

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Centre Universitaire Salhi Ahmed – NAAMA

Institut des Sciences et de Technologie

Département des Sciences de la Nature et de la Vie



En vue de l'obtention du diplôme de MASTER Académique

En : Sciences agronomiques

Spécialité : Agro-pastoralisme

Présenté Par : - **BENSENIA Fatima zohra**

- **AHMIDI Nour walaa**

Intitulé

Comparaison des essais de germination entre 04 provenances (Ain Sefra & El Bayadh & Ain Benkhellil & Ghardaïa) des graines du Pistachier de l'atlas et l'effet du stress hydrique sur les paramètres morphométriques

Soutenu, devant le jury composé de :

Présidente	BABOU Fatima Zohra	MAB	Centre Universitaire de Naâma
Encadreur	GUERINE Lakhdar	MCA	Centre Universitaire de Naâma
Examinatrice	BENHAMZA Messaouda	MCB	Centre Universitaire de Naâma

Promotion : 2020 / 2021

Remerciements

Nous tenons tout d'abord à remercier ALLAH le tout puissant et miséricordieux, qui nous a donné la force et la patience d'accomplir ce travail.

Notre grand respect et reconnaissance vont tout particulièrement à notre encadreur, Dr. Guerine Lakhdar, pour sa gentillesse, ses conseils constructifs, ses instructions, son dévouement et sa disponibilité tout au long de ces mois de travail.

Nos sincères remerciements vont également à tous les membres du jury : Dr Babou et Dr Benhamza

Nos remerciements ; s'adressent également à tous nos enseignants de centre universitaire de Naâma particulièrement Mr. Nouri T pour son soutien, ses orientations, ses conseils et son aide précieuse.

Nous tenons à remercier tous les personnes du laboratoire SNV centre universitaire Salhi Ahmed Naâma en particulier Mr Othmani Abdelghani.

Dédicace

Je dédie ce modeste travail à ceux qui ont donné un sens à mon existence, en m'offrant une éducation digne de confiance, ceux qui ont attendu avec patience les fruits de leur bonne éducation à mes très chers parents : **Mohammed et Fatma.**

- ✚ A mes chères sœurs : Amel, Souad ;
- ✚ A mes chers frères : Abdelkarim, Sid Ahmed;
- ✚ A ma chère amie ma binôme Walaa
- ✚ A toute la famille BENSENIA, SALHI
- ✚ A tous ce qui m'aiment et qui sont les plus chères pour moi.

Dédicace

C'est grâce à la volonté de Dieu le tout Puissant et bien veillant qui m'a permis d'achever et de présenter ce travail.

J'ai le plaisir de dédier avec fierté ce modeste travail à :

Mon cher père qui a su nous transmettre l'essentiel de son énergie morale et matérielle pour réussir.

Ma chère mère, qui a été très patiente et qui m'a toujours encouragée et poussée aux études.

A ma chère grande mère Muma

Qui je souhaite une bonne santé.

A mes chers frères Modjib et Khalil

A mes chères sœurs Radjaa et Maria .

Pour ses soutiens moral et leurs conseils précieux tout au long de mes études.

A ma chère binôme Fatima.

A Mr Walid pour sa gentillesse et pour ses conseils.

A toute la famille AHMIDI , BOUKHARI ,BENSENIA

A Mon encadrant, Dr. Lakhdar GUERINE.

Permanent, ses encouragements et ses précieux conseils.

Tous les amis que j'ai connus et avec lesquels j'ai partagé mes meilleures années d'études.

Qu'ils trouvent ici la marque de mon estime et toute ma considération.

Je remercie toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

A tous ceux qui connaissent et aiment Walaa.

Table des matières

Introduction générale.....	1
CHAPITRE I : GENERALITE SUR LA ZONE D'ETUDE.....	4
1.1 - PRESENTATION GLOBALE DE LA WILAYA DE NAAMA :	5
1.2 - CARACTERISTIQUES CLIMATIQUES.....	6
1.2.1 - Les précipitations	6
1.2.2 - Les températures	7
1.2.3 - Synthèse climatique :	7
1.2.3.1 - Amplitude thermique moyenne et indice de continentalité	7
1.2.3.2 - Indice de sécheresse estivale.....	7
1.2.3.3 - Indice d'aridité de DE MARTONNE.....	8
1.2.4 - Les vents	8
1.2.5 - Géologie.....	9
1.2.5.1 - Géologie d'Ain Ben Khellil	10
1.2.5.2 - Les affleurements géologiques	11
1.2.5.3 - Lithologie et sols.....	11
1.2.5.4 - Sol d'Ain Ben Khellil	12
1.3 - PRESENTATION DE LA ZONE D'AIN SEFRA.....	13
1.3.1 - Le climat	14
1.3.2 - Les précipitations	14
1.3.3 - Les températures	15
1.3.4 - Géologie.....	16
1.3.5 - Les sols.....	17
1.4 - PRESENTATION DE LA ZONE DE GHARDAIA.....	17
1.4.1 - Contexte hydro-climatologique	18
1.4.2 - Présentation de station climatologique :	18
1.4.3 - Analyse des paramètres climatiques :	19
1.4.3.1 - La température	19
1.4.3.2 - Précipitations moyenne mensuelles :	19
1.4.3.3 - Le vent	20
1.4.4 - Géologie.....	20
1.4.4.1 - L'altitude moyenne de Ghardaïa	21
1.5 - PRESENTATION DE LA ZONE D'EL BAYADH	21
1.5.1 - Cadre climatique	22
1.5.2 - Les données brutes.....	22
1.5.2.1 - Les données thermiques.....	22
1.5.2.2 - Les données pluviométriques.....	23
1.5.3 - Les sols.....	24
1.5.4 - Géologie.....	25
2 - CHAPITRE II : PRESENTATION DE L'ESSENCE ETUDIEE LE PISTACHIER DE L'ATLAS.....	28
2.1 - HISTORIQUE	28
2.2 - GENERALITES SUR LE GENRE PISTACIA	28
2.3 - TAXONOMIE DU GENRE PISTACIA.....	29
2.4 - SYSTEMATIQUE DE L'ESPECE PISTACHIER DE L'ATLAS (PISTACIA ATLANTICA DESF)	30
2.5 - CARACTERISTIQUES BOTANIQUES	31
2.5.1 - Feuille	31

2.5.2 - L'inflorescence	33
2.5.3 - Fleurs.....	33
2.5.4 - Fruits	35
2.5.5 - La graine	36
2.5.6 - Le bois.....	36
2.5.7 - La résine.....	37
2.5.8 - Ecorce	38
2.6 - D'AUTRES CARACTERES :	39
2.6.1 - La croissance.....	39
2.6.2 - La régénération	40
2.6.3 - La pollinisation	42
2.7 - MALADIES ET RAVAGEURS DU PISTACHIER DE L'ATLAS	42
2.7.1 - Autoécologique	42
2.7.2 - Entomologie.....	43
2.8 - REPARTITION GEOGRAPHIQUE.....	43
2.9 - EXIGENCES ECOLOGIQUES	44
2.10 - EXIGENCES CLIMATIQUE.....	45
2.10.1 - La pluviométrie	45
2.10.2 - Température	45
2.10.3 - L'altitude.....	46
2.11 - EXIGENCES EDAPHIQUES.....	46
2.11.1 - Intérêt du pistachier de l'Atlas	46
2.11.2 - Porte greffe.....	46
2.11.3 - Source de bois et de résine.....	47
2.11.4 - Lutte contre la désertification	47
2.11.5 - Valeur médicinale	48
2.11.6 - Valeur nutritionnelle	48
2.11.7 - Valeur fourragère	49
3 - ETUDE DE LA GERMINATION DES GRAINES DU PISTACHIER DE L'ATLAS.	
3.1 - MATERIEL VEGETAL UTILISE ET CONDITIONS DE CULTURE	52
3.2 - MATERIEL D'EXPERIMENTATION	52
3.3 - METHODOLOGIE DE TRAVAIL.....	53
3.3.1 - Essais de germination	53
3.3.2 - Test de viabilité.....	53
3.3.3 - Sélection des semences	54
3.3.4 - Effet des prétraitements	55
3.4 - GERMINATION.....	57
3.4.1 - Préparation des alvéoles.....	57
3.4.2 - La réserve facilement utilisable	57
3.4.3 - Calcul de la réserve facilement utilisable (RFU).....	57
3.5 - SEMIS.....	58
3.6 - SUIVI DE LA GERMINATION	59
3.6.1 - Taux de germination	59
3.6.2 - Vitesse de germination (V.G) ou temps moyen de germination (TMG) :	60
3.7 - ETUDE DU STRESS	61
3.7.1 - Paramètres étudiés	62
3.7.2 - Croissance en longueur	62
3.7.3 - Croissance pondéral	62
4 RESULTATS.....	66

4.1 - PRESENTATION ET ANALYSE DES RESULTATS :	66
4.2 - INTERPRETATION STATISTIQUE DES RESULTATS DES ESSAIS DE GERMINATION DES GRAINES DE PISTACHIER DE L'ATLAS :	66
4.2.1 - Taux de germination des graines :	66
4.2.2 - La vitesse de germination (V.G).....	68
4.3 - EFFET DU STRESS HYDRIQUE SUR LES PARAMETRES MORPHOLOGIQUES.....	68
4.3.1 - Effet de stress hydrique sur la longueur de la tige (LT)	69
4.3.2 - Effet de stress hydrique sur la longueur de la racine	70
4.4 - VARIATION DE NOMBRE DE FEUILLES.....	71
4.4.1 - Variation de la surface foliaire.....	72
4.5 - BIOMASSE FRAICHE DES PLANTULES DE LA PISTACHIER DE L'ATLAS	73
4.5.1 - Biomasse sèche de la partie aérienne.....	74
4.5.2 - Biomasse sèche de la partie souterraine.....	75
Discussion	77
Conclusion	80
Références Bibliographiques	83

Liste des tableaux

TABLEAU 1: LES PRINCIPALES CARACTERISTIQUES DE LA STATION DE REFERENCE	6
TABLEAU 2: REPARTITION MOYENNE MENSUELLE DES PRECIPITATIONS (MM) DURANT LA PERIODE (1992-2012).....	6
TABLEAU 3: REGIME SAISONNIER DES PRECIPITATIONS AU NIVEAU DU TERRITOIRE NAAMA- AIN BEN KHELLIL DURANT LA PERIODE (1992-2010)	6
TABLEAU 4: VALEURS MOYENNE MENSUELLES DE LA TEMPERATURE.....	7
TABLEAU 5: INDICE DE CONTINENTALITE DE LA ZONE D'ETUDE DURANT LA PERIODE DE REFERENCE.....	7
TABLEAU 6: INDICE DE SECHERESSE ESTIVALE	7
TABLEAU 7: INDICE D'ARIDITE MENSUEL DE DE MARTONNE.....	8
TABLEAU 8: DIRECTION DES VENTS SELON LEUR FREQUENCE EN %.....	8
TABLEAU 9: LES PRINCIPALES CARACTERISTIQUES DE LA STATION DE REFERENCE.....	13
TABLEAU 10: CARACTERISTIQUE GEOGRAPHIQUE DE STATION CLIMATOLOGIQUE	19
TABLEAU 11: TEMPERATURE MOYENNES MENSUELLES ET ANNUELLES DE GHARDAÏA (1998 - 2018).....	19
TABLEAU 12: PRECIPITATIONS MOYENNES MENSUELLES DE GHARDAÏA (1998- 2018).....	20
TABLEAU 13: LES VITESSES MOYENNES MENSUELLES DES VENTS.	20
TABLEAU 14: LES PRINCIPALES CARACTERISTIQUES DE LA STATION DE REFERENCE.....	22
TABLEAU 15: TEMPERATURES MOYENNES MENSUELLES, MAXIMA ET MINIMA DE LA REGION D'EL-BAYADH	23
TABLEAU 16: PRECIPITATIONS MENSUELLES DE LA REGION D'EL BAYADH EN 2012	24
TABLEAU 17: LE POIDS DES GRAINES DE 4 PROVENANCES	55
TABLEAU 18: LA CAPACITE DE RETENTION MAXIMALE EN EAU DU TERREAU	58
TABLEAU 19: MOYENNE DE LA LONGUEUR DE TIGE (CM) DE PISTACHIER DE L'ATLAS SOUS L'EFFET DU STRESS HYDRIQUE.....	69
TABLEAU 20: MOYENNE DE LA LONGUEUR DE RACINE (CM) DE PISTACHIER DE L'ATLAS SOUS L'EFFET DU STRESS HYDRIQUE.....	70
TABLEAU 21: MOYENNE DU NOMBRE DES FEUILLES DE PISTACHIER DE L'ATLAS SOUS L'EFFET DU STRESS HYDRIQUE.....	71

TABLEAU 22: MOYENNE DE LA SURFACE DES FEUILLES DE PISTACHIER DE L'ATLAS SOUS L'EFFET DU STRESS HYDRIQUE.....	72
TABLEAU 23: MOYENNE DE LA BIOMASSE FRAICHE DES PLANTULES DE LA PISTACHIER DE L'ATLAS	73
TABLEAU 24: MOYENNE DE LA BIOMASSE DE LA SECHE DE LA PARTIE AERIENNE SOUS L'EFFET DU STRESS HYDRIQUE.....	74
TABLEAU 25: MOYENNE DE LA BIOMASSE DE LA SECHE DE LA PARTIE SOUTERRAINE SOUS L'EFFET DU STRESS HYDRIQUE.....	75

Liste des figures

FIGURE 1: SITUATION GEOGRAPHIQUE DE LA ZONE D'ETUDE	5
FIGURE 2: CARTE GEOLOGIQUE DE LA WILAYA DE NAAMA	10
FIGURE 3: CARTE DE LA SITUATION ADMINISTRATIVE DE LA REGION D'AIN SEFRA	13
FIGURE 4: CARTE GEOLOGIQUE DE LA REGION D'AIN SEFRA (GALMIER 1972).....	17
FIGURE 5: SITUATION GEOGRAPHIQUE DE LA WILAYA DE GHARDAÏA (ATLAS, 2004).....	18
FIGURE 6: SITUATION GEOGRAPHIQUE DE LA WILAYA D'EL BAYADH	22
FIGURE 7: FLEURS MALES ET FEMELLE DU PISTACHIER DE L'ATLAS EN PLEIN FLORAISON	34
FIGURE 8: FRUITS DU PISTACHIER DE L'ATLAS	35
FIGURE 9: CYCLE DE FRUCTIFICATION DU PISTACHIER DE L'ATLAS. (1) FRUIT JEUNE, (2) DEBUT DE VERAISON, (3) VERAISON, (4) FRUIT MUR ((YAAQOBI, 2009).....	35
FIGURE 10: BOIS DU PISTACHIER DE L'ATLAS (AIN BEN KHELLIL, MAI 2021)	37
FIGURE 11: ECORCE DU PISTACHIER DE L'ATLAS (DJELFA 2016).....	38
FIGURE 12: RACINE DU PISTACHIER DE L'ATLAS (AIN BEN KHELLIL, MAI 2021).....	39
FIGURE 13: CAS DE REGENERATION NATURELLE DU BETOUM A L'INTERIEUR DE JUJUBIER (AIN BEN KHELLIL, MAI 2021)	41
FIGURE 14: CARTE DE DISTRIBUTION DU PISTACHIER D'ATLAS DANS LE MONDE (ZOHARY, 1952).....	43
FIGURE 15: DISTRIBUTION DU PISTACHIER D'ATLAS EN ALGERIE (MONJAUZE, 1980).	44
FIGURE 16: TAUX DE GERMINATION DES GRAINES DU PISTACHIER DE L'ATLAS ENTRE 04 PROVENANCES.....	67
FIGURE 17: CINETIQUE DE GERMINATION DES GRAINES DU PISTACHIER DE L'ATLAS, PROVENANT DE.....	68
FIGURE 18: DESSECHEMENT DES PLANTULES DE PISTACHIER DE L'ATLAS APRES 15 JOURS DE STRESS.....	69
FIGURE 19: EFFET DU STRESS HYDRIQUE SUR LA LONGUEUR DE LA TIGE	70
FIGURE 20: EFFET DU STRESS HYDRIQUE SUR LA LONGUEUR DE LA RACINE (CM)	71
FIGURE 21: EFFET DU STRESS HYDRIQUE SUR LE NOMBRE DE FEUILLES	72
FIGURE 22: SURFACE FOLIAIRE DES PLANTULES DE PISTACIA ATLANTICA	73
FIGURE 23: EFFET DU STRESS HYDRIQUE SUR LA BIOMASSE FRAICHE DE LA PISTACHIER DE L'ATLAS	74

FIGURE 24:EFFET DU STRESS HYDRIQUE SUR LA BIOMASSE SECHE DE LA PARTIE AERIENNE..... 75

FIGURE 25:EFFET DU STRESS HYDRIQUE SUR LA BIOMASSE SECHE DE LA PARTIE SOUTERRAINE 76

Liste des photos

PHOTO 1: PISTACHIER DE L'ATLAS (AIN BEN KHELIL, MAI 2021)	31
PHOTO 2: FEUILLES DU PISTACHIER D'ATLAS DE SEXE MALE (AIN BEN KHELLIL, 2017)	32
PHOTO 3: FEUILLES DU PISTACHIER D'ATLAS DE SEXE FEMELLE (AIN BEN KHELLIL, 2017).....	33
PHOTO 4: FEUILLES ET FRUITS DU PISTACHIER D'ATLAS DE SEXE FEMELLE (AIN BEN KHELLIL, MAI.....	33
PHOTO 5: PRESENTATION DES SEMENCES	52
PHOTO 6: METHODE DE FLOTTAISON DES GRAINS.....	53
PHOTO 7: MESURE DU POIDS DE 10 GRAINES	54
PHOTO 8: PRETRAITEMENTS DES GRAINS PAR L'EAU TIEDE ET L'EAU OXYGENEE	56
PHOTO 9: PREPARATION DES ALVEOLES	57
PHOTO 10: CALCUL DE LA RESERVE FACILEMENT UTILISABLE (RFU)	58
PHOTO 11: SEMIS DES GRAINS ET L'IRRIGATION QUOTIDIENNE.....	59
PHOTO 12: GERMINATION DES GRAINES DES 4 PROVENANCES	60
PHOTO 13: APPLICATION DU STRESS HYDRIQUE (DIFFERENTES DOSES)	61
PHOTO 14: LES JEUNES PLANTULES DU PISTACHIER DE L'ATLAS	66

Liste des abréviations

% : Pourcent

°C : Degré Celsius

Cm : Centimètre

FAO : Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture

Fig. : Figure

g. : Gramme

L.R : La longueur de la racine

LT : La longueur de la tige

N bre : Nombre

P : Précipitation

S.F : La surface foliaire

T : Température

TG : Taux de germination

VG : Vitesse de germination

BSA : La biomasse sèche aérienne

BSR : La biomasse sèche racinaire

مقارنة تجارب الإنبات لبذور الفستق الأطلسي مأخوذة من 4 مناطق (عين الصفراء والبيض وعين بن خليل وغرداية) وتأثير الإجهاد المائي على تطور النبات

ملخص :

شجرة الفستق الأطلسي هي نوع من الأشجار الغابية المقاومة للظروف الجافة وشبه القاحلة ، لكنها لا تقدر في برامج التشجير بسبب صعوبة إنتاج هذا النبات في المشتلة.

تم انجاز هذا العمل بهدف دراسة تأثير المعالجات المسبقة على قدرة إنبات بذور شجرة الفستق الأطلسي ، وكذلك تأثير الإجهاد المائي على نمو أوراق وجذور شتلات شجرة الفستق الأطلسي على البذور مأخوذة من أربع مناطق مختلفة (عين بن خليل وعين الصفراء والبيض وغرداية) بانتظام على مدى 7 أسابيع.

أجريت هذه الدراسة في مركز جامعي النعامة حيث خضعت الشتلات الناتجة عن الإنبات لجرعات ري 100% (شاهد) و 50% و 25% من احتياطي المياه.

أظهرت النتائج المتحصل عليها أن جرعة الري المثلى 100% تؤدي إلى زيادة في طول الساق والجذور ومساحة الورقة ، حيث سجلنا في عين بن خليل 42.8% عين الصفراء 28.57% وهذه معدلات الإنبات هي الأعلى. بينما أقل المعدلات سجلت في حصتي البيض 0% وغرداية 19.05%. نؤكد أن التجذير لا يزيد عن 16 سم ، ومساحة الورقة 3.7 سم ، ويبلغ طول الساق 7.5 سم ، مسجلة للمنطقة عين بن خليل. تعتبر هذه النتائج الأعلى مقارنة بالمناطق الأخرى.

الكلمات المفتاحية : الفستق الأطلسي ، إنبات ، نمو ، إجهاد مائي ، ري .

Comparison of germination trials between 04 provenances (Ain Sefra & El Bayadh & Ain Benkhellil & Ghardaïa) of Atlas Pistachio seeds and water stress effect on morphometric parameters

Abstract

The Atlantic pistachio tree is a type of forest tree that is resistant to dry and semi-arid conditions, but it is not valued in reforestation programs because of the difficulty of producing this plant in the nursery.

This work was accomplished with the aim of studying the effect of primary treatment on the germination ability of Atlantic pistachio, as well as the effect of water stress on the growth of leaves and roots of Atlantic pistachio seedlings on samples taken from four different regions (Ain Ben Khelil, Ain Sefra, El Bayadh and Ghardaia) regularly over a period of time 07 weeks.

This study was carried out at the Naâma University Center, State where the resulting seedlings were subjected to irrigation doses of 100% (witness), 50% and 25% of the water reserve.

