

N° d'ordre :

UNIVERSITÉ DE SAIDA– DR. MOULAY TAHAR
FACULTÉ DES SCIENCES

THÈSE

Présentée pour obtenir le diplôme de

DOCTORAT 3IÈME CYCLE

Spécialité : Environnement et gestion durable des ressources

Filière : biologie

Par :

ATTOU Fatima

Thème :

**CARACTERISATION STRUCTURALE, REGENERATION ET MISE EN
VALEUR DU *Pistacia atlantica* Desf. AU NIVEAU DES FORMATIONS
FORESTIERES DE LA WILAYA DE SAIDA (ALGERIE)**



devant le jury composé de :

Thèse soutenue le : 07/01/2020

1. LABANI Abderrahmane	Prof. Université de Saida Dr. Moulay Tahar	Président
2. TERRAS Mohamed	MCA Université de Saida Dr. Moulay Tahar	Rapporteur
3. BENABDELI Khéloufi	Prof Université de Mascara Mustapha Stambouli	Examinateur
4. BELHADI Abdelkader	Prof. Université de Saida Dr. Moulay Tahar	Examinateur
5. BORSALI Amine Habib	MCA Université de Saida Dr. Moulay Tahar	Examinateur

Année universitaire : 2019-2020

REMERCIEMENTS

Au nom d'Allah, le Très Miséricordieux, le Tout Miséricordieux

Au terme de ce travail réalisé Je tiens particulièrement à remercier Monsieur **TERRAS Mohammed** directeur de thèse pour m'avoir fait confiance, et m'avoir encouragée et conseillé toute au long de ce travail, pour son soutien et sa grande générosité.

Je tiens à remercier Monsieur **LABANI Abderrahmane** Professeur à l'université de Saida de l'honneur qui nous a fait en acceptant de présider le jury de cette thèse.

J'exprime mes vifs remerciements à Monsieur **BENABDELI Khéloufi** professeur à l'Université de Mascara pour avoir accepté de faire partie du jury et de juger ce travail.

Mes remerciements vont aussi à Monsieur **BORSALI Amine Habib** professeur à l'université de Saida pour avoir accepté d'examiner ce travail.

J'exprime aussi ma reconnaissance à Monsieur **BELHADI Abdelkader** professeur à l'université de Saida pour avoir accepté de faire partie du jury et de juger ce travail.

Mes remerciements particuliers à Monsieur **AMMAM Abdelkader**, Maître de conférences à l'université de Saida, pour son aide, ses conseils et ses encouragements bien précieux.

Je remercie également Monsieur **DJEBOURI Mohamed** pour sa disponibilité et son aide considérable sur le terrain.

Enfin je n'oublie pas d'exprimer mes remerciements et ma gratitude à tous ceux, qui de près ou de loin, m'ont accompagnée et soutenue tout au long de ce travail.

DEDICACE

A ma maman, qui m'a sans cesse soutenue et entourée d'amour

A mon père, pour le soutien et la confiance qu'il m'a toujours accordé

A mon mari, qui m'a toujours encouragé tout au long de ce travail

A Mes adorables filles : Meriem Raïhane et Alaa Narjisse

A ma belle mère

A la mémoire de mon beau père

A Mes frères

Et Mes Sœurs

Je dédie ce travail

RÉSUMÉ

La gestion forestière durable est intimement dépendante de compréhension de la caractérisation structurale, cette étude vise la description de la structure des peuplements à Pistachier de l'Atlas situés respectivement dans la station de Tiffrit et la station de Vieux de Saida dans la wilaya de Saida, à l'aide des variables dendrométrique retenue sur terrain, prenant en compte tous les individus du Pistachier de l'Atlas. Ces différentes formes de caractérisation ont prouvées globalement le vieillissement du peuplement dans la station de Tiffrit, l'étude de la régénération naturelle indique que la présence de jeunes sujets est moins considérable que celle des plus âgés. Elle est surtout dépendante des conditions créées par l'action de l'homme et son cheptel. Inversement, la présence d'un peuplement jeune de structure régulière dans la station de Vieux de Saida est confirmée par la dominance des jeunes sujets. Notre étude cherche à déterminer par un diagnostic phytoécologique l'état des surfaces arborées adoptées par le Pistachier de l'Atlas, l'analyse de 76 relevés a été réalisée pour diagnostiquer et quantifier la ressource végétale.

Nous sommes intéressés par l'étude des propriétés phytochimique et antioxydantes des huiles essentielles des feuilles de Pistachier de l'Atlas, un rendement en huiles essentielle de 0,24% a été obtenu, l'huile essentielle présente une activité antioxydante modérée en terme de piégeage des radicaux libres, alors cette huile peut être considérée comme un agent antioxydant naturel capable d'empêcher l'oxydation et l'altération de certains aliments.

Mots-clés : Structure des peuplements, Pistachier de l'Atlas, régénération, gestion durable, huile essentielle, activité antioxydante, Tiffrit, Vieux de Saida, wilaya de Saida.

ABSTRACT

Sustainable forest management is intimately dependent on understanding structural characterization, this study aims to describe the structure of the populations in *Pistacia atlantica* located respectively in the Tiffrit station and the Vieux of Saida station in the province of Saida, using dendrometric variables retained in the field, taking into account all individuals of the Atlas pistachio tree. These different forms of characterization have generally proven the ageing of the population in the Tiffrit station, The study of natural regeneration indicates that the presence of young subjects is less significant than that of older subjects. It is mainly dependent on the conditions created by human action and its livestock. Conversely, the presence of a young stand of regular structure in the Vieux of Saida station is confirmed by the dominance of young subjects. Our study seeks to determine by a

phytoecological diagnosis the state of the tree surfaces adopted by the Atlas pistachio tree, the analysis of 76 surveys was carried out to diagnose and quantify the plant resource.

We are interested in studying of the phytochemical and antioxidant properties of the essential oils of Atlas pistachio leaves, An essential oil yield of 0.24% has been obtained, Essential oil have a moderate antioxidant activity in terms of free radical scavenging, so this oil can be considered as a natural antioxidant that can prevent oxidation and alteration of certain foods .

Keywords : Stand structure, Atlas pistachio tree, regeneration, sustainable management, essential oil, antioxidant activity, Tiffrit, Vieux of Saida, province of Saida.

ملخص

تعتمد الإدارة المستدامة للغابات بشكل وثيق على فهم الوصف الهيكلي، تهدف هذه الدراسة إلى وصف هيكل المدرجات في شجرة الفستق الأطلسية الواقعة على التوالي في تيفريت وغابة سعيدة، باستخدام متغيرات قياس التشعبات المحفوظة في الغابة، مع مراعاة جميع الأفراد من شجرة الفستق الأطلسية، وقد أثبتت هذه الأشكال المختلفة من الأوصاف عمومًا شيخوخة هذه الأنواع في تيفريت، وتشير دراسة التجديد الطبيعي إلى وجود البعض منها وخاصة الصغيرة وهي أقل أهمية من الأخرى الأقدم منها. وهذا يعتمد بشكل خاص على العوامل الانسانية (الانسان وماشيتته). وعلى العكس من ذلك، فإن وجود هذه الأشجار الصغيرة في غابة سعيدة هو معروف بهيمنة هذا النوع من الأشجار بصفة أكثر. تسعى دراستنا إلى تحديد تشخيص حالة النبات، حالة أسطح الأشجار التي تتبناها شجرة الفستق أطلس. أجري تحليل 76 مسحا لتشخيص وقياس الموارد النباتية. نحن مهتمون بدراسة الخواص الكيميائية ومضادات الأكسدة للزيوت الأساسية لأوراق شجرة فستق الأطلسية، فقد تم الحصول على محصول زيت أساسي بنسبة 0.24٪، وللزيوت العطرية نشاط معتدل من مضادات الأكسدة من حيث التخلص من الجذور الحرة. لذلك، يمكن اعتبار هذا الزيت من مضادات الأكسدة الطبيعية التي يمكن أن تمنع الأكسدة وتغيير بعض الأطعمة.

كلمات مفتاحية: الهيكل، شجرة الفستق الاطلسية، التجديد، الإدارة المستدامة، نشاط مضادات الأكسدة للزيوت الأساسية، ولاية سعيدة (الجزائر).

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Aspect général d'un arbre du Pistachier de l'Atlas.....	06
Figure 2 : Feuilles de Pistachier de l'Atlas.....	07
Figure 3 : Le fruit de Pistachier de l'Atlas.....	07
Figure 4 : Aire de répartition des sous espèces de Pistachier d'atlas dans le monde.....	13
Figure 5 : Répartition du Pistachier de l'Atlas en Algérie et en Tunisie.....	14
Figure 6 : Les quatre grandes catégories de diamètre.....	19
Figure 7 : Carte des limites administratives de la wilaya de Saida.....	26
Figure 8 : Carte hypsométrique de la wilaya de Saida.....	27
Figure 9 : Carte des pentes de la wilaya de Saida.....	28
Figure 10 : Carte des expositions des monts de Saida.....	30
Figure 11 : Carte géologique de la wilaya de Saida.....	31
Figure 12 : Carte du réseau hydrographique de la wilaya de Saida.....	35
Figure 13 : Carte morpho-pédologique de la wilaya de Saida.....	38
Figure 14 : Carte des groupements forestiers de la wilaya de Saida.....	42
Figure 15 : La balance hydrique selon ETP de THORNTHWAITE.....	48
Figure 16 : Diagramme ombrothermique de GAUSSEN.....	51
Figure 17 : Localisation de la station de Vieux de Saida.....	56
Figure 18 : Localisation de la station de Tiffrit.....	57
Figure 19 : Vue générale de la station de Tiffrit.....	65
Figure 20 : Distribution des arbres par classe de diamètre dans la station de Tiffrit.....	65
Figure 21 : Vue générale de la station de Vieux de Saida.....	66
Figure 22 : Distribution des arbres par classe de diamètre dans la station de Vieux de Saida....	67
Figure 23 : Distribution des arbres par classe de hauteur dans la station de Tiffrit.....	68
Figure 24 : Distribution des arbres par classe de hauteur dans la station de Vieux de Saida.....	69
Figure 25 : Corrélation diamètre/hauteur des arbres dans la station de Tiffrit.....	71
Figure 26 : Corrélation diamètre/ hauteur des arbres dans la station de Vieux de Saida.....	71
Figure 27 : Corrélation diamètre/volume des arbres dans la station de Tiffrit.....	72
Figure 28 : Corrélation diamètre/volume des arbres dans la station de Vieux de Saida.....	72

Figure 29 : Corrélation hauteur/volume des arbres dans la station de Tiffrit.....	73
Figure 30 : Corrélation hauteur/volume des arbres dans la station de Vieux de Saida.....	73
Figure 31 : Répartition de peuplement du Pistachier de l'Atlas selon l'âge dans la station de Vieux de Saida.....	74
Figure 32 : Répartition de peuplement du Pistachier de l'Atlas selon l'âge dans la station de Tiffrit.....	75
Figure 33 : Répartition du Pistachier de l'Atlas selon le type de peuplement dans la wilaya de Saida.....	76
Figure 34 : Régénération du Pistachier de l'Atlas dans la Station de Vieux de Saida.....	81
Figure 35 : Régénération du Pistachier de l'Atlas dans la Station de Vieux de Saida.....	82
Figure 36 : Graines du Pistachier de l'Atlas.....	85
Figure 37 : Taux de germination (%) des graines de Pistachier de l'Atlas soumises à différentes prétraitements.....	87
Figure 38 : Taux de germination (%) des graines de Pistachier de l'Atlas soumises à différentes concentrations en NaCl.....	89
Figure 39 : Répartition des familles botanique de la flore.....	93
Figure 40 : Spectres biologiques de la zone étudiée (Vieux de Saida et Tiffrit).....	98
Figure 41 : Plan factoriel (AFC) des relevés floristique dans les deux stations.....	106
Figure 42 : Dendrogramme (CHA) des relevés floristiques dans les deux stations.....	107
Figure 43 : Pourcentage de réduction du radical libre DPPH en fonction des concentrations de l'HE du Pistachier de l'Atlas.....	111

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Les unités de paysage et géomorphologie.....	33
Tableau 2 : Caractéristique de station météorologique.....	43
Tableau 3 : Moyennes mensuelles de la pluviométrie.....	44
Tableau 4 : Répartition mensuelle des températures moyennes, minimales et maximales.....	45
Tableau 5 : La moyenne annuelle de jour de vent.....	45
Tableau 6 : Fréquence des directions des vents.....	46
Tableau 7 : Nombre moyenne de jour de sirocco.....	46
Tableau 8 : Humidité moyenne mensuelle en %.....	46
Tableau 9 : Nombre mensuel de jours de gelée.....	47
Tableau 10 : Variation annuelle du bilan hydrique calculé à partir de la formule de THORNTWAITE.....	47
Tableau 11 : Situation bioclimatique de la région d'étude.....	50
Tableau 12 : Indice climatique de GAUSSEN.....	50
Tableau 13 : Indice d'aridité de Martonne.....	52
Tableau 14 : les stations d'étude.....	54
Tableau 15 : Distribution des arbres par classe de diamètre dans la station de Tiffrit.....	64
Tableau 16 : Distribution des arbres par classe de diamètre dans la station de Vieux de Saida..	66
Tableau 17 : Distribution des arbres par classe de hauteur dans la station de Tiffrit.....	68
Tableau 18 : Distribution des arbres par classe de hauteur dans la station de Vieux de Saida...	69
Tableau 19 : Corrélation entre les différents paramètres dendrométriques.....	70
Tableau 20 : Le taux de régénération dans les deux stations.....	79
Tableau 21 : Caractéristiques des graines de Pistachier de l'Atlas.....	84
Tableau 22 : Composition en familles, genres et espèces de la flore.....	92
Tableau 23 : La géographie botanique de la flore.....	100
Tableau 24 : Spectre phytogéographique globale de la flore étudiée.....	104
Tableau 25 : Les résultats du criblage phytochimique.....	109
Tableau 26 : Stock de carbone et de CO ₂ du pistachier de l'Atlas dans la station étudiée.....	114

LISTE DES ABREVIATIONS

B.N.E.D.E.R : Bureau National des Études pour le Développement Rural

D.P.A.T : Direction de Planification et d'Aménagement de Territoire

DPPH : 2,2-diphényl-1-picrylhydrazyle

EC50 (IC50) : Concentration inhibitrice à 50 %

S.A.T.E.C : Société d'aide technique et de coopération

D.G.F. : Direction Générale des Forêts

TABLE DES MATIERES

REMERCIEMENT	I
DEDICACE	II
RESUME	III
ABSTRACT	III
المخلص	IV
LISTE DES FIGURES	V
LISTE DES TABLEAUX	VII
LISTE DES ABREVIATIONS	VIII
INTRODUCTION GENERALE	02
PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE	04
I. ÉTAT DE CONNAISSANCE SUR L'ESPECE PISTACIA ATLANTICA	05
I.1. Le genre Pistacia.....	05
I.2. Généralités sur l'espèce.....	05
I.3. Systématique du Pistachier de l'Atlas.....	06
I.4. Description botanique de l'espèce.....	07
I.4.1. Feuilles.....	07
I.4.2. Fruits.....	07
I.4.3. Fleurs et floraison.....	07
I.4.4. Écorce.....	08
I.4.5. Bois.....	08
I.4.6. Système racinaire.....	08
I.4.7. La résine.....	09
I.5. Caractère écologique.....	09
I.5.1. Exigence climatique.....	09
I.5.2. Exigence édaphique.....	10
I.5.3. Altitude.....	10
I.6. Cortège floristique du Pistachier de l'atlas.....	11
I.7. Aire de répartition du Pistachier de l'Atlas.....	12
I.7.1. Aire de répartition de <i>Pistacia atlantica</i> Desf. dans le monde.....	12
I.7.2. Aire de répartition de <i>Pistacia atlantica</i> Desf. En Algérie.....	13
I.8. Intérêt et utilisation du Pistachier de l'Atlas.....	14

I.8.1. Valeur agro-écologique.....	14
I.8.2. Valeur médicinale.....	14
I.8.3. Valeur nutritionnelle.....	15
I.8.4. Valeur fourragère.....	15
II. DENDROMETRIE DES PEUPEMENTS	
II.1. Définition.....	16
II.2. Présentation et intérêt des principaux critères dendrométriques.....	16
II.3. Définition et détermination des principaux critères dendrométriques.....	16
II.3.1. Âge.....	16
II.3.2. Densité.....	17
II.3.3. Surface terrière.....	17
II.3.4. Répartition des diamètres.....	18
II.3.4.1. Le diamètre de l'arbre moyen.....	18
II.3.4.2. La répartition en PB, BM, GB et TGB.....	18
II.3.4.3. Le paramètre de synthèse GB/BM.....	18
II.3.5. Le volume.....	19
II.3.6. Hauteur dominante et hauteur moyenne.....	20
II.4. Les mesure en dendrométrie.....	20
II.4.1. Mesure de la circonférence.....	20
II.4.2. Diamètre d'un arbre.....	21
II.4.3. La hauteur d'un arbre.....	21
II.4.4. La surface terrière.....	21
II.4.5. Le volume d'un arbre.....	21
II.5. Étude des structures.....	21
II.5.1. Les paramètre de la structure spatiale.....	21
II.5.2. La structure diamétrique.....	22
II.5.3. La structure verticale	23
II.5.4. La structure horizontale.....	24
PARTIE EXPERIMENTALE	
I. CARACTERISATION DE LA ZONE D'ETUDE	
I.1. Situation géographique et administrative.....	26
I.2. Orographique.....	27
I.2.1. Le relief.....	27

I.2.2. La pente.....	27
I.2.3. Exposition.....	29
I.3. Géologie.....	29
I.4. Géomorphologie.....	31
I.5. Hydrologie.....	34
I.6. Caractéristiques édaphiques.....	35
I.6.1.1. Les sols alluviaux	35
I.6.1.2. Les sols bruns	36
I.6.1.3. Les sols brun rouges.....	36
I.6.1.4. Les lithosols.....	36
I.6.1.5. Les sols halomorphes	36
I.6.1.6. Les sols hydromorphes.....	36
I.6.2. La répartition des sols.....	36
I.7. Occupation des sols.....	37
I.7.1. Espace forestier.....	38
I.7.2. Espace agricole.....	38
I.7.3. Espace des parcours.....	39
I.8. Aspects floristiques.....	40
I.9. Aspect climatique et bioclimatique.....	42
I.9.1. Aspect climatique.....	42
I.9.2. Aspect bioclimatique.....	49
II. APPROCHE METHODOLOGIQUE	
II.1. Introduction.....	53
II.2. Matériel et méthodes.....	53
II.2.1. Stations choisies.....	53
II.2.2. Approche dendrométrique.....	54
II.2.3. Réalisation des relevées.....	55
II.2.4. Traitement des données.....	58
II.2.5. Etude du pouvoir antioxydant.....	59
II.2.5.1. Matériel végétal.....	59
II.2.5.2. Extraction des huiles essentielle.....	60
II.2.5.3. Calcul du rendement.....	60
II.2.5.4. Screening phytochimique.....	60

II.2.5.5. Méthode de reduction du DPPH•.....	62
<i>PARTIE RESULTATS ET DISCUSSION</i>	
<i>I. CARACTERISTIQUES DES PEUPEMENTS</i>	
I.1. Introduction.....	64
I.2. La structure diamétrique.....	64
I.2.1. Le diamètre de l’arbre.....	67
I.3. La structure verticale.....	68
I.3.1. La hauteur d’un arbre.....	69
I.4. Corrélations entre le volume, diamètre et la hauteur des arbres.....	70
I.5. Densité du peuplement.....	74
I.6. Âge estimatif des peuplements a pistachier de l’Atlas.....	74
I.7. Type de peuplement.....	75
<i>II. LA RÉGÉNÉRATION NATURELLE</i>	
II.1. Introduction.....	78
II.2. Problématique.....	78
II.3. Enquête sur terrain.....	79
II.3.1. Germination.....	80
II.3.2. Pression anthropique.....	80
<i>III. APPROCHE GERMINATIVE</i>	
III.1. Introduction.....	84
III.2. Effet des prétraitements sur la germination.....	84
III.2.1. Matériel et méthodes.....	84
III.2.2. Résultats et discussion.....	86
III.3. Effet du stress salin sur la germination.....	87
III.3.1. Matériel et méthodes.....	88
III.3.2. Résultats et discussion.....	88
<i>IV. ETUDE DE LA VEGETATION</i>	
IV.1. Introduction.....	90
IV.2. La richesse floristique.....	90
IV.3. Caractérisation systémique.....	91
IV.4. Les types biologiques.....	97
IV.5. Phytogéographie.....	99
IV.6. Traitement des données.....	105

<i>V. MISE EN VALEUR DU PISTACHIER DE L'ATLAS</i>	108
V.1. Introduction.....	108
V.2. Evaluation du pouvoir antioxydant.....	108
V.3. Estimation du potentiel de séquestration du carbone.....	112
V.4. Valeur écologique.....	114
<i>VI. PROPOSITION D'UN PLAN DE REHABILITATION DU SITE DE TIFFRIT</i>	116
VI.1. Introduction	116
VI.2. Problématique et facteurs de dégradation des écosystèmes forestiers	116
VI.3. Propositions et perspectives de réhabilitation de la station de Tiffrit.....	119
<i>CONCLUSION GÉNÉRALE</i>	122
<i>REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES</i>	125
<i>ANNEXES</i>	141

INTRODUCTION

INTRODUCTION

La flore méditerranéenne actuelle est formée d'un mélange complexe d'espèces aux origines biogéographiques variées et plus ou moins anciennes. En dehors des éléments floristiques communs au bassin méditerranéen, on rencontre dans la partie Nord, des espèces de diverses origines : européennes, asiatiques, circumboréales, paléo-tropicales, etc. (**OZENDA, 1983**).

La forêt algérienne comme celle méditerranéenne présente des richesses naturelles importantes, dont une diversité floristique avérée (**QUEZEL et MEDAIL, 2003**). Cette biodiversité est soumise à une dégradation souvent irréversible et se trouve confrontée à plusieurs altérations. La déprédation du patrimoine végétal devient très inquiétante dans les zones arides et semi-arides du Nord de l'Afrique. Dans ce genre d'écosystèmes, un grand nombre de Phanérophytes se trouve actuellement à l'état épars ou de reliques et sont devenues des espèces menacées (**BENHASSAINI et BELKHODJA, 2004**). D'une manière générale, au-delà de l'épuisement des réserves ligneuses se profilent les dangers liés à l'érosion des sols, au tarissement des eaux, à la progression des zones désertiques (**MOLINIER, 1977**).

Le pistachier de l'Atlas, arbre hors forêt, fait partie des ressources méconnues. Il commence, actuellement, à prendre de l'importance à l'échelle nationale et même à l'échelle mondiale ce qui engendrera une meilleure prise en compte. Essence protégée par la législation algérienne «Décret exécutif n° 12-03 du 10 Safar 1433 correspondant au 4 janvier 2012 fixant la liste des espèces végétales non cultivées protégées (J.O.R.A., 2012)» (**BENARADJ, 2017**).

