26. Larouci- Rouibat A. (1987). Etude biochimique et physiologique des semences du pistachier de l'Atlas. *DES physiologie végétale USRHB Alger*, p 113

27. LAHSISSENE H., KAHOUADJI A., TIJANE M. & HSEINI S., 2009 - Catalogue des plantes médicinales utilisées dans la région de ZAËR (Maroc), le *Jeunia*, revue. N° 186.

28. Luc G., Lecerf J.M., Bard J.M., Hachulla E., Fruchart J.C. and Devulder, B. (1991). Cholestérol et athérosclérose. Masson, collection Abrégés,

29. Lerato Nellvecia Madike et al ., 2017). International Journal of Pharmacognosy and Phytochemical Research., 9(10); 1300-1308 Preliminary Phytochemical Screening of Crude Extracts from the Leaves, Stems, and Roots of *Tulbaghia violacea*.

30. Lerato Nellvecia Madike et al ., (2017)., International Journal of Pharmacognosy and Phytochemical Research., 9(10); 1300-1308 Preliminary Phytochemical Screening of Crude Extracts from the Leaves, Stems, and Rootsof Tulbaghiaviolacea.

M

31. MADANI D., 2008 - Relation entre le couvert végétal et les conditions édaphiques en zone à déficit hydrique, mém. Mag. Univ. El Hadj L. Batna. 119 p.

32. Mellah H. (2007). Approche anatomique des radicelles du pistachier de l'Atlas (*Pistacia atlantica* Desf. subsp. *atlantica*) : cas de la population d'Oued Bésbès, Wilaya de Médéa. Mémoire d'ingénieur Agronome. Département des Sciences Agronomiques. Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques. Université Mouloud Mammeri de TiziOuzou, Algérie, p 86.

33. Monjauze A. (1980). Connaissance du Betoum (*Pistacia atlantica* Desf). Revue forestière française. Biologie et forêt. N4, p 357-363.

34. MONJAUZE, A., 1968 . Répartition et écologie de *Pistacia atlantica* DESF. en Algérie. Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. Du N. N° 56, pp 1–127.

N

35. Nedjraoui D. (2003). Country Pasture, forage resource profiles. Ed. FAO. Grassland and Pasture Corps Algeria, p 1-29

36. Nègre R. (1962). Petite flore des régions arides du Maroc occidental. Tome II. Ed. C.N.R.S

O

37. Ozenda P., 1977- Flore du Sahara 2e Ed. CNRS, Paris, 622 p

38. Oukabli A. (2005). Le pistachier - un arbre fruitier et forestier. Transfert de technologie en agriculture N0 125, p 1-4.

P

39. Pesson P. and Louveaux J. (1984). Pollinisation et production végétale. Paris: INRA, p 179.

40. Peter H., Raven., Ray F., Evert. And Susan E. (2007). Eichroun (trad de la 3ème édition américaine Jules Bouharmot et révision scientifique, Charles Marie Evard), biologie végétale 3ème édition, De Boeck, (ISBN 918-2-8041-8156-7).

41. Peeking A., Picand B., Hacene K., Lokiec, F. and Guerin P. (1987). Oligomères procyanidoliques (Endotélon) et système lymphatique. Artères et Veines. Publications médicales AGCF, 6, p 512-513.

42. Poisson C., Rouas C., Manens L., Dublineau I. and Gueguen Y. (2013). Antioxidant status in rat kidneys after co exposure to uranium and gentamicin. Hum exptoxicol. Species free radical reactions and modification of biomolecules, mol aspects med, 19, p 221-357.

Q

43. Quézel P., et Santa S., 1963. Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. Édition : Centre national de la recherche scientifique. Paris, Tome 2, 626 p.

44. Quézel P. and Médail F. (2003). Ecologie et biogéographie des forêts du bassin méditerranéen. Ed. Elsevier (Collection Environnement), Paris, p 573.

R

45. Remesy C., Manach C., Demigne C., Tescien O. and Regert F. (1991). Intérêt nutritionnel des flavonoïdes. Neet, p 17-27.