The results obtained showed that the optimum irrigation dose of 100% leads to a rise in stem length, roots and leaf area, where we recorded Ain Ben Khelil 42.8% and Ain Sefra 28.57% of the highest rates of germination, while the lowest rates in El Bayadh 0% and Ghardaia 19.05%. And a rooting level that does not exceed 16 cm and an area of 3.7 cm² for the leaves and a stem length of 7.5 cm. These percentages for the Ain Ben Khelil region are the best compared to other regions.

Key words: Atlantic pistachio, germination, growth, water stress, irrigation.

Résumé :

Le pistachier de l'atlas est un type d'arbre forestier résistant aux conditions sèches et semi-arides, mais il n'est pas valorisé dans les programmes de reboisement en raison de la difficulté de produire cette plante en pépinière.

Ce travail a été réalisé dans le but d'étudier l'effet des prétraitements sur la capacité germinative des graines du Pistachier de l'atlas, ainsi que l'effet du stress hydrique sur la croissance des feuilles et des racines des plantules de pistachier de l'atlas sur des graines prélevées dans quatre régions différentes (Ain Ben Khelil, Ain Sefra, El Bayadh et Ghardaïa) régulièrement sur une période de temps 07 semaines.

Cette étude a été menée au centre universitaire de Naâma, où les plants issus de la germination ont subi des doses d'irrigation de 100% (témoin), 50% et 25% des réserves d'eau.

Les résultats obtenus ont montré que la dose d'irrigation optimale de 100% conduit à une augmentation de la longueur de la tige, des racines et de la surface foliaire, où nous avons enregistré à Ain Ben Khelil 42,8% et Ain Sefra 28,57% ces taux de germination sont les plus élevés. Tandis que les taux les plus bas sont affichés dans les lots d'El Bayadh (0 %) et Ghardaïa (19,05 %). Nous soulignons que l'enracinement ne dépassant pas 16 cm, une surface foliaire de 3,7 cm, et une longueur de tige de 7,5 cm, enregistré pour la région d'Ain Ben Khelil. Ces résultats sont considérés comme supérieurs par rapport aux autres régions.

Mots clés : Pistachier de l'atlas, essais de germination, croissance, stress hydrique, irrigation.

Introduction générale

Introduction générale

1 - Introduction générale

Pistacia atlantica est, de part sa dioïque, et ces fleurs nues, un genre particulier des Anacardiacees. Le pistachier de l'Atlas est un arbre à la fois protecteur que productif.

Le pistachier d'Atlas est connu parmi les espèces qui ont une résistance en plein zone steppique aride soumis aux contraintes édapho-climatiques d'une part et anthropogènes d'autre part, Il supporte les vents forts et les longues périodes de sécheresse steppiques due aux phénomènes naturels qui sont amplifiés par la pression croissante de l'homme et de ses troupeaux. Cette plasticité attire l'attention sur la connaissance actuelle de ce peuplement et son interaction avec le milieu dont le but de protection et de la lutte contre la désertification.

Cette plasticité exceptionnelle vis -à-vis de la sécheresse atmosphérique pourrait être son caractère principal, mais il n'est pas moins indifférent à la nature du sol et il peut occuper dans son aire botanique les situations les plus extrêmes, franchissant apparemment les limites départies aux groupements forestiers classiques.

En Algérie, plusieurs espèces de pistachiers, notamment le lentisque (*Pistacia lentiscus*), le bétoum (*Pistacia vrai.*), le térébinthe (*Pistacia terebinthus L.*), se trouvent à l'état Spontané et sont très répandus dans certaines régions où ils constituent une meilleure Indication de possibilité de développement du pistachier (**MORSLI et al, 2001**).

Le fruit du pistachier de l'Atlas, est riche en matière grasse, utilisé que par la population locale en médecine comme anti-diarrhéique. Le suintement du tronc d'arbre donnant l'encre rouge est utilisé dans la tannerie des peaux. Ainsi, grâce à ses fruits et sa haute valeur fourragère, *Pistacia atlantica L.* constitue une source de revenu vital pour les riverains. Cependant, le reboisement de cette espèce et son extension se heurtent à des

Introduction générale

obstacles de plusieurs ordres. Le vieillissement des arbres porte graines, le surpâturage, les maladies parasitaires ainsi que les insectes ravageurs, la mauvaise conduite des plants en pépinière sont les principaux facteurs influençant la productivité et la résilience de l'espèce. Autrefois très abondant, cette essence ne cesse de régresser d'année en année. A cet effet, le développement des plantations du pistachier revêt un intérêt certain pour de nombreuses régions arides et semi-arides en Algérie. Cependant, ceci n'est possible que par la maîtrise des techniques de sa multiplication. Toutefois, l'obtention de plants de semis est difficile pour cette espèce de pistachier. D'une part l'endocarpe est une barrière imperméable qu'il faut scarifier, mécaniquement ou chimiquement à l'aide de l'acide sulfurique ou de la soude caustique ou de l'acide gibbérellique, afin de faciliter à l'intérieur des graines, le passage de l'eau, indispensable pour la germination (**CARUSO et DE MICHELE, 1987**); (**ROMERO et al, 1988**). D'autre part la semence du Bétoum est trop huileuse pour pouvoir se conserver longtemps dans la nature. Même en cave et stratifiée dans du sable elle ne peut garder son pouvoir germinatif plus d'un printemps. Ces facteurs sont la conséquence des échecs enregistrés durant les différentes campagnes de reboisements.

La réhabilitation du Pistachier de l'Atlas dans les climats arides et semi-arides des zones steppiques et subsahariennes au niveau du Barrage vert, à travers la plantation de 10.000 arbustes de cette essence, en guise de contribution à l'effort de reboisement national, suite aux incendies ayant touché plusieurs forêts du pays", a souligné le même responsable.

Ce projet, lancé sous le signe "Contribuons avec nos jeunes compétences à la réhabilitation et au renforcement du Barrage vert", se veut, également, une alternative à la problématique de l'impact des changements climatiques et de l'exploitation irrationnelle des ressources naturelles, a-t-il estimé.

Introduction générale

Ce programme de plantation profitera à des régions du versant sud de l'Atlas saharien (sud de Djelfa) et de la partie sud de la wilaya de M'Sila, s'étendant sur près de 170 km de long et se situant à une altitude de 1.300 mètres.

Le choix du pistachier de l'Atlas n'est pas fortuit. Nous avons choisi cette essence pour son intérêt écologique. Elle est très répandue dans les régions steppiques, semi-arides et sahariennes, comme Djelfa, Laghouat, Biskra, El Bayadh, Naâma et Ghardaïa.

Selon les spécialistes, le pistachier de l'Atlas est particulièrement résistant à la sécheresse et à la salinité des sols. C'est une espèce endémique des régions arides et semi-arides et peut même survivre en montagne et dans certaines terres dites marginales.

Cette haute résistance à la sécheresse est à l'origine du choix porté sur le *Pistacia Atlantica* pour le reboisement des régions arides et semi-arides. Il contribue à la valorisation des terres marginales et a prouvé son efficacité dans la fixation des sols et comme brise-vents, au moment où ses feuilles sont utilisées comme fourrage pour le bétail.

Depuis et temps les hauteurs autorités du pays ont affiché un intérêt grandissant pour la réhabilitation du projet (Barrage vert) comme moyen de lutte contre la désertification et faire face aux changements globaux, l'introduction du pistachier de l'atlas s'avère prometteuse.

Partie Bibliographie

Chapitre I : GENERALITE SUR LA ZONE D'ETUDE

1.1 Présentation globale de la wilaya de Naâma :

La wilaya de Naâma est située sur la partie sud-ouest des hauts plateaux (Figure 01). Elle est issue du dernier découpage administratif de 1984. Elle se compose de 07 daïras regroupant 12 communes. Elle est insérée entre l'Atlas tellien au nord et l'Atlas Saharien au sud, couvrant une superficie de 29825 km² avec une population de 209.470 habitants en 2008 soit une densité 7,02 habitants au Km².

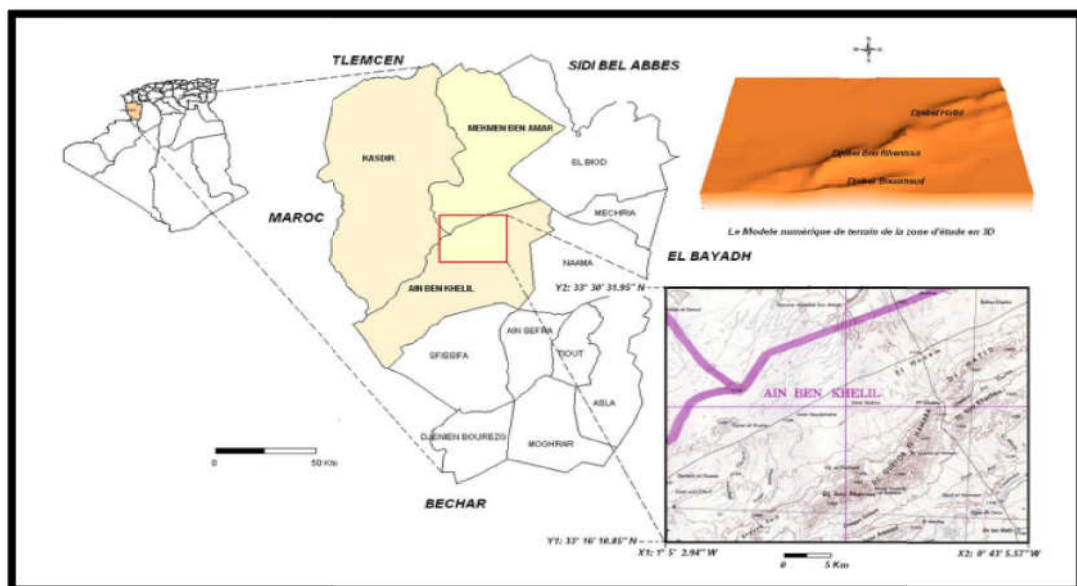


Figure (01): Situation géographique de la zone d'étude

La zone d'étude se trouve au nord de la commune **Ain Ben Khelil**. Cette dernière se situe au NW de Naâma et occupe une superficie 3 741 km² avec une population de 12066 habitants (**recensement de 2008**). Les nomades représentant la majorité de la population recensée (63%). Elle est marquée par une grande diversité paysagère, par une surface des parcours de 242.103ha, par une superficie Alfatière de 76.256ha et par une superficie forestière de 38538ha. Elle contient le site d'Oglat Ed daïra classée en 2004, sur la liste de Ramsar des zones humides.

1.2 Caractéristiques climatiques

Le climat est un facteur déterminant de premier ordre pour une approche du milieu. C'est un ensemble de phénomènes météorologiques qui sont principalement la température, les précipitations et les vents. Le climat se place en amont de toute étude relative au fonctionnement des écosystèmes écologiques (**THINTHOIN, 1948**). Il s'agit de mettre en évidence les relations qui existent entre la végétation et les facteurs climatiques. Le tableau suivant mentionne les principales caractéristiques de la station de référence.

Tableau (01): Les principales caractéristiques de la station de référence

Caractéristiques de la station	Altitude (m)	Latitude	Longitude
Naâma	1166	33° 16' N	00° 18' W

1.2.1 Les précipitations

D'après le tableau ci-dessous, on remarque que le minimum pluviométrique apparaît en Juillet avec 5.62 mm alors que le maximum en septembre avec 35,49 mm.

Tableau (02) : Répartition moyenne mensuelle des précipitations (mm) durant la période (1992-2012)

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
P (mm)	11,52	15,73	14,61	28,16	16,09	14,5	5,62	13,61	35,49	26,98	24,33	11,32

(Source : CF, DSA Naâma)

A Ain Ben Khelil, l'automne est la saison la plus pluvieuse.

Tableau (03) : régime saisonnier des précipitations au niveau du territoire Naâma- Ain Ben Khelil durant la période (1992-2010)

Période	Eté	Automne	Hiver	Printemps	Régime
1992-2010	33,74	62,55	38,48	58,87	APHE

1.2.2 Les températures

Tableau (04): valeurs moyenne mensuelles de la température

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
T(°C) moy	6,41	8,69	11,82	14,68	19,63	24,69	29,27	26,86	22,26	17,46	11,1	7,6
T(°C) max	10,57	10,56	14,32	19,14	24	31,12	37,27	35,27	28,54	24,2	16,01	10,77
T(°C) min	2,13	6,65	9,11	9,95	14,9	18,88	20,79	20,52	15,57	10,45	5,96	4,92

(Source : CF, DSA Naâma)

L'analyse de tableau fait ressortir que la température moyenne dans le territoire d'étude est de l'ordre de 16,70 °C, le mois le plus froid reste janvier avec 2,13 °C par contre le mois le plus chaud c'est juillet avec 37,27 °C.

1.2.3 Synthèse climatique :

1.2.3.1 Amplitude thermique moyenne et indice de continentalité

Tableau (05): indice de continentalité de la zone d'étude durant la période de référence

Période	M °C	m °C	(M-m)°C	Type de climat
1992-2010	37,27	2,13	35,14	Continental

D'après la classification proposée par **DEBRACH (1958)** la zone d'étude subit des influences continentales.

1.2.3.2 Indice de sécheresse estivale

$$I.e = P.E/M$$

Tableau (06): indice de sécheresse estivale

Période	P . E (mm)	M (°c)	I . E
1992-2010	33,74	37,27	0,9

Notre territoire d'étude appartient au climat méditerranéen à sécheresse estivale avancée.

1.2.3.3 Indice d'aridité de DE MARTONNE

a) Indice d'aridité annuel (I)

$$I = P / T+10$$

$$P = 217,91 \text{ mm} \quad T = 16,70 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$I = 8,16$$

D'après DE MARTONNE, $7,5 < I < 10$ donc le climat est steppique.

b) Indice d'aridité mensuel (i)

$$i = 12P / T+10$$

Tableau (07): indice d'aridité mensuel de DE MARTONNE

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
I	8,42	10,1	8,03	13,69	6,51	5,01	1,71	4,43	13,24	11,79	13,83	7,66

L'analyse du tableau fait ressortir :

- Pour les mois : Janvier, Février, Mars, Mai, Juin, Décembre $5 < i < 10$, ce qui signifie que ces mois présentent un régime désertique.
- Pour les mois Avril, Septembre, Octobre, Novembre $10 < i < 20$, ces mois présentent un régime semi aride.
- Pour Juillet et Août $i < 5$ ces deux mois présentent un régime hyper aride.

1.2.4 Les vents

La fréquence des vents est importante sur l'année avec une moyenne de 18 jours par mois, les vents dominants sont de direction nord.

Tableau (08): direction des vents selon leur fréquence en %

Direction	N	NE	NO	S	SE	SO	E	O
Fréquence	18	13	17	11	4,4	16	4,6	16
Total	48			31,4			4,6	16

- Les vents dominants sont de direction Nord (nord, nord-ouest, nord-est) représentent 48% de la fréquence totale.

- Les vents de direction Sud (sud, sud-est, sud-ouest) représentent 31.4%.

- Les vents de direction Ouest et Est représentent respectivement 16 et 4,6%.

1.2.5 Géologie

Selon l'étude portant plane d'aménagement de wilaya, sur les plans stratigraphique et structural, la wilaya de Naâma est divisée en deux ensembles distincts (Figure 02):

- ❖ La zone des hautes plaines : qui présente une structure stable à activité tectonique limitée et une stratigraphie caractérisée par des dépôts essentiellement continentaux (miocène, pliocène et quaternaire).

- ❖ La zone montagneuse et présaharienne : qui fait partie de l'Atlas saharien, limitée au nord et au sud par les flexures nord et sud atlasiques, des failles qui sont à l'origine de la remontée des sels (Trias).

- Sur le plan structural, elle correspond à un ensemble de synclinaux et d'anticlinaux orientés sud-ouest nord-est, où les formes anticlinales constituent l'essentiel des monts des Ksour culminant à plus de 2.000 m.

- Sur le plan stratigraphique, deux grandes formations du secondaire affleurent dans cette wilaya :

Le jurassique au niveau des anticlinaux et le crétacé au niveau des synclinaux. Les autres formations se présentent comme suit :

- Le miocène continental ne se rencontre que dans la partie nord-ouest du Djebel Talrhemt ;

- Le mio-pliocène n'est présent que dans la partie sud de la région et quelques plaques le long de l'oued El Rhouiba ;

- Le quaternaire couvre toutes les parties basses ;
- La dépression située entre Ain Sefra et Mécheria limitée au nord-ouest par un alignement de petits djebels (Djebel Gaaloul, Djebel El Arar, Djebel Kerrouch, Djebel Bou Rhenissa, Djebel Guetob El Hamara...) dont les formations sont jurassiques, est occupée par des dépôts continentaux du pliocène et quaternaire.

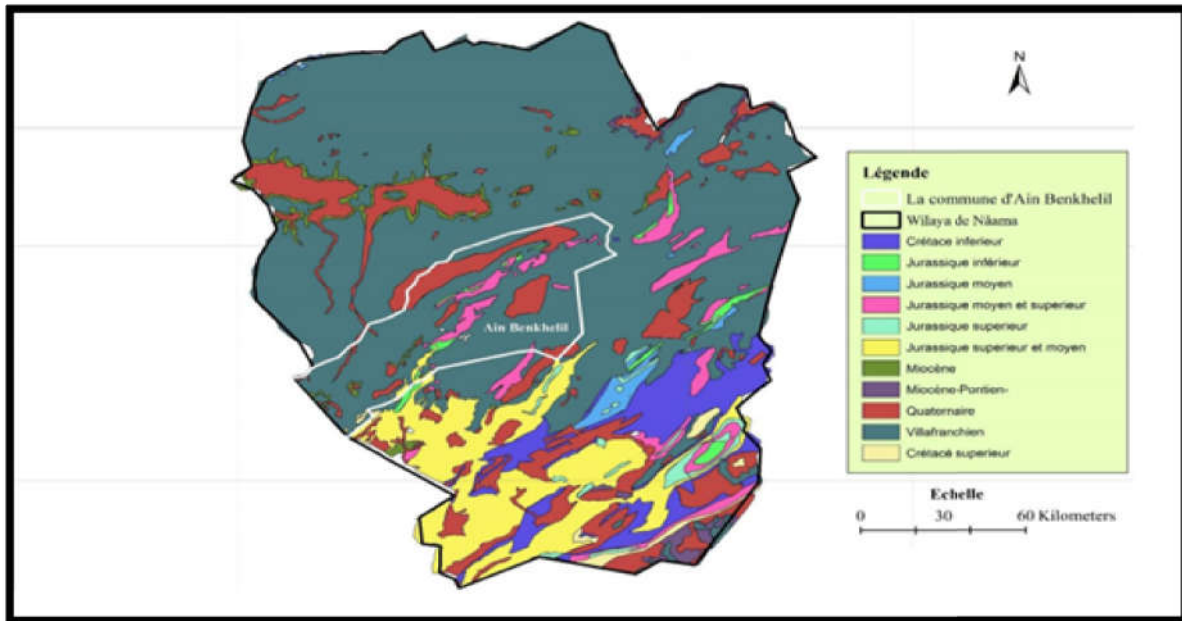


Figure (02): Carte géologique de la wilaya de Naâma

1.2.5.1 Géologie d'Ain Ben Khelil

- Des vastes surfaces d'érosion (Hauts Plateaux) creusées de deux grandes dépressions (daïas, haoud ...). Ils se localisent à Ain Ben Khelil, Oglat et Tine, Mergueb el Biter, Hassi Korima, Oued Timedmaket et El Korima au N-E de Ain Ben Khelil avec des terrains du Quaternaire continental et alluvions récentes au niveau des oueds (BOUZNOUN, 2003).

- Des reliefs montagneux constitués par des dolomies du Jurassique moyen comme Guetob el Hamara (1 580 m; 1 492 m; 1592 m) et djebels Hafid et Bou Khechba (1 322 m), djebel Bou Amoud (1476 m), El Mesdouria (1175 m), Djorf el Hammam (1140m) (BENKHEIRA et al., 2005).

Enfin, les terrains du Pliocène occupent le reste des paysages à poudingue et des calcaires lacustres (**BOUZNOUN, 2003**).

1.2.5.2 Les affleurements géologiques

Les faciès dominants dans la région sont de type calcaire et grès pour les reliefs et dépôts alluviaux pour les zones de pénéplaines steppiques. Les reliefs de djebel Gaâloul et ceux du Nord de Ain Ben Khelil sont séparés par les dépôts de comblement mio-plio-quadernaire. Ces derniers sont constitués de graviers de sables et d'argiles. Presque partout au niveau des piémonts, la présence d'une carapace calcaire caractéristique supporte les formations d'éboulis en cônes de déjections. Les fonds de talwegs aboutissent à des dépressions (daïas) où se concentrent les dépôts colluviaux où dominent les limons et les argiles. Ce sont les principaux dépôts du quadernaire récent. De par la vitesse de leur progression, les dépôts dunaires et particulièrement le cordon constituent le phénomène actuel le plus spectaculaire (**BENKHEIRA et al., 2005**).