Le Pistachier de l'Atlas est un arbre dont la majeure partie de l'aire de distribution se retrouve en Afrique du Nord (Maroc, Algérie, Tunisie). Mais on le rencontre également aux îles Canaries, en Libye (Cyrénaïque), à Chypre et au Proche-Orient (**QUEZEL et MEDAIL, 2003**). Il est assez commun dans toute l'Algérie. Il est rencontré à l'état dispersé sur les Hauts plateaux, le Sahara septentrional, dans les régions des Dayas au pied de l'Atlas saharien marocain et algérien et même dans le Hoggar (**OZENDA, 1954**). Il pousse à l'état sauvage aussi bien dans les zones subhumides qu'aux régions sahariennes. (**KADI-BENNANE et al., 2005**)

Plus que les autres espèces végétales naturelles en Algérie, cette essence qui occupe une aire géographique ingrate est l'une des plus exposées aux changements climatiques et à la déprédation anthropique du fait de sa difficile régénération et de son caractère d'arbre hors forêt. L'Algérie ne reste pas moins soumise aux influences sahariennes qui marquent sévèrement le climat. L'aire de répartition de très nombreuses espèces a été réduite d'année en année par ces changements climatiques (**BENARADJ, 2017**).

Le *Pistacia atlantica* Desf. Constitue un écosystème important tant sur le plan écologique, biogéographique qu'économique. Cet arbre est à la fois protecteur que productif ; ainsi il a beaucoup d'intérêts médical, pharmaceutique et économique. Cependant cette espèce ne cesse de régresser d'année en année suite à des actions climatiques et surtout anthropiques. Son existence dans certains endroits sous forme de reliques isolées ou groupées, reflète sa position d'arbre de climax naturel et non pas de paraclimax monospécifique (MONJAUZE, 1980). C'est une espèce à large plasticité écologique qui s'accommode, dans un contexte méditerranéen, à différents sols, tolère les vents forts et les longues périodes de sécheresse (BOUDY, 1950).

Espèce menacées, en déclin. Face à cette situation, le Pistachier de l'Atlas doit obtenir tous les soins particuliers. Il faudra donc approfondir les études relatives à sa répartition, sa caractérisation, son évolution et aux stratégies pour sa pérennité et son extension.

L'objectif principal assigné à cette thèse est de caractériser les différentes structures des peuplements à *Pistacia atlantica* que l'on rencontre dans la wilaya de Saida. La gestion des peuplements à *Pistacia atlantica* dans la wilaya de Saida est méconnu vu le nombre réduit ainsi éparpillement des sujets.

Pour mieux appréhender les causes de dégradation du peuplement de Pistachier de l'Atlas. Une meilleure connaissance des problèmes et des facteurs du déclin de cette espèce contribuerait à une meilleure régénération et donc à la protection de la biodiversité des écosystèmes aride et semi-arides fragilisés par des pressions anthropiques constantes. De ce fait une étude de régénération naturelle est nécessaire pour déduire les facteurs de dégradation et de disparition de cette espèce, sachant que les deux stations étudiées subissent les mêmes conditions climatiques.

Dans le cadre de la valorisation du Pistachier de l'Atlas une approche phytochimique et antioxydante des huiles essentielles des feuilles a été réalisée.

La présente recherche est structurée en trois parties

- la première est une synthèse bibliographique qui constitue deux chapitres, consacrées à l'état de connaissance de l'espèce, sa morphologie, ses critères écologiques et pédologique etc. Suivi d'une approche dendrométrique des peuplements.
- Suivi par une caractérisation du site d'étude puis la présentation des méthodes et protocoles adoptés.
- Ensuite la troisième partie qui présente les résultats obtenues.

Enfin une conclusion générale.

PARTIE
BIBLIOGRAPHIQUE

I. Etat de connaissance sur l'espèce

I.1. Le genre *Pistacia*

Le genre *Pistacia* appartient à la famille des Anacardiaceae dérivé en deux mots «ana» qui signifie la reduplication ou le mouvement du bas en haut, et «cardiacée» signifie corde (LINNE, 1753). Le genre *Pistacia* qui, étymologiquement est un nom générique donné par les romains dérive du persan "posta", par le grec "pistake" à rapprocher du nom syrien "foustok" (MITCHELL, 1992).

Le genre *Pistacia* fut décrit par Tournefort et 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). Il 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). 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).

I.2. Généralités sur l'espèce

Le Pistachier de l'Atlas est une espèce ligneuse qui appartient à la famille des Anacardiaceae ou Thérébinthacées (QUEZEL et SANTA, 1963). L'appellation "Térébinthacée", est due au fait que tous les genres *Pistacia* exsudent une résine à forte odeur d'essence de térébinthe (MITCHELL, 1992). Le Pistachier de l'Atlas, connu sous le nom du "bétoum" en arabe, "Iggh" et "tisemlal" en berbère (BELHADJ, 1999), est l'espèce sauvage la plus caractéristique de l'Atlas de l'Algérie comme son nom l'indique, la plus voisine du térébinthe, (BURTE, 1992). Le mot de "bétoum" est un substantif arabe collectif dont le singulier est botma, betouma ou btouma ou encore boutmaïa en Afrique du Nord et boutmela au Proche-Orient (MONJAUZE, 1980). C'est une plante à odeur simplement résineuse (QUEZEL et SANTA, 1963). Le tronc de Pistachier de l'Atlas, pouvant atteindre 20 mètres de hauteur (Fig.1) pour les vieux sujets (QUEZEL et SANTA, 1963). Sa croissance est très rapide et sa longévité est de plusieurs siècles (MONJAUZE, 1968).

Le Pistachier de l'Atlas peut être classé en quatre sous espèces à savoir : calubila, mutica, Kurdica et atlantica, cette espèce est présente en Afrique du Nord (BENHASSAINI et BELKHODJA, 2004). *Pistacia atlantica* et *Pistacia mutica* sont considérés comme une seule espèce (KAFKAS, 2006).



Figure 1 : Aspect général d'un arbre du Pistachier de l'Atlas

I.3. Systématique du Pistachier de l'Atlas

La reconnaissance des principales espèces végétales implique une connaissance précise de leur classification (CRETE, 1965). Le Pistachier de l'Atlas se classe comme suite :

- **Embranchement** : Phanérogames
- **Sous-embranchement** : Angiospermes
- **Classe** : Dicotylédones
- **Sous-classe** : Dialypétales
- **Ordre** : Sapindales
- **Famille** : Anacardiacees, Térébinthacées
- **Genre** : *Pistacia*
- **Espèce** : *Pistacia atlantica ssp. atlantica* Desf.
- **Nom commun** : Pistachier de l'Atlas

I.4. Description botanique de l'espèce

I.4.1. Feuilles



Figure 2 : Feuilles du Pistachier de l'Atlas

Les feuilles sont caduques, composées, alternées et pennées de folioles impaires au nombre de 3 à 11, lancéolées de 2 à 5 cm de longueur sur 1 cm de largeur à l'âge adulte, de couleur vert pâle (Fig.2) (SOMON, 1987). Elles rougissent à l'automne et tombent (DAGET et GODRON, 1974 ; AMARA, 2009).

I.4.2. Fruit



Figure 3 : Fruits du Pistachier de l'Atlas

Sont appelés ElKhodiri par les populations locales, appellation dûe à la prédominance de la couleur vert foncé à maturité (BELHADJ, 2001). Les fruits sont des drupes de la grosseur d'un pois, légèrement ovales quelque fois plutôt allongées (Fig.3). Les drupes mesurent environ 6-8 mm de long sur 5-6 mm de large (MONJAUZE, 1980).

I.4.3. Fleur et floraison

C'est un arbre dioïque (MONJAUZE, 1980). Il est difficile d'en distinguer le sexe avant la première floraison (CRANE et FORDE, 1974). Les fleurs sont réunies en grappes sur des pieds différents, unisexuées, dioïques (OZENDA, 1983). Elles sont apétales et rougeâtres en grappes

terminales pour les mâles et axillaires pour les femelles. Les fleurs mâles sont disposées en grappes terminales composées de 450 à 500 fleurs apétales. Chaque fleur possède un calice de 3 à 5 sépales, un androcée composé de 5 à 8 étamines opposées (**PESSON et LOUVEAUX, 1984**). Les fleurs femelles sont réunies en grappes composées de 190 à 260 fleurs. Chaque fleur présente un très petit calice composé de 3 à 5 sépales entourant le gynécée formé de 3 carpelles soudés, et qui est surmonté de 3 styles libres et pourpres. La floraison a lieu généralement en mars-avril (**LAPIE et MAIGE, 1924 ; CRETE, 1965**).

I.4.4. Écorce

Quant à l'écorce, elle est d'abord rouge, puis grisâtre assez clair avant de devenir rhytidome dur et crevassé, tessellé en profondeur, disposé en damier et noirâtre comme celui du frêne oxyphylle (**MONJAUZE, 1980**). L'écorce produit une résine-mastic qui exsude naturellement de façon abondante par temps chaud. Les populations locales s'en servent pour usage médical (**BELHADJ, 2001**).

I.4.5. Bois

Le bois du Betoum 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 (**MONJAUZE, 1980**).

I.4.6. Système racinaire

Le Pistachier de l'Atlas est connu par son système racinaire dur, pivotant qui peut descendre jusqu'à cinq mètres de profondeur (**MONJAUZE, 1980**). Selon **AIT RADI (1979)**, 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 **RIEDACKER (1993)**, le jeune pistachier émet un pivot séminal 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. Chez les plus vieux adultes, même en sol

limoneux peuvent s'enfoncer des racines puissantes vers les profondeurs à la recherche d'humidité. Le système racinaire du pistachier puise l'eau à 6 m de profondeur (**GADIRI et RIGHI, 1993**).

I.4.7. 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 par les indigènes comme masticatoire ou drogue (**TRABUT, 1935 ; MEHDEB, 2012**).

I.5. Caractères écologiques

Le Pistachier de l'Atlas est l'une des rares espèces arborescentes encore présentes dans les régions semi arides et arides, voire même sahariennes. 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**). Il se développe dans des stations au plus faible indice d'évapotranspiration, c'est-à-dire où la contrainte de l'eau est la plus forte. 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**).

I.5.1. Exigence climatique

Le Pistachier de l'Atlas est réellement l'essence forestière des Hauts-Plateaux ; seul, il résiste à la violence des vents et à la variabilité de température (**COSSON, 1879**). Il résiste aux températures basses mais aussi aux plus élevées et peut aller jusqu'à 49°C (**KASKA, 1994**). Néanmoins les jeunes plants craignent les gelées fréquentes dans les zones semi-arides (**CHABA et al., 1991**).

Le Pistachier de l'Atlas a une grande amplitude thermique allant d'une température de l'ordre de 5°C parfois même à -12°C dans la région de Djelfa, jusqu'à une température de + 49°C avec un maximum de 52°C (**PESSON et LOUVEAUX, 1984**). La moyenne des maxima de température recommandée par **MAGGS (1973)** est de l'ordre de 32°C.

Le vent est nécessaire pour la pollinisation du pistachier, mais, en période de floraison les vents chauds et secs ne sont pas favorables parce qu'ils dessèchent les fleurs femelles surtout leurs stigmates et par la suite le pollen ne peut pas coller (**KASKA, 1994**). Cette espèce peut supporter une fréquence de sirocco de l'ordre de 30 jours/an (**KHELLIL et KELLAL, 1980**).

KHICHANE (1988), qualifia le système racinaire de *Pistacia atlantica* de hiérarchisé, comportant un épais pivot vertical, orthogéotrope à croissance rapide et indéfinie. Ses racines latérales sont fines, plagiotropes, peu durables et présentent une croissance lente. Ceci explique sa présence dans les fentes rocheuses, les talwegs et les rocailles stériles. Il peut atteindre jusqu'à 5 à 6 m de profondeur. La vigueur de son système racinaire lui permet de rejeter sous une tranche pluviométrique très faible.

En Algérie il est assez commun sauf dans les zones très arrosées (**QUEZEL et SANTA, 1963**). Il se contente d'une tranche pluviométrique très faible allant jusqu'à 150 mm, cependant, la production reste étroitement liée à la quantité d'eau disponible. En réalité c'est l'isohyète de 200 à 250 mm qui lui convient le mieux (**BOUDY, 1952**). Notant aussi que, **ALYAFI (1979)** a signalé que le Pistachier de l'Atlas semble également pousser sous une tranche pluviométrique allant de 250 à 600 mm par an. La limite supérieure du Bétoum qui tend vers l'humidité se rapproche de la limite inférieure de chêne zeen qui tend vers l'aridité (**MONJAUZE, 1968**).

I.5.2. Exigence édaphique

Du point de vue édaphique, le Pistachier de l'Atlas est indifférent de type du sol (**NEGRE, 1962**). Il est très peu exigeant et s'accommode de tous les sols sauf des sols sableux, il préfère les terrains argileux et les alluvions des plaines, il se trouve assez rarement sur roche calcaire en montagne sèche et se cantonne dans les dépressions des vallées où la nature du sol est de type gypso-calcaire (**BOUDY, 1950**). La nature gréseuse ou gypso-calcaire de la roche mère conditionne son association avec le jujubier dans les dépressions alluviales et le long du réseau hydrographique de l'Atlas saharien (**BENHASSAINI et al., 2007**). Sa croissance est très favorable sur les rendzines et les rankers des régions montagneuses (**ALYAFI, 1979**). Il peut végéter sur des sols basaltiques (**KHALIFE, 1959**). Le pistachier de l'Atlas préfère les piedmonts argileux, les lits d'oueds et les dayas (**DAGET et GODRON, 1974**).

I.5.3. Altitude

Le Pistachier de l'Atlas est une essence forestière qui remonte dans les forêts jusqu'à 2000m, à l'occident et jusqu'à 3000m à l'orient de son aire (**ZOHARY, 1952**). Il peut se développer jusqu'à 2000m d'altitude dans les montagnes sèches (Atlas Saharien) (**BELHADJ, 2007**). Il existe aussi en petit peuplement dans les hauts plateaux au niveau des Dayas, dans les parties les mieux arrosées de l'Atlas saharien où il peut atteindre 2000 m d'altitude (**QUEZEL, 1965**). D'après

BELHADJ (1999), le développement optimal du Pistachier de l'Atlas serait à une altitude comprise entre 600 et 1200 mètres.

I.6. Cortège floristique du Pistachier de l'Atlas

Dans le Nord de l'Algérie, Le Pistachier de l'Atlas est souvent dominant et associé aux espèces thermophiles épineuses méditerranéennes. Il se trouve souvent sous forme éparse et en densité très faible. Au sud, son association se limite au jujubier, à l'alfa, au sparte et à l'armoise (**BENHASSAINI et al., 2007**). La composition floristique du groupement à *Pistacia atlantica* est représentée par les principales espèces caractéristiques suivantes : *Pistacia atlantica*, *Ziziphus lotus*, *Rhus tripartitum*, *Ephedra fragilis*, *Pulicaria laciniata* et *Teucrium campanulatum*. Cette composition met en évidence l'importance de l'élément phytogéographique méditerranéen au sein de ce type de groupements qui a été défini en 1926 par Maire comme une association (*Pistacietum atlanticae* Maire 1926) représentative de « Forêt-parc de *Pistacia atlantica* entre mêlée de touffes basses de *Ziziphus lotus*, localisée au niveau des dayas des Hauts Plateaux et du Sahara septentrional » (**KAABACHE, 2005**).

MONJAUZE (1968), indique la présence du bétoum dans les différentes formations végétales « les formations qui englobent le bétoum sont ou typiquement forestières ou broussailleuses, ou steppiques. Ce sont toujours des formations xérophiiles, sauf sur les marges humides de l'aire pluviothermique du bétoum, puisque celle-ci touche aux limites inférieures du « *Quercetum fagineae* ».

En bioclimat sub-humide, le Pistachier n'apparaît que de façon très discrète, par individus isolés dans des communautés végétales dominées par les chênes sclérophylles (**QUEZEL et MEDAIL, 2003**). Il est exclu de Maquis à olivier (*Olea europea*) et lentisque (*Pistacia lentiscus*) et il n'apparaît que sur les marges dans le groupement du chêne liège (**MONJAUZE, 1968**).

D'après **MONJAUZE (1968)** les principales formations végétales du Pistachier de l'Atlas sont :

- **Maquis à Olivier et Lentisque** : Le Bétoum est exclu de ce maquis dans son faciès sub-humide, mais y apparaît en relation avec le thuya dans les forêts claires dans son faciès semi-aride.
- **Groupements du chêne liège** : Le Bétoum n'apparaît que sur les marges.
- **Groupements du chêne -vert** : Le chêne vert couvre plusieurs étages, le Bétoum absent au sub-humide, se trouve que dans les refuges. En semi-aride, le feu propagé par le pin

d'Alep l'a éliminé, mais dans la chênaie très appauvrie ou le feu ne se propage plus, se manifeste par pieds d'arbre (par exemple en forêt d'Ouaren ou dans les Senalba de Djelfa).

- **Groupements du pin d'Alep** : Ces groupements pyrogènes et pyrophiles excluent le Bétoum.
- **Groupements de Thuya ou Tetraclinaie** : Le Bétoum est présent en même temps que le caroubier et l'olivier, à condition qu'ils soient clairsemés.
- **Groupements du genévrier rouge** : Groupements du genévrier rouge qui remplace le tetraclinaie en climat plus froid et plus sec. Le Bétoum s'y rencontre pour peu que le boisement ne soit pas serré.
- **La brousse à jujubier** : La forêt-parc à jujubier-Bétoum paraît anthropozoogène par simplification du cortège.
- **Les steppes d'alfa et d'armoises** : Le Bétoum n'est actuellement présent (facteur humain et l'ensemble des facteurs bioclimatique) que grâce à l'intermédiaire du jujubier.

I.7. Aire de répartition du Pistachier de l'Atlas

Le Pistachier de l'Atlas est une espèce des régions forestières subtropicales de l'ancienne zone méditerranéenne. Cette espèce est considérée comme endémique de l'Afrique du Nord (**QUEZEL et SANTA, 1963 ; OZENDA ,1977; BELHADJ, 2007**).

I.7.1. Aire de répartition de *Pistacia atlantica* Desf dans le monde

Le Pistachier de l'Atlas est un élément méditerranéen commun en Berbérie, que l'on trouve aussi en Moyen-orient : Chypre, désert et steppe de Syrie, Iran. Le bétoum colonise de façon diffuse un territoire considérable centré sur les pays méditerranéens à saison sèche et chaude bien marquée (**BOUDY, 1950**). Selon **MONJAUZE (1980)**, il est le plus ubiquiste des arbres du Nord de l'Afrique et du Proche-orient. L'aire de *Pistacia atlantica* s'étend depuis les îles Canaries à l'Ouest jusqu'au Proche-orient vers l'Est. On le retrouve aussi en Grèce, en Turquie, désert et steppe de Syrie en Iran et au Pakistan (**BURTE, 1992**). (Fig.4)

SOMON (1987), note que le Pistachier de l'Atlas est originaire du Nord-africain. Dans les Dayas, le pistachier peut couvrir de vastes étendues de part et d'autre de la chaîne montagneuse de l'Atlas, partant du Sud-ouest du Maroc et allant jusqu'aux frontières Nord du Maroc avec l'Algérie (**ABOU SALIM et KALLI, 1998 ; BOUDOUAYA, 2015**)

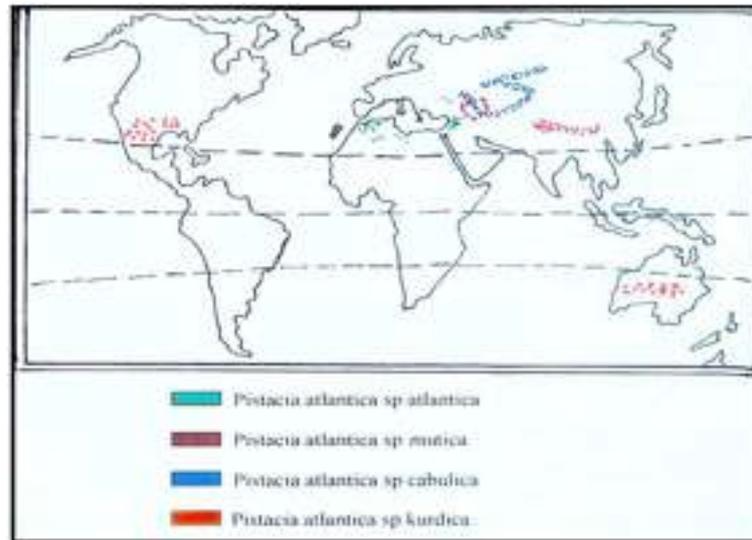


Figure 4 : Aire de répartition des sous espèces de Pistachier d'Atlas (*Pistacia atlantica*) dans le monde

Échelle : 1/20 000 000 (ZOHARY, 1952)

1.7.2. Aire de répartition de *Pistacia atlantica* Desf. En Algérie

Le bétoum est une espèce à odeur résineuse que l'on retrouve dans les zones rocailleuses, à pâturage aride et dayas. Assez commune dans toute l'Algérie sauf dans les zones très arrosées, (QUEZEL et SANTA, 1963). C'est un arbre endémique qui figure parmi les plantes protégées en Algérie, c'est le plus caractéristique de la région semi-aride et Présaharienne. Le Pistachier de l'Atlas est l'une des rares espèces arborescentes encore présentes dans les régions arides, semi-arides et même sahariennes. Sa limite extrême se trouve en plein cœur du Hoggar où il existe à l'état de relique. En Algérie il est recensé depuis la plaine de Mitidja jusqu'à la région Saharienne il est présent au nord-est de Tlemcen à Sidi bel Abbes à Saida, Naâma, El Bayadh, Tiaret et Médéa, à Mascara et Biskra, à Bechar, Laghouat et Ghardaïa, à Djelfa et Msila, Khenchela et Tébessa . Le Pistachier de l'Atlas peuplait jadis la région entre Laghouat et Biskra et une partie des hauts plateaux et toute la zone qui se trouve entre l'Atlas tellien et l'Atlas Saharien et il occupait même une partie du versant sud de l'Atlas saharien (B.N.E.D.E.R, 2015). (Fig.5)

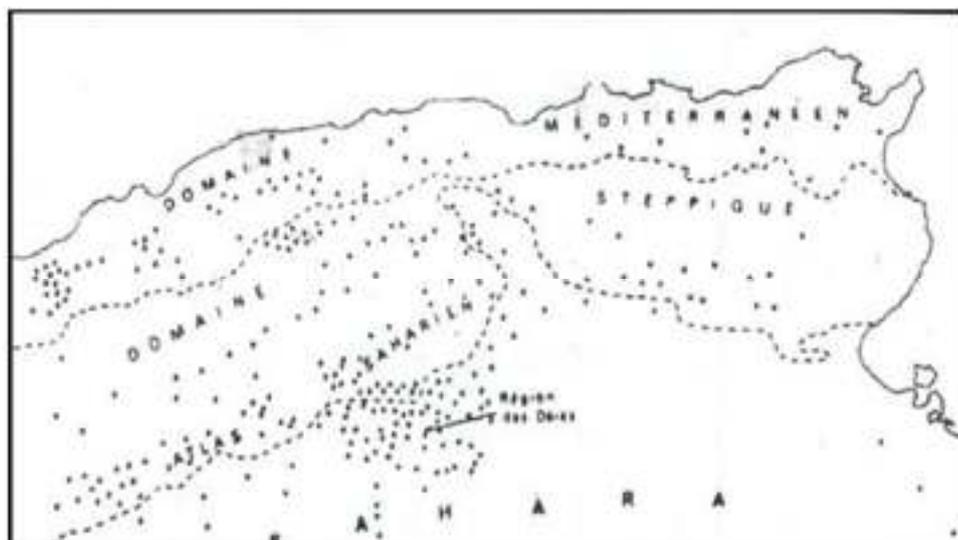


Figure 5 : Répartition du pistachier de l'Atlas en Algérie et en Tunisie. (MONJAUZE, 1968)

I.8. Intérêt et utilisation du Pistachier de l'Atlas

I.8.1. Valeur agro-écologique

Grâce à son caractère rustique et à sa capacité de produire un humus abondant, le Pistachier de l'Atlas pourrait être utilisé comme une essence de reboisement pionnière pour la restauration de milieux fortement dégradés et constitue, à ce titre, une essence de reboisement par excellence dans les stations les plus sévères pour la lutte contre la désertification. Il joue ainsi un rôle primordial dans la conservation des sols et la fixation des dunes et même de brise-vents. Il peut être mis à contribution pour maintenir et rétablir la fertilité des sols, la diversité floristique et même faunistique et la conservation des microclimats. Il constitue un porte-greffe par excellence du pistachier vrai (MONASTRA *et al.*, 1997). Par ailleurs, c'est une source d'énergie, chauffage et cuisine, pour les populations rurales qui ont peu d'accès à l'électricité et au gaz. C'est, enfin, une source d'ombrage pour les animaux sauvages et les troupeaux qui y trouvent un bon refuge, de la chaleur et l'irradiation solaire, d'autant qu'il est souvent le seul arbre dans la région.