46. Rice-Evans C.A., Miller N.J., Blwell P.G., Bramley P.M. and Pridham J.B. (1995). The relative antioxidant activities of plant derived polyphenolic flavonoids. Free had, res, 22, p 375-383.

47. Richard M.J., Belleville F., Chalas J., Ceballos-Picot I., Vitoux D., Boyer M.J., Chaudière J. and Favien A. (1997). Les glutathions peroxydases, intérêt de leur dosage en biologie clinique. Laboratoire de biochimie CHU a-Michalon Grenoble, vol(55), p 195-208.

S

48. Sies H. (1991). Oxidative stress. From basic research to clinical application, A m J Med, 91, p 31S-38.

49. Seigue A. (1985). La forêt circumméditerranéenne et ses problèmes. Ed Maisonneuve et Larousse, p 495.

50. Samavati V. and Adeli M. (2014). Isolation and characterization of hydrophobic compounds from carbohydrate matrix of Pistacia atlantica, Carbohyr.polym, 101, p 890-896.

T

51. Tzako O., Bazos I. and Yannitsaros A. (2007). Volatile metabolites of Pistacia atlantica Desf from Greece. Flavour Fragrance J, 22, p 358-362.

52. Trease E. et Evans W., 1987). Pharmacognosy Billiaire. Editions Tindall London 13, 61-62.

Y

53. Yaqoobi A., El hafid L. and Halaoui B. (2009). Etude biologique de Pistacia atlantica Desf de la région orientale du Maroc. Biomatec Echo, 3, p 39-49.

54. Yousfi M., Nedjimi B., Belal R. and Ben Bertal D. (2003). Etude des acides gras d'huile de fruit de pistachier de l'Atlas algérien. Oléagineux corps gras lipides, 10, p 425-427.

56. Yaqoobi A., El hafid L. and Halaoui B. (2009). Etude biologique de Pistacia atlantica Desf de la région orientale du Maroc. Biomatec Echo, 3, p 39-49

57. Zohary M. (1952). A monographical study of the genus Pistacia. J séries V. Palestine jour, Bot 4, p 187-228

Annexe

ANNEXE

Annexe1 : nombre des pièces pour 100 g de graines du pistachier de l'atlas

	Messaad	Hassidela	El hadjeb	Lalmaya
VERT CLAIRE	301 Pièces	458 Pièces	251 Pièces	32 Pièces
VERTFONCE	327 Pièces	531 Pièces	410 Pièces	472 Pièces
MARRON	146 Pièces	122 Pièces	128 Pièces	97 Pièces
NOIR	230 Pièces	44 Pièces	56 Pièces	366 Pièces

Annexe2 : Mensurations (poids et diamètres) de 10 graines de la station de Massaad

STATION MASSAAD		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
VERT CLAIR	POIDS	0,0984	0,1173	0,0992	0,1492	0,1203	0,1871	0,0995	0,0957	0,0988	0,118
	DIAMETRE	0,5	0,8	0,5	0,7	0,6	0,8	0,5	0,6	0,6	0,7
VERT FONCE	POIDS	0,1274	0,1499	0,1458	0,1512	0,1820	0,1305	0,0895	0,1313	0,1040	0,088
	DIAMETRE	0,5	0,4	0,5	0,6	0,5	0,4	0,5	0,4	0,6	0,6
MARRON	POIDS	0,0858	0,1040	0,0800	0,0812	0,0900	0,0488	0,0946	0,056	0,0748	0,055
	DIAMETRE	0,6	0,6	0,5	0,4	0,5	0,5	0,5	0,6	0,4	0,5
NOIR	POID	0,1470	0,1297	0,1422	0,1602	0,1373	0,1450	0,1300	0,134	0,1175	0,122
	DIAMETRE	0,8	0,7	0,8	0,7	0,8	0,8	0,7	0,6	0,7	0,6