1.2.5.3 Lithologie et sols

Dans les steppes algériennes (avec P compris entre 400 et 100 mm), les vastes surfaces encroûtées du quadernaire ancien et moyen attestent de l'extension considérable des sols à croûte calcaire sur des matériaux divers : alluvions, colluvions de piedmont, argiles sableuses rouges du Tertiaire continental, marno-calcaires et calcaires, grès, etc. (**POUGET, 1981**). Ces sols, reflets de la nature lithologique (la nature géologique des roches de surface), résultent pour la plupart de l'altération de la roche mère et de ce fait sont à dominante calcaire, la carte lithologique nous donne aussi des indications sur la résistance des sols à l'érosion. Cependant, montre que le climat plus que jamais, imprime au sol sa typologie, alors que le changement radical du climat, des deux à trois dernières décennies, passant du "semi-

aride continental" à "aride continental" a engendré beaucoup de changements écologiques dans la région. C'est ainsi qu'on a vu de vastes étendues envahies de sable, donnant aux sols, un aspect d'Arénosol plus ou moins marqué.

1.2.5.4 Sol d'Ain Ben Khelil

D'après (GAOUAR et al., 2005), les sols correspondants de la classification de la FAO et de USDA (Soil Taxonomy) sont donnés à titre indicatif bien que d'autres systèmes requièrent des analyses de laboratoire.

Les sols appartiennent tous à la Classe des Sols peu évolués. Cette classe est subdivisée en trois sous classes.

- sous classe 1 : sol peu évolué d'érosion
- sous classe 2 : sol peu évolué climatique : sol subdésertique
- sous classe 3 : sol peu évolué d'apport.

D'après (GAOUAR et al., 2005), la troisième sous classe de sols peu évolués est subdiviser en :

- A - sols peu évolués d'apport colluvial
- B - sols peu évolués d'apport alluvial
- C - sols peu évolués d'apport éolien : les arénosols.

La roche de départ et le calcaire, probablement, du jurassique. Les sols acquièrent ainsi un caractère calcarique et le calcaire actif constitue le trait dominant. Les sédiments, qu'ils soient de type alluvial ou de type colluvial, sont pour leur part, issus d'une roche mère calcaire. Les sols, eux, aussi, sont marqués par ce type de roche mère, comme le montre.

D'une manière générale les sols minéraux bruts ou lithosols se localisent au niveau des principaux djebels (Guetob el Hamra, Hafid, Bou kehechba, Bou Amoud etc.) ainsi que les sols peu évolués des versants de djebels, les sols calcimagnésiques à dalles calcaires

occupant la presque totalité des glacis autour de Ain Ben Khelil. Par contre au niveau des oueds, dayas et ou Haoud, ce sont les sols peu évolués d'apport alluviaux qui dominant.

1.3 PRESENTATION DE LA ZONE D'AIN SEFRA

La région d'Ain Sefra appartient administrativement à la wilaya de naâma, limitée par la wilaya de Tlemcen et de Sidi bel abbes au nord, la wilaya d'El Bayadh à l'Est et au sud au sud par la wilaya de Béchar (Figure 03).

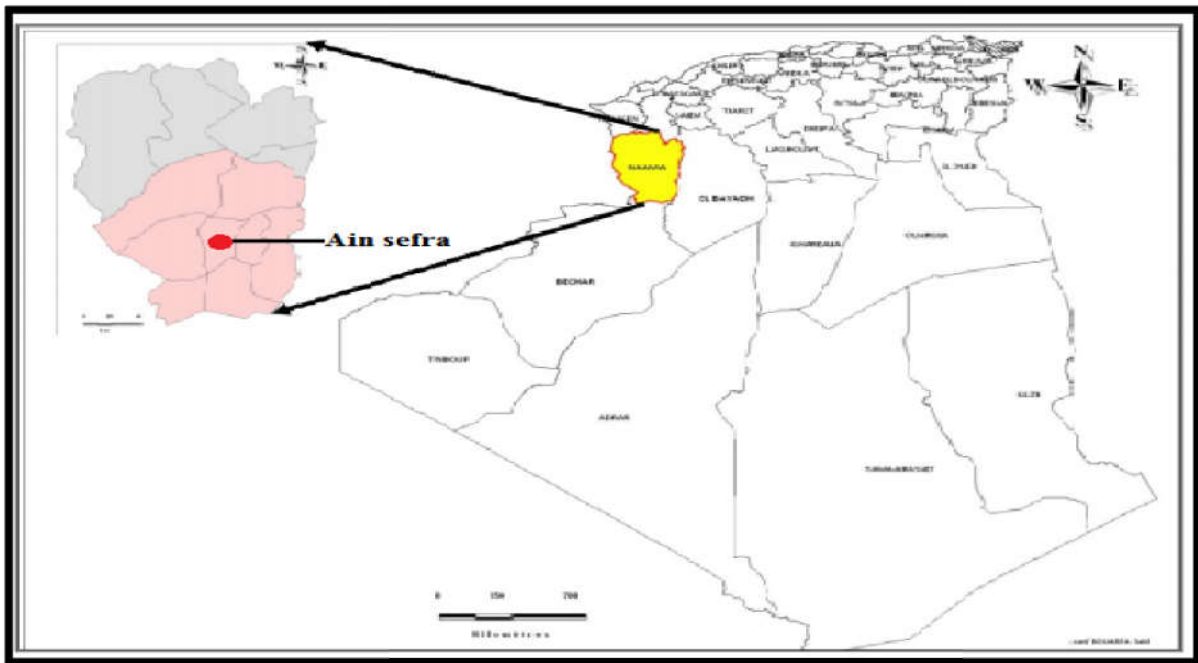


Figure (03): Carte de la situation administrative de la région d'Ain Sefra

Tableau (09): les principales caractéristiques de la station de référence

Caractéristiques de la station	Altitude (m)	Latitude	Longitude
Ain Sefra	1058 m	32° 46' N	00° 35' W

1.3.1 Le climat

La région d'Ain Sefra appartient à l'étage bioclimatique aride moyen ou semi aride. Elle caractérisée par le climat continental accentué par l'altitude et subissant les influence directs de la steppe et les influences de la zone saharienne.

La région semi aride ou les pluies réparties sur quelque mois de l'année sont tout de même suffisantes pour imprimer un rythme saisonnier à la végétation et à l'écoulement des eaux ; cependant la prépondérance des mois secs reste encore la caractéristique de ces climats. La moyenne des pluies peut varier entre 150 et 400 mm selon les conditions thermiques régnant lors des mois pluvieux.

«Pour les gens de la cote, Mecheria ou Ain Sefra sont effectivement situées dans ‘‘ le désert ‘’. Or dans les faits, la steppe est avant tout une région de transition entre un tell suffisamment pourvu en précipitations et un Sahara où règne l'aridité» (COUDERC, 1978).

1.3.2 Les précipitations

Les précipitations dans cet espace, tombent très irrégulièrement, et varient jusqu'à 350 mm à 450 mm. Mais dans le reste de la steppe occidentale, le nombre de jours secs peut atteindre 250 jours et même 300 jours (250 à Ain Sefra, 270 à Bougtob). Le calcul de l'évapotranspiration potentielle confirme ces résultats ou elle est partout supérieure jusqu'au triple des précipitations qui croissent vers l'Atlas Saharien et atteignent le sextuple des précipitations au pied des Monts des Ksour, aux environs d'Ain Sefra (RAYMOND COUDERC, 1978).

A l'instar des autres wilayas des Hauts Plateaux, les précipitations constituent, sur les plans physique et naturel, le premier facteur de contrainte pour la wilaya. En effet, le régime pluviométrique se caractérise par des précipitations annuelles très faible (comprises entre 100

et 450 mm en moyenne), souvent à caractère orageux et présentant une grande variabilité inter mensuelle et inter annuelle. Leur hauteur va en diminuant du nord vers le sud.

1.3.3 Les températures

Les conditions dans cette zone de l'espace Ksourien sont caractérisées par des forts écarts entre les températures d'hiver et d'été. Les froids sont souvent rigoureux et semblent d'autant plus vifs qu'ils sont propagés par des vents d'une grande violence qui ne rencontrent devant eux que peu d'obstacles.

Les climats de cette portion atlastique est continental, l'hiver rigoureux est de courte durée et se réduit aux mois de décembre et janvier, les chutes de neiges sont fréquentes et les sommets du Djebel Aissa et Djebel Mekther sont souvent couverts de neige. La température peut dans certains cas, descendre jusqu'à -15 C. L'été caractérise les grandes chaleurs, de la période de juillet à septembre ou les températures peuvent monter jusqu'à 45 C (**KOLLI.O, 1984**).

Quand souffle le vent du sud, il parcourt les régions sans perdre son énergie première. Au contraire, les vents pluvieux du Nord, arrivent privés en grande partie de leur humidité. Les pentes et les cimes des chaînes septentrionales ont arrêté les nuées au passage. Les températures descendent au-dessous de zéro régulièrement, pendant six mois de l'année, en février, mars, avril, et en novembre et décembre. La température maximale enregistrée en juillet à Ain Sefra atteint 42 C. La répartition de températures moyennes présente de différences notables avec celle des précipitations. La steppe occidentale est une enclave, une bande plus fraîche entre le Tell plus doux et le Sahara plus chaud. La plus part des stations sont à des altitudes comprises entre 1000 et 1100 mètres et la température moyenne annuelle est presque uniforme sur l'ensemble de la région (15°5 à Ain Sefra au sud comme à Ras el Ma et Marhoum au nord).

1.3.4 Géologie

La série stratigraphique de la région d'Ain Sefra s'étale du Trias au Quaternaire récent (Figure 04).

Le Trias constitué d'argiles versicolores avec du gypse et du sel. Le Jurassique formé généralement de grès et d'argiles. Le Néocomien ou Formation de Tiloula (Membre inférieur et supérieur) formé de grès blancs et verdâtres, avec des intercalations d'argiles gypseuses.

Le Barremo-Albo-Aptien appelé formation de Tiout, d'une épaisseur moyenne de 1065m, cette masse principale de grès présente un faciès assez caractéristique, quoique pas toujours différenciable des autres étages gréseux. Ce sont des grès massifs rouges à stratifications obliques dans lesquels apparaissent des niveaux lenticulaires de dragées de quartz, entrecoupés par des passées argileuses. Les grès se présentent en gros bancs, occupant le cœur des synclinaux de l'Atlas saharien occidental. Cette formation se divise en trois membres : inférieur, médian et supérieur. Le Cénomano-Turonien, formé par un ensemble d'argiles pélitiques gris verdâtre gypsifère et un ensemble formé de calcaires dolomitiques massifs et de marnes blanchâtres. Le Tertiaire continental série attribuée au Mio-pliocène formée de couches rouges argilo-gréseuses entrecoupées de niveaux gypsifères. Le Quaternaire formé d'alluvions et de formations dunaires.

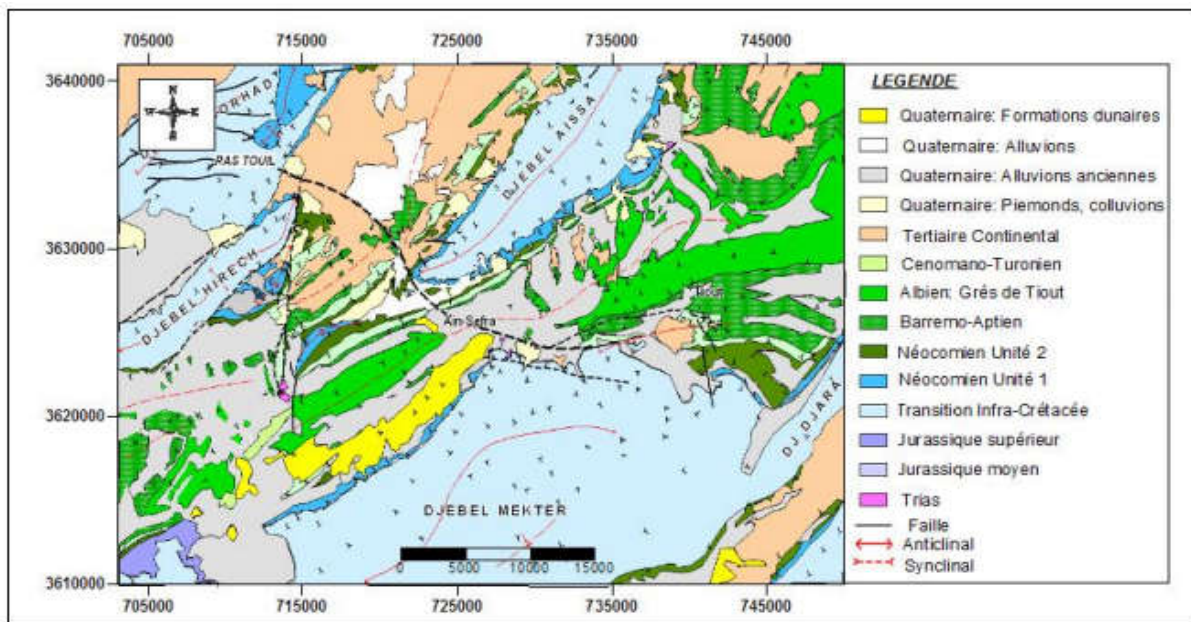


Figure (04): Carte géologique de la région d'Ain Sefra (Galmier 1972)

1.3.5 Les sols

Les sols de la région sont marqués par les conditions physiques caractérisées par un climat de type semi-aride et des compositions lithologiques très tendres et soumises à l'érosion éolienne et hydrique.

Ces sols, reflets de la nature lithologique de la région, résultent pour la plupart de l'altération de la roche mère et de ce fait sont à dominante calcaire. D'une manière générale, ils sont squelettiques, pauvres en matière organique et souvent stérilisés par la salinité. Les terres agricoles sont rares, elles sont circonscrites dans les dayas, pour la zone des hautes plaines steppiques, et au niveau des terrasses alluviales, pour la zone des monts des Ksour.

1.4 PRESENTATION DE LA ZONE DE GHARDAIA

La wilaya de **Ghardaïa** se situe au centre de la partie Nord du Sahara algérien à environ 600 km au sud de la capitale du pays, Alger. Elle couvre une superficie de 86.560 km², elle est limitée au Nord par les wilayas de Laghouat et Djelfa, à l'Est par la wilaya

d'Ouargla, à l'Ouest par la wilaya d'El Bayadh et au Sud par les wilayas de Tamanrasset et Adrar (Figure 05).

La wilaya comporte actuellement 13 communes regroupées en 9 daïra pour une population a estimé à 455.572 habitants, (2016).



Figure (05): Situation géographique de la wilaya de Ghardaïa (Atlas, 2004)

1.4.1 Contexte hydro-climatologique

La région de Ghardaïa est une région située dans le Sahara septentrional caractérisé par un climat chaud et sec en été et froid en hiver, L'étude climatique est très importante. Elle nous permet de déterminer les caractéristiques de climat de notre région et mettre en évidence la contribution des différents facteurs à la variation des ressources en eau souterrain tel que la température, l'humidité, la précipitation, le vent, l'évaporation et l'évapotranspiration.

1.4.2 Présentation de station climatologique :

La seule station disponible à l'intérieur de notre bassin versant est celle de l'ONM située près de l'aéroport de Ghardaïa. Ses coordonnées sont :

Latitude: 32°23 N Longitude: 03°49 E Altitude: 450 m

Le tableau ci-dessous donne la caractéristique de station.

Tableau (10): Caractéristique Géographique de Station Climatologique

Nom de la station	Altitude	Latitude	Longitude	Période d'observation
Ghardaia	468	32° 24 N	03° 48 E	1998-2018

1.4.3 Analyse des paramètres climatiques :

1.4.3.1 La température

Ce paramètre joue un rôle essentiel dans l'évaluation du déficit d'écoulement qui intervient Dans l'estimation du bilan hydrogéologique. C'est un facteur principal qui conditionne le climat de la région, le tableau ci-dessous montre les données de température.

Tableau (11): Température Moyennes Mensuelles et annuelles de Ghardaïa (1998 -2018).

Mois	Sep	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mar	Avri	Mai	Jui	Juill	Aout
T°C Min	21,7	16,59	8,93	5,49	4,78	5,93	9,22	13,15	17,8	23,08	27,74	26,63
T°C Max	38,79	34,38	26,96	21,29	21,05	23,02	28,29	33,67	37,69	42,58	45,65	43,6
T°C Moyenne Mensuelle	30,88	25,02	17,54	12,86	12,01	13,87	18,24	31,71	28,31	32,93	34,7	35,63

On observe a partir le tableau que :

- La température minimum est en janvier avec une valeur de 4.78°C.
- La température maximum est en juillet avec valeur de 45.65°C.
- La température moyenne est attient en aout avec une valeur de 35.63°C.

1.4.3.2 Précipitations moyenne mensuelles :

Pour l'étude de la précipitation nous avons obtenu une série pluviométrique de l'ONM de Ghardaïa pour une période de (1998-2018). Selon le (Tableau 12), on observe que le mois de Septembre est le pluvieux avec une moyenne de 16.6 mm. Par contre le mois de Juillet est le plus sec avec une moyenne de 2.1 mm.

Tableau (12): Précipitations moyennes mensuelles de Ghardaïa (1998- 2018).

Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A
P (mm)	16,6	7,4	5,5	6	9,6	8,6	7,3	6,1	2,7	2,5	2,1	5,7

1.4.3.3 Le vent

Le vent est un agent climatique influant directement sur le climat d’une région. Sa vitesse Régit l’évaporation à la surface du sol et de la végétation.

La région de Ghardaïa est traversée par des vents de direction générale N-O. Les vitesses Moyennes mensuelles des vents à la station ONM Ghardaïa. Sont illustrées dans le tableau Suivant :

Tableau (13): Les vitesses moyennes mensuelles des vents.

Mois	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A
V(m/s)	21	27,34	17,27	17,77	17,18	19,29	19,68	21,36	22,27	22,15	21,27	22,71

On remarque que le maximum des vitesses est enregistré au mois d’Octobre et le minimum Au mois de Janvier.

1.4.4 Géologie

Ghardaïa est un plateau rocheux dont l'altitude varie entre 300 et . Ce relief, qui date du crétacé supérieur, se présente sous la forme d'une vaste étendue pierreuse et de roches brunes et noirâtres.

Les terrains sont calcaires. Leur structure à peu près horizontale indique qu'ils sont restés en place, à l'écart des mouvements orogéniques, depuis leur formation.

1.4.4.1 L'altitude moyenne de Ghardaïa

Les vallées les plus profondes bordées de falaises rocheuses aux pentes rapides accusent une déclivité qui dépasse rarement par rapport au plateau. Ghardaïa est donc dans l'ensemble une région plate mais où l'érosion fluviale, jointe à l'action du climat désertique, a créé une multitude d'accidents superficiels qui rendent les communications des plus malaisées...

1.5 PRESENTATION DE LA ZONE D'EL BAYADH

La wilaya d'**El Bayadh** est une wilaya algérienne située à l'Ouest du pays. La wilaya fait partie intégrante de la région des Hautes Plaines steppiques, Elle couvre une superficie de 78 870 km² et comporte actuellement 22 communes (Figure 06).

La wilaya d'El Bayadh est délimitée :

- au nord, par les wilayas de Saïda et de Tiaret ;
- à l'est, par les wilayas de Laghouat et de Ghardaïa ;
- au sud-est, par la wilaya d'Adrar ;
- au sud-ouest, par la wilaya de Béchar ;
- à l'ouest, par la wilaya de Naâma ;
- au nord-ouest, par la wilaya de Sidi Bel Abbès.

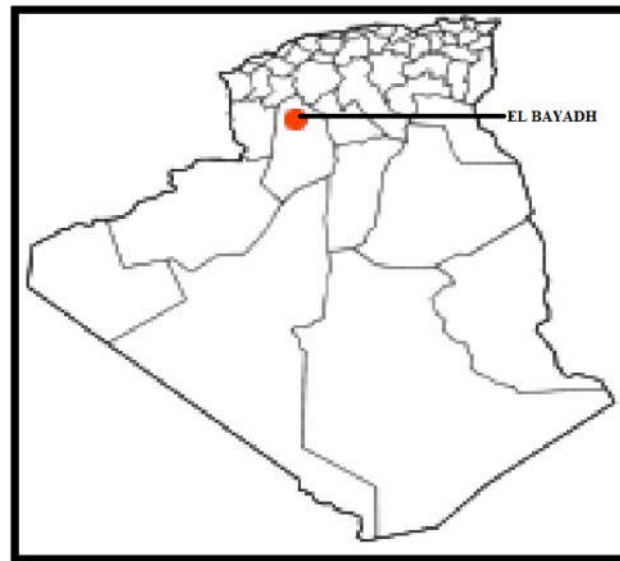


Figure (06) : Situation géographique de la wilaya d'El Bayadh

1.5.1 Cadre climatique

Le climat est un facteur déterminant de premier ordre pour une approche du milieu. C'est un ensemble de phénomènes météorologiques qui sont principalement la température, les précipitations et les vents. Le climat se place en amont de toute étude relative au fonctionnement des écosystèmes écologiques (**THINTHOIN, 1948**). Il s'agit de mettre en évidence les relations qui existent entre la végétation et les facteurs climatiques. Le tableau suivant mentionne les principales caractéristiques de la station de référence :

Tableau (14): les principales caractéristiques de la station de référence

Caractéristiques de la station	Altitude (m)	Latitude	Longitude
El Bayadh	1 313 m	33° 40' 49"N	1° 01' 13"E

1.5.2 Les données brutes

1.5.2.1 Les données thermiques

Le régime des températures est très influencé par l'altitude car celle-ci renforce les gelées d'hiver mais aussi elle adoucit les températures d'été (**COUDERC, 1973**).

A El-Bayadh, la température la plus élevée est notée en juillet avec 35.7° C. La plus basse est de 0.5° C signalée en décembre (Tableau 15).