I.8.2. Valeur médicinale

Production d'huile à haute valeur nutritionnelle ; l'huile extraite des graines présente des perspectives intéressantes. Elles présentent un rendement très appréciable en huile de l'ordre de 40%. 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, 2003)

I.8.3. Valeur nutritionnelle

L'huile extraites des graines et les graines elles-mêmes ont un rôle alimentaire par les populations vivant à proximité du Pistachier de l'Atlas. L'huile est souvent mélangée aux dattes écrasées et peut être consommée à toute heure de la journée avec du petit lait. Elle a un gout très proche de celui du beurre ce qui la rend très appréciée. En plus de sa richesse en acides gras insaturés et en stérols, elle apporte aussi les vitamines A et E en particulier. Les graines sont séchées, écrasées ou moulues et ramassées avec de l'eau sucrée et consommées en boulettes ou bien séchées et croquées telles quelles comme des cacahuètes. **(B.N.E.D.E.R, 2015)**

I.8.4. Valeur fourragère

Une étude récente montre que les semences broyées de *Pistacia atlantica* utilisées comme aliment de volailles a donné des résultats intéressants sur leur croissance, car ce composé est très pauvre en éléments antinutritionnels tels que les tanins qui sont de l'ordre de 1,43% comparés à ceux des glands de chêne (5 %) **(SAFFARZADAH et al., 2000)**. De par ses feuilles, *Pistacia atlantica* présente un intérêt pour les éleveurs nomades puisque l'arbre fournit un aliment apprécié par le bétail en période de disette, il procure jusqu'à 0,35 unités fourragères. **(B.N.E.D.E.R, 2015)**

II. Dendrométrie des peuplements

II.1. Définition

«La dendrométrie, dit **HUFFEL (1919)**, nous enseigne à déterminer le volume des produits de la forêt». La dendrométrie, étymologiquement, est la mesure des arbres .Elle a pour but précis la connaissance de leur volume, mais en fait, cette science a des objectifs beaucoup plus vastes car elle doit permettre aussi l'estimation du volume des peuplements forestiers et la détermination de l'accroissement en volume des arbres et des peuplements (**PARDE et BOUCHON, 1988**).

PRODAN (1951) précise il s'agit de mesurer et chiffrer les grandeurs qui définissent le contenu, la forme et l'accroissement des arbres et des peuplements. En fait la dendrométrie est résumée comme suit :

- Mesurer les dimensions des arbres, l'étude de leur forme et pour premier but, l'estimation de leur volume ou de leur poids.
- préciser les méthodes qui permettent l'estimation du volume ou du poids des peuplements sur pied.
- Connaître et étudier les moyens et les calculs, conduisant à la connaissance de l'accroissement en volume ou en poids des arbres et des peuplements (**PARDE et BOUCHON, 1988**).

II.2. Présentation et intérêt des principaux critères dendrométriques

Dans le domaine de la sylviculture, si des critères qualitatifs sont très souvent utilisés pour décrire et comparer les peuplements, il est parfois nécessaire de faire appel à des données chiffrées pour affiner la description et mieux comprendre l'évolution d'une parcelle. De même, en aménagement, on doit souvent classer des parcelles, calculer des volumes, des accroissements, des possibilités... et les données chiffrées sont donc aussi primordiales (**GAUDIN, 1996**).

II.3. Définition et détermination des principaux critères dendrométriques

II.3.1. Âge

L'âge est un critère descriptif et de classement pour de nombreux peuplements. Il peut cependant être très représentatif ou peu représentatif selon la nature des peuplements. Si ce critère est souvent intéressant voire fondamental, il n'est pas toujours facile à déterminer sur le terrain. Ainsi, on peut le déterminer :

- en se référant à des dates connues (année de la coupe rase d'un taillis simple, année de plantation ou de régénération pour une futaie régulière...).
- en comptant le nombre de cernes sur des souches fraîchement coupées,
- en comptant le nombre de verticilles sur de jeunes peuplements résineux, les unités végétatives sur les jeunes feuillus,
- en se référant à une table de production,
- en pratiquant un sondage à cœur à l'aide d'une tarière de Pressler.

II.3.2. Densité

La densité correspond au nombre de tiges qu'on trouve sur une surface donnée. Si parfois la surface de référence est le mètre carré (comptage de semis) ou l'are, la plupart du temps il s'agit de l'hectare. Pour déterminer la densité sur le terrain, on peut :

- **Inventorier le peuplement** : c'est-à-dire procéder à un comptage intégral ou partiel (inventaire statistique) des arbres sur une surface donnée,
- **Compter localement le nombre d'arbres** sur une petite placette quand le peuplement est suffisamment homogène,
- **Estimer L'écartement Moyen** entre les tiges et en déduire la densité (**GAUDIN, 1996**).

II.3.3. Surface terrière

La surface terrière d'un arbre (notée G) est la surface de la section transversale, supposée circulaire, de cet arbre à 1,5 m du sol (usage belge). (**RONDEUX, 1993**)

La surface terrière correspond à la surface de la section horizontale des arbres à 1,30 mètre, on peut ensuite mesurer pour chaque arbre la surface de la souche. Cette surface s'appelle la surface terrière, on la mesure en mètres carrés (m²). Généralement, on ramène cette surface à l'hectare (valeur en m²/ha). Bien entendu, ce n'est pas la méthode couramment employée pour déterminer la surface terrière d'un peuplement. La surface terrière est un bon indicateur de la richesse d'un peuplement. Plus elle est élevée, plus le peuplement est riche (**GAUDIN, 1996**).

Comparaison entre la surface terrière calculée et celle mesurée : Selon les données ou les appareils dont on dispose, on choisira de mesurer ou calculer la surface terrière. Il arrive souvent que sur une même parcelle, la mesure de la surface terrière donne des valeurs différentes du calcul. Cela est dû au fait qu'il existe une incertitude sur les mesures effectuées (oubli d'arbres lors d'un inventaire intégral, mauvaise mesure du diamètre, jeu dans le bras mobile du compas, oubli d'arbres lors d'un tour d'horizon...). D'autre part, la mesure relascopique est ponctuelle : on peut

trouver une autre valeur de surface terrière sensiblement différente quelques mètres plus loin. On a donc tout intérêt à multiplier les mesures pour obtenir des résultats fiables (GAUDIN, 1996).

II.3.4. Répartition des diamètres

Savoir comment se répartissent les diamètres des arbres d'un peuplement est particulièrement important. On utilisera donc de nombreux paramètres qui permettront de détailler de manière plus ou moins précise cette répartition. (GAUDIN, 1996)

II.3.4.1. Le diamètre de l'arbre moyen : En peuplement irrégulier, il présente très peu d'intérêt alors qu'il peut être intéressant dans les peuplements réguliers, surtout lorsqu'ils sont jeunes. La connaissance de l'écart-type sur le diamètre permet de plus d'affiner l'interprétation.

II.3.4.2. La répartition en PB, BM, GB et TGB : Dans bien des peuplements, notamment les peuplements irréguliers, la seule connaissance du diamètre moyen ne suffit pas à bien connaître la distribution des diamètres. Ainsi, on peut avoir pour un diamètre moyen donné, aussi bien des gros et des petits que des moyens. Il est important dans ce cas de connaître la répartition en petits bois (PB), bois moyens (BM) et gros bois (GB), voire très gros bois (TGB) (Fig.6). Cette répartition peut aussi bien être donnée en nombre de tiges, en surface terrière ou en volume.

En sylviculture, on utilise le plus souvent les définitions suivantes :

	PB	BM	GB	TGB
Feuillus	20 et 25	30 à 45	50 à 60	65 et plus
Résineux	20 et 25	30 à 40	45 à 60	65 et plus

II.3.4.3. Le paramètre de synthèse GB/BM : On peut, à la suite de ce qui a été dit précédemment, calculer pour une forêt ou une parcelle la répartition en petits bois, bois moyens et gros bois en volume. On peut ainsi former le rapport GB/BM qui correspond au volume des gros bois divisé par le volume des bois moyens. Plus ce rapport est élevé, plus la proportion de gros bois est importante par rapport à celle des bois moyens. Ainsi, ce rapport indique si la parcelle ou la série est déséquilibrée ou non dans les gros bois. Il est d'autant plus sensible qu'il est défini avec les proportions en volume. En effet, les gros bois ayant un fort volume unitaire, une petite augmentation de leur importance en nombre induit une forte augmentation en volume. Le rapport GB/BM est beaucoup utilisé en aménagement, pour classer les parcelles ou pour juger de l'état d'une parcelle ou d'une série.

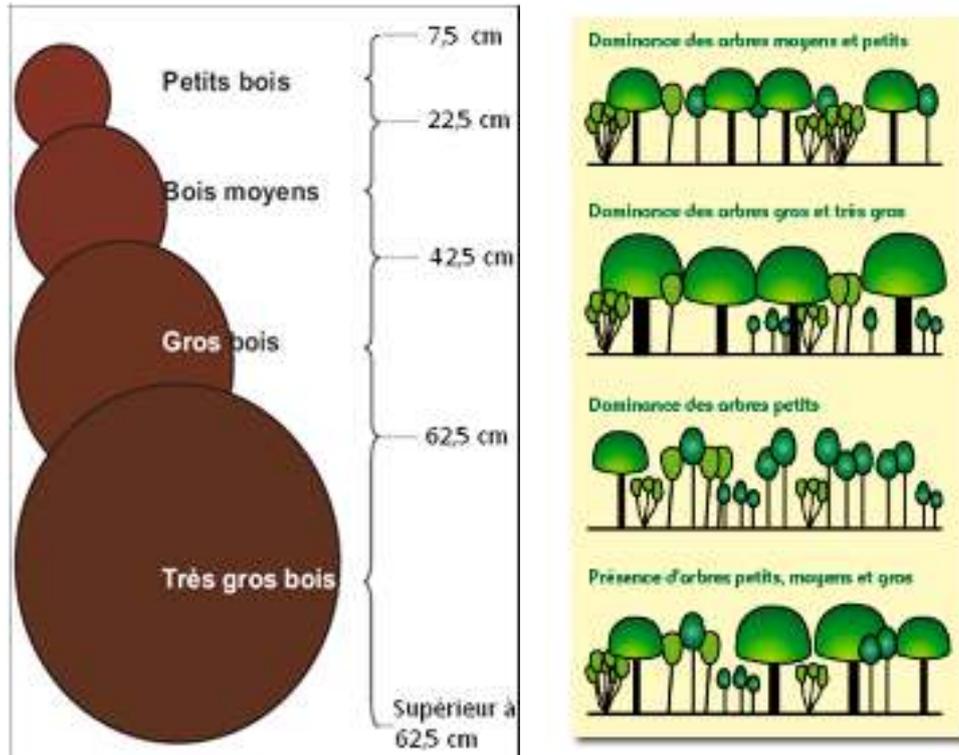


Figure 6 : Les quatre grandes catégories de diamètre (LOMBARDINI et al., 2005)

II.3.5. Le volume

Comme le montrent déjà certains paramètres calculés avant (GB/BM, notamment), est un critère dendrométrique particulièrement important pour caractériser un peuplement. S'il trouve auprès de nombreux forestiers un écho important, c'est en raison du fait qu'on peut le relier aux transactions commerciales (GAUDIN, 1996). Connaissant la surface terrière d'un peuplement, on pourrait en déduire rapidement le volume en multipliant la surface terrière par la hauteur totale moyenne du peuplement.

Cela serait possible si tous les arbres du peuplement étaient parfaitement cylindriques.

Avec :

$$V = G \times H$$

V : Le volume

G : La surface terrière

H : La hauteur totale moyenne

En réalité, les arbres possèdent une certaine décroissance et ne sont pas cylindriques. Il faut donc définir un coefficient correcteur qui tient compte de la décroissance des arbres. Celui-ci s'appelle F (coefficient de forme).

En utilisant ce coefficient F, on peut écrire :

$$V = F.G.H$$

Le coefficient F correspondant au volume bois fort est généralement voisin de 0,5. (GAUDIN, 1996)

II.3.6. Hauteur dominante et hauteur moyenne

II.3.6.1. Hauteur moyenne (Hg) : Tout comme on peut définir un diamètre moyen d_g , on peut définir une hauteur moyenne H_g . Toutefois, l'arbre de surface terrière moyenne n'étant pas facilement appréhendable.

II.3.6.2. Hauteur dominante (Ho) : La hauteur moyenne d'un peuplement, si elle est intéressante, n'est pas toujours facile à mesurer ou à appréhender. En effet :

- Elle nécessite un grand nombre de mesures de hauteur, ce qui peut être fastidieux,
- Elle peut changer rapidement à la suite d'une coupe.

La hauteur moyenne ne reflète pas toujours bien les potentialités stationnelle car un sous-étage important peut fausser les résultats.

Ainsi, la notion de hauteur dominante a été introduite. Intuitivement, elle correspond à la hauteur des arbres ayant le statut social de dominant. On la définit de manière plus précise en disant que c'est la hauteur des 100 plus gros arbres sur un hectare. Cette hauteur dominante est un bon indicateur des potentialités stationnelle. Elle permet de classer les peuplements réguliers car elle évolue au cours du temps (GAUDIN, 1996).

II.4. Les mesure en dendrométrie

II.4.1. Mesure de la circonférence

La mesure de la circonférence se fait à l'aide d'un ruban, métallique de préférence. Cette mesure demande du soin ; en effet, la plupart des défauts de manipulation concourent à une surestimation de la mesure :

- assurer que le plan dans lequel est le ruban est bien perpendiculaire à l'axe de la tige.
- bien tendre le ruban. (PARDE et BOUCHON, 1988)

II.4.2. Diamètre d'un arbre

Le diamètre d'un arbre sur pied est mesuré à 1,30m au-dessus du niveau du sol. La surface de la section à ce niveau est appelée surface terrière de l'arbre (**PARDE et BOUCHON, 1988**). Le plus souvent, le diamètre est mesuré à l'aide du compas forestier à bras mobile (ou bastringue).

II.4.3. La hauteur d'un arbre

La hauteur (sous-entendu : totale) d'un arbre est la longueur du segment de droite qui joint le pied de l'arbre à son bourgeon terminal. Du fait de cette définition, on comprend que les mesures de hauteurs sur les arbres abattus non rectilignes courent souvent le risque d'être surestimées (**PARDE et BOUCHON, 1988**).

II.4.4. La surface terrière

Elle peut se calculer aisément à partir du diamètre ou de la circonférence

$$G = \pi D^2 / 4 = C^2 / 4\pi$$

II.4.5. Le volume d'un arbre : Une fois la hauteur d'un arbre et le diamètre sont connus, on calcule le volume à l'aide de la formule suivante :

Avec :

$$V = [(\pi \times D^2 \times H) / 4] \times F$$

D = le diamètre de l'arbre.

H = la hauteur de l'arbre.

F = le coefficient de forme.

- **F = 0.47** → petits bois.
- **F = 0.52** → très ; gros ; moyens bois (**PARDE et BOUCHON, 1988**).

II.5. Etude des structures

L'étude des peuplements repose alors sur la connaissance de l'ensemble de paramètres que l'on peut décrire de la manière suivante :

II.5.1. Les paramètres de la structure spatiale

Un peuplement forestier est décrit par sa structure à un instant donné. La structure est caractérisée par la densité, la distribution diamétrique et les répartitions verticales et horizontales des tiges (**FAVRICHON et al., 1998**).

II.5.1.1. La densité : La densité N est un descripteur de base de l'état de la parcelle et un indice simple de la compétition moyenne dans le peuplement. Elle correspond, pour les arbres, au nombre total de tiges par unité de surface. Pour la régénération, elle exprime, de la même façon, le nombre de tiges rapportées à l'hectare. Dans les deux cas, on fait l'hypothèse que les individus sont disposés de façon aléatoire. La densité N est égale

$$N = n / a$$

Avec n = nombre d'arbres (ou de tiges), a = surface de la parcelle en ha.

II.5.1.2. La surface terrière (ST) : La surface terrière ST sur une parcelle de 1 hectare est la somme des surfaces terrières individuelles des n arbres mesurés. Elle représente aussi la somme des sections transversales à 1,30 m de tous les arbres rapportée à l'hectare.

$$ST = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{c_i^2}{4\pi}}{a}$$

Avec

c_i = circonférence à 1,30 m de l'arbre i

n = nombre total d'arbres de la parcelle

a = surface totale de la parcelle en ha

La surface terrière est un bon indicateur de la richesse d'un peuplement. Plus elle est élevée, plus le peuplement est riche.

II.5.1.3. La composition en essences : Au-delà de la liste des essences présentes, il est important de quantifier leur fréquence (%). Le pistachier de l'atlas peut, par exemple, être dominant et les autres essences peuvent être secondaires.

II.5.2. La structure diamétrique

La structure diamétrique totale, ou répartition des tiges par classes de diamètre, est établie en prenant en compte tous les individus, toutes espèces confondues (**ROLLET, 1974**). Elle est porteuse d'informations sur la stabilité (équilibre) du peuplement. **FAVRICHON et al., (1998)** notent qu'elle peut également être établie par espèce et l'on parle alors de structure spécifique.

On choisira a priori, pour des raisons pratiques, des classes de taille constante de largeur égale à 5 ou 10 cm. Toutefois, savoir comment se répartissent les diamètres des arbres d'un peuplement est particulièrement important. Dans bien des peuplements, notamment les peuplements irréguliers, la seule connaissance du diamètre moyen ne suffit pas à bien connaître la distribution des diamètres. Ainsi, il est important dans ce cas de connaître la répartition en petits bois (PB), bois moyens (BM) et gros bois (GB), voire très gros bois (TGB). Cette répartition peut aussi bien être donnée selon GAUDIN (1996), en nombre de tiges, en surface terrière ou en volume. On désigne sous le terme de perches les tiges de 10 et 15 cm de diamètre.

Les courbes donnant la densité en fonction des classes de diamètre : Si la répartition en petits bois, bois moyens, gros bois et très gros bois donne des informations supplémentaires par rapport au seul diamètre de l'arbre moyen, on peut encore chercher à affiner la connaissance de la distribution des diamètres. Pour cela on utilise souvent un résultat d'inventaire qui donne pour chaque classe de diamètre le nombre de tiges. On peut facilement en déduire un graphique qui pourra être utilisé dans le cadre de l'aménagement ou la sylviculture (GAUDIN, 1996).

D'après FAVRICHON *et al.*, (1998), l'étude de la structure diamétrique par espèce peut se révéler très intéressante. Elle peut permettre de regrouper, sur ce critère, les différentes espèces présentes dans le peuplement et le croisement avec d'autres critères de regroupement (ARRIAGA *et al.*, 1988 ; FAVRICHON ,1994 ; COLLINET, 1997 ; GOURLET-FLEURY, 1997 ; LETREUCH-BELAROUCI, 2009) peut aboutir à la constitution de groupes d'espèces jouant des rôles structuraux semblables dans l'écosystème.

II.5.3. La structure verticale

La structure verticale représente la distribution des individus par classes de hauteur ; elle offre l'intérêt de pouvoir fournir un indicateur de richesse du site. L'idéal consiste à disposer des mesures de hauteur sur tous les individus présents mais ceci, pour des raisons de coût et de temps, est rarement réalisable sur de grandes superficies. On peut procéder de manière indirecte en établissant, sur un échantillon ou placettes, des relations allométriques hauteur / diamètre (DEROUET, 1994, COLLINET, 1997 ; LETREUCH-BELAROUCI, 2009). On peut également quantifier la structure verticale à l'aide d'indicateurs plus ou moins satisfaisants comme : la hauteur dominante (hauteur moyenne des 100 plus gros arbres à l'hectare) ou la hauteur des 100 arbres les plus hauts à l'hectare, tout en gardant à l'esprit qu'il s'agit de données souvent imprécises (LAUWAERTS, 1998 ; LETREUCH-BELAROUCI, 2009).

II.5.4. La structure horizontale

La structure horizontale représente la répartition rejets/ francs-pied des arbres (important pour programmer le devenir du peuplement). La composition floristique permet aussi de décrire la forêt sous un aspect écologique et fonctionnel. Sa liaison éventuelle avec la dynamique du peuplement, la stabilité de l'écosystème et sa productivité a été et est étudiée par de nombreux auteurs. Elle influe évidemment sur la dynamique moyenne du peuplement et elle peut être un indicateur de l'intensité des perturbations (**FAVRICHON et al., 1998**).