**Annexe 3 : Mensurations (poids et diamètres) de 10 graines de la station
Hassi delaa selon la couleur**

STATION HASSI DELLAA		1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
VERT CLAIR	POIDS	0,0975	0,1016	0,1051	0,1094	0,1033	0,1030	0,1031	0,0923	0,1012	0,0902
	DIAMETRE	0,8	0,8	0,8	0,7	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	,7
VERT FONCE	POIDS	0,0714	0,0807	0,0815	0,0958	0,0730	0,0837	0,0700	0,0580	0,092	,0809
	DIAMETRE	0,8	0,9	0,8	0,8	0,8	0,5	0,8	0,7	0,7	,4
MARRO N	POIDS	0,0437	0,0506	0,0496	0,0528	0,400	0,0381	0,0521	0,0425	0,0457	,0597
	DIAMETRE	0,6	0,7	0,7	0,6	0,8	0,5	0,5	0,6	0,6	,7
NOIR	POID	0,0566	0,0753	0,0709	0,0769	0,0716	0,0787	0,0789	0,947	0,0731	,0685
	DIAMETRE	0,8	0,5	0,5	0,6	0,4	0,4	0,7	0,5	0,4	,6

**Annexe 4 : Mensurations (poids et diamètres) de 10 graines de la station de Lalmaya selon la
couleur.**

STATION LALMAYA		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
VERT CLAIR	POIDS	0,1043	0,1304	0,1106	0,0840	0,1045	0,1018	0,0876	0,0997	0,1068	0,0799
	DIAMETRE	0,6	0,7	0,9	0,6	0,7	0,5	0,4	0,8	0,5	0,5
VERT FONCE	POIDS	0,0946	0,0855	0,1009	0,1082	0,1030	0,1131	0,1042	0,1070	0,1021	0,1320
	DIAMETRE	0,6	0,6	0,5	0,5	0,7	0,5	0,4	0,5	0,6	0,7
MARRON	POIDS	0,0575	0,0513	0,0790	0,0566	0,0520	0,0950	0,0811	0,0836	0,0450	0,0601
	DIAMETRE	0,5	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4	0,6	0,8	0,5	0,5
NOIR	POIDS	0,1282	0,1262	0,1502	0,1356	0,1127	0,1383	0,0844	0,1363	0,1405	0,1461
	DIAMETRE	0,7	0,6	0,7	0,6	0,6	0,6	0,7	0,7	0,6	0,6

Annexe 5 : Mensurations (poids et diamètres) de 10 graines de la station d'El-Hadjeb

selon la couleur

STATION EL HAJDEB		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
VERT CLAIR	POIDS	0,0856	0,0933	0,0775	0,0918	0,0950	0,0818	0,0785	0,0759	0,0780	0,0750
	DIAMETRE	0,6	0,5	0,5	0,4	0,6	0,6	0,7	0,7	0,7	0,6
VERT FONCE	POIDS	0,0787	0,0659	0,0934	0,0657	0,0683	0,0725	0,0840	0,0745	0,0827	0,0752
	DIAMETRE	0,6	0,7	0,6	0,6	0,7	0,6	0,6	0,7	0,7	0,6
MARRO N	POIDS	0,0367	0,0429	0,0423	0,0451	0,0445	0,0550	0,0428	0,0581	0,0406	0,0512
	DIAMETRE	0,5	0,5	0,6	0,7	0,8	0,6	0,7	0,6	0,7	0,6
NOIR	POID	0,0590	0,0525	0,0530	0,0590	0,0707	0,0616	0,0697	0,0685	0,0538	0,0609
	DIAMETRE	0,7	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,7	0,6	0,5	0,6