Tableau (15): Températures moyennes mensuelles, maxima et minima de la région d’El-Bayadh

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
M °C	12,2	13,7	15,9	21,2	23,3	2,9	35,7	34,6	27,8	18,1	10,9	7,5
M °C	0,8	3,8	4	7,8	11,6	16	21,6	21,3	17,1	10 ,1	2,9	0,5

1.5.2.2 Les données pluviométriques

Les précipitations caractérisent la balance climatiques d’une région, par leur intensité, leur fréquence et leur irrégularité, les pluies ont une influence énorme sur le model de la région.

Selon l’étude faite par (**HIRCHE, 2007**) sur plus de 90 ans, une nette différence est constatée entre les deux moitiés du siècle précédant dont les moyennes mobiles sont, durant les trois dernières décennies, systématiquement en dessous de la médiane et de la moyenne. Concernant les années sèches et humides, La période 1943-1943 particulièrement sèche reste dans la mémoire collective comme celle de misère et de famine, dans la seconde moitié du siècle, il apparait de la fin des années 1990, une tendance à l’assèchement nette et durable.

Depuis 1997, l’augmentation de la pluviosité est perceptible, mais elle n’arrive pas encore au niveau des excédents du début du siècle et surtout l’intermède humide est d’assez courte durée.

La saison de pluie est caractérisée par une période sèche et une période pluvieuse, de ce fait une bonne distribution de ces deux période est primordiale pour le développement de la végétation, la saison sèche est par définition celle ou se manifestent, pour la plupart des plantes, des conditions de stress hydrique plus ou moins intense et plus ou moins continue (**MAMMERI 2009**).

Tableau (16): Précipitations mensuelles de la région d'El Bayadh en 2012

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
P (m/m)	9.66	14.72	24.13	0.76	30.74	35.56	5.6	12.44	38.86	174.7	27.17	51.32

A El-Bayadh les mois les plus pluvieux en 2008 sont octobre avec 174.7 mm et décembre avec 51.32 mm. Par contre les mois les plus secs sont avril (0.76 mm) et juillet (5.6 mm).

1.5.3 Les sols

Les sols de la région sont le plus souvent peu profonds. Ils contiennent de faibles teneurs en matières organiques. Ils sont peu évolués, désignés par sols steppiques isohumiques et sierozem.

Ces caractères sont l'expression d'une grande vulnérabilité vis-à-vis des changements naturels ou induits par l'homme ce qui explique les difficultés à réparer les dommages causés dans ces milieux (**AIDOUD et al, 2006**).

D'une manière générale les principaux types de sols peu évolués.

Les sols peu évolués regroupent :

- Les sols d'origine colluviale ou alluviale colluviale, localisés sur les piedmonts des djebels et les glacis de couverture colluviale. Ces sols portent une végétation steppique à base d'alfa.
- Les sols d'origine alluviale situés dans les lits d'oueds, les zones d'épandage et les dayas. Une partie de ces sols est cultivée en céréales, l'autre partie présente un faciès post-cultural à armoise champêtre et *Peganum harmala*.
- Les sols d'origine éolienne récente, se localisent au niveau des formations éoliennes fixées par la végétation : *nebkhas*, *micronebkhas*, champ de sable, placage de sable, dunes.

Ces sols sont colonisés par des psammophytes telles que *Tamarix africana* et *Aristida pungens*.

De leur part les sols évolués, calcimagnésiques regroupent :

- Les rendzines : ce sont des sols bruns calcaires à accumulation calcaire. Ils représentent le type le plus répandu dans l'écosystème steppique. Ils couvrent les glacis polygéniques du quaternaire ancien et moyen. Ils portent une végétation steppique très variée : *Stipa tenacissima*, *Artemisia herba alba* et *Helianthemum hirtum*.

- Les sols calcimorphes à encroutement gypseux, ils occupent des zones où les grès alternent avec les marnes et les argiles versicolores. La surface du sol présente un réseau polygonal blanc grisâtre. La végétation est composée de gypsophytes : *Frankenia thymifolia*, *Herniaria fontanesi* etc.

- Les sols halomorphes sont localisés dans les grandes dépressions (chotts), dans les sebkhas et certains mekmènes. Ils sont colonisés par une végétation halophile.

1.5.4 Géologie

L'atlas saharien occidental est limité des hautes plaines oranaises par l'accident Nord-Atlasique et de la plateforme saharienne par l'accident sud atlasique, tandis qu'il se poursuit à l'Ouest par le Haut Atlas marocain et les domaines rigides du Tamelt et Tigri et à l'Est par l'Atlas saharien central (Djebel Amour). Il se continue vers l'est par les Monts des Oueds Nails.

Du point de vue tectonique, l'Atlas saharien occidental ou les Monts des Ksour est constitué d'un ensemble de plis laches, coiffés à flancs déversés et séparés par des synclinaux parfois perchés dominant de vastes plaines qui facilitent les communications Nord-Sud et Est-Ouest.

Du point de vue stratigraphique, les Monts des Ksour sont essentiellement constitués de formations mésozoïques d'une épaisseur totale d'environ 6000 m.

Chapitre II :

Présentation de l'essence étudiée le Pistachier de l'Atlas

Chapitre II : Présentation de l'essence étudiée le Pistachier de l'Atlas

2 Introduction

Le Pistachier de l'Atlas, encore appelée "Bétoum" en arabe, "Iggh" en berbère, a été décrit pour la première fois par le botaniste français René Louiche Desfontaines en 1789. Cette espèce est commune aux régions méditerranéennes et irano-touraniennes ; par contre **MONJAUZE (1980)** et **OZENDA (1983)** la décrivent comme endémique de l'Afrique du Nord.

L'arbre ressemble au frêne, il peut supporter des vents violents et des sols très pauvres et de longues périodes de sécheresse (**MONJAUZE, 1980**). Ce bel arbre est caractérisé par une très longue vie (**ZOHARY, 1952**).

2.1- Historique

Le mot de Pistaches apparut dans la langue française au XIII^e siècle et vient de l'italien pistachio, emprunté par l'intermédiaire du latin pistacium au grec pistakion, formé lui-même d'après l'ancien non persan pista, qui est la domination originelle du fruit la pistache (**BROSSE, 2000**). On croit que Pistacia est né dans L'Asie Centrale il y a 80 millions d'ans (**AL-SAGHIR, 2010**).

Il a été introduit en Europe dès le début de l'ère chrétienne. La première fois qu'il fût introduit aux U.S.A. c'était en 1890 et son essai fût dans la station pilote en Californie en 1904 (**DEBBACHE, 1998**).

2.2- Généralités sur le genre Pistacia

Appartenant à la famille botanique des Anacardiaceae (Therebinthaceae) qui est représentée en Algérie par 2 genres (Pistacia et Rhus) (**KAABACH et al, 2005**). Le genre Pistacia fut décrit par Linné en 1830. Il est originaire de l'Asie Occidentale et de la petite Asie

où il pousse généralement à l'état sauvage dans plusieurs régions chaudes et arides au Liban, Palestine, Syrie, Iran, Iraq, Europe du sud et dans les pays arides de l'Asie et de l'Afrique **(DEBBACHE, 1998)**.

Le genre *Pistacia* est principalement un genre subtropical et comprend onze espèces, dont certains sont de grande importance économique et culturelle. Toutes les espèces sont dioïques et leurs fleurs sont nues et unisexuées, **(ZOHARY, 1952)**.

Les espèces sauvages jouent un rôle important dans la culture de variétés de pistaches qu'ils fournissent, parmi elles, *Pistacia atlantica* Desf. Qui est l'une des espèces les plus importantes des porte-greffes, distribuée entre 29° et 42° degrés Nord. Toutes les espèces de ce genre sont diploïdes avec un nombre chromosomique $2n = 24, 28$ et 30 **(GHAFFAR et al, 2005)**, ont besoin beaucoup de soleil, mais s'accommodent à tous les sols **(BROSSE, 2000)**.

2.3- Taxonomie du genre *Pistacia*

Le genre ***Pistacia*** (les pistachiers) regroupe 9 espèces appartenant à l'ordre des Sapindales et à la famille des Anacardiacees. D'origine asiatique ou méditerranéenne, les Pistachiers sont des arbustes dioïques. Les fleurs d'une couleur plus ou moins marron, sont groupées en racèmes, les fruits sont des drupes. Trois espèces sont très connues, *Pistacia lentiscus* (pistachier lentisque) dont on extrait la résine et qui présente un feuillage persistant, le *Pistacia terebinthus* (pistachier térébinthe.), arbre au feuillage caduc dont on extrait l'huile de térébenthine et enfin le *Pistacia vera* (Pistachier vrai) qui est un arbuste au feuillage caduc dont on consomme les graines grillées (les pistaches).

Les espèces plus importantes dans le monde du genre *Pistacia* sont :

- ❖ *Pistacia atlantica* - pistachier d'atlas
- ❖ *Pistacia chinensis*

- ❖ *Pistacia lentiscus* L. - pistachier lentisque
- ❖ *Pistacia terebinthus* L. — pistachier térébinthe
- ❖ *Pistacia vera* L. - pistachier vrai (qui donne la pistache)
- ❖ *Pistacia integerrima*
- ❖ *Pistacia palestina*
- ❖ *Pistacia khinjuk*

Les espèces du genre *Pistacia* qui existent en Algérie selon (QUEZEL et SANTA, 1963) :

- ❖ *P. Lentiscus* L.
- ❖ *P. Terebinthus* L.
- ❖ *P. atlantica* Desf.
- ❖ *P. vera*

De plus il existe l'hybride *P. Lentiscus* X *P. Terenbinthus*: X *P. Saportae* Burnat, semblable à *P. Lentiscus* mais à feuilles imparipennées et à inflorescences en grappe rameuse (Rare) qui se trouve à Mouzaïa, Sous-secteur de l'Atlas Saharien algérois et Sous- secteur de l'Atlas Saharien constantinois.

2.4- Systématique de l'espèce pistachier de l'Atlas (*Pistacia atlantica* Desf)

Cet arbre s'appelle tismelal en langue berbère et b'toum est un nom collectif .Au singulier on dit EL khohdiri et el botmaia (MONJAUZE, 1968), et Iggh en berbère (BELHADJ, 1999). Le pistachier de l'Atlas n'est distingué que depuis Desfontaines, qui la décrit en 1799 (MONJAUZE, 1980).

- **Règne** : Plantae
- **Embranchement** : Tracheobionta
- **Super-division** : Spermatophyta
- **Division** : Magnoliophyta

- **Classe** : Magnoliopsida
- **Sous-classe** : Rosidae
- **Ordre** : Sapindales
- **Famille** : Anacardiaceae
- **Genre** : Pistacia
- **Espèce** : Pistacia atlantica

2.5- Caractéristiques botaniques

C'est un bel arbre pouvant atteindre 20m de hauteur et 1m de diamètre avec une cime volumineuse et arrondie (Photo 01) par son port et son écorce, il ressemble de loin au freine (BOUDY, 1952).



Photo (01): Pistachier de l'Atlas (Ain Ben Khelil, mai 2021)

2.5-1. Feuille

Les feuilles Caduques, semi persistantes alternés à rachis finement ailé, irrégulièrement imparipennées de 5 à 11 folioles impaires, les paires de nombre de 3 à 4

entières, oblongues lancéolées (2,5 à 5 × 1 à 1,5cm), obtuses au sommet, sessiles et glabres (SOMON, 1987), leur couleur varie de vert foncé sur la surface supérieure à vert clair sur la surface inférieure (KHALDI et KHOUJA, 1996), un peu coriaces, et mesurent rarement plus de 12 cm de longueur totale, leur plus grande largeur au tiers inférieur du limbe (Photo 02; 03 et 04). En automne, elles rougissent opportunément dans les jardins (MONJAUZE, 1980).

Les feuilles du pistachier mâle sont plus petites d'un vert plus brillant avec des nervures plus saillantes que celles de l'arbre femelle. Elles sont couvertes de poiles courtes. D'après ALYAFI (1979), les feuilles présentent les caractéristiques suivantes :

- Sessiles à folioles terminale.
- Folioles de 3 à 5 paires oblongues et lancéolées.
- Les rachis possède de nombreux poiles.
- Les folioles avec mi bride cilié et des nervures rarement ciliées.

L'étude phytodermologique de *Pistacia atlantica* desf et de *Pistacia lentiscus* nous a permis de noter l'adaptation de ces deux espèces au manque d'eau par :

- une absence totale de stomate au niveau de la face supérieur des feuilles.
- la présence des stomates du type paracytique mésopérigène au niveau de la face inférieure de la feuille (semble caractériser les espèces vivantes dans des milieux arides ou l'eau est rare.



Photo (02): Feuilles du Pistachier d'Atlas de sexe mâle (Ain Ben Khellil, 2017)



Photo (03): Feuilles du Pistachier d'Atlas de sexe femelle (Ain Ben Khelil, 2017)



Photo (04): Feuilles et Fruits du Pistachier d'Atlas de sexe femelle (Ain Ben Khelil, mai 2021)

2.5-2. L'inflorescence

Le pistachier de l'Atlas a une inflorescence en grappe rameuse. La floraison qui apparaît juste avant la feuillaison débute la mi-mars (YAAQOBI et al., 2009).

2.5-3. Fleurs

Le pistachier de l'atlas est dioïque. Les fleurs sont apétales ((YAAQOBI, 2009) et rougeâtres en grappes terminales pour le mâle et axillaires pour les femelles (MONJAUZE, 1980). Mais quelques pieds monoïques ont été observés dans la plaine de Tafrata (Maroc) dont les fleurs mâles et femelles sont portées par des rameaux différents ((YAAQOBI, 2009).

➤ Fleurs mâles

Le calice possède quatre sépales. A l'aisselle du calice, il se trouve une bractée glabrescente, allongée, de grande taille par rapport aux fleurs, et de couleur jaune pâle.

A l'aisselle de chaque bractée, cinq étamines se développent, de couleur rouge pourpre avec des filets courts et soudés à la base. Chaque anthère possède deux fentes de déhiscence longitudinales. Lors de la libération des grains de pollen au mois de mars, après l'ouverture des fentes de déhiscence des anthères, les fleurs mâles s'épanouissent et les étamines prennent une structure pétaloïde ((YAAQOBI, 2009). Quant à (ZOHARY, 1952) déclare dans sa monographie que les fleurs mâles contiennent cinq à sept étamines.

➤ Fleurs femelles

Le calice à neuf sépales enchevêtrés entre eux et soudés à la base. A l'aisselle du calice, il se trouve une bractée semblable à celle de la fleur mâle.

Le gynécée présente trois carpelles concrescents avec une seule loge ovarienne fertile et un seul ovule apotrope pendant. Le style porte trois stigmates rugueux facilitant la fixation des grains de pollen ((YAAQOBI, 2009).



Figure (07): Fleurs mâles et femelle du pistachier de l'Atlas en plein floraison

2.5-4. Fruits

C'est une drupe ovoïde de 6 à 8 mm de long, d'abord jaune puis bleu foncé à maturité, à un seul noyau osseux ne contenant qu'une graine (SOMON, 1987), appelée El Khodiri 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).

La maturité de graine coïncide avec la fin d'été (c'est-à-dire août-septembre). (KHALDI et KHOUJA, 1996).



Figure (08): Fruits du pistachier de l'Atlas

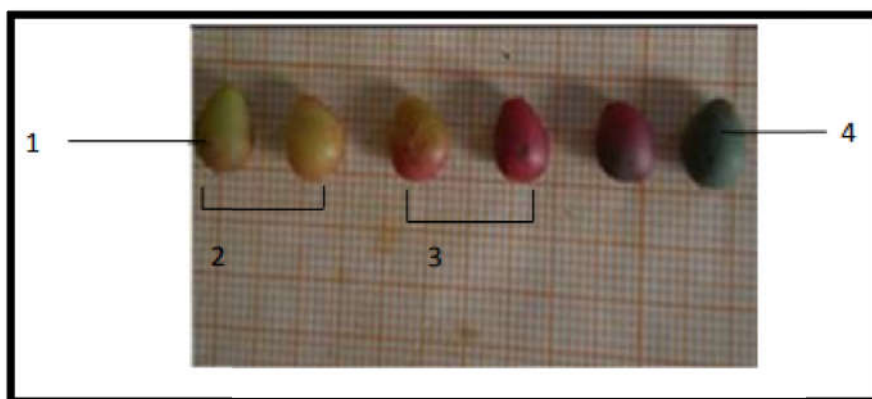


Figure (09): Cycle de fructification du pistachier de l'Atlas. (1) Fruit jeune, (2) début de véraison, (3) véraison, (4) Fruit mûr ((YAAQOBI, 2009)

2.5-5. La graine

La semence du bétoum est trop huileuse pour pouvoir se conserver longtemps dans la nature.

Même en cave et stratifiée dans du sable, elle ne peut garder son pouvoir germinatif plus d'un printemps (**MONJAUZE, 1980**).

Les graines de *P. atlantica* peuvent être utilisées pour la production de semis et extraction de l'huile (**MEHRNEJAD, 2003**); (**GHALEM et BENALI, 2009**).

Elles sont utilisées comme source de porte greffes et parfois sont utilisées pour la consommation du fruit, l'extraction des huiles et la production du savon (**ALSAGHIRI, 2010**).

L'analyse biochimique des graines de pistachier de l'atlas a fait ressortir leur richesse en lipides précisément les acides gras insaturés (oléo-linoléique) et les phytostérols et que les graines du pistachier de l'Atlas contiennent plus de lipides que les graines du Pistachier vrai (**GHALEM et BENHASSAINI, 2007**).

D'après (**LAROUCI-ROUIBAT, 1987**), la composition des minéraux des graines en maturité (de couleur noire) est estimée à 138 μ g/g de lipides, 178 μ g/g de protéines et 183 μ g/g de sucres.

2.5-6. Le bois

D'après (**MONJAUZE, 1980**), le bois du Bétoum est lourd, peu résilient, de bonne conservation. A l'aubier jaunâtre peu épais succède un bois de cœur brun flammé. La faible longueur des troncs exploitables et leur médiocre rectitude ne permettent pas dans les conditions habituelles de croissance d'un arbre isolé, facilement multicaule et bas branchu, d'en tirer des débits commercialisables. Le bois est donc un bois d'artisanat et, bien entendu, un bois excellent pour le chauffage et la carbonisation.



Figure (10): Bois du pistachier de l'Atlas (Ain Ben Khelil, mai 2021)

2.5-7. La résine

La résine est appelée en arabe Alk el Anebatt. Au printemps, les rameaux laissent exsuder des larmes de résine qui tombent au pied de l'arbre et sont utilisées comme masticatoire ou drogue.

La résine est riche en huile (32,6 %) et qui contient des hydrocarbures principalement des monoterpènes. l'huiles des fruits a été déterminée pour être riche en monoterpènes oxygénés.

Enfin l'huile extraite à partir des feuilles a été chimiquement différentes des autres huiles à cause de son pourcentage élevé en composés sesquiterpéniques (la nobiline). Elle est également considérée comme un précieux produit de ces arbres (**MEHRNEJAD, 2003**); (**GHALEM et BENALI, 2009**).

D'après ces deux derniers auteurs, l'huile essentielle de la résine du pistachier a une activité antimicrobienne contre les bactéries gram-négatives et positives qui sont résistants aux agents antimicrobiens couramment utilisés.

2.5-8. Ecorce

L'écorce présente des fissures longitudinales (KHALDI et KHOUJA, 1996), et produit une résine mastic qui exsude naturellement de façon abondante par temps chaud (BELHADJ, 1999).



Figure (11): Ecorce du Pistachier de l'atlas (Djelfa 2016)

2.5.9 Racine

Selon (AIT RADI, 1997) ses racines peuvent atteindre jusqu'à 5 à 6 m de profondeur, le pistachier de l'Atlas arrive à végéter sous une tranche pluviométrique très faible, sa résistance aux conditions climatiques très difficiles peut être attribuée à la vigueur de son système racinaire.

D'après (LIMANE, 2009) et de (RIEDACKE, 1993), le jeune pistachier émet un pivot séminale orthogéotrope d'où émanent beaucoup de ramifications secondaires. Avec l'âge, ce pivot disparaît et laisse les racines secondaires s'organiser selon la texture du sol.

Si celui-ci est sableux, donc potentiellement moins humide et moins compact, quelques racines s'enfoncent vers des profondeurs plus humides et d'autres se ramifient en surface pour exploiter les opportunités hydrominérales. S'il est limoneux, donc potentiellement plus humide et plus compact, ces racines tendent à développer un réseau

horizontal peu profond. Avec l'âge, chez les plus vieux adultes, même en sol limoneux peuvent s'enfoncer des racines puissantes vers les profondeurs à la recherche d'humidité et d'ancrage.

La croissance est moyenne pendant le mois de janvier, l'activité racinaire est faible (2 cm/semaine) et forte au mois de mai (12 cm/semaine). Vingt semaines après le semis, le pivot atteint en moyenne 50 cm, ainsi il existe certain antagonisme entre la croissance aérienne et racinaire.



Figure (12): Racine du Pistachier de l'atlas (Ain Ben Khelil, mai 2021)

2.6- D'autres caractères :

2.6-1. La croissance

Selon (QUEZEL et MEDAIL, 2003), l'accroissement est très lent dans la nature mais en plantation irriguée, il est assez rapide (30cm/an, parfois plus). Il peut vivre jusqu'à 300 ans environ.

2.6-2. La régénération

La régénération naturelle du Bétoum reste très aléatoire et difficile du fait notamment de la dureté des téguments qui inhibent la germination. Il rejette bien les souches (**BOUDY, 1952**).