PARTIE
EXPERIMENTALE

I. Caractérisation de la zone d'étude

I.1. Situation géographique et administrative

C'est dans l'ensemble géographique des hauts plateaux telliens que se situe la wilaya de Saida qui est limitée naturellement au Sud par le chott Chergui, au nord par la wilaya de Mascara, au sud par celle d'El Bayadh, à l'est par la wilaya de Tiaret et à l'ouest par la wilaya de Sidi bel Abbés (Fig.7). Cette position lui donne un rôle de relais entre les wilayates steppiques au sud et les wilayates telliennes au nord, elle correspond en fait à l'extension du territoire de la wilaya de Saida sur deux domaines naturels bien distincts, l'un est atlasique Tellien au nord et l'autre est celui des hautes plaines steppiques.

Dans les temps historiques, cette position de contact a fait vivre la région d'échanges avec la steppe et les régions pré sahariennes. Cette économie d'échange, très largement ouverte sur le sud, convenait parfaitement au type de ressources qu'offre le territoire de la wilaya (TERRAS, 2011).

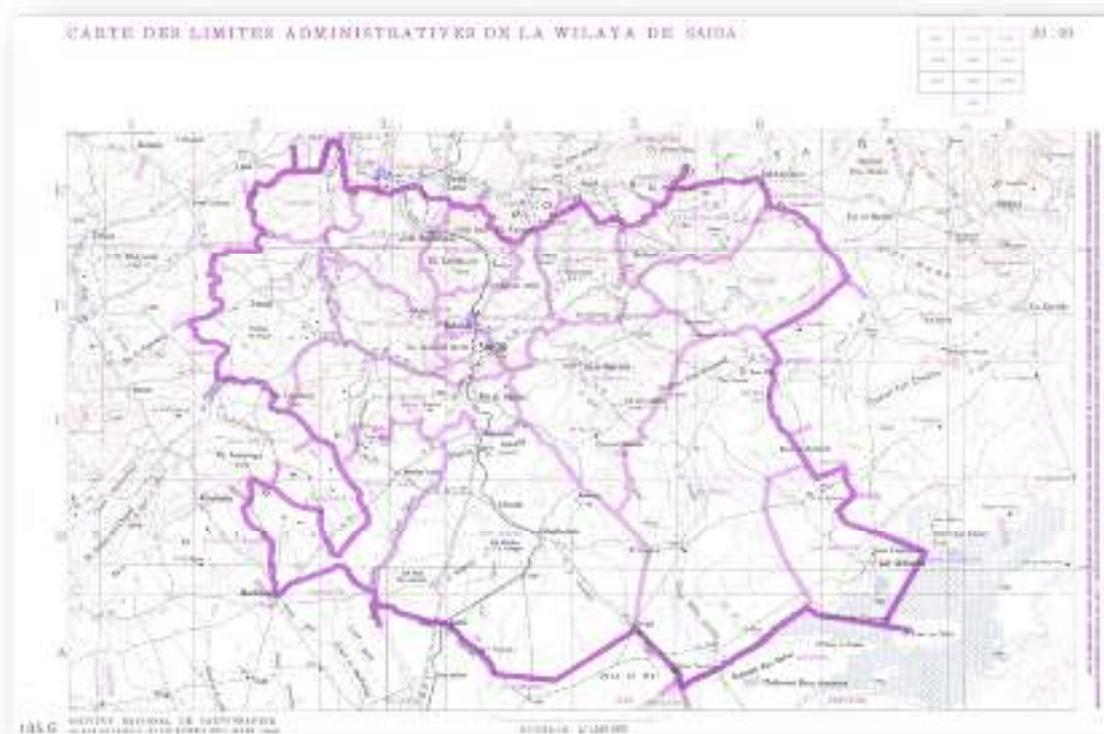


Figure 7 : Carte des limites administratives de la wilaya de Saida (TERRAS, 2011)

Elle couvre une superficie de 6613 km² ; le chef-lieu (commune de Saïda) est limité au nord par la commune d'Ouled khaled, au sud par celle d'Aïn El Hadjar, à l'est par la commune d'El Hassasna et à l'ouest par la commune de Douï Thabet.

La wilaya de Saïda est constituée de six daïras et de seize communes, qualifiée de territoire hybride, ni franchement steppique, ni franchement tellien (A.N.A.T, 2008). Elle est caractérisée par un espace Agro-sylvo-pastoral (SRAT HPO, 2008).

I.2. Orographique

I.2.1. Le relief : le relief de la zone d'étude est assez diversifié puisqu'on y distingue des plaines, des plateaux et une zone montagneuse. Ces entités façonnent des milieux naturels découpant l'espace de la zone en unités physio-géographiques. (Fig.8)

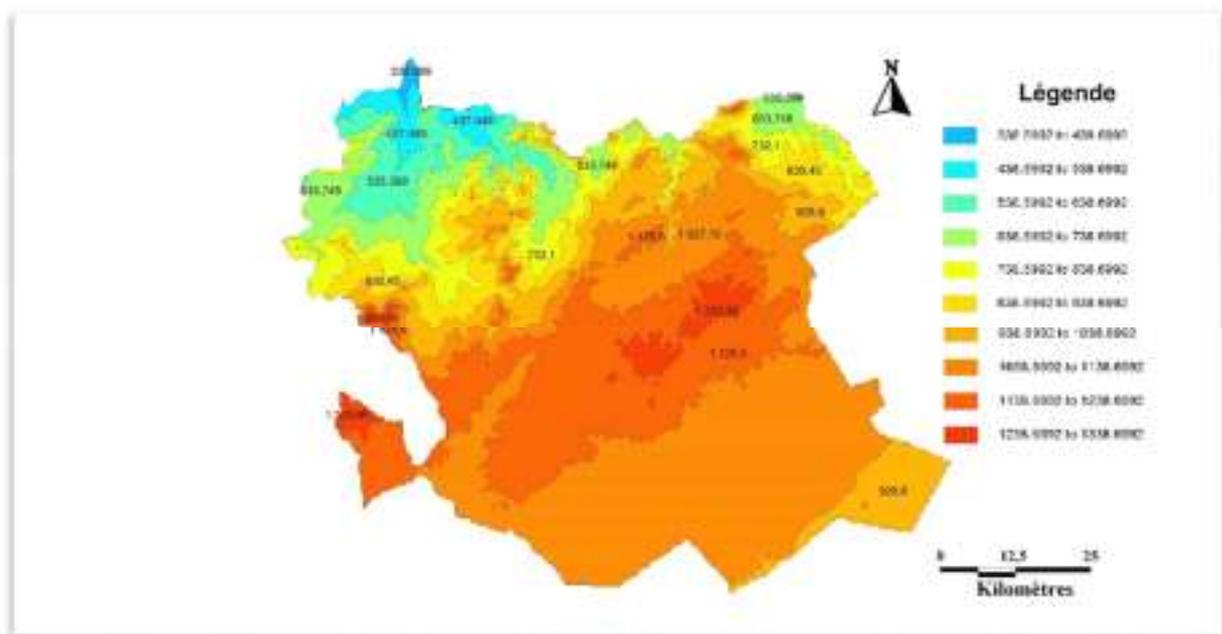


Figure 8 : Carte hypsométrique de la wilaya de Saïda (réalisée à partir d'un MNT).

I.2.2. La pente : la réalisation de la carte des pentes a pour but d'illustrer une des principales caractéristiques physiques du territoire d'étude et de fournir donc des indications de base fondamentales pour la détermination de la vocation et de l'affectation future des terres. La carte des pentes constitue un des éléments de base pour l'analyse des caractéristiques physiques qui déterminent l'aptitude des diverses zones. En effet, la potentialité et les limites d'utilisation du territoire dépendent dans leur majeure partie de la pente puisque celle-ci contribue à la détermination des possibilités d'érosion en relation avec d'autres facteurs de mécanisation des cultures, des modalités d'irrigation, des possibilités de pâturage, de l'installation et le développement de la végétation de reforestation (LOPEZ CADENAS, 1976 ; TERRAS, 2011).

Cette carte est établie sur la base du modèle numérique de terrain, la carte subdivise le territoire d'étude en cinq classes de pente :

- Classe1=pentes 0-3% caractérise l'ensemble des terrains ou la topographie est généralement plane. Ce sont les fonds de vallées, les plaines et les plateaux.
- Classe2=pentes 3-6%caractérise généralement un relief vallonné, qui peut être des plateaux ou de collines.
- Classe3=pentes 6-12% caractérise le plus souvent les zones de piémonts qui sont le prolongement des massifs montagneux.
- Classe4=pentes 12-25% caractérise les hauts piémonts.
- Classe5=pentes supérieures à 25% également les hauts piémonts et les zones montagneuses, de forte déclivité. Dans les tableaux ci-dessous, il a été reporté les superficies estimées de chaque classe de pente (Fig.9).

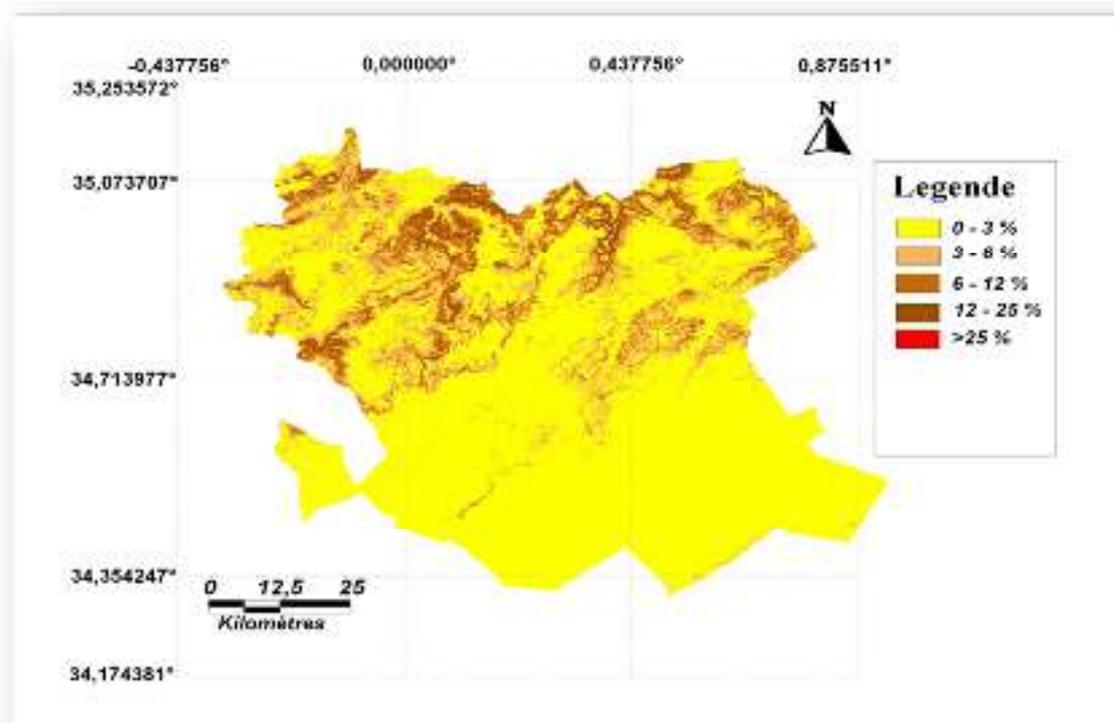


Figure 9 : Carte des pentes de la wilaya de Saida

La classe de pente 0-3 % caractérise l'ensemble des fonds de vallées, les plaines et les plateaux. Cette classe témoigne la stabilité des terrains avec un risque d'érosion faible, Elle couvre une superficie de 448 730 ha soit 67 % de la superficie totale de la wilaya. Cette classe est présente essentiellement dans les communes steppiques (Sidi Ahmed, Maamora et Ain Skhouna) et dans les zones céréalières telles que Moulay Larbi, Hassasna, Ouled Brahim, Tircine et Ain El Hadjar.

A l'exception des zones steppiques, sur ces terrains c'est la céréaliculture qui domine.

La classe de pente 3-6 % caractérise les terrains de plateau ou de bas piedmonts de collines, elle occupe une superficie de 113 000 ha soit 17 % de la superficie totale. Elle caractérise principalement la topographie des communes de Youb, Sidi Boubkeur, Doui Thabet, Hounet, Ouled Khaled, Saida et Ain El Hadjar. Les risques d'érosion sur ces terrains restent faibles à très faibles. Là aussi c'est la céréaliculture qui domine l'occupation du sol.

La classe de pentes 6-12 % caractérise le plus souvent les zones de piémonts qui sont le prolongement des massifs montagneux de la wilaya. Ce sont généralement des terrains de parcours et des terrains forestiers (maquis clairs). Les risques d'érosion sont présents avec apparition des signes dus au ruissellement diffus. Ces terrains qui ont une déclivité de 12 à 25% s'étendent sur presque 65 000 ha soit 17 % de la superficie totale de la wilaya et occupent surtout les communes de Saida, Doui Thabet, Hounet, Sidi Amar, Ouled Khaled et Ain-El Hadjar.

I.2.3. Exposition : l'effet de l'exposition est particulièrement important et se traduit par la différence entre le versant Nord et versant Sud des montagnes, ou entre les deux flancs d'une vallée lorsque celle-ci à une direction générale Est-Ouest. La présence d'une falaise exposée au Sud protège les terrains situés à son pied contre les vents du nord, concentre la lumière et détermine un climat local sensiblement plus chaud que celui du reste de la région (**OZENDA, 1986**).

De par sa situation géographique et surtout son relief, les expositions Sud et Est dominant contribuant à augmenter l'ensoleillement et par conséquent l'évaporation. L'exposition Nord bénéficiant des vents frais et humides et de la brise marine est moindre par rapport aux autres expositions. (Fig.10)

I.3. Géologie

Selon **LUCAS (1952)**, le territoire de la wilaya de Saida est constitué essentiellement de terrains secondaires ; généralement de grès jurassiques et crétacés à dureté variable suivant le degré de consolidation de même que des couches calcaires, marneuses ou dolomitiques (Fig.11). Les dépressions et les vallées sont recouvertes de terrains d'origine continentale (fluviales et éoliennes) d'âge tertiaire souvent indifférencié (Mio- Pliocène) et quaternaire de manière étendue. Une formation plus ou moins épaisse de strate rougeâtre, sablo -argileuse d'âge tertiaire ou un recouvrement de croûte calcaire y est rencontrée, de façon variable. Cet encroûtement représente une fossilisation de la surface topographique constituée par des alluvions tertiaires continentales.

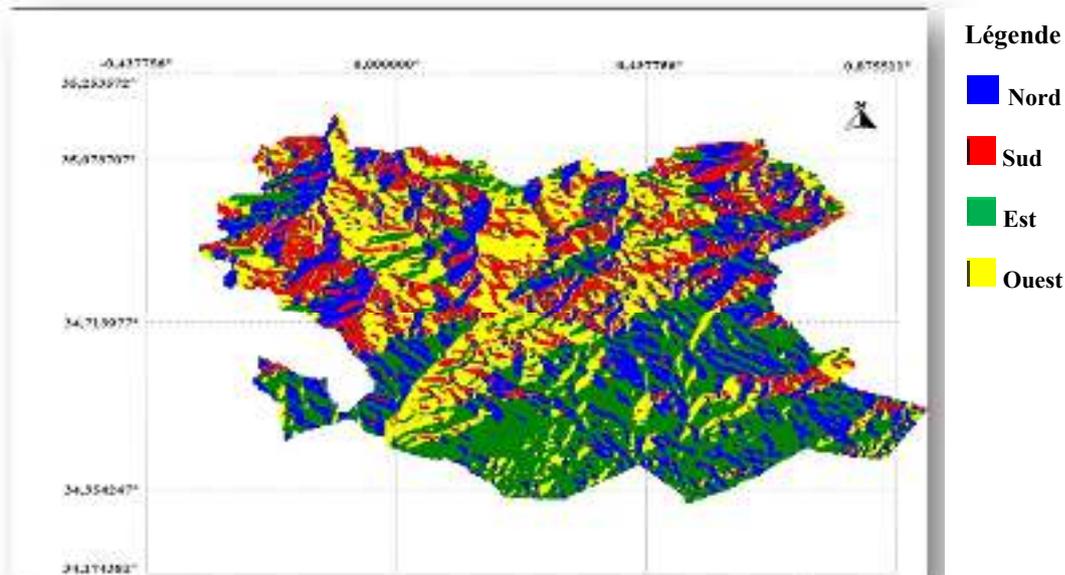


Figure 10 : Carte des expositions des monts de Saida (Réalisée à partir de MNT par vertical Mapper 3.0)

La région est aussi caractérisée par la présence de tufs et travertins calcaire correspondants à d'anciens griffons de source. La succession stratigraphique et lithologique est représentée par des formations allant du primaire au quaternaire avec toutefois des lacunes stratigraphiques de même que des variations latérales de faciès et d'épaisseurs (**OURDAS, 1983 ; LABANI, 2005**).

Le Quaternaire : se distingue par des dépôts alluviaux de limons et de cailloutis (oued Saida) des couches calcaire concrétionnées (croute). Il comble les grandes dépressions et vallées, constituées de travertins à végétaux (affleurement à Saida et à tifrit) ou de limon plus ou moins sableux recouvrant les carapaces calcaires.

Le Tertiaire : les terrains tertiaires datés du Miocène et du pliocènes sont essentiellement formés d'argile sableuse et gypseuses avec des niveaux calcaire, des niveaux à graviers ou galets avec parfois des niveaux de base grossiers plus ou moins lenticulaires. L'ensemble peut atteindre une assez grande épaisseur comme à chott chergui (superficie sub-tabulaire). Il affleure également près d'Ain El Hadjar au Nord du plateau des Hassasna et au Nord de Saida.

Le Secondaire : Il représenté dans la région par une épaisse série sédimentaire, riche en formations carbonatées qui repose en discordance sur le socle primaire. Le jurassique inférieur débute par un Toarcien marno-calcaire, qui change d'un endroit à l'autre par exemple des marnes noduleux (Ain-Blloul) ou dolomitique gris à rouge lie de vin (Sidi Abdelkader), calcaire marneux (gorge d'Oued el Abed). Le Domérien est constitué par des calcaires jaunâtres.

Il est représenté à la base par un ensemble calcaire à concrétion et à stratification soulignée par des intercalations marneuse surmontées par une série dolomitique dont la base est constituée d'un ensemble de dolomies micro-cristalline (au Nord d'Ain El Hadjar, oued Blloul et près de la cascade de Tifrit).

Le Primaire : Il est représenté par des schistes et quartzite de Tifrit, cet ensemble ancien daté du silurien très plissé affleure dans la vallée d'oued Tifrit et les vallées affluentes, c'est à l'intérieur de cet ensemble que l'on peut noter la présence d'intrusion granitique et granulitique ainsi que des coulées de laves basaltiques. La tectonique de la région se traduit par une tectonique souple souligner dans la région par des plissements et des ondulations des couches des différents formations géologique ; et une tectonique cassante donnant naissance à des rejets assez importants. Une série se synclinaux et d'anticlinaux orientés sud-ouest-nord est y bien représentée. Les anticlinaux (plateaux de Saida) présentent une direction anticlinale principale et plusieurs directions anticlinales perpendiculaires à celle-ci dont la principale dirigée nord-sud passant par la vallée de Tifrit.

La superposition de ces deux directions de plissement s'est traduite par la formation de vastes dômes à grands rayons de courbure, eux même subdivisés en dômes plus petits du fait des directions anticlinales secondaires, donnent séparément des cuvettes. Ces dômes et ces cuvettes se remarquent d'ailleurs dans la topographie car le relief a plus ou moins épousé leurs formes. On a ainsi les dômes de Tifrit, Ain Soltane, Djebel Khenifer, Djebel Sidi Youcef ...etc. une grande cuvette s'étend au nord du plateau de Hassasna dans la region d'Oum-Djrane, Oued Foufot, Tamesna et Tircine.

Des structures faillées apparaissent à la périphérie des anticlinaux, elles correspondent à l'accentuation des mouvements de plissement dans des matériaux relativement cassants et rigides tels que les calcaires et dolomie. Les principales failles de la region s'alignent dans une grande direction l'une nord-est-sud-ouest, l'autre nord- ouest donc plus ou moins perpendiculaire. Les failles périphériques s'incurvent d'ailleurs fréquemment, telle que la faille de Saida, on note ainsi de nombreuse failles droites de faibles rejets, sillonnant les formations calcaires dolomitique en un réseau dense.

1.4. Géomorphologie

La géomorphologie est considérée comme une expression synthétique de l'interaction entre les facteurs climatiques et géologiques.

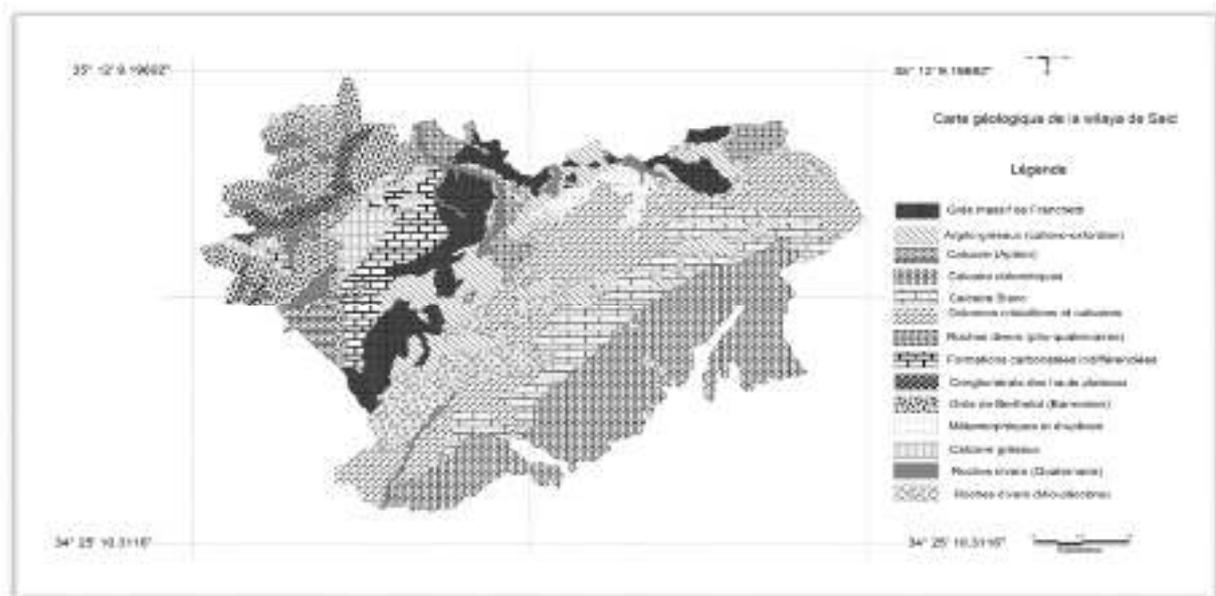


Figure 11 : Carte géologique de la wilaya de Saida (SATEC, 1976)

La géomorphologie de la wilaya est composée essentiellement de versants au nord et des plateaux et dépressions au centre et au sud. Ces unités géomorphologiques et leur dynamique sont diverses (Tab.1). À l'exception du Sud de la wilaya où le paysage s'ouvre sur les hautes plaines steppiques, l'on se trouve partout ailleurs dans un domaine relativement montagneux constitué par les Djebels des Monts de Daïa et de Saida. Il s'agit donc d'un contraste bien net entre le Sud et le Nord de la wilaya. La limite entre les deux milieux (nord, montagneux et sud steppique) se situe un peu au sud de la latitude de Moulay Larbi ; toutefois, une limite plus nette se distingue et correspond à la ligne de partage des eaux de petits djebels au nord de Moulay Larbi et du djebel Sidi Youssef.