Annexe6 : Matrice de corrélation deux à deux

	El-Hadjeb	H.Delaa	Lalmaya	Messad
Rend-Lipid	10,6	8	10,1	8
T°C MAX	25,166	24,75	24,033	23,875
T°C MIN	12,416	12,75	11,408	11,833
T°C MOY	19	18,9	17,875	17,933
P (mm)	18,583	10,833	13,416	14,5
Durée d'ensoleillement	122,63	126,24	124,6	123,07
Altitude	993	758	917	780
Rend-Délip	5,1	7,2	6,4	7,7
POIDS	0,03353	0,1056	0,1155	0,1005
Diamètre	0,6175	0,6641	0,5825	0,59
H°	42,41	38,67	39,58	42,42
Stéroïdes	2	3	2	2
Terpenoides	1	0	0	0
Phénols et Tanins	1	3	4	178,98
Protéines	2	1	4	3
Stéroïdes délip	2	1	1	2
Terpenoides délip	1	0	0	0
Phénols et Tanins délip	2	3	2	3
Protéines délip	3	2	2	3
DPPH (µg/ml)	154,05	87,91	200,29	106,53
Total polyphenols content (mgEA	815,47	1125,51	2351,19	931,54
Total Flavonoïdes (mgEQ/gd'ex	178,98	122,46	118,84	76,81

Evaluation et valorisation de l'activité antioxydante des extraits des fruits du pistachier de l'Atlas (*Pistacia atlantica* Desf.) au regard de sa répartition géographique et climatique

Résumé

Le présent travail considéré comme une contribution unique qui s'intéresse à la valorisation et évaluation de l'activité antioxydante des extraits des fruits du pistachier de l'Atlas (*Pistacia atlantica* Desf.) par des méthodes chimiques et statistiques de la région de Laghouat et Djelfa durant la période entre septembre 2021 et janvier 2022, qui ont été échantillonnés d'une façon aléatoire à fin de répondre aux objectifs déclarés ; différentes méthodes ont été appliquées (tests biochimiques et statistiques). Des résultats biométriques montrant que pour 100g de graines des échantillons des quatre stations varient entre maximaux et minimaux, l'analyse de corrélation entre diamètre et poids montre l'absence de toute relation pour les quatre stations. La réalisation du test ANOVA montre l'existence d'une nette différence **hautement** significative dans les quatre stations. Les résultats des tests chimiques montrent que les graines des quatre stations présentent des taux de protéines, de flavonoïdes et de polyphénols considérables. Et montrent aussi que les concentrations les plus élevées des échantillons sont enregistrées pour la station de Lalmaya. Les résultats des tests de corrélation entre les données environnementales et ceux des échantillons testés montrent une nette influence de quelques paramètres environnementaux tels que l'humidité et l'altitude. Il ressort de cette étude que le climat et la biogéographie ont des influences sur la phénologie et le comportement adaptatif du pistachier de l'atlas.

Mots clés : pistachier de l'Atlas, Phénols, Flavonoïdes, Activité antioxydante

Evaluation and valuation of the antioxidant activity of extracts from the fruits of the Atlas pistachio tree (*Pistacia atlantica*Desf.) with regard to its geographical and climatic distribution

ABSTRACT:

This work is considered as a unique contribution that is interested in the valorization and evaluation of the antioxidant activity of the extracts of the fruits of the pistachio tree of the Atlas (*Pistacia atlantica*Desf) by chemical and statistical methods of the Laghouat and Djelfa region during the period between September 2021 and January 2022, which have been randomly sampled to meet the stated objectives; deferential methods have been applied (biochemical and statistical tests). Biometric results showing that for every 100g of seed from samples at the four stations vary between maxima and minima, the correlation analysis between diameter and weight shows the absence of any relationship for the four stations. Completion of the ANOVA test shows a clear and highly significant difference in the four stations. The results of the chemical tests show that the seeds of the four stations have levels of proteins, flavonoids and polyphenols considerable. And also show that the highest concentrations of the samples are recorded for the Lalmaya station. The results of the correlation tests between the environmental data and those of the samples tested show a clear influence of some environmental parameters such as humidity and altitude. The study shows that climate and biogeography influence the phenology and adaptive behaviour of the atlas pistachio tree.

Keywords: Atlas pistachio tree, Phenols, Flavonoids, Antioxidant activity.