La régénération du pistachier de l'Atlas est difficile et s'opère dans des conditions encore mal connues (**BOUDY, 1952**). Les rares cas de régénération naturelle de cette espèce ont lieu sous les touffes de jujubier qui assurent à la plantule une protection contre le pâturage et les gelées (**BOUDY, 1955**). La régénération par semence se trouve très réduite du fait que l'amande trop huileuse, rancit rapidement et ne peut être ainsi conservée assez longtemps dans la nature (pas plus d'un printemps) (**MONJAUZE, 1968**) ; (**AIT RADI, 1997**). Multiplier le pistachier consiste en l'opération de le propager, c'est à dire obtenir un certain nombre d'exemplaires à partir de la souche mère (**DEBBACHE, 1998**). Le but aussi est d'obtenir selon (**GRECO, 1966**) des plants d'espèces et de variétés bien déterminées, connues, ce qui ne pose pas de problèmes de l'origine des graines, ni de boutures, ni de greffons. Pour ce faire, on doit utiliser :

- des plants à racines bien formées, bien développées, pouvant résister aux transports, à la transplantation, on sacrifiera le houppier au système racinaire.

- des plants bien aoûtés, lignifiés, capable de résister aux intempéries dès la plantation, mais aussi jeunes que possible pour que la reprise soit assurée (**CHEBOUTI et al, 2004**). Aussi, le pistachier vrai (*Pistacia vera* L.) est une culture assez difficile à mener car les techniques classiques de bouturage et de greffage se heurtent à une biologie particulière ne permettant pas la réussite totale de ces opérations (**JACQUY, 1973**).

Les premiers essais de régénération de l'espèce par la culture in vitro du pistachier se sont surtout intéressés aux pistacia sauvages car la culture in vitro de *Pistacia vera* L. s'est avérée assez délicate (**CHATIBI et al, 1996**). L'extension de la culture du pistachier et son

amélioration sont tributaires de la mise au point de techniques fiable de multiplication **(CHATIBI et al, 1996)**.

La technique de culture in vitro a toujours été un outil de prédilection pour la production en masse de plusieurs espèces fruitières et ligneuse. Les milieux de multiplication in vitro ayant un effet à distance sur la vigueur et la rhizogenèse de la plante. Ainsi, la mise en culture des pièces cotylédonaires a permis d'acclimater plus d'une centaine de Pistachiers cv. Mateur **(CHATIBI et al, 1996)**. La culture in vitro du pistachier à partir d'apex méristématiques et de boutures uni nodales prélevés sur des pieds mères âgés de quatre ans a montré que l'obtention de plants acclimatés demeure réduite et insuffisante par la production en masse du pistachier **(CHATIBI et al, 1995)**. En ce qui concerne la production en masse de pistachier, il semble que la culture in vitro de cotylédons soit préférable à celle des feuilles issues du même embryon zygotique. Toutefois, l'importante callogénèse observée par culture in vitro de cotylédons **(CHATIBI et al, 1996)**.



Figure (13): Cas de régénération naturelle du Bétoum à l'intérieur de jujubier (Ain Ben Khellil, mai 2021)

2.6-3. La pollinisation

Seules les fleurs des pieds mâles attirent les abeilles qui recueillent activement le pollen. En revanche, elles n'ont aucun rôle dans la pollinisation car les fleurs femelles ne sont pas visitées. La pollinisation reste uniquement anémophile (YAAQOBI, 2009).

2.7- Maladies et ravageurs du pistachier de l'Atlas**➤ Maladies fongiques**

Le pistachier est soumis à l'attaque de maladies diverse dues principalement à des champignons. Les pathogènes, en infectant le feuillage, les pousses et les racines, provoquent des graves dégâts et entraînent l'affaiblissement de l'arbre, de plus, diverses maladies peuvent se développer sur les fleurs et les fruits, entraînant une perte importante.

Plusieurs espèces fongiques ont été identifiées chez le pistachier dont les principales sont : *Verticillium dahliae*, *Botrytis cinera*, *Altenaria alternata*, *Botryosphaeria dothidea*, *Armillaria mellea*, *Sclerotinia sclerotiorum*, *Aspergillus niger*.

➤ Insectes ravageurs

Parmi eux le puceron doré provoquant des cloques ou des galles au niveau des feuilles (BELHADJ, 1999) et est sensible au *Verticillium dahliae*.

2.7-1. Autoécologique

D'une manière générale l'espèce regroupe des caractères anatomiques exomorphes qui lui confèrent une grande plasticité écologique dans un milieu aride (l'épiderme des feuilles épais et cuisiné, sécrétion de la résine, grand développement du système vasculaire...) (AMARA, 2009). Ont observé une corrélation positive entre la densité stomatique (feuilles) et le degré de l'aridité des stations.

2.7-2. Entomologie

Parmi eux le puceron doré provoquant des cloques ou des galles au niveau des feuilles (**BELHADJ, 1999**) et est sensible au *Verticillium dahliae*. (**MONASTRA et al., 2005**).

2.8- Répartition géographique

- **Au monde**

Le Pistachier de L'Atlas est largement réparti à l'Est Méditerranéen (Grèce, Chypre, Turquie, Syrie, Palestine, dans le Caucase en Iran, en Afghanistan et jusqu'en Inde). (**SEIGUE, 1985**). Mais il existe aussi dans le Sud de l'Afrique du Nord à l'état disséminé dans l'étage aride et semi-aride. (**BOUDY, 1948**).

Le Pistachier L'Atlas ainsi que ses sous espèces. *Calibula*, *Mutica*, *Kurdica* et *atlantica* occupent une aire (Figure 14) très vaste englobant le Maroc, la Tunisie, l'Algérie, la Libye, la Turquie, la Syrie, la Jordanie, l'Iran et l'Afghanistan (**KASKA et al, 1996**).

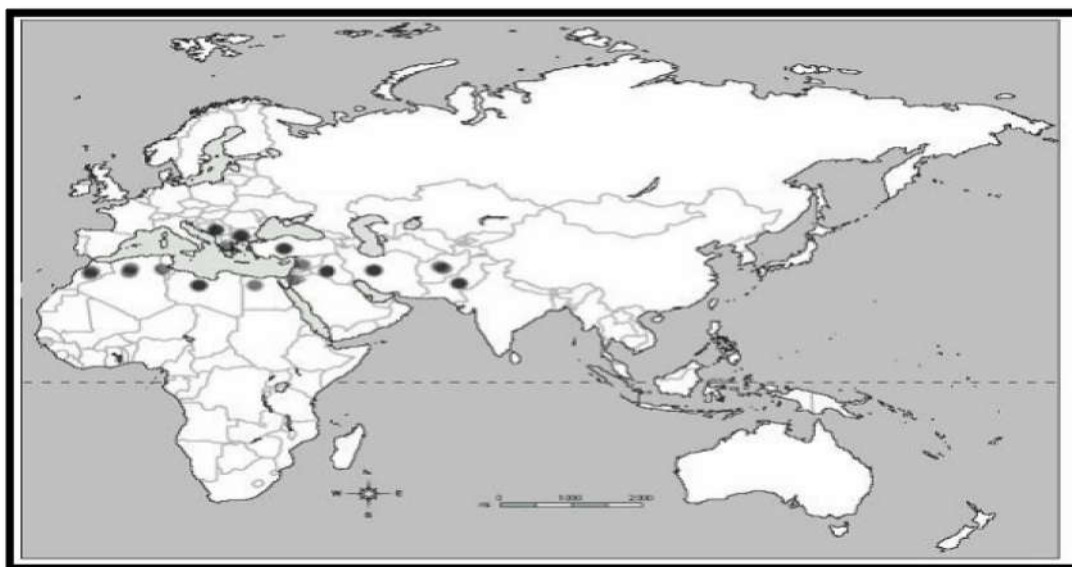


Figure (14): Carte de distribution du Pistachier d'atlas dans le monde (ZOHARY, 1952)

- En Algérie

C'est une espèce endémique qui figure parmi les plantes non cultivées et protégées en Algérie. (KAABACH et al, 2005) D'après (BOUDY, 1952), en Algérie on le trouve disséminé dans les forêts chauds 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) et sur les hauts plateaux oranais. (Figure 15)

Le Bétoum est un arbre par excellence du dayas du piémont méridional de l'Atlas saharien, sa limite extrême se trouve en pleine cœur du Hoggar où il existe à l'état de relique (MONJAUZE, 1980). Il se trouve surtout dans la zone de transition entre la steppe et le tell.

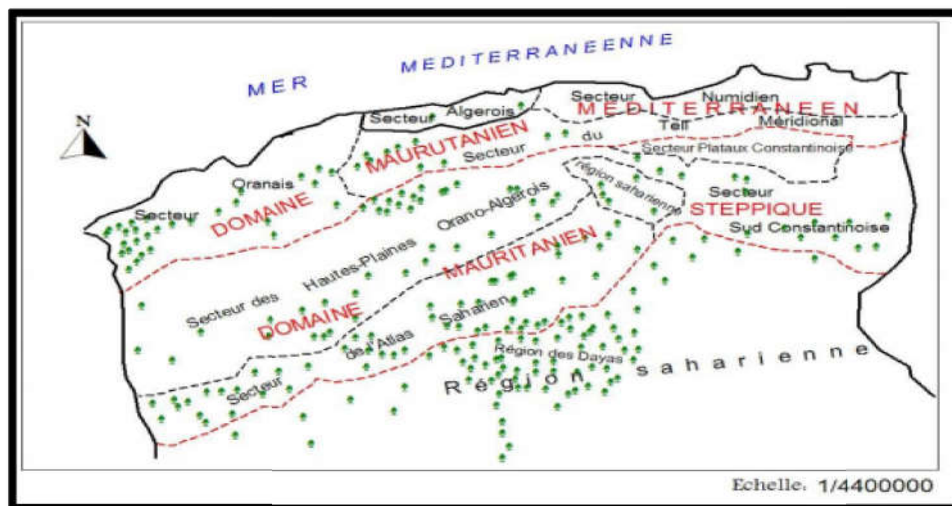


Figure (15): distribution du Pistachier d'atlas en Algérie (MONJAUZE, 1980).

2.9- Exigences écologiques

C'est l'une des rares espèces arborescentes encore présentes dans les régions semi-arides et arides, voire même sahariennes. Cette plasticité exceptionnelle vis-à-vis de la sécheresse atmosphérique pourrait être son caractère principal, mais il n'est pas moins indifférent à la nature du sol et il peut occuper dans son aire botanique les situations les plus

extrêmes (**MONJAUZE, 1980**). C'est une essence principale actuellement à l'état disséminé qui s'accommode de l'étage climatique aride et peut vivre dans les conditions écologiques les plus sévères (**BOUDY, 1952**).

2.10- Exigences climatique

2.10-1. La pluviométrie

Le Bétoum se contente d'une tranche pluviométrique très faible (jusqu'à 150 mm). En réalité c'est l'isohyète 200 à 250 mm qui lui convient le mieux (**BOUDY, 1950**).

ALYAFI (1979) note que le Bétoum se développe dans une tranche pluviométrique allant de 250 à 600 mm.

Selon les travaux de (**MONJAUZE, 1965**), les zones favorables pour la mise en place du Bétoum se situent dans la tranche pluviométrique allant de 200 à 500 mm/an dans la zone des hauts plateaux en Oranie (Saida, Al Bayadh et Naâma).

En Algérie, le Pistachier de l'Atlas bénéficie d'une pluviométrie de 1300 mm/an au niveau de sa limite septentrionale à l'Ouest d'Alger, il reçoit 600 mm/an sur le bord méridional de l'Atlas Tellien entre Benchicao et Berrouaghia, la tranche pluviométrique décroît (520 mm/an) dans la plaine de Boughar Boughzoul, il se contente de 70 mm/an dans la région de Ghardaïa pied de l'Atlas Saharien (**CHARAA, 1988**).

2.10-2. Température

Le bétoum est un arbre très résistant aux hautes températures, il a une grande amplitude thermique allant d'une température très basse de l'ordre de 5°C parfois même à -12°C dans la région de Djelfa, jusqu'à une température très élevée de + 49°C avec un maximum de 52°C (Pesson et Louveaux, 1984). La moyenne des maxima de température est de l'ordre de 32°C.

2.10-3. L'altitude

Pistacia atlantica est une espèce forestière qui rencontre dans les forêts de chêne xérophiles jusqu'à 2000 m à l'occident et jusqu'à 3000 m d'altitude à l'orient de son aire, (ZOHARY, 1952). Cependant le meilleur développement de cette espèce ait atteint à l'altitude comprise entre 600 et 1200 m.

2.11- Exigences édaphiques

Indifférent de type du sol, le Bétoum est très peu exigeant du point de vue édaphique, il s'accommode avec une large gamme de sols : des terrains acides en silice aux sols calcaires en Syrie, à l'exception des sols sablonneux (BOUDY, 1955). Les terrains argileux et les alluvions de plaine : On ne le trouve qu'assez rarement sur roche calcaire en montagne sèche, il se cantonne dans les dépressions (BOUDY, 1952).

L'espèce grandit bien dans l'argile ou les sols limoneux, bien que celui-ci puisse se développer aussi sur les roches calcaires (KHALDI et KHOUJA, 1996).

2.11-1. Intérêt du pistachier de l'Atlas

Les arbres de *Pistacia atlantica* sont convoités par les populations nomades, car ils leur fournissent un complément indispensable à leur nourriture et à celle de leur troupeau. En effet, le pistachier de l'Atlas présente de nombreux intérêts :

2.11-2. Porte greffe

Le Pistachier de l'Atlas est connu comme excellent porte greffe pour le Pistachier fruitier (*Pistacia vera*), son utilisation permettra donc d'enrichir la production de Pistaches (BRICHET, 1931). Ceci est prouvé par des expériences effectuées au jardin botanique d'Alger (VERGAS, 1990).

2.11-3. Source de bois et de résine

Son bois est largement utilisé comme combustible seulement sa dureté le met quelque peu à l'abri des coupes (**OZENDA, 1977**) de ce fait il peut être utilisé en ébénisterie et marqueterie et fournir une source de revenus intéressante aux populations locales.

2.11-4. Lutte contre la désertification

Les zones arides et semi – arides connaissent une désertification active qui compromet gravement le potentiel productif et les ressources phylogénétique locales .Compte tenu de la présence du Bétoum à l'état naturel dans nos contrées, de sa rusticité et de son adaptation aux sols les plus divers , celui – ci pourrait faire l'objet d'un développement dans les stations les plus sévères ou le taux de réussite d'autres espèces fruitières est limité. Il est reconnu par sa grande résistante à la sécheresse et peut cependant se développer dans des zones arides et même désertiques (**DEBBACHE, 1998**).

De ce fait, il pourrait contribuer à :

- La protection des terres agricoles et donc la satisfaction des besoins alimentaires des populations concernées.
- La protection des terres pastorales et donc la satisfaction des besoins fourragers pour le cheptel des régions où il se trouve.
- La valorisation des espaces dégradées pour la sauvegarde du potentiel végétal et la multiplication des écotypes locaux.
- Il joue le rôle de conservateur des sols dans les zones semis arides et arides où l'érosion est importante grâce à son système racinaire développé (**LAROUCI, 1987**).
- Essence de reboisement pionnier en zones arides et semis arides (hauts plateaux) fournissant un humus abondant.

2.11-5. 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) **(NIGON et al, 2000)**.

L'écorce produit une résine-mastic. Les populations locales s'en servent pour usage médical **(BENHASSAINI, 2004)**.

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 et stomachique.

L'huile essentielle résine a été prouvée d'avoir des activités antibactériennes.

2.11-6. 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 qu'elles comme des cacahuètes.

2.11-7. Valeur fourragère

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 (ANONYME, 1996).

Partie expérimentale

3. Etude de la germination des graines du Pistachier de l'Atlas**3.1- Matériel végétal utilisé et conditions de culture**

Lors de notre expérimentation, nous avons utilisé des drupes mûres des arbres de pistachier de l'Atlas. Ces derniers, se trouvent à l'état naturel dans les régions de (Ghardaïa, Ain Sefra, Ain Ben Khelil, El Bayadh). Les graines ont été récoltées le 23 Septembre 2020 sur arbres adultes âges. Nous avons conservé les graines dans un sachet en papier à l'abri l'humidité jusqu'à leur utilisation.

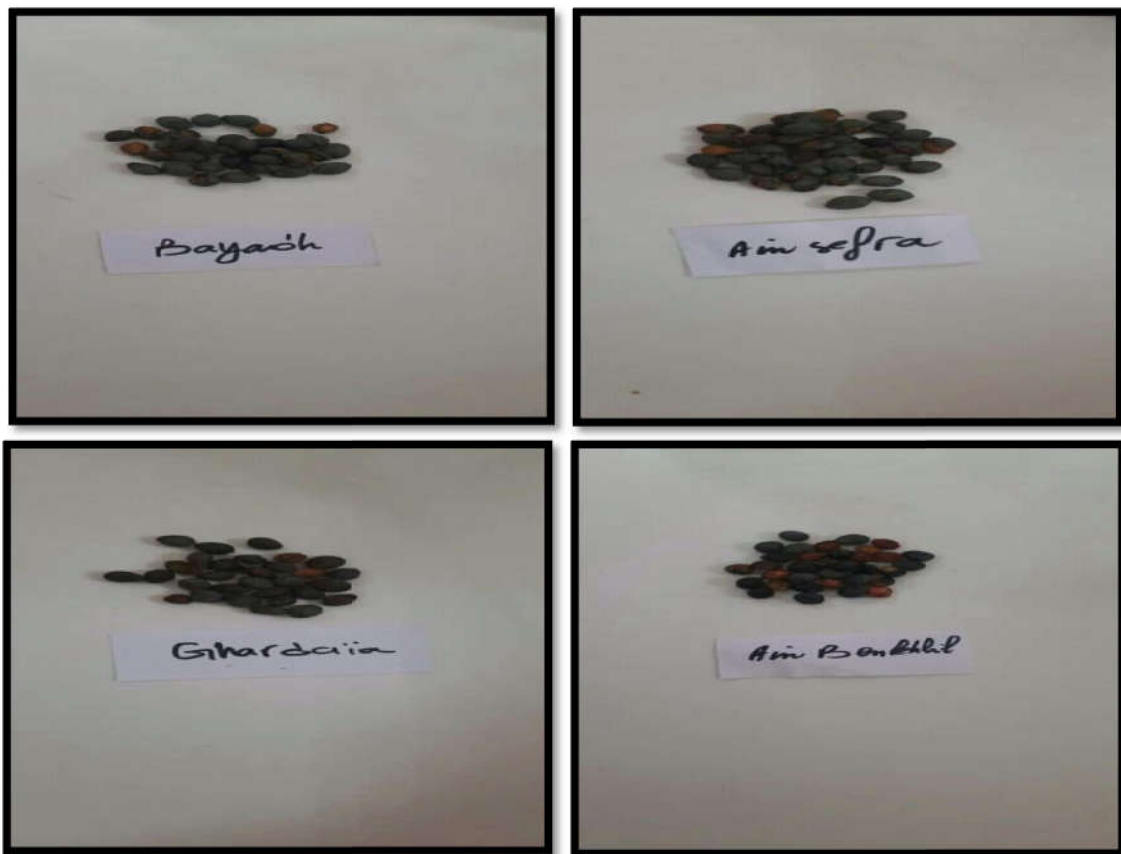


Photo (05): Présentation des semences

3.2- Matériel d'expérimentation

Durant les essais de germination et les mesures des différents paramètres de l'étude de germination de pistachier de l'atlas de 4 provenances (Ghardaïa ; Ain sefra; Ain benkhelil

et El Bayadh) les tests de germination ont été réalisés sur 168 grains (42 grains pour chaque régions).

3.3- Méthodologie de travail

3.3-A. Essais de germination

L'obtention de plants de semis est difficile pour le Pistachier de l'atlas, dont l'endocarpe est une barrière imperméable qu'il faut scarifier, mécaniquement ou chimiquement pour faciliter le passage d'eau à l'intérieur des semences, nécessaire pour la germination. Par conséquent, dans le but de faciliter la germination de l'embryon, nous avons fait subir aux graines un protocole suivant :

3.3-B. Test de viabilité

La méthode de flottation qui repose sur le principe voulant que la densité des semences d'une espèce donnée varie selon que les semences sont pleines ou vides (**DOWINE & BERGSTEN, 1991**). Ainsi les graines de chaque provenance ont été trempées dans de l'eau distillée contenue dans un bécher. Après une dizaine de minutes, il y a séparation entre les graines surnageantes et celles déposées au fond du bêcheur constituant les graines viables.



Photo (06): Méthode de flottaison des grains

3.3-C. Sélection des semences

Cette étude biométrique permettra de montrer une éventuelle différence morphologique des 4 provenances de *Pistacia atlantica*.

Pour chaque provenance étudiée, 42 graines ont été prélevées par la sélection selon la taille, la forme et la couleur.

La longueur et la largeur de chacune des semences ont été mesurées à l'aide d'un pied à coulisse, tandis que la masse a été obtenue à l'aide d'une balance électronique (à une précision de $\pm 0,0001$ mg (**Tab. 17**))



Photo (07): Mesure du poids de 10 graines

Tableau (17) : Le poids des graines de 4 provenances

	Morphologie (Forme. Couleur)	Longueur	Poids
Ain Sefra		(0.6 cm – 0.8cm)	0,0739 g
Ghardaïa		(0.6cm- 0.8cm)	0,07884 g
Ain Ben Khelil		(0.4cm- 0.6cm)	0,06132 g
El Bayadh		(0.5cm- 0.6cm)	0,07734 g

3.3-D. Effet des prétraitements

Les graines de *Pistacia atlantica* sont caractérisées par des enveloppes coriaces rendant difficile, voire impossible leur germination. Par conséquent, dans le but de faciliter la germination de l’embryon, nous avons fait subir aux graines les prétraitements suivants :

- Trempage dans l'eau tiède (37°C) pendant 72h (changé l'eau chaque 24h).
- Trempage dans l'eau oxygénée à une concentration de 10 V pendant 72 heures.
- Après les 72 heures de trempage, on ne récupère que les graines ayant été décantées
(DOWINE et BERGSTEN, 1991 ; AUDINET, 1993).