De part et d'autre part de cette ligne l'écoulement des eaux se fait au nord dans le milieu montagneux et le régime hydrographique est de type exoréique. Le territoire de la wilaya n'a donc pas de caractère homogène, il se caractérise par une alternance de milieux très contrastés dont les grands ensembles sont au nombre de trois : milieu montagnard, les plateaux et le milieu steppique (SAIDI, 2017).

La majeure partie de l'espace steppique est occupée par une plaine plus ou moins plane. Elle est truffée de nombreuses petites cuvettes de dimension et d'origine différentes (Sebkha, Dayas...) dans lesquelles se perd un réseau hydrographique endoréique à éléments courts et inorganisés. Elle est couverte par une épaisse dalle calcaire lacustre d'âge poste miocène (POUGET, 1980).

Tableau 1 : Les unités de paysage et géomorphologie

Relief	Unité de paysage morpho-litho-pédologique	Géomorphologie et géodynamique actuelle
Versant	Formation argilo-gréseuse et argileuse	Modelé : collines à pentes plus ou moins fortes, dissections assez fortes. Dynamique : érosion actuelle dans les zones Cultivées (ravinement, solifluxion, mouvements de masse).
	Formations sur dolomies cristallines et calcaire jurassiques	Modelé : versant de djebel à pente forte, roche affleurant ou sub-affleurant. Dynamique : érosion négligeable sous forêts et broussailles.
	Formations sous grés massifs de Franchetti avec intercalations carbonatées et argilo-sableuses	Modelé : versants de djebel à pente forte avec corniches structurales gréseuses. Dynamique : érosion négligeable sous forêts et broussailles.
	Sur formations éruptive de Tifrit	Modelé : versant de djebel à pente forte. Dynamique : érosion négligeable sous forêts et broussailles.
Plateaux	Sur dolomies cristallines et calcaires	Modelé : plateau Karstique plus ou moins ondulé. Dynamique : érosion chimique (dissolution Karstique).
	Sur dolomies cristallines et calcaires avec formations superficielles (altérites)	Modelé : plateau Karstique plus ou moins ondulé. Dynamique : érosion chimique (dissolution Karstique).
Dépression Cuvettes	Sur dolomies cristallines et calcaires	Modelé : glacis d'érosion d'accumulation à pente faible, plus ou moins disséqués (pente forte localement) Dynamique : ruissellement diffus, érosion en nappe.

	Sur terrasses et plaines alluviales	Modelé : accumulations alluviales anciennes ou actuelles. Dynamique : transit alluvial, sapement de berges, atterrissement.
--	-------------------------------------	--

(SATEC, 1976)

I.5. Hydrologie

L'hydrographie de la région permet de distinguer plusieurs bassins superficiels où l'écoulement se fait vers le nord, exception faite du bassin du Chott Chergui où l'écoulement se fait vers le sud (Fig.12).

La nature essentiellement carbonatée des roches qui constituent la zone d'étude a permis aux oueds de ces bassins de creuser des vallées très encaissées et des lits très profonds et étroits, leur solidité a favorisé la dissolution en profondeur donnant une véritable région Karstique. Lorsque les affleurements sont marneux ou argileux, le relief devient beaucoup plus mou, il s'agit des croupes très arrondies subissant un ruissellement intense et une forte érosion.

A ce propos **DESCHAMPS (1973)**, note : « Etant donné la disposition du plateau de Saida, légèrement bombé au centre et descendant en pente douce vers ses bordures, l'hydrographie de la région permet d'y distinguer plusieurs bassins superficiels » (**TERRAS, 2011**).

- Bassin de l'oued Saida : il s'agit du haut cours de l'oued Saida, celui-ci prenant sa source près d'Ain El Hadjar (Ain-Tebouda Sud-ouest de Ain El-Hadjar). La superficie du plateau dolomitique intéressée par ce bassin est d'environ 115 Km². L'oued est pérenne. A Charrier, la superficie du bassin est de 560 Km². Ses nombreux affluents dont les plus importants sont oued Nazreg, Oued Massif, oued Taffrent sont alimentés également à partir de ressources de ruissellement sur les hauteurs des montagnes.
- Bassin de l'oued Tiffrit : Il s'agit du haut cours de l'oued Taria. L'oued Tiffrit prend sa source au plateau de Hassasna avec l'oued Foufot, il présente un écoulement pérenne. La partie du plateau dolomitique couverte par ce bassin peut être évaluée à 600 Km². A Taria, il couvre 1806 Km². Il s'écoule dans une vallée assez profonde aux berges parfois escarpées, de nombreux affleurements viennent grossir l'écoulement de ces cours d'eaux tel que l'oued Balloul et l'oued Minouma.
- L'oued Berbour à l'ouest des montagnes, qui est un important apport des oueds Bouatrous, Fourhalzid, conflue avec l'oued Sefioun pour donner l'oued de Hounet.

- Bassin de l'oued El Abd : il s'agit du haut court de l'oued El Abd, celui-ci prend sa source au Djebel Derkmous. Il présente un écoulement pérenne. A Takhemaret, la superficie du bassin versant de l'oued El Abd est de 560 Km².
- Bassin du Chott Chergui : il s'agit de la bordure Nord de la dépression du Chott, et la surface intéressant le plateau de Saida s'étend sur près de 250 Km². L'écoulement dans ce dernier bassin se fait vers le sud (oued Falette), alors que dans les trois premiers, il s'effectue vers le Nord.

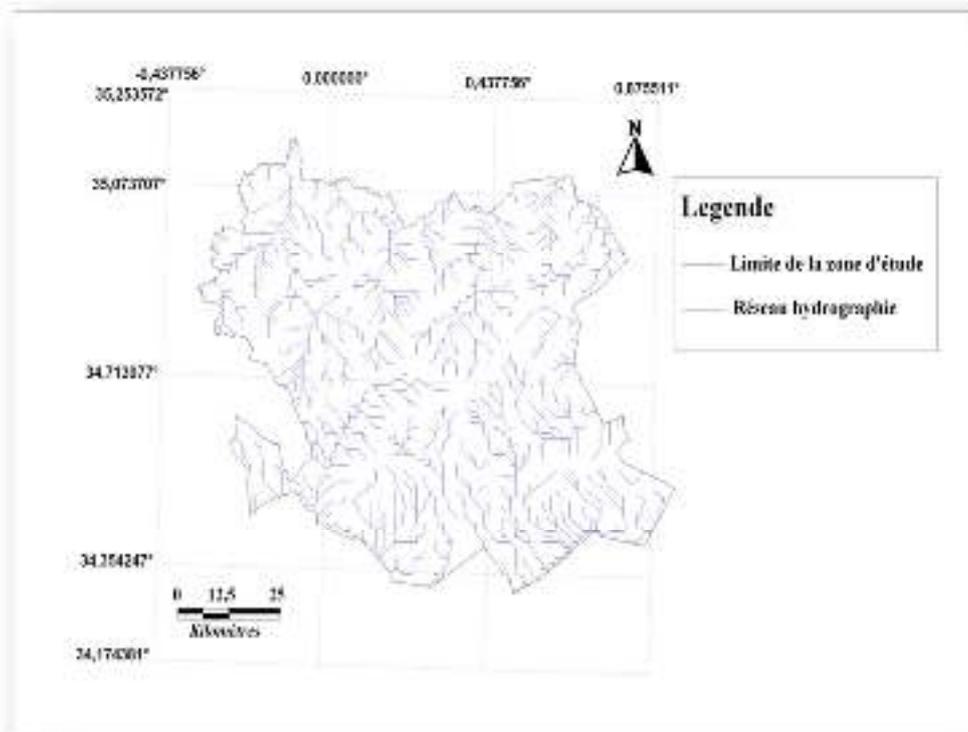


Figure 12 : Carte du réseau hydrographique de la wilaya de Saida (TERRAS, 2011)

I.6. Caractéristiques édaphiques

Les travaux de pédologie de cartographie et de phytoécologie réalisés dans la région (S.A.T.E.C, 1976 ; B.N.D.E.R, 2008 ; HALITIM, 1988 ; TERRAS, 2011) indiquent que les types de sols rencontrés sont (Fig.13) :

I.6.1.1. Les sols alluviaux : Ces sols sont très répandus sur les lits des oueds, les dépressions et aux bordures du chott. Ils comprennent les sols alluviaux de plaine ou de terrasse alluviale, les sols remaniés de dayet Zeraguette, les sols alluviaux de bordure de chott et les sols alluviaux des lits des oueds.

I.6.1.2. Les sols bruns : A cette catégorie appartient les sols bruns calcaires, les sols bruns à caractère vertique et les sols brun rouges.

- **les sols bruns calcaires :** ils sont assez étendus sur les collines du Nord et Nord-Ouest de la wilaya (région de Daoud). Ils sont en générale peu épais et pauvres en matière organique. Toutefois, leur épaisseur est variable même si elle atteint rarement 50cm et ce sont les sols travaillés ou supportant des cultures céréalières qui sont plus profonds que les sols des parcours. Les pierres et les cailloux sont omniprésents dans ces sols et seuls quelques champs de la taille de dizaines d'hectares ont été épierrés. De plus, la croûte calcaire sous-jacente largement étendue affleure en divers endroits, de même que ces sols sont lessives en surface par le ruissellement diffus (décapage).
- **Les sols bruns à caractère vertique :** Ils s'étendent en général sur la partie méridionale à l'intersection des deux faces tellienne et steppique allant du Sud-Ouest à l'Est de la wilaya (plateau de Hassasna- Moulay Larbi). Ces sols ont une profondeur variable au gré de la topographie (50 à 80 cm). Leur texture est lourde et si ce n'est leur caractère vertique (hydromorphie de surface), ils conviennent mieux à la céréaliculture. Par endroit ce sont de véritables dayas situés au Nord-Est de la région de Moulay Larbi.

I.6.1.3. Les sols brun rouges : Parmi ce type de sol on trouve, les sols brun rouges à horizon humifère, les sols brun rouge méditerranéens peu évolués, les sols bruns rouges méditerranéens à texture légère, les sols bruns rouges méditerranéens sous formations steppiques.

I.6.1.4. Les lithosols : Sont assez étendus et se retrouvent sur presque tous les versants dénudés. Ils sont peu épais (moins de 20cm généralement) et parfois laissant la place aux affleurements rocheux, ces sols portent parfois une broussaille ou un maquis très dégradé. Outre les affleurements de la roche mère (calcaire, grès ou dolomie), le ravinement y est intense.

I.6.1.5. Les sols halomorphes : Nous les trouverons dans la zone du Chott Chergui, peu épais, à texture limoneuse et portent une végétation halophile. Ils sont aussi de peu d'intérêt pour la mise en valeur agricole.

I.6.1.6. Les sols hydromorphes : Ils sont exclusivement localisés dans la zone steppique. Leur texture est lourde et ils sont peu profonds (entre 20- 50 cm). Ces sols sont mis à profit par les éleveurs pour y faire des emblavures de céréales.

I.6.2. La répartition des sols

La répartition des sols obéit aux conditions générales qui régissent le milieu naturel. Orographie, lithologie, occupation du sol et climat, agissent ensemble tant dans l'évolution des sols que dans

leur extension spatiale. Une plus grande diversité de sols se trouve dans la partie tellienne de la wilaya de Saida, alors que dans la partie steppique, au sud de la wilaya, seuls les sols alluviaux de dayate ou de lit d'oued ont une valeur agronomique acceptable quand ils ne sont pas affectés par l'hydromorphie ou la salinité (LABANI, 2005).

I.6.2.1. Les sols de plaines et vallées

Dans les petites plaines du nord de la wilaya (Branis, Hounet) et les vallées plus ou moins encaissées (Tiffrit, Saida, Berbour ...) les sols alluviaux sont dominants et occupent les parties basses et planes. Ils sont quelquefois associés à des sols bruns rouges méditerranéens (plaine de Branis) ou des sols rouges sableux (plaine de Hounet) ou encore des sols bruns ou des lithosols, qui les surplombent à partir des collines douces. Ces sols constituent le meilleur potentiel et acceptent une grande diversité des cultures, notamment les cultures irriguées à cause d'un drainage naturel satisfaisant, dans les vallées en l'occurrence.

I.6.2.2. Les sols de montagne

La plus grande partie des sols cités précédemment se retrouve en milieu montagneux. Cependant, il y a un ordonnancement naturel dans leur répartition, dû encore à leur condition de développement. Sur les hauts versants quand la végétation naturelle offre une bonne couverture et de bonnes conditions pédogénétiques (cas de la forêt dense au nord de la wilaya) s'installent les rendzines. Une fois cette végétation naturelle dégradée, la place est laissée à des rendzines dégradées.

I.6.2.3. Les sols des plateaux telliens et des hautes plaines steppiques

Les sols de la commune de Moulay Larbi et de Hassasna sont bruns et profonds, mais affectés par de l'hydromorphie de surface. Ils sont néanmoins de bons sols convenant tout particulièrement aux cultures céréalières. Les autres sols sont répartis dans la zone steppique (sols rouges, sols alluviaux, hydromorphes et halomorphe) n'offrent pas un grand intérêt agronomique à moins de mesures de mise en valeur importantes.

I.7. Occupation des sols

La connaissance de l'évolution de l'occupation du sol constitue une donnée fondamentale pour cerner les tendances actuelles et de les comparer avec les potentialités et les atouts de la Wilaya. L'analyse de l'occupation du sol révèle qu'elle est fortement corrélée aux conditions du milieu naturel.

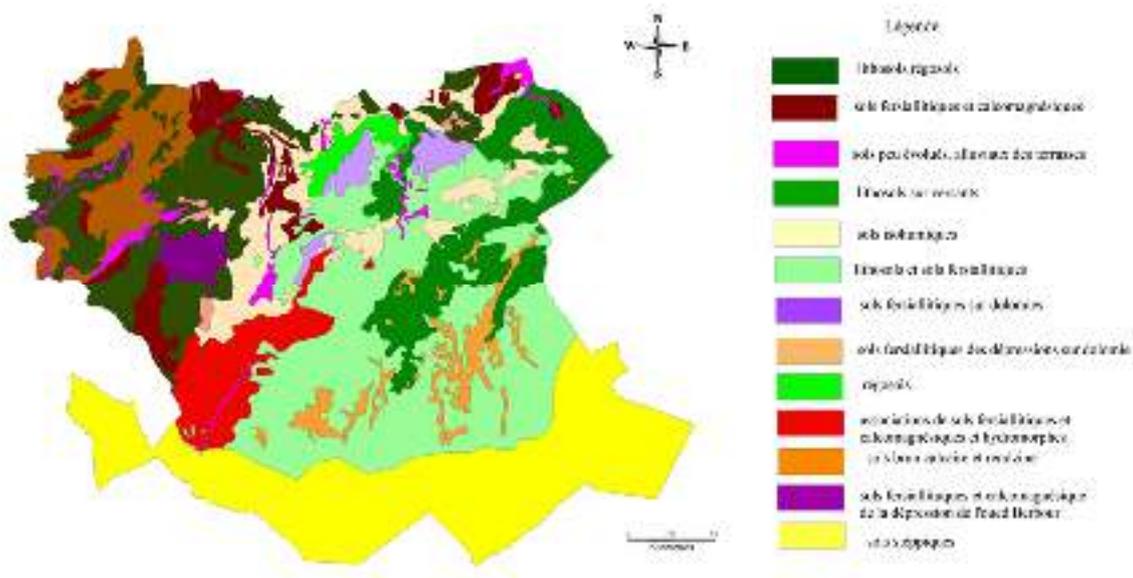


Figure 13 : Carte morpho-pédologique de la wilaya de Saida (SATEC ,1976)

Selon LABANI (2005), cette occupation s'individualise en trois types d'espaces :

I.7.1. Espace forestier

Il occupe la deuxième place en surface et n'arrive pas à jouer le rôle socio-économique qui devrait lui incomber. L'état de dégradation avancé des formations forestières due essentiellement aux pacages et forte et intense fréquence des incendies limite une exploitation rentable économiquement sans perturber les objectifs écologiques qui restent prioritaires dans cette wilaya menacée par l'érosion, l'ensablement et la désertification. L'espace forestier présente les caractéristiques suivantes : il occupe une surface totale de 174.361 hectares soit 26,17% de la superficie totale. Les maquis représentent 73% de la surface totale forestière et témoignent de la pression qui s'exerce sur les formations forestières et leur adaptation aux conditions édapho-climatiques. Les reboisements ne sont que de l'ordre de 4% alors que les surfaces à vocation forestière sont importantes au regard des incendies et des terrains de parcours en pente (LABANI, 2005).

I.7.2. Espace agricole

Les pouvoirs publics ont mis à la disposition de l'agriculture et de l'élevage des schémas de développement, des investissements, des équipements et de la formation. Il était urgent en effet de situer tous les enjeux de développement agricole dans le cadre des défis de la sécurité alimentaire et de structurer le secteur en vue de rechercher des créneaux porteurs pour l'autosuffisance et éventuellement l'exportation.

D'après les données énoncées par la **D.P.A.T (2012)**, la superficie agricole totale de la wilaya de Saida est estimée à 477 471 ha. La superficie agricole utile (S.A.U) s'étend sur 308 206 ha soit 45,56 % de la superficie totale dont la S.A.U irriguée s'élève à 9 662 ha, soit 3,13% de la (S.A.U).

Les principales cultures pratiquées sont : Les céréales sur une superficie de 81 920 ha ; les légumes secs sur une superficie de 104 ha ; les fourrages sur une superficie de 2 735 ha ; les cultures maraîchères sur une superficie de 4 004 ha ; l'arboriculture fruitière sur une superficie de 7 170 ha. Cet espace se localise essentiellement sur les plaines qui représentent un relief de pentes dominantes faibles de 3 à 5 % recevant une pluviométrie de 300 à 350 mm/an, ou est pratiquée une agriculture extensive avec une dominance de la céréaliculture à sec, soit 12,11% de la superficie de la wilaya (**BOUCHIKHI, 2016**).

I.7.3. Espace des parcours

Les terres des parcours s'étendent sur une superficie de 163 063 ha soit 24,10 % de la superficie totale de la wilaya (**D.P.A.T, 2012**). Ceci représente une part importante dans l'occupation du sol de la wilaya. On distingue les parcours du tell et ceux de la steppe qui englobent respectivement 11,98 % et 19,44 % de la superficie totale de la wilaya (**B.N.E.D.E.R, 1992 ; BOUCHIKHI, 2016**). Les parcours telliens ont été individualisés des parcours steppique compte tenu de leur appartenance au tell et à la configuration topographique du relief (zones de montagnes et de piémonts). Les parcours steppiques se situent au Sud de la wilaya (communes de Moulay Larbi, Sidi Ahmed, Maâmora et Ain Skhouna). Dans la wilaya de Saida, on distingue 4 types de parcours ou il est précisé le niveau de dégradation

- **Les parcours à Alfa** : Ils couvrent 39 536 ha soit presque 6 % de la superficie totale de la wilaya (B.N.E.D.E.R, 1992). Ils se localisent essentiellement dans la zone contact tell-steppe.
- **Les parcours à Armoise blanche** : les parcours à armoise blanche (*Artemisia herba-alba*) couvrent 129 513 ha soit 19,44 % de la superficie totale de la wilaya (**B.N.E.D.E.R, 1992 ; BOUCHIKHI, 2016**). Ils sont localisés au Sud, notamment dans la commune de Maâmora (Dayet El Mekmen) avec une superficie de 54 021 ha soit 43,16 % de sa surface totale. ces parcours se rencontrent sur les sols à texture agrilolimoneuse couvrant les zones d'épandage, les dépressions et les glacis encroûtés avec une pellicule de glaçage en surface. (**ABDESSLEM, 2012**)
- **Les parcours à Salsolacées** : Elles occupent dans le Chott Chergui une superficie de 4 795 ha, soit à peine 0,72 % de la superficie totale de la wilaya. En réalité, ces terrains constituent de très pauvres parcours, car ils sont composés essentiellement de plantes des terrains salés

telles que *Salicornia sp.* ; *Salsola sp.* et *Suaeda sp.* On les rencontre notamment dans les communes d'Ain Skhouna et Maâmora. (LABANI, 2005)

- **Les parcours à Atriplex :** Différentes structures étatiques (HCDS, GCA, Conservation des Forêts) ont engagé des opérations de plantations d'arbres fourragères et forestières dans le cadre des programmes mis en œuvre par le ministère de l'Agriculture.

Les plantations fourragères ont été réalisées en particulier à base d'*Atriplex canescens*, *Atriplex numélaria* et d'*Atriplex halimus*, par contre les plantations forestières ont été réalisées à base de *Pinus halepensis* et de *Tamarix articulata* (ABDESLAM, 2012).

Les premières plantations d'Atriplex datent des années 1980, mais les grandes superficies ont été réalisées entre l'année 1994 avec le lancement du programme d'aménagement pastoral « les grands travaux » et 2010 dans le cadre du programme « PPDR », entre ces deux programmes plusieurs d'autres ont succédé (RELANCE ECONOMIQUE 2001, F.L.D.D.P.S. 2002, P.D.A.R. 2003...etc. ; BOUCHIKHI, 2016)

I.8. Aspects floristiques

Une étude phytocéologique réalisée à permis de donner une composition floristique moyenne assez représentative des différents groupements végétaux de la zone d'étude. (TERRAS, 2011) (Fig. 14).

Groupe à Chêne vert : C'est le groupement le plus en équilibre et adapté aux conditions du milieu, il se présente le plus souvent sous forme d'un matorral élevé moyen à dense ou d'un taillis de hauteur moyenne de l'ordre de 3m imposée par une surexploitation et des incendies répétés. Le nombre d'espèces reste très élevé et constitue l'ossature de basse de toutes les formations forestières de la région.

BENABDELI (1996) note pour les monts de Saida, l'importance des formations ligneuses basses de chêne vert dans la préservation de la couverture forestière. Le cortège floristique représentatif de ce groupement se compose de : *Phyllirea media*, *Pistacia lentiscus*, *Juniperus oxycedrus*, par contre, les grandes graminées Alfa ou Diss ne jouent qu'un rôle secondaire.