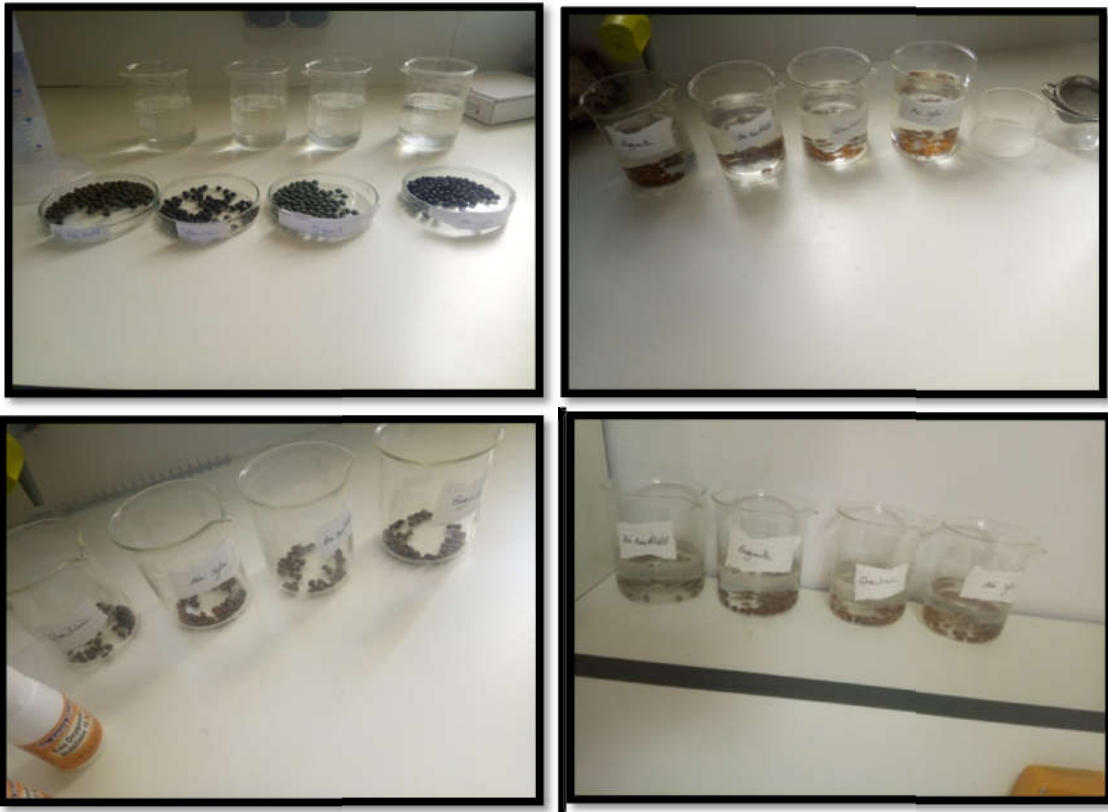


Photo (08): Prétraitements des grains par l'eau tiède et l'eau oxygénée

3.4- Germination**3.4-A. Préparation des alvéoles**

Photo (09): Préparation des alvéoles

3.4-B. La réserve facilement utilisable (RFU)

La différence entre capacité au champ et le point flétrissement mesure la quantité d'eau disponible pour la plante ou réserve utile pour sol (CLEMENT, 1998), une partie de la R.U est absorbée par la plante sans réduction de croissance : cette fraction est nommée réserve facilement utilisable R.F.U et on l'estime le plus souvent aux deux tiers dans les sols profonds (GATE, 1995).

3.4-C. Calcul de la réserve facilement utilisable (RFU)

- Le poids du terreau : 33.2 g de chaque récipient
- 10 répétitions (10 récipients)
- Irrigation de chaque récipient par 100 ml d'eau

Tableau (18): La capacité de rétention maximale en eau du terreau

Goblet n° :	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Capacité de Rétention au champ (CR)	57 ml	50 ml	61 ml	61 ml	59 ml	60 ml	58 ml	56 ml	60 ml	59 ml

La moyenne de la dose d'irrigation d'eau : **58,1 ml** d'eau

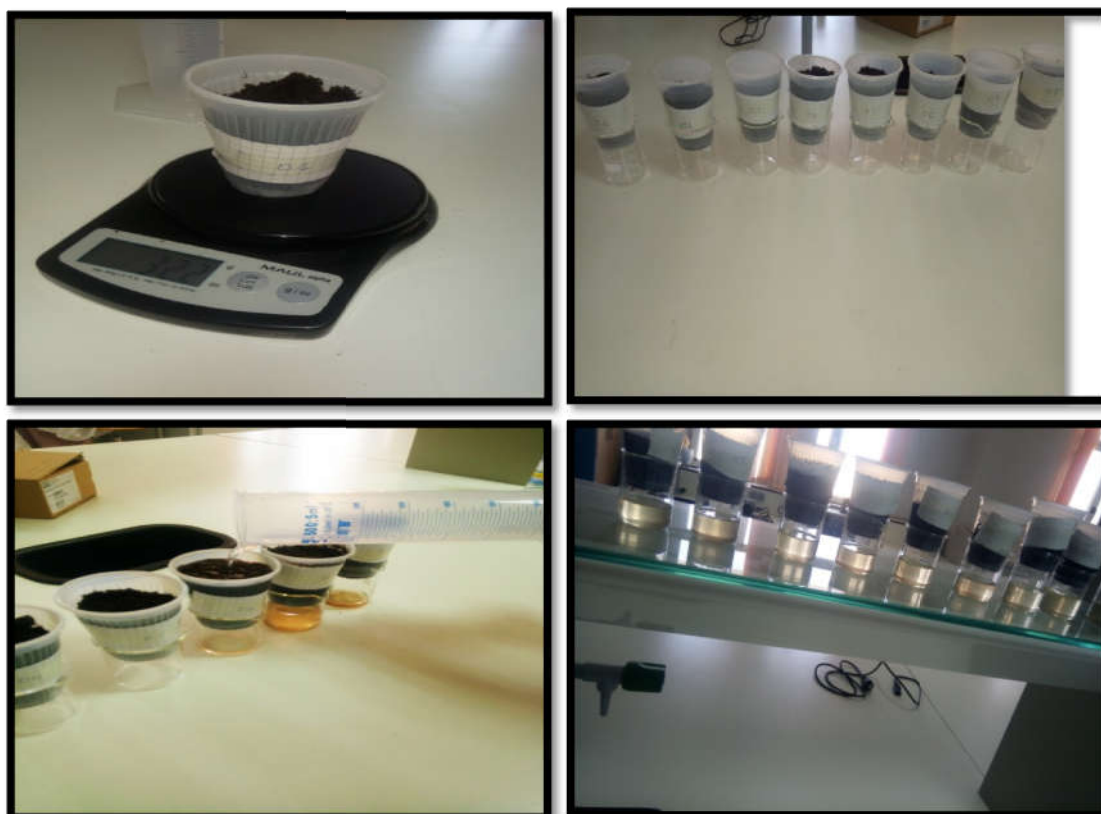


Photo (10): Calcul de la réserve facilement utilisable (RFU)

3.5- Semis

Le semis de ces 4 variétés a été réalisé dans des alvéoles (La date de semis : le **25/04/2021**).

Suite à la phase de stratification dont l'objectif est le ramollissement des graines pour accélérer la germination. Nous avons récupéré les graines supposées viables pour la 2^{ème} phase qui est la semi dans des alvéoles remplies de terreau. Cependant 42 grains pour chaque

provenance. Par ailleurs, l'irrigation se faisait à un rythme quotidien avec de l'eau de robinet pendant 01 mois.

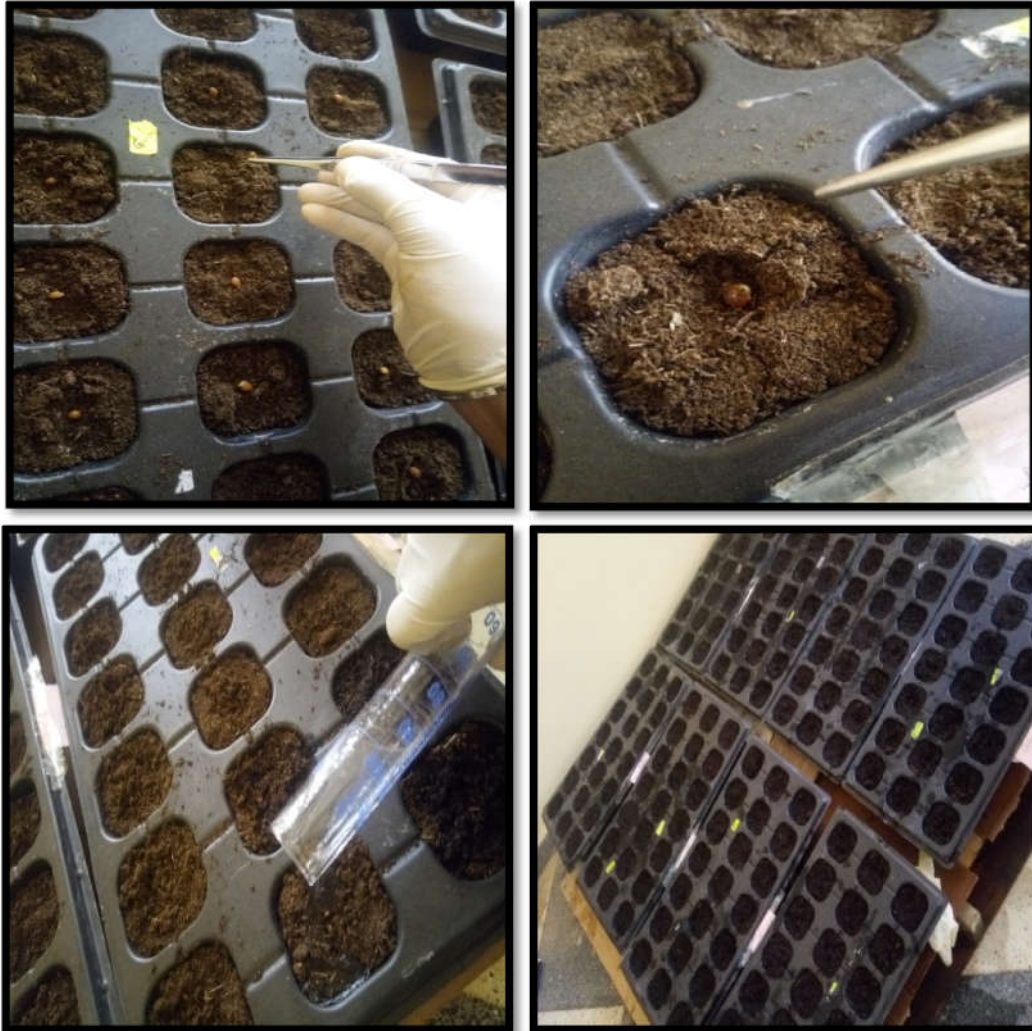


Photo (11): Semis des grains et l'irrigation quotidienne

3.6- Suivi de la germination

3.6-A. Taux de germination

C'est le nombre de graines germées par rapport au nombre total de graines semées, exprimé en pourcentage. Il est calculé par la formule suivante :

Nombre de semences germées × 100

$$\text{Taux de germination} = \frac{\text{Nombre de semences germées} \times 100}{\text{Nombre de semences testées}}$$

3.6-B. Vitesse de germination (V.G) ou temps moyen de germination (TMG) :

Ce dernier est calculé par la formule suivante :

$$\text{TMG} = \frac{N_1 T_1 + N_2 T_2 + \dots + N_i T_i}{N_1 + N_2 + \dots + N_i}$$

Avec N1 est le nombre de graines germées en temps T1 et N2 le nombre de graines ayant germées entre le temps T1 et T2 (COME, 1970).

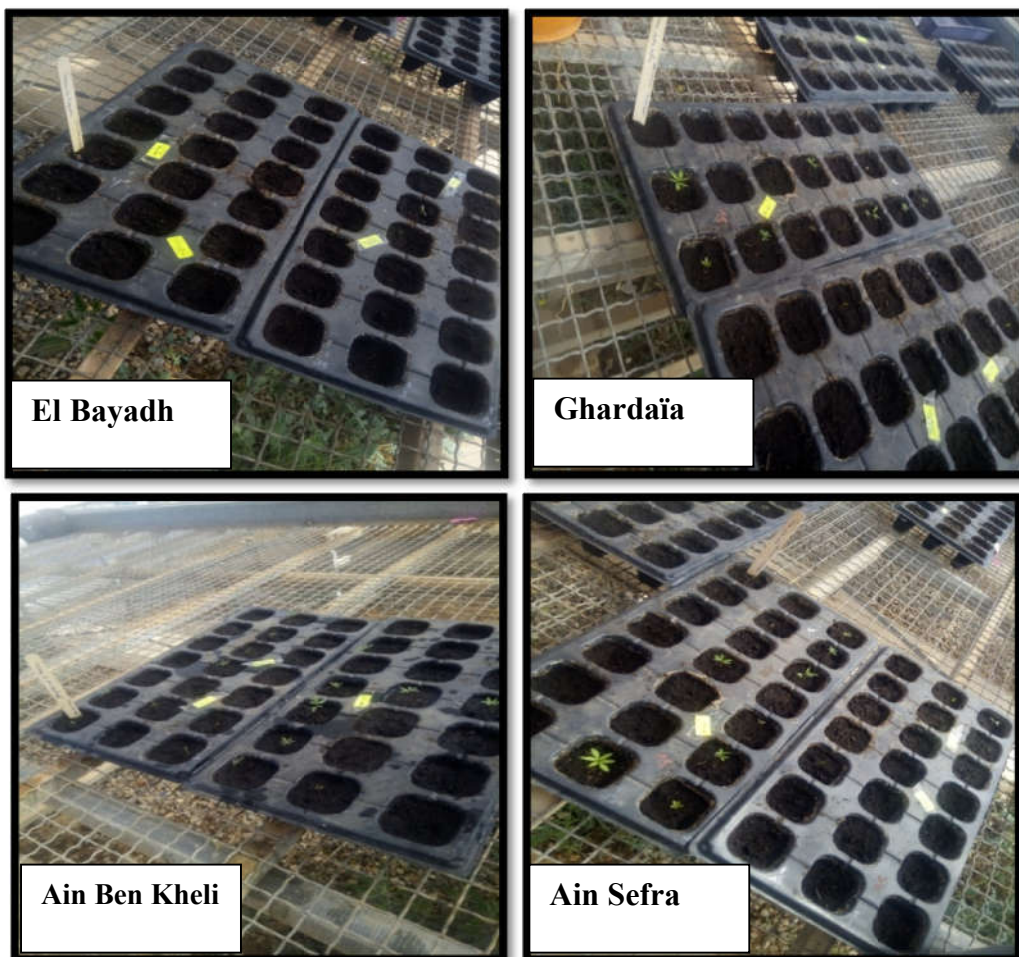


Photo (12): Germination des graines des 4 provenances

3.7- Etude du stress

Après germination, les plantules sont repiquées individuellement dans des gobelets en plastique, remplis de terreau.

Les plantules ont été arrosées avec l'eau de robinet pendant 15 jours pour favoriser leur reprise avant l'application des stress hydrique.

Les plantules au nombre de 25 (12 Ain ben Khelil, 8 Ain Sefra, 5 Ghardaïa) ont subi un stress hydrique de 15 jours. D'autres plantules ont été arrosées à l'eau robinet et considérées comme témoins.

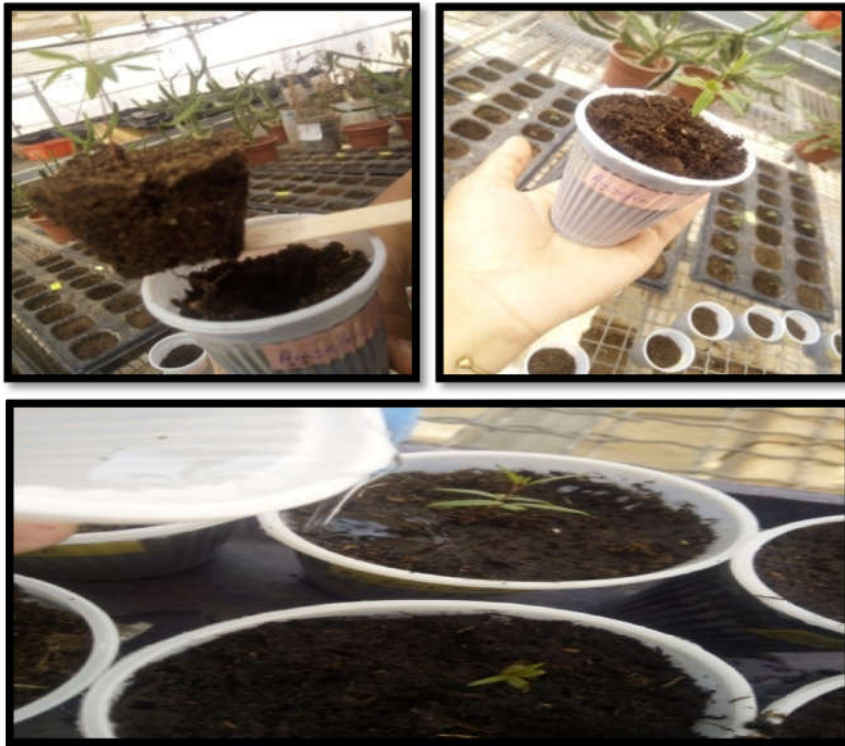


Photo (13) : Application du stress hydrique (différentes doses)

La dose (volume d'eau) qu'il faut apporter à chaque irrigation dépend de la profondeur explorée par les racines et de la nature de terreau l'irrigation doit se faire chaque jour.

- ✓ **TM** (Témoin) : 100%
- ✓ **D1** : 50 %
- ✓ **D2** : 25%

La quantité d'eau d'irrigation calculée selon la forme suivant :

- 100 % (Témoin) = RFU = 58.1 ml
- 50 % = RFU x 0.5 = 58.1 x 0.5 = 29.05 ml
- 25 % = RFU x 0.25 = 58.1 x 0.25 = 14.52 ml

3.7-A. Paramètres étudiés

Afin de déterminer l'effet du stress hydrique sur le Pistachier de l'atlas, des paramètres biométrique, physiologique et biochimique ont été mesurés.

3.7-B. Croissance en longueur

La croissance en longueur de la partie aérienne et racinaire est évaluée après arrachage des plantules.

La longueur de la tige et la racine principale est mesurée en centimètres (cm) à l'aide d'une règle graduée. (Les valeurs données sont les moyennes obtenues des répétitions).

3.7-C. Croissance pondéral

La biomasse sèche aérienne (BSA) et racinaire (BSR), exprimée en grammes a été effectuée par pesée de la matière sèche après étuvage à 105C° de la matière fraîche pendant 24 heures.

Le rapport de la partie aérienne et racinaire est défini par longueur de la racine / longueur de la tige (LR/LT). Le deuxième rapport étudié étant celui de la biomasse sèche racinaire / biomasse sèche aérienne (BSR/BSA). Ces deux rapports sont déduit à partir des valeurs moyennes des longueurs est des poids de la matière sèche.

Résultats & Discussion

4. Résultats

Nous allons traiter au cours de ce chapitre, les résultats obtenus de l'étude de la germination, les travaux de nos recherches comportent 02 axes principaux à savoir :

- 1 - Les essais de germination de 4 provenances sous serre.
- 2 - Effet du stress hydrique sur les paramètres morphologiques.

4.1- Présentation et analyse des résultats :

Les résultats de l'étude de la germination sont présentés sous forme d'histogrammes qui expriment le pourcentage cumulé de semences germées en une période déterminée, en fonction de différentes provenances utilisées.



Photo (14): Les jeunes plantules du Pistachier de l'atlas

4.2- Interprétation statistique des résultats des essais de germination des graines de pistachier de l'atlas :

4.2-A. Taux de germination des graines :

C'est le nombre des graines germées par rapport au nombre de graines mises en germination. Une graine est considérée germée lorsqu'elle émet une racicule et une gemmule.

Les résultats à la fin de chaque test de germination des graines sont exprimés en pourcentage, et ce pourcentage ce varie d'une variété à l'autre :

TG (%) : Taux de germination

Application numérique :

100% ; 100 graine

X ; nombre de graine TG=X %

L'examen de la Figure (16) montre que le taux de germination des graines du pistachier de l'Atlas est variable selon les différentes provenances.

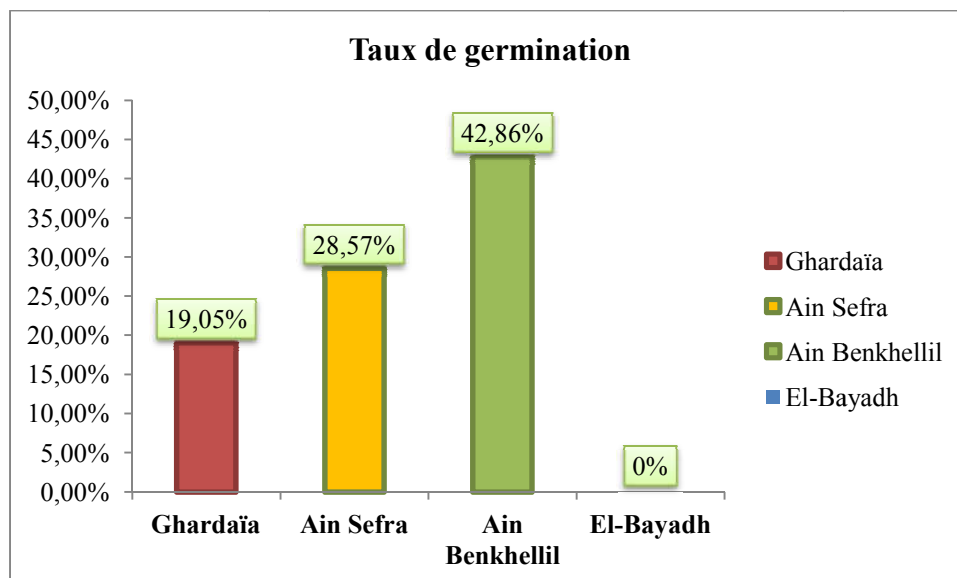


Figure (16): Taux de germination des graines du pistachier de l'Atlas entre 04 provenances

Le taux de germination (Figure 16) le plus élevé a été enregistré dans le lot des graines du Pistachier de l'atlas d'Ain Ben Khelil avec une valeur de 42,86 %. Ce dernier suivi par le lot des graines d'Ain Sefra avec un taux qui est égale à 28,57%. Par ailleurs, un taux de 19,05% a été observé chez le lot des graines de Ghardaïa considéré comme le plus bas. Cependant, nous signalons qu'aucune graine n'a germée dans le lot d'El Bayadh.

4.2-B. La vitesse de germination (V.G)

La figure (17) montre l'évolution de la germination en fonction du temps suivant le type de traitement et la provenance des semences. Les valeurs de la vitesse de germination les plus élevées pour les graines sont celles d'Ain Ben Khelil. Par contre, les valeurs les plus faibles sont représentées par les graines d'Ain Sefra, Ghardaïa et El Bayadh.

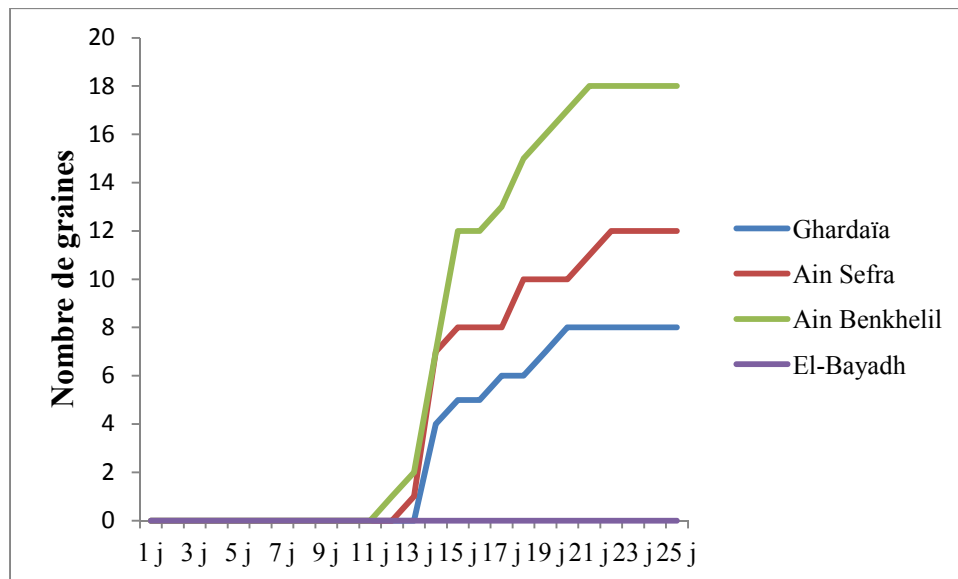


Figure (17): Cinétique de germination des graines du Pistachier de l'Atlas, provenant de quatre sites différents

En ce qui concerne la vitesse de germination (Figure17) nous soulignons que la variété d'Ain Ben Khelil dès le 10^{ème} jour a enregistré une accélération de vitesse germinative par rapport la variété d'Ain Sefra et Ghardaïa par contre la variété d'El Bayadh n'a enregistré aucune germination (peut-être dû au pouvoir germinatif des grains).

4.3- Effet du stress hydrique sur les paramètres morphologiques

Après 15 jours d'exposition des plantules au stress (faible dose d'irrigation de 25 %), nous avons remarqué un dessèchement des feuilles. Pour la dose d'irrigation de 50 % les feuilles ont manifesté l'apparition des tâches nécrosées (**Figure 18**). Dès la fin de 2 semaines

nous avons décidé d'arrêter les tests et passer aux calculs et l'évaluation de l'effet du stress sur les paramètres morphologiques.

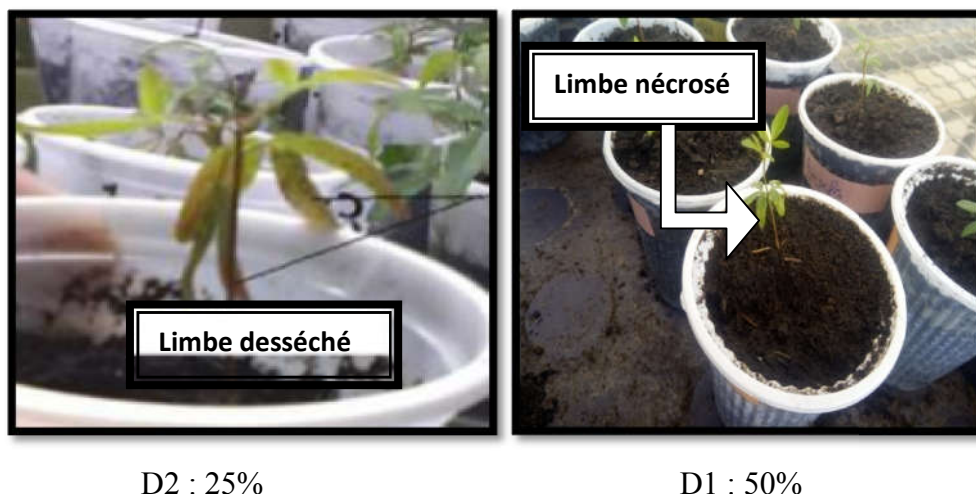


Figure (18): Dessèchement des plantules de Pistachier de l'atlas après 15 jours de stress

4.3-A. Effet de stress hydrique sur la longueur de la tige (LT)

Les résultats obtenus montrent que les différentes doses du stress testées ont un effet sur la croissance en longueur des tiges chez le Pistachier de l'atlas (Figure 19).

Les plantules irriguées avec la dose (100%) présentent des longueurs de tiges supérieures à celles soumises aux différentes doses de stress à savoir 50% et 25%.

Tableau (19): Moyenne de la longueur de tige (cm) de Pistachier de l'atlas sous l'effet du stress hydrique

		100%	50%	25%
Ain Ben Khelil	L.T (cm)	7,3	5,45	4,56
Ain Sefra	L.T (cm)	6,55	6,32	4,65
Ghardaia	L.T (cm)	7,2	5	4,6

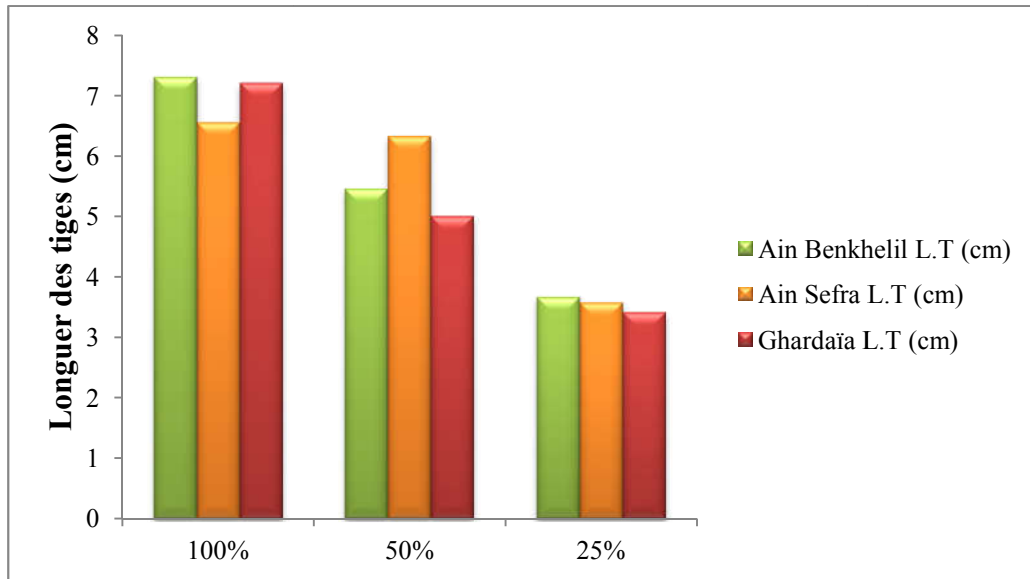


Figure (19): Effet du stress hydrique sur la longueur de la tige

D’après la figure (19) nous remarquons que les plants en provenance d’Ain Ben khelil et Ghardaïa présentent des longueurs identiques après l’application de la dose 100%. Par ailleurs suite à l’application de la dose 50% nous soulignons que la longueur moyenne enregistrée par la variété en provenance d’Ain Sefra est supérieure à celles des plants d’Ain Ben Khelil et Ghardaïa.

4.3-B. Effet de stress hydrique sur la longueur de la racine

Tableau (20) : Moyenne de la longueur de racine (cm) de Pistachier de l’atlas sous l’effet du stress hydrique

		100%	50%	25%
Ain Ben Khelil	L.R (cm)	18	7,16	6,33
Ain Sefra	L.R (cm)	13,1	12,73	4
Ghardaia	L.R (cm)	7,2	5	4,6

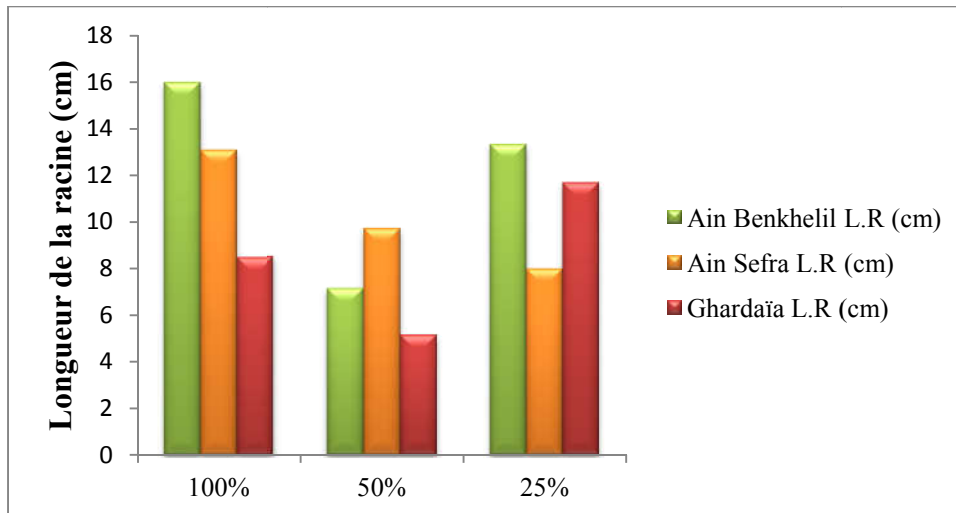


Figure (20): Effet du stress hydrique sur la longueur de la racine

A travers le tableau (20) nous remarquons que la longueur moyenne des racines chez les plants d’Ain Ben Khelil est significativement supérieure suite à l’application de la dose témoin (100%). Nonobstant lors de l’utilisation de la dose 50%, les plantes en provenance d’Ain Sefra présentent une longueur moyenne des racines nettement supérieure à celle d’Ain Ben Khelil et Ghardaïa. En ce qui concerne la dose de 25% les plantes provenant d’Ain Ben Khelil présentent une longueur moyenne des racines légèrement supérieure à celles des variétés d’Ain Sefra et Ghardaïa.

4.4- Variation de nombre de feuilles

Tableau (21) : Moyenne du nombre des feuilles de Pistachier de l’atlas sous l’effet du stress hydrique

		100%	50%	25%
Ain Ben Khelil	Nbr feuille	5,66	5,4	5,3
Ain Sefra	Nbr feuille	5,2	5,1	5
Ghardaia	Nbr feuille	5,1	4,9	4,5

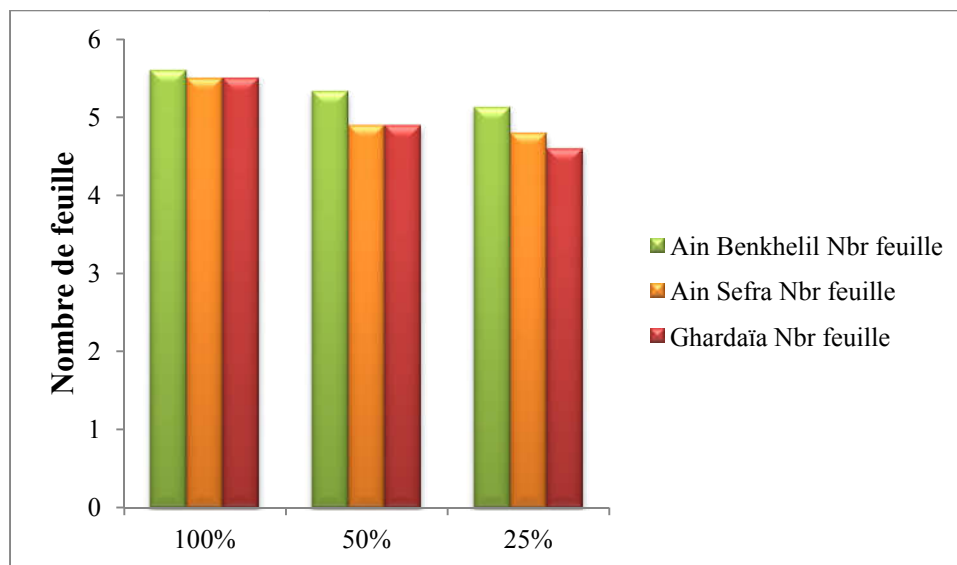


Figure (21): Effet du stress hydrique sur le nombre de feuilles

D'après la figure (21) nous constatons que les différents sujets du Pistachier des 4 provenances présentent le même nombre de feuilles après l'application des différentes doses d'irrigation que le nombre de feuille suite à l'application des différentes doses d'irrigation d'eau témoin 100%, 50% et 25%.

4.4-A. Variation de la surface foliaire

Tableau (22) : Moyenne de la surface des feuilles de Pistachier de l'atlas sous l'effet du stress hydrique

		100%	50%	25%
Ain Ben Khellil	S.F (cm ²)	3,7	3	2,4
Ain Sefra	S.F (cm ²)	3,5	3	2,2
Ghardaia	S.F (cm ²)	3,3	2,9	1,9

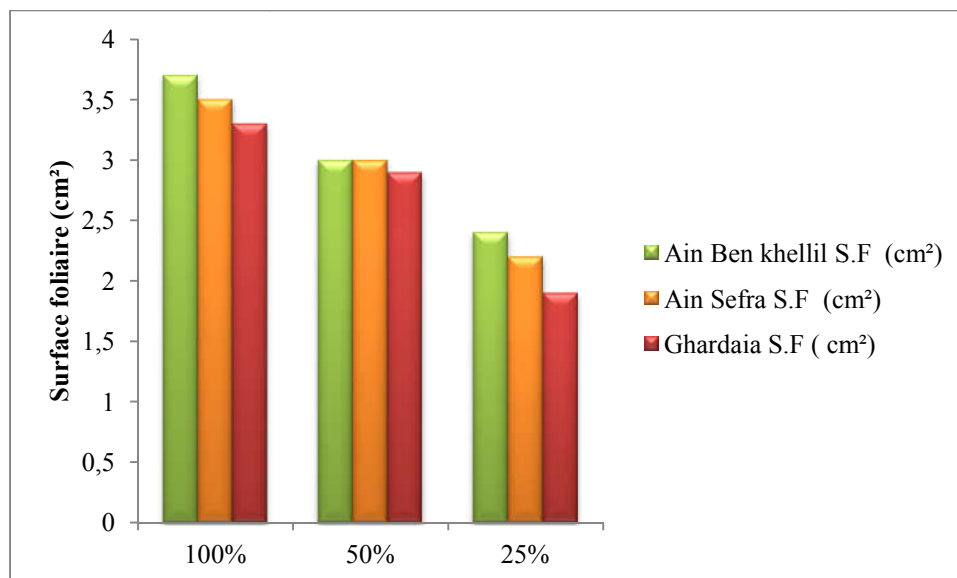


Figure (22): Surface foliaire des plantules de Pistacia atlantica

L'analyse de (la figure. 22 et le tableau. 22) montre une légère supériorité de la variété Ain Ben Khelil par rapport aux autres régions. L'application de la dose 25% a conduit à une diminution considérable chez les sujets du Pistachier de la région de Ghardaïa avec une surface foliaire égale à 1,9 cm².

4.5- Biomasse fraîche des plantules de la Pistachier de l'atlas

Tableau (23): Moyenne de la biomasse fraîche des plantules de la Pistachier de l'atlas
Pistachier de l'atlas sous l'effet du stress hydrique

		100%	50%	25%
Ain Ben Khelil	P.F (g)	0,247	0,11	0,082
Ain Sefra	P.F (g)	0,193	0,174	0,049
Ghardaia	P.F (g)	0,167	0,084	0,079

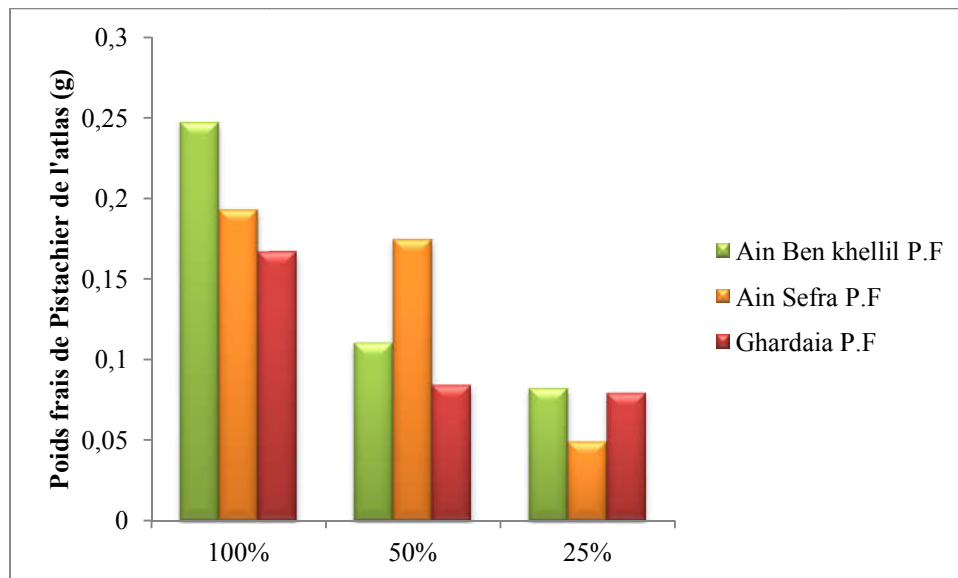


Figure (23) :Effet du stress hydrique sur la biomasse fraiche de la Pistachier de l’atlas

D’après les illustrations (Figure. 23 et tableau. 23) nous constatons que la moyenne du poids frais du Pistachier de l’atlas (aérienne et souterraine) pour la dose d’irrigation témoins (100%) se présente comme suit : 0.247g pour la région d’Ain Ben Khelil, Ain Sefra avec 0.193 g et 0.167 g pour Ghardaïa. Notons que les sujets provenant de la région d’Ain Ben Khelil présentent une biomasse nettement supérieure aux autres régions. Il est indispensable de signaler que l’application de la dose de 25% a eu une influence considérable sur la biomasse des sujets (Fig.23).