Le Pin d'Alep dans ce groupement ne représente qu'un pionnier dans le retour au stade forestier dont le climax serait une forêt de chêne vert pur avec *Quercus ilex*, *Arbutus unedo*, *Jasminum fruticans*, *Lonicera etrusca*, *Alyssum alpestre*, *Osyris alba*, *Asperula hirsuta*, *Phillyrea angustifolia*, *Atractylis humilis*, *Pyrus gharbiana*, *Atractylis macrophylla*, *Ruscus aculeatus*, *Bupleurum balansae*, *Asphodelus cerasiferus*, *Bupleurum rigidum*, *Smilax aspera*, *Clematis flammula*, *Staeheina dubia*, *Daphne gnidium*, *Valeriana tuberosa*, *Genista cinerea* et *Viburnum tinus*.

Groupement à Pin d'Alep et Chêne kermès : les espèces les plus présentes et dominantes imposant une physionomie au groupement sont *Quercus coccifera*, *Calycotome intermedia*, *Cistus villosus*, *Pistacia lentiscus*, *Phyllirea media*, et *Ampelodesma mauritanica*. Dans la strate arborescente notant la présence de *Tetraclinis articulata* et *Quercus rotundifolia*.

La composition moyenne du cortège floristique de ce groupement forestier comprend les espèces suivantes : *Pinus halepensis*, *Calycotome villosa*, *Cistus salviaefolius*, *Erica arborea*, *Genista erioclada*, *Globularia alypum*, *Halimum halimifolium*, *Helianthemum racemosum*, *Lavandula stoechas*, *Quercus coccifera* et *Rosmarinus tournefortii*.

Il y a lieu de noter deux facies dans ce groupements selon le type de sol, sur sol siliceux caractérisés par *Lavandula stoechas*, *Erica arborea*, *Cistus salviaefolius* et *Halimum haimfolium*. Par contre sur sols calcaires c'est *Rosmarinus tournefortii*, *Globularia alypum*, et *Genista erioclada* qui caractérise ce facies.

Groupement Oleo-lentisque : Ce groupement appartient à l'alliance de l'oleo-ceratonion et correspond à des peuplements très ouverts et classés parmi les plus dégradés. Le Chêne vert en est absent, par contre le Pin d'Alep y est fréquent au même titre que le lentisque. Le chêne kermès et la filaire sont abondants dans les zones de transition avec les groupements précédents. Les espèces dominantes sont accompagnées de toute une série d'espèces thermophiles telles que *Cistus sericeus*, *Cistus landaniferus*, *Ebenus pinnata*, *Genista quadriflora*, *Coronilla juncea*.

Groupement de Tetraclinis articulata : La composition floristique moyenne représentative dans le territoire étudié de la tétraclinaie regroupe les espèces suivantes : *Tetraclinis articulata*, *Arbutus unedo*, *Asparagus albus*, *Astragalus lusitanicus*, *Bupleurum gibraltaricum*, *Calycotome spinosa*, *Carallum europaea*, *Cistus landaniferus*, *Cistus sericeus*, *Coronilla juncea*, *Ebenus pinnata*, *Elichrysum stoechas*, *Genista quadriflora*, *Olea europea*. *Sylvestris* et *Quercus coccifera*.

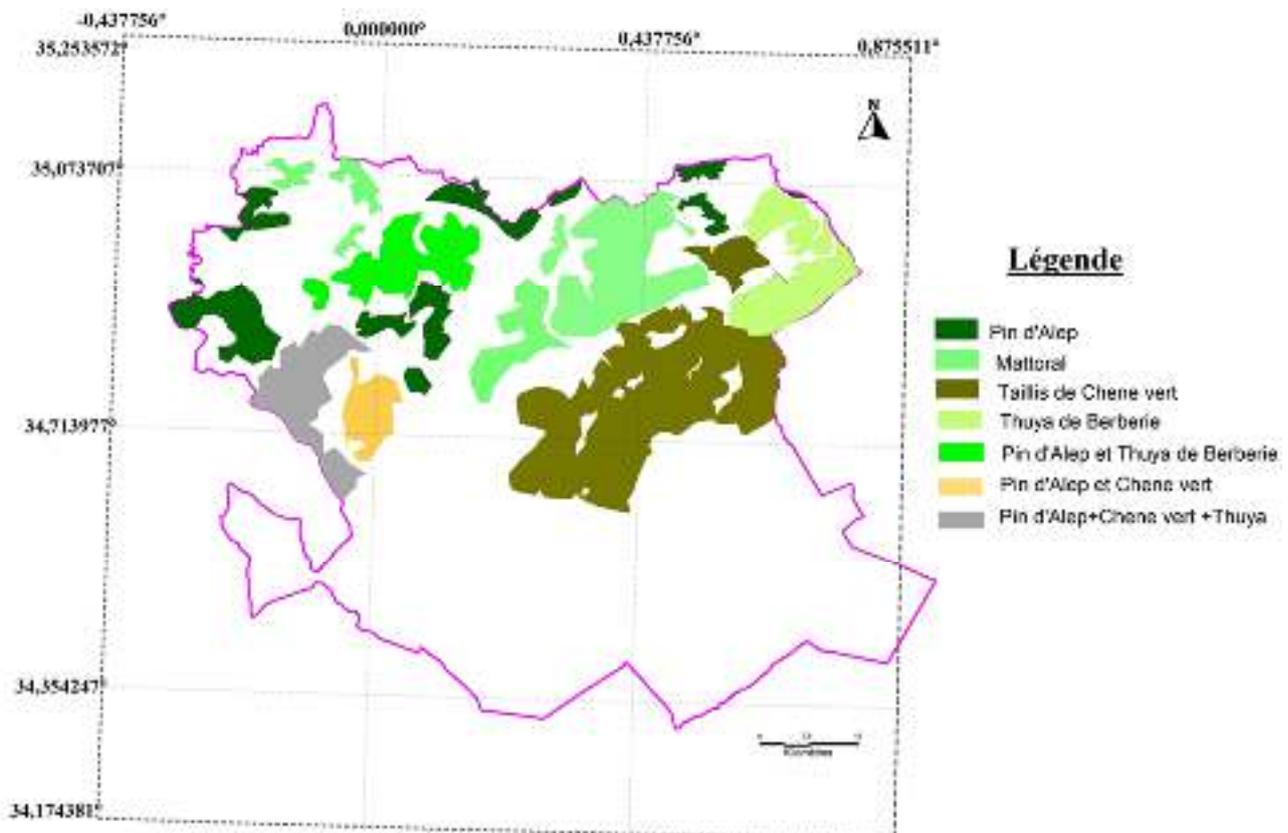


Figure 14 : Carte des groupements forestiers de la wilaya de Saida (TERRAS, 2011)

I.9. Aspect climatique et bioclimatique

I.9.1 Aspect climatique

Le climat joue un rôle prépondérant dans le développement, la répartition et l'individualisation des êtres vivants (RAMADE, 1984). Le facteur climatique est toujours important dans n'importe quelle étude (agriculture, paysage, utilisation des sols...), il constitue un élément déterminant dans le développement de cette zone du point de vue agriculture, paysage et activités humaines.

En climat méditerranéen, quatre facteurs essentiels couvrent une importance capitale dans la caractérisation climatique d'une station. Il s'agit des précipitations et leurs variations mensuelles et annuelles ; des températures par les valeurs de leurs extrêmes (M et m) ; l'évaporation et l'humidité de l'aire.

L'Oranie est caractérisé également par une aridité singulière car les perturbations climatiques abordent le Maghreb par l'ouest lorsque l'anticyclone des Açores occupe une position méridionale (BENABDELLI, 1996).

L'objectif de cette synthèse climatique est de caractériser les conditions climatiques et bioclimatiques dans lesquelles la végétation de la région d'étude évolue. La mesure et l'évaluation des principaux paramètres physiques du climat nécessitent un nombre satisfaisant de postes météorologiques, bien répartis dans la zone à étudier et des observations annuelles et continues sur de longues périodes. Il n'y a qu'une seule station opérationnelle d'une façon continue sur le territoire de la wilaya (Tab.2).

Tableau 2 : caractéristique de station météorologique

Station	Altitude	Latitude	Longitude
Saïda	750 m	34°52'00'' N	00°09'00'' E

I.9.1.1. Les précipitations

Les précipitations représentent la source principale d'eau nécessaire pour une production de la biomasse, caractérisées par trois principaux paramètres : leur volume, leur intensité et leur fréquence qui varient selon le jour, les mois et aussi selon les années (**GUYOT, 1997**).

La concordance relativement étroite entre la pluviosité générale et la répartition des grandes biocénoses, suffit à démontrer l'importance du facteur eau sur la localisation des êtres vivants (**SAIDI, 2017**). Cette relation est fortement reconnaissable à l'échelle régionale, locale ou stationnelle. Les précipitations exercent une action prépondérante pour la définition de la sécheresse globale du climat (**LE HOUEROU et al., 1977**). Elles sont elles-mêmes sous la dépendance de la température qui règle l'intensité de l'évaporation au niveau des surfaces marines. (**OZENDA, 1982**)

La moyenne annuelle des précipitations établie pour la station de Rebahia est de l'ordre de 353 mm/an. Les données climatiques indiquent que la saison des pluies s'étale de septembre à mai, avec un maximum en automne et en hiver, ce sont les mois d'octobre (41 mm) et novembre (44 mm) qui reçoivent le plus grand volume de pluie (Tab.3). Les quantités de précipitations les plus faibles sont enregistrées en été où sévit la sécheresse estivale caractéristique essentielle du climat méditerranéen.

Régime saisonnier des précipitations : Les fluctuations climatiques d'une année à l'autre sont une des caractéristiques de la zone d'étude, au même titre que toute la région et constituent un handicap en matière de corrélation entre pluviométrie et croissance de la végétation.

Tableau 3 : Moyennes mensuelles de la pluviométrie

Station	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Saida	38	36	40	36	31	12	6	12	23	41	44	34

Station météorologique Rebahia, 2014 ; SAIDI, 2017

Il va de soi que cette répartition spatiale et même temporelle conditionne pour une grande part l'évolution de la végétation.

Le régime saisonnier est de type **A>H>P>E** pour la zone d'étude. La pluviométrie est très importante en automne avec un cumul des trois mois (octobre, novembre et décembre) de l'ordre de 119 mm suivi par l'hiver avec un cumul de 114 mm. Pour le printemps, le cumul de la saison est de 79 mm. Cette pluviométrie atteint son minimum en été qui présente un cumul de l'ordre de 41 mm. Du fait que les quantités des pluies les plus conséquentes sont reçues au cours de l'automne et l'hiver et le printemps pour la zone d'étude.

I.9.1.2. Les températures

La température joue un rôle déterminant dans la vie du végétal, c'est le second facteur agissant sur la végétation. Elle représente un facteur limitant de toute première importance. Elle contrôle, en effet, l'ensemble des phénomènes métaboliques et conditionne de ce fait la répartition de la totalité des espèces et des communautés d'êtres vivants dans la biosphère (**OZENDA, 1982 ; RAMADE, 1984**).

Les températures moyennes annuelles sont considérées comme peu significatives en phyto-écologie ; seules les valeurs extrêmes ont une répercussion directe sur la végétation (**KEFIFA, 2013**).

Parmi les variables thermiques enregistrées, les moyennes des températures minimales du mois le plus froid (m) et les températures maximales du mois le plus chaud (M) qui sont considérées comme des facteurs limitant pour la vie végétale.

Les températures maximales et minimales : les températures moyennes maximales mensuelles au niveau de la station de Rebahia varient entre 14°C en janvier (mois le plus froid) et 36°C en août (mois le plus chaud de l'année) (Tab.4). Il ressort de ces données que le mois de juillet et août sont généralement les plus chauds de la région sur une période de 30 ans. Généralement en région méditerranéenne, c'est surtout le stress thermique hivernal qui a une répercussion plus sensible

sur le couverts végétal et ses condition de vie (**DAGET et DAVID, 1982 ; LE HOUEROU, 1989**). Les températures moyennes minimales oscillent autour de 3°C en janvier et 19°C en Août. A partir du mois de septembre commence la descente de la température jusqu'au mois de janvier. (Tab.4)

Tableau 4 : Répartition mensuelle des températures moyennes, minimales et maximales (Station météorologique Rebahia, 1983 à 2013)

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Moy
T.M (°C)	8	9	12	14	18	23	27	27	23	18	13	10	16.83
M (°C)	14	15	18	21	26	32	<u>36</u>	<u>36</u>	30	25	18	15	23.83
m (°C)	<u>3</u>	<u>3</u>	5	7	10	15	18	19	15	12	7	4	9.83
M- m (°C)	11	12	13	14	16	17	18	17	15	13	11	11	

Station météorologique Rebahia 2014 ; **SAIDI, 2017**

I.9.1.3. Le vent

Le vent est l'un des éléments caractéristiques du climat, la connaissance de sa force et de sa direction s'avère nécessaire pour la résolution des problèmes posés dans les différents domaines des activités humaines. **HEURTAUX (1971)** a démontré qu'un vent violent et fréquent même avec un déficit thermique provoque une évaporation intense qu'un vent modéré avec une température relativement plus élevée.

La vitesse moyenne annuelle des vents est de 2,66 m/s (**O.N.M, 2014**) (Tab.5), c'est des vents secs et froids en hiver provoquant une diminution de la température et de l'humidité des sols et des végétaux.

Tableau 5 : La moyenne annuelle de jour de vent (Station météorologique Rebahia, 1983 -2013)

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Vent moyen M/s	2.8	2.8	2.8	3	2.8	2.8	2.6	2.6	2.3	2.6	2.3	2.6

Station météorologique Rebahia 2014 ; **SAIDI, 2017**

Dans la wilaya de Saida, les vents dominants sont de la direction Nord (Tab.6), leurs violences causent des dégâts. Les vents Nord-Ouest sont aussi importants, les vents chauds de l'hémisphère sud dominant aussi, c'est le Sirocco (vent chaud et sec), il souffle du Sud vers le Nord et, fréquemment durant la période estivale. C'est durant cette période sèche qu'il cause plus de dégâts aux sols déjà déshydratés par l'effet de la chaleur estivale, il peut souffler jusqu'à 16 jours en moyenne par an à n'importe quel moment de l'année sauf le mois de novembre, décembre, janvier et de février. Les maximums sont observés aux mois de juin, juillet et août. (Tab.7).

Tableau 6 : Fréquence des directions des vents

Direction	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
Fréquence en %	14.7	2.2	1.4	2.9	10.6	3.2	7.2	8.9

Station Météorologique Rebahia, 2014 ; SAIDI, 2017

Tableau 7 : Nombre moyenne de jour de sirocco (Station météorologique Rebahia, 1983-2012).

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Station de Saida	0	0	1	1	2	3	3	3	1	2	0	0

Station Météorologique Rebahia, 2014 ; SAIDI, 2017

1.9.1.4. L'humidité relative

L'humidité relative est un paramètre appréciable car elle a un rôle important dans l'atténuation des effets excessifs des périodes de grande sécheresse. Dans la wilaya de Saida, l'humidité relative dépasse annuellement les 50 %, elle est plus élevée pendant la période froide qu'en saison chaude. (Tab.8)

Tableau 8 : Humidité moyenne mensuelle en %

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Humidité Moy %	69	67	64	61	58	47	39	41	53	60	67	71

Station Météorologique Rebahia, 2014 ; SAIDI, 2017

I.9.1.5. La gelée

Ce paramètre de grande importance car il a une incidence sur le cycle végétatif des cultures. Selon les données de l'office national de météorologie, la période de gelée s'étale moyennement sur une période de 39 jours répartis sur sept mois dans l'année soit de Novembre à Avril, sachant que c'est au mois de décembre, janvier et Février qu'elle intervient avec force (Tab.9).

Tableau 9 : Nombre mensuel de jours de gelée

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Cumul
Nbre de jrs	12	10	4	2	0	0	0	0	0	0	2	9	39

Station Météorologique Rebahia, 2014 ; SAIDI, 2017

I.9.1.6. Evapotranspiration et bilan hydrique

L'analyse de l'évapotranspiration relève une grande importance pour une bonne utilisation des ressources hydriques lors de la réalisation des études sur la productivité agricole. (Tab.10, Fig.15).

Tableau 10 : Variation annuelle du bilan hydrique calculé à partir de la formule de THORNTWAITE (Station météorologique Rebahia ; TERRAS, 2011)

Paramètres	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	moyenne
Temp. Moy (°C)	21,8	16,5	11,6	9,2	7,9	9,3	10,4	13,1	15,9	21,8	26,5	25,5	15,8
Précipitation (mm)	12	45	51,3	40,1	37,4	41,2	44,3	36	30,6	12,4	2,5	2	355
E.T.P (mm)	106	67,9	35,6	25,8	22	25,5	34	54,5	76,8	123,6	164,7	155,4	891,4
P- E.T.P	-94	-22,9	15,7	14,3	15,4	15,7	10,3	-18,5	-46,2	-111	-162	-153,4	
Réserve (mm)	0	0	15,7	30	45,4	61,1	71,4	52,9	6,7	0	0	0	
E.T.R (mm)	12	45	35,6	25,8	22	25,5	34	54,5	76,8	19,1	2,5	2	354,8
Déficit (mm)	94	22,9	0	0	0	0	0	0	0	104,3	162	153,4	536,6
Surplus (mm)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Pour déterminer la quantité de l'eau nécessaire dans laquelle le sol est en état de saturation, il a été retenu comme valeur moyenne de la capacité au champ, la valeur de 100 mm qui au-delà de cette valeur, l'eau soit en stagnation ou en ruissellement. Le premier paramètre qui figure dans ce tableau a trait aux températures moyennes mensuelles et le deuxième paramètre soit les précipitations mensuelles en (mm). L'évapotranspiration potentielle est calculée par la méthode de THORNTHWAITE. Le sol après la saison estival est supposé sec, donc pas de réserve d'eau ($R=0$ au mois de Septembre, début de l'année agricole). Pour le mois de Septembre et Octobre les précipitations sont inférieures à l'évapotranspiration potentielle (ETP) et l'évapotranspiration réelle (ETR= P mm) donc il y a un déficit d'eau. À partir du mois de Novembre et jusqu'au mois de mars les précipitations excèdent l'évapotranspiration potentielle donc l'ETR= ETP et le surplus alimente la réserve d'eau (époque de recharge). À partir du mois d'Avril l'évapotranspiration potentielle excède les précipitations est l'évapotranspiration réelle (ETR= ETP) jusqu'à l'épuisement de la réserve d'eau du sol, donc c'est la période de l'utilisation de la réserve d'eau. Le graphique suivant montre la période de l'utilisation de la réserve et la période de recharge de la réserve par laquelle on remarque qu'il y a un déficit hydrique à partir du mois de Juin jusqu'au mois de Novembre.

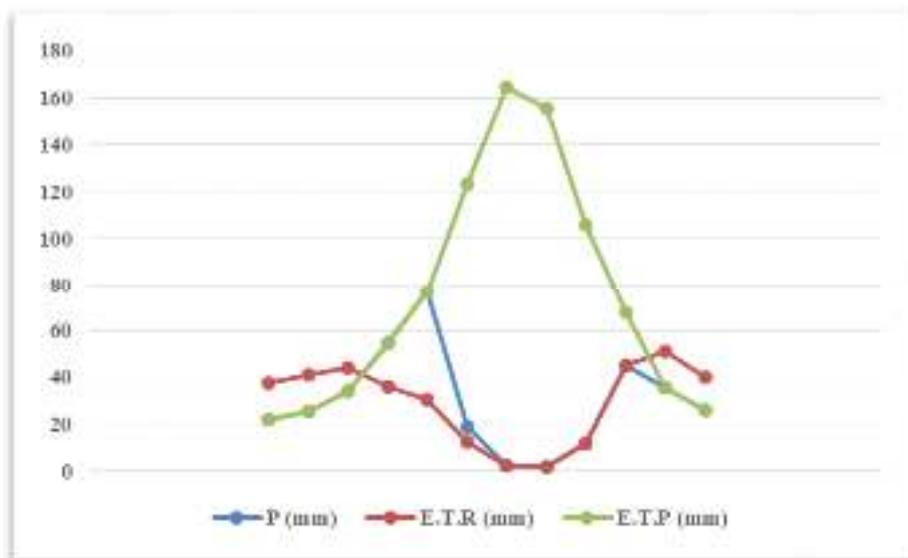


Figure 15 : La balance hydrique selon ETP de THORNTHWAITE.

I.9.2. Aspect bioclimatique

Les différents facteurs climatiques n'agissent pas indépendamment les uns des autres. Pour tenir compte de cela divers indices ont été calculés, principalement dans le but de rendre compte de la répartition des types de végétation. Les indices les plus employés utilisent la température et la pluviosité, qui sont les facteurs les plus importants et les mieux connus. Le climat d'une station donnée résulte de l'action combinée de l'ensemble des facteurs cités précédemment. Pour une expression synthétique de ce dernier, plusieurs auteurs ont proposé des formules de synthèses. Ils se sont contentés sur des données qui ont un impact direct sur la végétation. En climat méditerranéen, ils se sont intéressés surtout à la pluviométrie, aux températures et à leurs variations (KEFIFA, 2013).

I.9.2.1. Quotient pluviométrique d'EMBERGER

Cet indice permet d'apprécier physiquement la notion d'aridité annuelle en tenant compte des précipitations et de la température, suivant la formule :

$$Q = 1000P / (M+m) (M-m)/2$$

Le quotient pluviométrique proposé par Emberger a été modifié par STEWART (1968) pour une meilleure application pour l'Algérie. La formule proposée par ce dernier est la suivante :

Avec

$$Q_3 = 3,43 P / (M-m)$$

Q₃ : quotient pluviométrique ;

P : précipitation moyenne annuelle (mm) de la station ;

M : moyenne des maxima du mois le plus chaud ;

m : moyenne des minima du mois le plus froid.

Quand : 50 < Q₂ < 100 : Climat tempéré.
 25 < Q₂ < 50 : Climat semi-aride.
 10 < Q₂ < 25 : Climat aride.
 10 < Q₂ : Climat désertique.

Les calculs effectués sur la base de cette relation, nous donnent les résultats suivants :

P= 353 mm, M= 36+273= 309K ; m =3+273= 276K, Q₂= 36.69

Sur la base des valeurs des précipitations et des températures obtenues on estime que la région est caractérisée par une valeur du quotient d'Emberger $Q_2=36.69$ qui permet de situer la région de Saida dans l'étage bioclimatique semi-aride à hivers frais (Tab.11).

Sur la base des valeurs des précipitations et des températures obtenues on estime que la région est caractérisée par une valeur du quotient d'Emberger $Q_2=36.69$ qui permet de situer la région de Saida dans l'étage bioclimatique semi-aride à hivers frais.