4.5-A. Biomasse sèche de la partie aérienne

Tableau (24) : Moyenne de la biomasse sèche de la partie aérienne sous l’effet du stress hydrique

		100%	50%	25%
Ain Ben Khelil	B.S.A (g)	0,035	0,025	0,014
Ain Sefra	B.S.A (g)	0,034	0,018	0,02
Ghardaia	B.S.A (g)	0,032	0,01	0,012

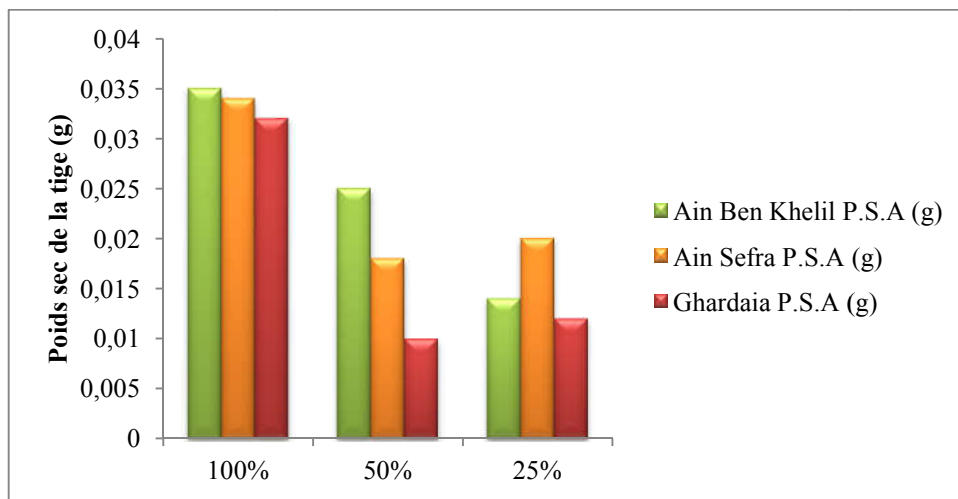


Figure (24): Effet du stress hydrique sur la biomasse sèche de la partie aérienne

D’après les illustrations (Figure. 24 et tableau. 24) nous constatons nous observons la dose témoin a enregistré des valeurs supérieures pour toutes les provenances. Les valeurs de la biomasse commence a diminuée en diminuant les doses d’irrigation. Il est primordial de souligner que la variété Ain Ben Khelil enregistre des valeurs supérieures par rapport des autres régions suite à l’application des doses 100% et 50%. Cependant, la variété d’Ain Sefra présente des valeurs supérieures à celles d’Ain Ben Khelil et Ghardaïa après l’application de la dose 25.

4.5-B. Biomasse sèche de la partie souterraine

Tableau (25): Moyenne de la biomasse sèche de la partie souterraine sous l’effet du stress hydrique

		100%	50%	25%
Ain Ben Khelil	B.S.R (g)	0,02	0,012	0,017
Ain Sefra	B.S.R (g)	0,012	0,014	0,013
Ghardaïa	B.S.R (g)	0,016	0,009	0,013

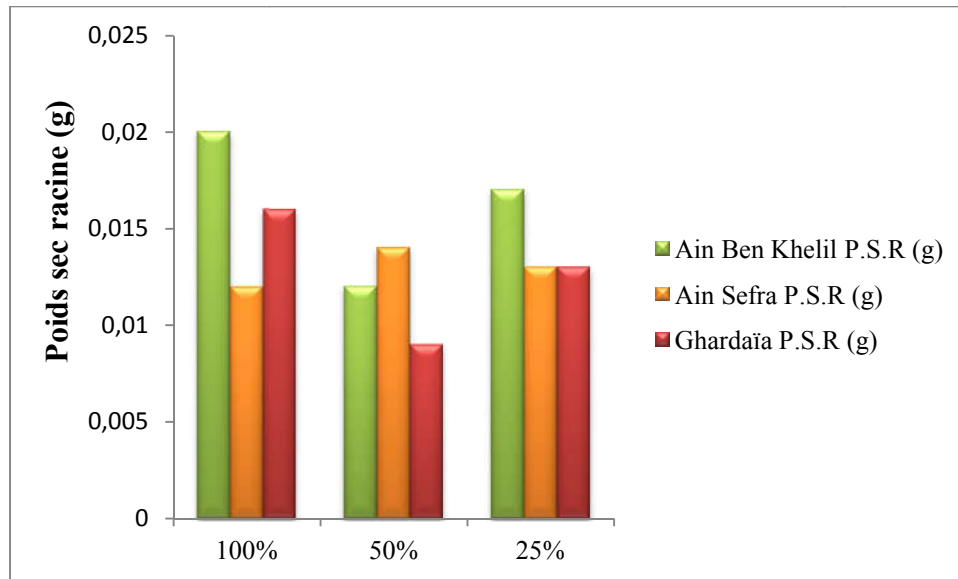


Figure (25): Effet du stress hydrique sur la biomasse sèche de la partie souterraine

D'après les illustrations (Figure. 25 et tableau. 25) les sujets provenant de la région Ain Ben Khelil après utilisation des doses 100% et 25% présentent des valeurs de la biomasse de la partie souterraine supérieures à celles des autres régions. Cette valeur peut s'expliquer par les facultés du système racinaire de la variété d'Ain Ben Khelil d'aller chercher l'eau en profondeur ce qui provoque un développement remarquable de la racine principale et secondaires.

Discussion

La tolérance de l'espèce au stress hydrique a été étudiée à travers leur capacité de développement en conditions stressantes. Pour élucider le comportement morphologique, différents paramètres notamment la longueur de la tige, de la racine, la biomasse fraîche et sèche de la partie aérienne et souterraine ont été évalués.

La diminution de la croissance de la partie aérienne observée chez les plantules de Pistachier de l'atlas. Peut s'expliquer par la faible quantité d'eau irriguée pour chaque plante.

Les effets négatifs du stress hydrique résultent de la sécheresse du protoplasme cellulaire, la perte d'eau entraînant une contraction du protoplasme et une forte concentration de solutions, ce qui provoque des dommages structuraux et métaboliques importants. Un stress hydrique sévère peut entraîner une diminution du cumin aqueux total, du cumin intestinal et de l'intubation à de faibles niveaux, tels que l'arrêt ou le ralentissement de certaines fonctions vitales telles que la photosynthèse, la régulation, le changement et le métabolisme en général.

HARROUNI et al., (1995) ont déduit que la croissance végétative est sévèrement inhibée par le stress hydrique. Les nouvelles feuilles se développent lentement et la sénescence des anciennes s'accélère. Selon **THAKUR et RAITHAKUR, (1986)**, le déficit en eau entraîne un retard dans la croissance végétale. Il se traduit par une réduction de la hauteur et du diamètre de la tige, un raccourcissement des entre nœuds et une diminution du nombre de feuilles et de la surface foliaire (**ASPINALL, 1999**)

La diminution de la croissance racinaire peut s'expliquer par la tubérisation des racines soumis au stress hydrique (**MOUGOU, 1984**). Il est connu que la résistance des végétaux à la sécheresse dépend du degré d'exploitation du sol par le système racinaire. Ainsi **HUBERT, in OPPENHEIMER (1960) in MOUGOU (1984)**, a trouvé des racines d'*Acacia* sp à 30 mètres de profondeur lors du percement du canal de Suez, d'autre part **EVENARI, in OPPENHEIMER, (1960) a signalé que la superficie est couverte par un seul spécimen de *Retama retame*.**

La feuille est le plus affecté par le stress hydrique où la croissance de la lame s'arrête, puis la feuille s'enroule et après la floraison de la plante, les feuilles poussent rapidement.

Le stress hydrique réduit la surface du feuille, ce qui réduit la quantité de lumière reçue, ce qui affecte négativement la construction des composés organiques.

La sécheresse réduit à la fois la longueur et le diamètre de la tige, la longueur du racine , le nombre de feuilles et leur surface, et c'est dans les plantes en général.

En ce qui concerne l'arganier, son système racinaire couvre une surface qui peut atteindre 67 m² en période sécheresse (**THIERRY, 1987**).

Pour s'adapter au stress, la plante peut éviter les dommages par la réduction de la croissance (**YEO, (1983), ZHU, 2002 in LAMZERI, 2007**), c'est l'effet le plus commun du stress abiotique sur la morphologie des plantes. La réduction de la croissance est une capacité adaptative nécessaire à la survie d'une plante exposée à un stress abiotique. En effet, ce retard de développement permet à la plante d'accumuler de l'énergie et des ressources pour combattre le stress avant que le déséquilibre entre l'intérieur et l'extérieur de l'organisme n'augmente jusqu'à un seuil ou les dommages sont irréversibles. La croissance est inversement corrélée à la résistance au stress salin d'une espèce ou variété (**ZHU, (2001) in BOIS, (2005)**).

Conclusion générale

Conclusion générale

La conservation des ressources naturelles constitue une polémique inépuisable dans le monde entier et en particulier dans les pays touchés par la sécheresse. Cette dernière a inexorablement des répercussions tangibles sur la croissance et le développement des végétaux. S'ajoute à cela l'anthropisation des écosystèmes et comme corollaire la dégradation du milieu.

Au terme de cette étude, nous pouvons conclure que l'étude du comportement germinatif des grains du Pistachier de l'atlas varie en fonction des conditions interne de la semence et des facteurs externes (eau ; lumière et température). les stress abiotiques constituent un facteur limitant de croissance et de tolérance des plantules de *Pistacia atlantica* Desf.

Ceci est reflété par le changement morphologique qui s'est produit lors de notre étude.

Les stress abiotiques tel que le stress hydrique causent des problèmes importants dans les zones arides et semi-arides, en affectant sérieusement la croissance et le développement des plantes.

Pour cela, nous avons déterminé de façon préliminaire les principales caractéristiques du développement des plantules stressé du Pistachier de l'atlas.

Le Pistachier de l'atlas a montré une grande résistance au déficit hydrique manifestée par le développement d'un appareil aérienne et racinaire moins importants.

Au cours de notre travail nous avons essayé de définir l'effet du stress hydrique par différentes dose d'irrigation 100% ; 50% ; 25% de la réserve facilement utilisable sur le développement de Pistachier de l'atlas.

Conclusion générale

En effet une baisse de la croissance est observée en termes de stratégies d'adaptation conditionnée à la contrainte hydrique telle que la diminution de la longueur des tiges et racines.

Il est à noter que la variété d'Ain Ben Khelil a enregistré des résultats supérieurs par rapport aux autres variétés étudiées.

Ces résultats ne sont pas définitifs, des travaux de recherches devraient être poursuivis ultérieurement pour les confirmer et pour approfondir la compréhension des mécanismes mis en place par l'espèce vis-à-vis du stress hydrique.

Dans le cadre d'un travail futur, il serait souhaitable de fragmenter les doses de stress, pour déceler plus des symptômes de dépérissement notamment le dessèchement des plantules prolonger l'arrêt d'arrosage afin de déterminer sa capacité à résister en régions arides et semi arides.

Il est intéressant de prospector les possibilités de sélection de certaines populations pour une meilleure adaptation au stress hydrique. Il serait aussi intéressant d'utiliser des techniques basées sur la description du comportement, l'analyse génétique des caractères et la recherche des marqueurs moléculaires pour une amélioration de la tolérance au stress abiotique.

Références Bibliographiques

- **AIDOU** et al. (2006); Les steppes arides du Nord, de l'Afrique. Sécheresse, 17 (1-2) :19-30
- **AIT RADI**. (1997); Multiplication par voie végétative et par semis de *Pistacia atlantica* et de l'*Ailanthus alissima*. th. Ing. INA. Alger 40p.
- **AL-SAGHIR**. (2010); Phylogenetic analysis of the genus *Pistacia* L. (Anacardiaceae) Based on morphological data. Asian journal of plant sciences, N° 9(1), pp27-35.
- **ALYAFI**. (1979); Approches systématiques et écologiques du genre *Pistacia* de la région méditerranéenne. Thèse de 3ième cycle .F.S.T. Saint Jérôme Marseille, 441p
- **AMARA M.** (2009); Contribution a l'étude de *Pistacia Atlantica* Desf. Dans le Nord-Ouest Algérien, Th. Mag. Uni. Tlemcen. 130p
- **ANONYME** (1996); Catalogue des graines forestières. Organisation des Nation Unies pour l'alimentation et agriculteur (FAO.Rom), 283p
- **BELHADJ**. (1999); Les pistacheraies algériennes : Etat actuel et dégradation. Nucleus, Newsletter, N° 8, pp 29-30.
- **BENHASSAINI**. (2004); Le pistachier de l'Atlas en Algérie : entre survie et disparition. La feuille et l'aiguille, N° 54, pp 1-2.
- **BENKHEIRA et al.** (2005); Plan de Gestion Oglet Ed Daïra. Projet DGF/GEF/PNUD-ALG/00/G35/2005.
- **BOUDY P.** (1948); Economie forestière nord-africaine .T.1 : milieu physique et milieu humain : 648 p.
- **BOUDY P.** (1950); Economie forestière nord-Africaine. T2 : Monographie et traitement des essences forestières fascicule 1 Edition Larousse. P 03. 0705
- **BOUDY P.** (1952); Guide du forestier en Afrique du nord. Vol 1, Edit. La Maison rustique, Paris, 509p.
- **BOUDY P.** (1955); Description forestière de l'Algérie et de la Tunisie. Edit. Larousse. Paris. 483p.
- **BOUZNOUN**. (2003); Etude portant projet de classement du site de Oglat Ed Daira en aire protégée, N: ALG/00/G35/A/1G/99
- **BRICHET**. (1931); Le pistachier fruitier. Informature agricole n°53. Pp.1416-1420.
- **BROSSE**. (2000). Etude bibliographique sur la culture du pistachier. Polycopier INA. El Harrach. 40p.
- **CARUSO & DE MICHELE**. 1(1987); - Effetto di alcuni trattamenti sulla germinabilità dei semi di pistacchio (*P. vera* L.) e terebinto (*P. terebinthus* L.). Rivista di Frutticoltura, 4 : 51-54.
- **CHARAA**. (1988); Etude des facteurs limitant la germination de *Simmondsia chinensis* Link, *Pistacia atlantica* Desf. et *Juniperus phoenicea* L : essai de production de plants en pépinières. Thèse. Ing. I.N A. Alger, 55p
- **CHATIBI et al.** (1996); Use of growth regulators for adventitious shoot regeneration and plant propagation from mature cotyledons of pistachio (*Pistacia Vera* L.). Soumis à Acta Horticulturae.
- **CHEBOUTI et al.** (2004); La multiplication du Pistachier. La forêt Algérienne. Revue d'information et de vulgarisation. N° 6, p32.
- **COME**. (1970); - Les obstacles à la germination, Edition Masson et Cie, 162 p.
- **COUDERC R.** (1978); Les sols à croûte calcaire dans les steppes algériennes : Quelques aspects morphologiques et esquisse d'une évolution actuelle, Cah. O.R.S.T.O.M., Sér. Pedol. Vol. XVIII, N°3-4 ; 23. pp. 5-246.

- **COUDERC. (1973)**; Remarques sur le concept de région appliqué à la steppe de l'Algérie occidentale .Ed .Centre intern.hautes et Agro .Méd (CIHEAM)-Option Méditerranéennes.23.91-101.
- **DAGET. (1977)**;
- **DEBBACHE. (1998)**; Développement de la culture du Pistachier, rapport de stage. TURQUIE.
- **DEBBACHE. (1998)**; Développement de la culture du Pistachier, rapport de stage. TURQUIE.
- **DOWNIE & BERGSTEN, (1991)**; **AUDINET, (1993)** Separating germinable and non-Germinable seeds of eastern white pine (*Pinus strobus* L.) and white spruce (*Picea glauca* (Moench) Voss) by the IDS technique, *Forest Chronicle*, 67(4): 393-396.
- **GHAFFARI et al. (2005)**; Chromosome variation in *Pistacia* genus. *Options Méditerranéennes, Série A, N° 63*, pp347-354.
- **GHALEM & BENALI. (2009)**; Bactericidal activity of *Pistacia atlantica*. Desf mastic gum against certain pathogens. *African Journal of Plant Science* Vol. 3 (1), pp. 013- 015, January 2009.
- **GHALEM & BENHASSAINI. (2007)**; Bactericidal activity of *Pistacia atlantica*. Desf mastic gum against certain pathogens. *African Journal of Plant Science* Vol. 3 (1), pp. 013-015, January 2009.
- **GRECO J. (1966)** - Restauration des sols, le reboisement en Algérie. Ministère de l'agriculture et de la reforme agraire – 393 p.
- **HARROUNI M.R., 1995**: Transplantation des jeunes plantules d'arganier : effet combiné de techniques culturales et du stress hydrique. Acte des colloques internationaux la forêt face à la désertification « cas des agrainerais ». Faculté de la science, Agadir, 115 – 33
- **HIRCHE. (2007)**; Evolution de la pluviosité annuel dans quelques stations arides Algériennes *Sécheresse*, 18 (4) :314-320
- **JACQUY. (1973)** La culture du pistachier en Tunisie. AGP.TUN/72/003, Tunis, 97 p.
- **KAABACH et al, (2005)**; Guide des habitats aride et saharien (typologie de la végétation d'Algérie, Projet/ALG/00/G35.
- **KASKA et al. (1996)**; Genetic diversity and germplasm conservation of *Pistacia* species in Turkey. In: Workshop "Taxonomy, distribution, conservation and uses of *Pistacia* genetic resources", Padulosi S., Caruso T. and Barone E., Palermo, Italy, 1995. IPGRI, Rome, Italy, pp. 46-50.
- **KHALDI & KHOUJA. (1996)**; Atlas pistachio (*Pistacia atlantica* Desf.) in North Africa: taxonomy, geographical distribution, utilization and conservation. *Genetic Resources*. IPGRI, Rome, Italie, p 57-62.
- **KOLLI. (1984)**; Les sols à croûte calcaire dans les steppes algériennes : Quelques aspects morphologiques et esquisse d'une évolution actuelle, *Cah. O.R.S.T.O.M., Sér. Pedol. Vol. XVIII, N°3-4 ; 23. pp. 5-246.*
- **LAROUCI-ROUBAT. (1987)**; Etudes biochimiques et physiologiques des semences du pistachier de l'Atlas. D.E.S Physiologie végétale USTHB. Alger.113p.
- **LIMANE. (2009)**; Architecture racinaire du pistachier de l'Atlas en relation avec les propriétés physico-chimiques du sol sous-jacent : cas de la population de la réserve nationale d' "El-Mergueb" (M'sila). Thès. Mag. Univ. Mouloud Mammeri, TiziOuzou.149.p
- **MAMMERI. (2009)**; Caractérisation microbiologique des sols sous conditions Semi-arides (région de Ksar-chellala). Thèse. Ing. ISA. Tiaret. 62p

- **MEHRNEJAD. (2003)**; Three Pistachio species evaluated for resistance to the common Pistachio Psylla, *Agonoscena pistaciae*. Proceedings: IUFRO Kanazawa, "Forest Insect Population Dynamics and Host Influences" pp. 58-62.
- **MONASTRA et al. (2005)**; Electroencephalographic biofeedback in the treatment of attention-deficit/hyperactivity disorder. *Appl Psychophysiol Biofeedback.* ; 30:95–114.
- **MONJAUZE A. (1968)**; Note sur la régénération du bétoum par semis naturel dans la place d'essais de Kef - Lefaa. *Bull. Soc. His. Nat. Afr. Nord.* Tome 57. Pp.59-65.
- **MONJAUZE A. (1980)**; Connaissance du « betoum » *Pistacia atlantica* Desf. *Biologie et forêt.* *Rev. For. Fran.* N° 4, pp 357–363.
- **MOUGOU A. (1984)** ; Évaluation de la résistance à la sécheresse par des paramètres morphologiques, écophysologiques et biochimiques chez plusieurs espèces de tomate. Thèse doc Ès-sciences, université de l'État à Gand, 1984 ; 208 P
- **MUTIN. (1977)**; La Mitidja, décolonisation et espace géographique. Ed Office Publ. Univ., Algérie, 606 p.
- **NIGON F. & al. (2000)**; Les phytostéroles : une nouvelle approche diététique de l'hypercholestérolémie. *Sang, Thrombose, vaisseaux.* Edition JL Euro. Vol. 12. N8.483-90.
- **OZENDA, (1977)** - Flore du Sahara. Ed. CNRS. Paris. 622p.
- **OZENDA. (1983)**; les végétaux dans la biosphère, Edit. Doin, Paris, 431p.
- **PESSON & LOUVEAUX. (1984)**; Pollinisation et productions végétales, Inra, Paris.
- **POUGET. (1981)**; Les sols à croûte calcaire dans les steppes algériennes : Quelques aspects morphologiques et esquisse d'une évolution actuelle, *Cah. O.R.S.T.O.M., Sér. Pedol.* Vol. XVIII, N°3-4 ; 23. pp. 5-246.
- **QUEZEL & MEDAIL. (2003)**; Ecologie et biogéographie des forêts du bassin méditerranéen. Collection Environnement. Elsevier, Paris, France.
- **QUEZEL & SANTA. (1963)**; Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. Tome 2. Centre national de la recherche scientifique, Paris, France.
- **RIEDACKER. (1993)**; Physiologie des arbres et arbustes en zones arides et semi-arides, 489p.
- **ROMERO et al. (1988)**; Multiplicación y manejo de plantas en pistachero. In Commission des Communautés européennes. CIHEAM. Grempa. Programme de recherche Agrimed. Amélioration génétique de deux espèces de fruits secs méditerranéens : l'amandier et le pistachier. Septième colloque. Recueil de communications. Reus (Tarragone) Espagne 17-19 juin 1987. Ed. Grasselly. INRA. France. 375p.
- **SEIGUE. (1985)**; La forêt circumméditerranéenne et ses problèmes. Edit. Larousse. Paris P.
- **SOMON. (1987)**; Arbres, arbustes et arbrisseaux en Algérie. Ed. OPU. Alger. 143p.
- **THINTHOIN. (1948)**; Élément d'écologie : Ecologie fondamentale .Edit. Mac .Graw-Hill, Paris. P197.
- **YAAQOBI et al. (2009)**; Etude biologique de *Pistacia atlantica* Desf. de la région orientale du Maroc, *Biomatec Echo*.pp.39-49
- **ZOHARY, (1996)**; The genus *Pistacia* L. Dans *Taxonomy, distribution, conservation and uses of Pistacia.* Genetic Resources. IPGRI, Rome, Italie. pp 1–11.
- **ZOHARY. (1952)**; A monographical study of the genus *Pistacia*. J. series. V. Palestine Journ. Bot. 4: 187-228.