Tableau 11 : Situation bioclimatique de la région d'étude

Station	Q2	Etage bioclimatique
REBAHIA	36.69	Semi-aride à hiver frais

Sur la base des valeurs des précipitations et des températures obtenues on estime que la région est caractérisée par une valeur du quotient d'Emberger $Q_2=36.69$ qui permet de situer la région de Saida dans l'étage bioclimatique semi-aride à hivers frais.

I.9.2.2. Diagramme Ombrothermique

L'établissement du diagramme ombrothermique de **BAGNOUL** et **GAUSSEN** permet de déterminer graphiquement une classification climatique en tenant compte des paramètres de pluviométrie et de température, ce diagramme permet aussi de définir l'état d'humidité de chaque mois de l'année en fonction de ces deux paramètres (Tab. 12, Fig.16). Il est basé sur les critères suivants :

$P \leq 2T$: mois sec.

$P > 3T$: mois humide.

$2T < P \leq 3T$: mois sub-sec.

L'application de ce diagramme à notre zone d'étude nous permet de déterminer la saison sèche et humide durant toute l'année.

Tableau 12 : Indice climatique de **BAGNOUL** et **GAUSSEN**

MOIS	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Pluviométrie moyenne (mm)	38	36	40	36	31	12	6	12	23	41	44	34

Température moyenne °C	8	9	12	14	18	23	27	27	23	18	13	10
2T	16	18	24	28	36	46	54	54	46	36	26	20
3T	24	27	36	42	54	69	81	81	69	54	39	30
Classification	hum	hum	hum	sub-sec	Sec	sec	sec	Sec	sec	sub-sec	hum	hum

(TERRAS , 2011)

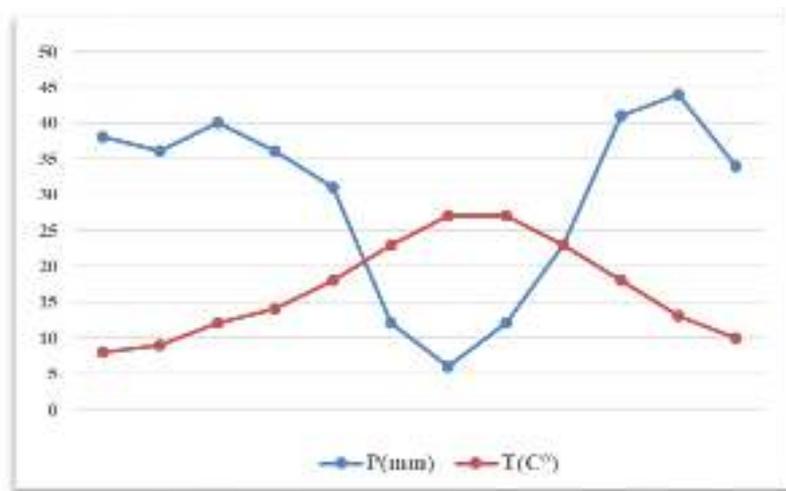


Figure 16 : Diagramme ombrothermique de BAGNOUL et GAUSSEN

D'après ce diagramme, il ressort que la saison humide s'étale du mois de Novembre à Mars et la saison sèche du mois de Mai à Septembre en même temps que deux mois sub-secs (Octobre et Novembre).

I.9.2.3. Indice d'aridité de MARTONNE (I) : il correspondant au rapport entre la moyenne annuelle des précipitations P (mm) et la moyenne annuelle des températures T (°C), tel que

$$I = P/(T+10)$$

L'utilisation de cette formule permet de classer nos stations comme suit en se basant sur la répartition suivante (MARTONNE, 1923)

0 à 5 : climat « Hyper aride ou désertique »

5 à 10 : climat « Aride »

10 à 20 : climat « Semi-aride »

20 à 30 : climat « Subhumide »

Plus de 30 : climat « Humide »

Tableau 13 : Indice d'aridité de Martonne

Station	P (mm)	T (°c)	I	Type de climat
Rebahia	353	16.83	13.15	Semi-aride

Le calcul de l'indice de De Martonne, permet de classer la région de Saida dans l'étage semi-aride.

Synthèse

En dépit des résultats obtenus, en utilisant les différents indices bioclimatiques le type de climat dans la zone d'étude est méditerranéen appartenant à l'étage bioclimatique semi-aride frais, avec des précipitations faibles et de plus en plus irrégulière celle-ci est variable non seulement d'une année à une autre mais, aussi dans sa répartition entre les différent mois, varient de 300 à 370 mm/an. On remarque deux périodes contrastées, une humide et froide, l'autre sèche et chaude. Les précipitations estivales sont souvent des pluies torrentielles et les températures présentent des amplitudes importantes.

Des températures excessivement froides en hiver, accompagnées de gelées fréquentes, et des températures très élevées en été, accompagnées d'un taux d'humidité modéré dont le mois de janvier et février sont les mois les plus froids durant toute l'année (3°C) et les mois de juillet et août sont les mois les plus chauds (36°C), Ces températures extrêmes découlent des écarts thermiques brusques et importants, peuvent être à l'origine de dégradation du couvert végétal.

Le vent est de direction dominante N avec une présence du vent chaud (sirocco) pendant la période estivale qui peut accélérer le phénomène de l'érosion éolienne dans les zones dépourvues de couvert végétal. Le déficit hydrique est très important sur une période de 5 mois (période critique pour les cultures non irrigué).

II. Approche méthodologiques

II.1. Introduction

La gestion durable des forêts et la conservation de la biodiversité, exigent un suivi de l'état des peuplements forestiers, par des méthodes efficaces d'analyses structurales de la végétation (**GUYNN et al., 2004 ; LEBLANC, 2014**). La structure végétale s'intéresse à la fois à la distribution et à la dynamique des espèces, aux caractéristiques dendrométriques (diamètres, hauteurs, volumes), à la stratification et au recouvrement (**JIBRIN, 2013**).

La végétation permet de caractériser l'état d'un écosystème et de mettre en évidence ses modifications naturelles ou provoquées (**BLANDIN, 1986**), car elle est la meilleure résultante du climat et des sols (**OZENDA, 1986**).

Selon **OZENDA (1964)**, L'étude de la végétation concerne la description des groupements et leurs conditions stationnelle. La végétation est définie comme un ensemble de plantes réunis dans une même station par suite d'exigences écologiques identiques ou voisines (**BENARADJ, 2017**).

Le principal objectif de ce travail est :

- D'établir la structure des peuplements de pistachier de l'Atlas et fournir les mesures et les actions à préserver l'espèce, la rétablir et, mieux, lui offrir davantage en fonction des conditions du milieu.
- De contribuer à l'étude des différentes formations végétales où le pistachier de l'Atlas est prédominant au niveau de la Wilaya de Saida précisément dans deux stations écologiques l'une dans la commune d'Ain Soltane et l'autre dans la commune de Saida.

II.2. Matériels et méthodes

II.2.1. Stations choisies

Le choix des stations nous a été ordonné naturellement par la dissémination du pistachier d'Atlas. Nous avons choisi la station de Vieux de Saida et la station de Tiffrit car elles présentent le peuplement le plus important au niveau de la wilaya de Saida. Nous avons donc été menés à réaliser plusieurs sorties de prospection.

Les travaux de terrain ont été effectués au cours des printemps des années 2017, 2018. La phase de reconnaissance a été réalisée durant les premiers jours. Elle consiste à prospecter par une observation directe de la région, notamment au niveau de la régénération naturelle, de délimiter et estimer la surface de travail, de déterminer le type d'inventaire et d'ajuster la méthodologie

d'approche à adopter. (Tab.14) Sur le terrain, la première chose à faire avant d'implanter un relevé, est de procéder à un examen préliminaire de l'ensemble de l'emplacement, en explorant le terrain dans plusieurs directions pour déterminer les limites d'une zone floristiquement homogène, c'est-à-dire une surface n'offrant pas d'écart de composition floristique appréciable dans ses différentes parties (GUINOCHE, 1967).

Tableau 14 : les stations d'étude

Wilaya	Commune	Station	Altitude (m)	Coordonnées géographiques
Saida	Saida	Vieux de Saida	788.6 - 940.9 m	N : 34°49'24,15" E : 0°10'1,05"
	Ain Soltane	Tiffrit	664.5 - 1218 m	N : 35° 5' 27,9" E : 0°29' 7,8"

II.2.2. Approche dendrométrique

Des mesures dendrométriques ont été effectuées sur la base d'un inventaire pied par pied dont l'ensemble des pieds de pistachier d'Atlas au sein du peuplement de chaque station étudiée.

L'inventaire pied par pied des arbres d'un peuplement donné nécessite la mesure de la dimension à 1.30 m (diamètre ou circonférence de la section perpendiculairement l'axe de l'arbre à 1.30m du sol) de tous les arbres à partir d'une dimension minimum fixée, sans oubli ni répétition ;

Le résultat en est une liste exhaustive des arbres du peuplement indiquant l'essence et la dimension à 1.30m de chacun ou, le plus souvent, un tableau à double entrée donnant le nombre des arbres du peuplement par essence et par catégorie de 1.30m. L'appréciation dendrométrique d'un peuplement forestier se fait à la base par l'étude de la hauteur, la surface terrière et la densité (RONDEUX, 1993). Pour accomplir ces mesures nous avons utilisé comme matériel :

- Le dendromètre BLUME-LEISS pour la mesure des hauteurs des arbres,
- La boussole pour orienter la direction des layons ;
- L'appareil photo pour prendre des photos ;
- Un ruban pour la mesure de la circonférence à 1,30m du sol,
- Un décimètre pour la mesure du houppier.

L'étude dendrométrique a porté sur 280 arbres (individus) du *Pistacia atlantica* inventoriés dans les deux stations d'étude. Elle repose sur la détermination des variables dendrométriques de peuplement.

Les données dendrométriques ont été traitées statistiquement à l'aide du logiciel MINITAB 18. L'analyse des corrélations nous a permis de calculer les coefficients de corrélation (r) entre les différents paramètres.

II.2.3. Réalisation des relevés

Les méthodes d'étude de la végétation sont nombreuses. Le choix d'une technique procède généralement de la nature de la végétation et de l'objet de l'étude. Le plan d'échantillonnage utilisé pour analyser la végétation est de type subjectif. Il s'agit de la forme la plus simple et la plus intuitive qui consiste à choisir comme échantillons des aires qui paraissent particulièrement homogènes et représentatives (**GOUNOT, 1969**).

Un relevé est conçu comme étant un ensemble d'observations écologiques et phytosociologiques qui concernent un lieu déterminé (**GOUNOT, 1969**). Les relevés floristiques ont été effectués suivant la méthode sigmatiste, des sites de relevés de végétation ont été aléatoirement installés dans des unités de végétation floristiquement homogènes. L'exécution des relevés floristiques dans la station d'étude nous a permis de saisir certaines évaluations et modifications de distribution de la végétation.

La technique des relevés adoptée prend soin de préciser les caractères stationnel (altitude, pente, exposition et nature du substrat) ainsi les caractères floristiques tel que ; la liste complète des espèces en se basant sur les trois strates principales classiques (arborescente, arbustive et herbacée) affectées de leur coefficient d'abondance-dominance et de sociabilité selon l'échelle de Braun Blanquet. La surface de l'unité d'échantillon correspond à une surface représentative et floristiquement homogène correspondant à l'aire minimale (**GOUNOT, 1969**). Selon **GUINOCHET (1973)**, un relevé ne sera considéré comme représentatif de l'individu d'association étudiée que s'il est effectué sur une surface au moins égale à l'aire minimale, autrement dit une surface suffisamment grande pour contenir la quasi-totalité des espèces présentes sur l'individu d'association. Effectivement, une surface trop petite rendrait le relevé fragmentaire et non-représentatif, puisqu'il ne contiendrait qu'une partie limitée du cortège floristique habituel de la communauté considérée. En même temps, une surface trop grande rendrait le relevé hétérogène, avec le risque de contenir une proportion trop importante d'espèces des individus d'association adjacents (**GILLET, 2000**).

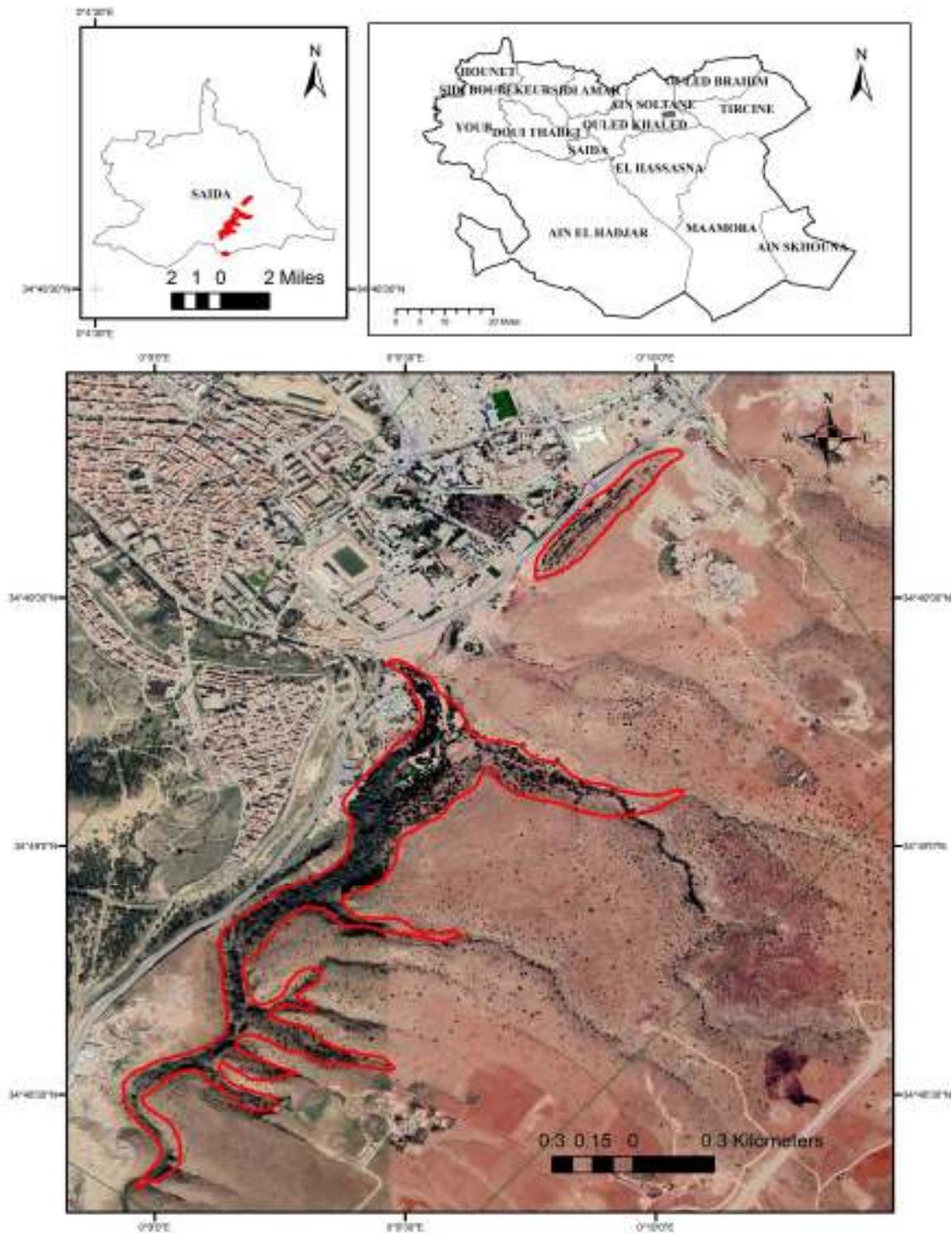


Figure 17 : Localisation de la station de Vieux de Saida

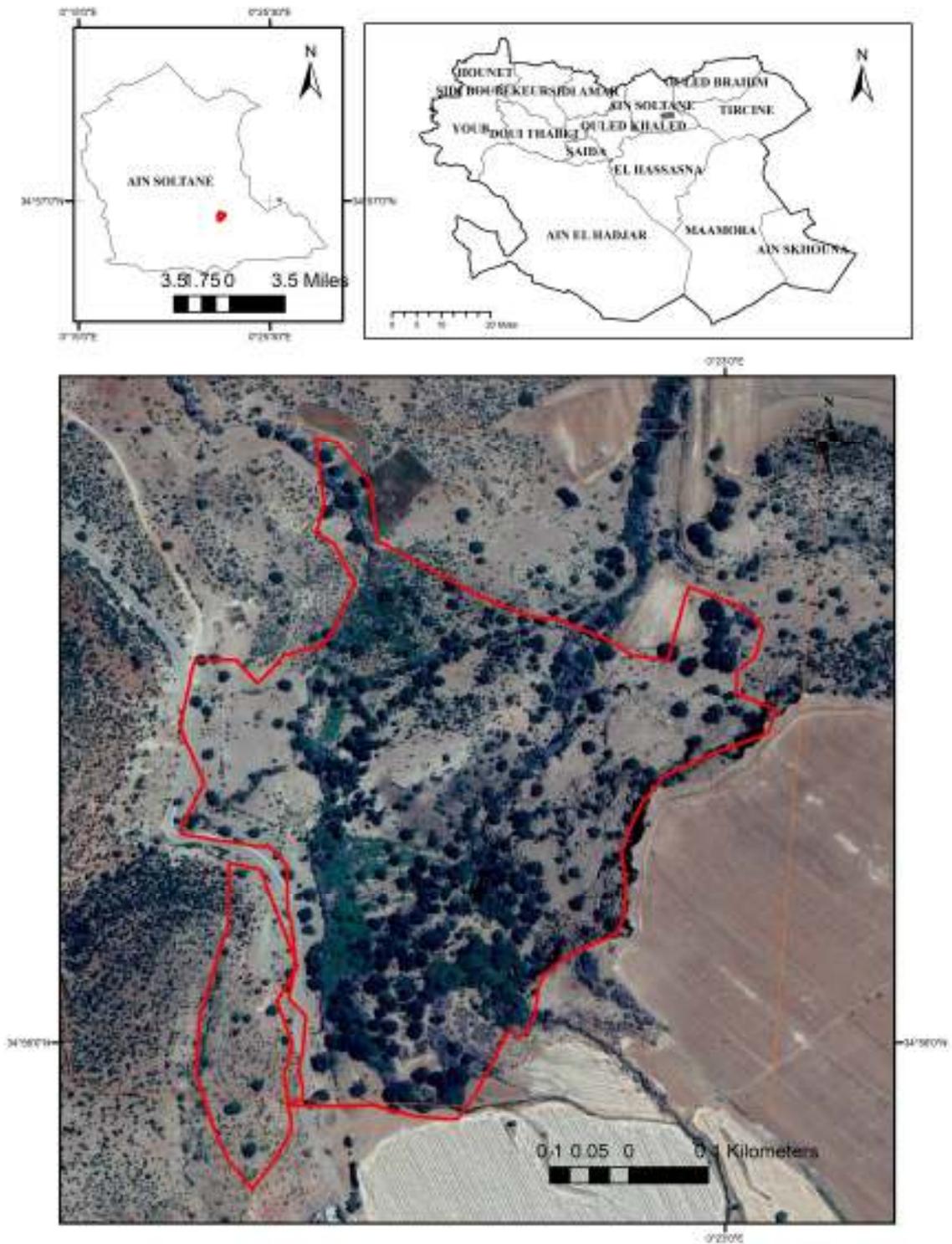


Figure 18 : Localisation de la station de Tiffrit

Le choix du nombre de relevés est fonction d'une exploration préliminaire au cours de l'étude sur le terrain. Il précise qu'un groupement ne peut être décrit correctement que par un nombre de relevés suffisamment grand (**OZENDA, 1982**). Nous avons réalisés 76 relevés **phytoécologiques** dont le but de caractérisation phytoécologique des groupements à *Pistacia atlantica*. Il nous semble intéressant de préciser le temps de travail que représente la réalisation d'un tel relevé phytoécologique.

II.2.4. Traitement des données

Parmi les méthodes numériques qui ont fait leurs preuves dans le domaine d'étude de la végétation il y a les analyses multi variées : analyse factorielle des correspondances (AFC), et la classification hiérarchique ascendante (CHA). L'objet de ces méthodes est de résumer l'information d'un tableau de données en lui donnant une écriture simplifiée sous forme graphique tout en utilisant les calculs d'ajustement qui font appel à l'algèbre linéaire. Elles permettent de traiter en un minimum de temps un nombre important de relevés floristiques.

- **Analyse factorielle des correspondances**

L'analyse factorielle des correspondances permet d'individualiser de façon plus objective et statistiquement plus fiable les groupements végétaux (**RAMADE, 2003**). Pour l'ensemble de ces traitements, seul le caractère « présence - absence » des espèces a été considéré. Soulignons, que l'étude de la composition floristique reste purement qualitative tant qu'on utilise que le critère présence-absence, elle devient semi-quantitative dès qu'on travaille en abondance-dominance ou en % de recouvrement (**GILLET et al., 1991**).

Il est indispensable de signaler l'importance des axes factoriels et le degré d'informations qu'elles apportent quand on utilise des analyses statistiques telles que l'AFC. **CIBOIS (1987)** précise à cet effet l'ordre décroissant d'informations données par les axes factoriels, c'est donc le premier axe qui fournit le plus d'informations, le second n'est en fait qu'une correction au précédent, le troisième étant une correction supplémentaire à l'ensemble des deux premiers axes et ainsi de suite (**KERZABI, 2017**).

- **La classification hiérarchique ascendante**

La classification hiérarchique ascendante permet la détection et la détermination efficace de groupes homogènes d'individus et de variables en les représentant sur un dendrogramme (arbre de classification) (**DJEBAILI, 1984 ; BOUCHENEB, 1999**). Selon **BOUXIN (2004)**, Nous avons eu recours à la classification hiérarchique ascendante comme aide complémentaire à

l'interprétation de l'analyse factorielle. Cette technique permet d'éviter les erreurs et les subjectivités dans la discrimination des ensembles de relevés. (SAIDI, 2017).

Les données ont été codées et traitées sur des bases numériques par l'analyse factorielle des correspondances et la classification hiérarchique ascendante (C.H.A). Ce type d'analyse permet une exploitation systématique des données en regroupant les relevés affinés et éloignant ceux dissemblables, sur la base de leur contenu floristique. De la même façon, les espèces sont rapprochées ou éloignées suivant la fréquence de leur regroupement dans les relevés (LACOSTE et ROUX, 1971). Lorsqu'il est difficile de délimiter des groupes homogènes (un nuage de points sans discontinuité), on peut avoir recours à la classification hiérarchique ascendante (CHA). Le principe de cette méthode est de rassembler les relevés qui ont un degré de similarité suffisant pour être réunis dans le même ensemble. Cette analyse permet d'obtenir un arbre appelé aussi dendrogramme dont les branches « portent » chacune un certain nombre de relevés affines indiqués par leur numéros. Ainsi, cette technique, permet d'établir aisément les limites des groupes de points au sein du nuage obtenu par l'AFC. (MEDJAHDI, 2010)

Les données sont réunies dans un tableau à double entrée dont les colonnes correspondent aux relevés et les lignes représentent les espèces. Ce tableau est composé par toutes les espèces dénombrées dans chaque station. A l'intersection seul le caractère «présence - absence » des espèces a été considéré, prend la valeur 1 en cas de présence et la valeur 0 en cas d'absence.

II.2.5. Etude du pouvoir antioxydant

II.2.5.1. Matériel végétal

Le matériel végétal utilisé est constitué de feuilles de la plante *Pistacia atlantica* récolté dans la province de Tiffrit (commune Ain Soltane) et de la commune de Saida (Vieux de Saida). La partie aérienne de la plante (feuilles) récoltée au cours du mois de Mai 2017, séchée à l'ombre et à l'air libre pendant 30 jours et conservé à température ambiante dans des sacs en papier jusqu'à utilisation. Une partie a été broyée en poudre fine à l'aide d'un mortier.

Plante	station	Partie de la plante	Période de récolte	Altitude	Coordonnées géographiques
Pistachier de l'Atlas	Tiffrit	Feuilles	Mai 2017	1027 m	35°00'770"N 00°24'745"E
	Vieux de Saida	Feuilles	Mai 2017	842 m	34° 82' 20"N 00° 15' 78"E

II.2.5.2. Extraction des huiles essentielle

L'échantillon de l'huile essentielle a été obtenu par Hydrodistillation pendant 3 heures, 200g de matière sèche sont mises dans un erlenmeyer, additionnées de 1000ml d'eau distillée. L'ensemble est porté à ébullition, Le distillat obtenu est récupéré dans une ampoule à décanter. Le mélange est laissé au repos quelques minutes, ce qui résulte l'apparition de deux phases, organique (huile essentielle) et aqueuse.

Afin d'éliminer toute trace d'eau, dans les huiles essentielles obtenues, ils sont transférées dans des tubes en verre, hermétiquement fermé et couverts de papier aluminium. L'huile extraite est conservée, à l'abri de la lumière et à une température voisine de 4°C, jusqu'à moment de l'analyse.

II.2.5.3. Calcul du rendement

Le rendement en huiles essentielles est défini comme étant le rapport entre la masse de l'huile essentielle obtenue après extraction (**m**) et la masse sèche de la matière végétale traitée (**m₀**). (CARRE, 1953 ; ABI-AYD, 2009).

$$R\% = \left(\frac{m}{m_0} \right) \times 100$$

- **R%** : Le rendement en huile essentielle, exprimé en pourcent.
- **m** : La masse, en gramme (g), de l'huile essentielle récupérée.
- **m₀** : La masse initiale du matériel végétal traité, en grammes (g).

II.2.5.4. Screening phytochimique

Examen phytochimique préliminaire de la plante a été effectué à l'aide des méthodes décrites. (CAVE, 1993 ; RIZK 1982 ; TREASE et EVANS, 1987 ; LONGANGA et al., 2000 ; HARBONE, 1973 ; KAHLOULA et al., 2015). Le criblage portait principalement sur les alcaloïdes, les stérols, les flavonoïdes, les saponines, les tanins, les anthraquinones et la réduction du sucre.

- **Détection des terpénoïdes**

Un mélange de 1ml d'anhydride acétique et 2ml d'acide sulfurique a été additionné à 1ml du filtrat. L'apparition d'une couleur marron rougeâtre indique la présence des terpénoïdes.

- **Détection des saponines**

La présence de saponines a été mise à l'essai dans l'extrait aqueux. La mousse du nid d'abeille qui a persisté pendant au moins 30 minutes après une agitation vigoureuse de l'extrait de plante

indiquent la présence de saponines. Un signe + a été enregistré lorsque la mousse atteignait une hauteur de 0,5 cm ; ++ avec une hauteur jusqu'à 1 cm ; +++ avec une hauteur supérieure à 1 cm.

- **Détection des flavonoïdes**

La réaction de détection des flavonoïdes consiste à traiter 5ml de l'extrait éthanolique avec 1ml de HCl concentré et 0,5g de tournures de magnésium. La présence des flavonoïdes est mise en évidence si une couleur rose ou rouge se développe après 3 minutes.

- **Détection des tannins**

La poudre sèche (5 g) dans de l'eau distillée bouillante (100 ml) contenue dans un erlenmeyer de 250 ml puis infusion pendant 15 mn (infusé à 5%). A 30 ml d'infusé à 5%, nous avons ajouté 1 ml d'une solution de FeCl₃ à 1%. Le développement d'une teinte bleu noire indique la présence de tanins.

- **Détection des coumarines**

Placer 1 g d'échantillon de la poudre végétale dans un tube à essai. Couvrir le tube avec un papier imbibé d'une solution de NaOH et le placer dans un bain marie pendant quelques minutes. Examiner sous la lumière ultraviolette, La fluorescence confirme la présence des coumarines.

- **Détection des résines**

Une quantité de 10 ml de filtrat a été mélangé avec 20 ml de HCl. L'apparition d'une turbidité indique la présence des résines dans notre extrait

- **Détection des stérols : réaction de Lieberman**

Un volume de 10 ml de l'extrait éthanolique est placé dans un erlenmeyer. Après évaporation à sec, le résidu est solubilisé avec 10 ml de chloroforme anhydre. Ensuite, on mélange 5 ml de la solution chloroformique avec 5 ml d'anhydre acétique en y ajoutant quelques gouttes d'acide sulfurique concentré, on agite et on laisse la solution se reposer. Un test positif est révélé par l'apparition d'une coloration violacée fugace virant au vert (maximum d'intensité en 30 minutes à 21°C).

- **Détection des anthraquinones**

A 1 g de la plante en poudre, ajouter 10 ml de chloroforme et chauffer au bain-marie pendant 3 mn, filtrer à chaud et compléter à 10 ml si nécessaire. 1 ml d'extrait chloroformique + 1 ml de NH₄OH dilué puis agitation ; la coloration plus ou moins rouge indique la présence d'anthraquinones libres.

- **Détection des glycosides**

0,5 g d'extrait a été dissous dans 1 ml d'eau et ensuite de l'hydroxyde de sodium aqueux a été ajouté. La formation d'une couleur jaune indique la présence de glycosides.

II.2.5.5. Méthode de réduction du DPPH•

Principe : Le 2,2-diphényl-1-picryl-hydrazine (DPPH•) est un radical organique stable de couleur rouge pourpre. En présence de composés antiradicalaires, le radical DPPH• est réduit et change de couleur en virant au jaune, ce qui entraîne une diminution de son absorbance (**GACHKAR et al., 2006 ; BOUGUERRA, 2012**).

Protocole : L'activité antioxydante a été évaluée par la mesure du pouvoir de piégeage du radical DPPH•. Le test de DPPH est réalisé selon la méthode décrite par **KAHLOULA et al., (2015)** et **LAIB (2012)** ; Le test consiste à mélanger le DPPH d'une couleur pourpre avec des molécules antioxydantes afin de mesurer leur capacité à réduire la diphényle picryl-hydrazine en couleur jaune. Pour cela, une série d'huile essentielle a été testée allant de 10mg /ml à 100mg /ml. Le mélange réactionnel contient 10 ml d'une solution éthanolique de DPPH (0,004%) Après 30 min, l'absorbance est lue à 517nm. Les résultats ont été exprimés en pourcentage inhibiteur (I %).

Le pourcentage d'inhibition du DPPH (I%) est calculé de la manière suivante :

$$I\% = [(A \text{ blanc} - A \text{ échantillon}) / A \text{ blanc}] \times 100$$

- **I%** : pouvoir de la réduction en % ;
- **A blanc** : absorbance de la solution de DPPH• en présence de l'huile essentielle ou de la vitamine C ;
- **A échantillon** : absorbance de la solution de DPPH• en absence de l'huile essentielle et de la vitamine C.

Calcul d'IC₅₀

IC₅₀ ou concentration inhibitrice de 50 % (aussi appelée EC₅₀ pour Efficient concentration 50), est la concentration de l'échantillon testé nécessaire pour réduire 50% de radical DPPH•. Les IC₅₀ sont calculées graphiquement par les régressions linéaires des graphes tracés, pourcentages d'inhibition en fonction de différentes concentrations des fractions testées (**KHOLKHAL, 2014**)

PARTIE
RESULTATS ET
DISCUSSION

I. Caractéristiques des peuplements

I.1. Introduction

Les caractéristiques structurales sont également révélatrices des événements liés à la vie des peuplements (RONDEUX, 1999 ; PASCAL, 2003). Elles renseignent notamment sur l'écologie des espèces, les contraintes sylvicoles éventuelles et l'état de la ressource ligneuse. Ainsi, les dynamiques spécifiques déterminant les structures végétales, sont influencées par les conditions environnementales (SANDJONG, 2018).

De nombreux facteurs, tels que la productivité des semences et la dispersion, la concurrence, les facteurs environnementaux, les agents pathogènes et la perturbation anthropique, pourraient influencer sur la structure du peuplement (BLOCK et TRETER, 2001).

L'ensemble des résultats des paramètres dendrométriques récoltés (circonférences, diamètres, hauteurs totale des sujets) pour les deux stations sert à la description du peuplement du pistachier de l'Atlas.

I.2. La structure diamétrique

À tout aménagement durable la détermination de la structure diamétrique et la manière par laquelle les arbres se répartissent en fonction de leurs diamètres est nécessaire dans la planification forestière. La distribution des classes de diamètres à 1.30 m est un indicateur important intervenant dans l'étude structurale de la végétation, sa tendance évolutive et sa dynamique de régénération. Les diamètres ont été estimés à partir des valeurs de circonférence pour les individus de très faibles tailles.

Les résultats de l'étude sont essentiellement montrés sous forme de graphiques pour chacune des deux stations étudiées.

Tableau 15 : Distribution des arbres par classe de diamètre dans la station de Tiffrit

Classe de diamètre	Petit bois	Bois moyen	Gros bois	Très gros bois	Total
diamètre	7,5-22,5 cm	22,5-42,5 cm	42,5-62,5 cm	Supérieur à 62,5 cm	/
Nombre de pieds	5	14	20	81	120
Pourcentage (%)	4%	12%	17%	67%	100%



Figure 19 : vue générale de la station de Tiffrit

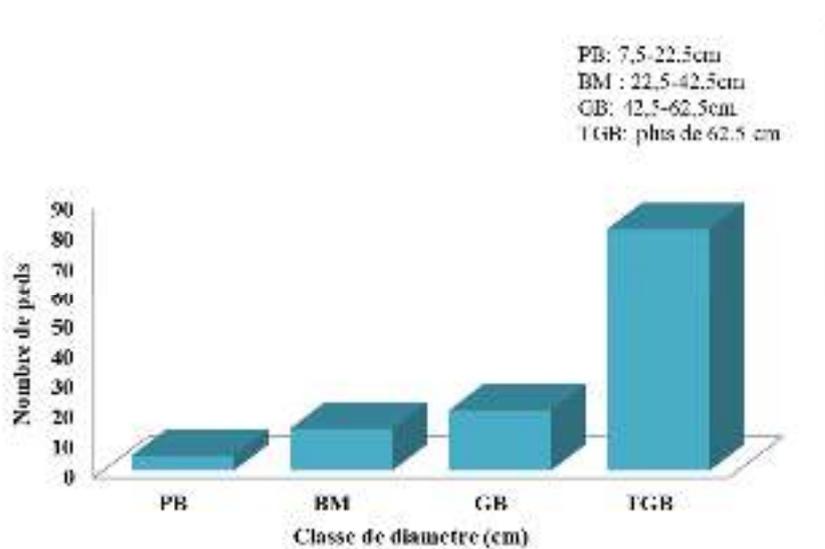


Figure 20 : Distribution des arbres par classe de diamètre dans la station Tiffrit

Tableau 16 : Distribution des arbres par classe de diamètre dans la station de Vieux de Saida

Classe de diamètre	Petit bois	Bois moyen	Gros bois	Très gros bois	Total
diamètre	7,5-22,5 cm	22,5-42,5 cm	42,5-62,5 cm	Supérieur à 62,5 cm	
Nombre de pieds	103	46	8	3	160
Pourcentage (%)	64%	29%	5%	2%	100%



Figure 21 : vue générale de la station de Vieux de Saida

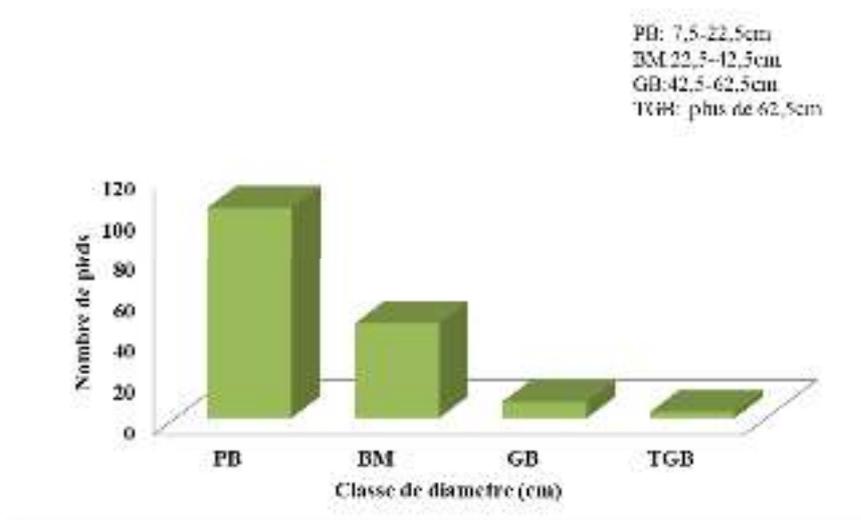


Figure 22 : Distribution des arbres par classe de diamètre dans la station de Vieux de Saida

I.2.1. Le diamètre de l'arbre

Le diamètre des sujets de pistachier d'Atlas varie entre un minimum de 0,16 m et un maximum de 1,90m pour le peuplement de Tiffrit, et entre un minimum de 0,09 m et un maximum de 1,00 m pour le peuplement de Vieux de Saida.

La structure du peuplement dans les deux stations est plus ou moins régulière. Cette structure est définie par un aspect homogène des dimensions des arbres. Cette homogénéité peut également se caractériser par une majorité d'arbres dans une ou deux classes de diamètre.

La distribution des arbres par classes de diamètre observées dans la station de Tiffrit, montre une prédominance des individus de catégorie de très gros bois (> 62,5 cm) soit 67% du peuplement, ceci est expliqué par l'humidité favorable et un sol profond (BENARADJ, 2017). Il s'agit là d'une confirmation du vieillissement du peuplement. Les individus de catégorie petit bois (7,5-22,5 cm) sont quasiment absents (moins de 5%), la deuxième et la troisième catégorie (22,5-42,5cm) et (42,5-62,5cm) représentent respectivement 12% et 17% du total de peuplement. Donc une structure avec domination de très gros diamètre indiquant une faible régénération.

Au contraire, la station de Vieux de Saida présente une distribution régulièrement décroissante, indique l'importance majeure d'individus de diamètres faibles, appartenant à la catégorie de petit bois (7.5 à 22.5cm) qui représente 64% du peuplement, La répartition des arbres montre une distribution en « L » ou « J inversé » avec une maîtrise des individus de petit diamètre traduisant une structure régulière du peuplement de *Pistacia atlantica* dans cette zone.

Les catégories de gros bois et très gros bois sont faiblement représentées 5% et 2% respectivement du total d'individus. En contrepartie, nous sommes en présence de peuplement jeune. Cette structure montre que la station dispose de plusieurs tiges d'avenir pour assurer sa reconstitution.

Les peuplements réguliers sont composés d'arbres d'une même espèce et de même âge. Ils peuvent être issus de plantation ou de régénération naturelle. (JARRET, 2004)

I.3. La structure verticale

La structure verticale traduit la distribution des individus par classes de hauteur. Les résultats obtenus de la distribution des arbres par classes de hauteur sont essentiellement présentés sous forme de graphiques pour chacune des deux stations étudiées.

Tableau 17 : Distribution des arbres par classe de hauteur dans la station de Tiffrit

Classes de hauteur	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4	Classe 5	Total
Hauteur	1-3 m	3-5 m	5-7 m	7-9 m	Plus de 9 m	
Nombre de pieds	0	4	19	22	75	120
Pourcentage (%)	0%	3%	16%	18%	63%	100%

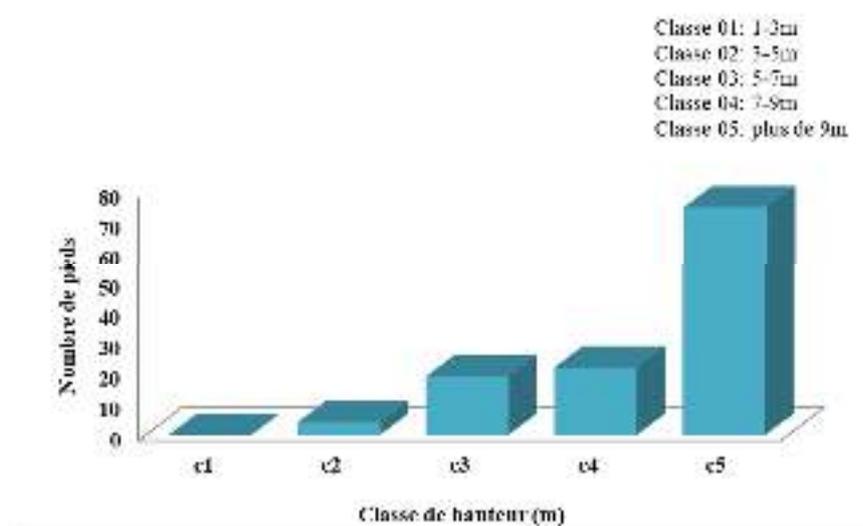


Figure 23 : Distribution des arbres par classe de hauteur dans la station de Tiffrit

Tableau 18 : Distribution des arbres par classe de hauteur dans la station de Vieux de Saida

Classes de hauteur	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4	Classe 5	Total
Hauteur	1-3 m	3-5 m	5-7 m	7-9 m	Plus de 9 m	
Nombre de pieds	94	38	12	9	7	160
Pourcentage (%)	59%	24%	10%	4%	3%	100%

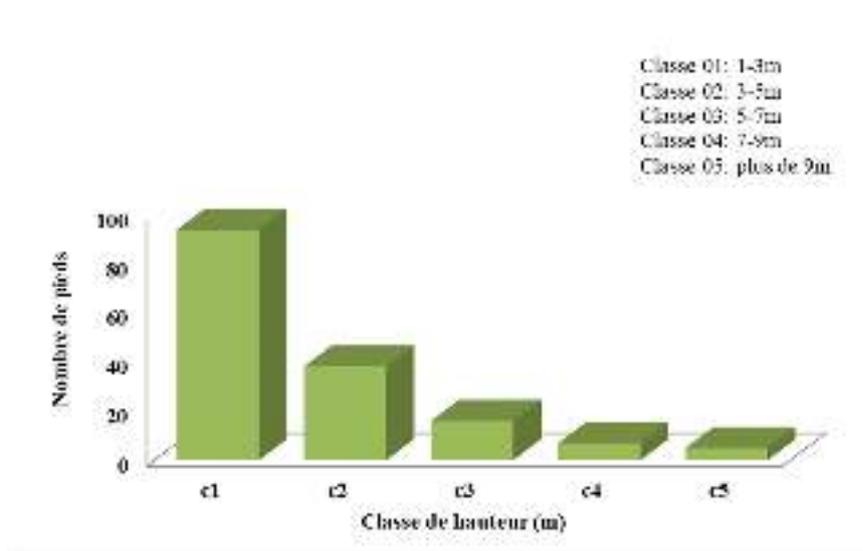


Figure 24 : Distribution des arbres par classe de hauteur dans la station de Vieux de Saida

I.3.1. La hauteur de l'arbre

La hauteur totale des sujets de pistachier d'Atlas varie entre un minimum de 4,5 m et un maximum de 17,8 m pour le peuplement de Tiffrit, et entre un minimum de 1,90 m et un maximum de 15,90 m pour le peuplement de Vieux de Saida.

Les résultats obtenus de la distribution des arbres par classes de hauteurs dans la station de Tiffrit, nous montre que la structure est homogène, c'est à dire une majorité d'arbres dans une ou deux classe de hauteurs. L'essentiel des ligneux est mieux présenté et groupé dans la classe 5 (plus de 9m) , c'est la classe la plus dominante , elle représente 63% du total des individus recensés dans cette zone , la troisième et la quatrième classe sont moins représentées 16% et 18% respectivement. La classe 2 [3-5m]ne représente qu'un faible pourcentage ne dépassant pas les 3% du total du peuplement. L'absence de la première classe de hauteur [1-3m]rend cette structure perturbée, de ce fait cette forêt n'est pas équilibrée. La structure en «J» du peuplement met donc en évidence la limitation de la régénération et la maturation de notre peuplement.

La station de Vieux de Saida présente une structure en «L» ou «J inversé» marquant une importance relative d'individus jeunes, caractéristique du peuplement à fort potentiel de régénération. Le graphique ci-dessus permet de retenir :

La classe de hauteur 1 [1-3m [représente la 1^{ère} place avec 59% soit 94 individus du total du peuplement ; Par ailleurs 24% du peuplement inventorié appartient à la classe de hauteur [3-5m [; Un pourcentage faible des hauteurs de la troisième classe [5-7m [soit 10% du total du peuplement ; La quatrième et la cinquième classe sont quasiment absent (moins de 5%). Ces résultats nous permettent de déduire que les pourcentages des classes de diamètre diffèrent d'une station à une autre. Cela est dû essentiellement à plusieurs facteurs tels que l'anthropisation (surpâturage, défrichage), la diversité des unités géomorphologique, topographique, climatique et hydrologique, aux caractéristiques pédoclimatiques, etc.

I.4. Corrélations entre le volume, diamètre et la hauteur des arbres

Des tests de corrélations de Pearson ont été appliqués entre diamètres, hauteurs et volume des arbres d'un peuplement dans les deux stations.

Les données dendrométriques effectuées sur terrain ont été traitées statistiquement, où nous avons réalisé des corrélations entre ; diamètre/hauteur, diamètre/volume, hauteur/volume, afin de déterminer les relations entre ces différents paramètres ; en conséquence chercher les fluctuations intra-population et les conditions de croissance.

Tableau 19 : Corrélations entre les différents paramètres dendrométriques

	Hauteur totale		Volume	
	Tiffrit	Vieux de Saida	Tiffrit	Vieux de Saida
D_{1,30}	0,57	0,77	0,84	0,89
Volume	0,53	0,70		

Les coefficients de corrélations obtenues sont tous supérieurs à 0.5 ; des liaisons très hautement significatives et positives existent entre ces variables.

Relation diamètre /hauteur totale

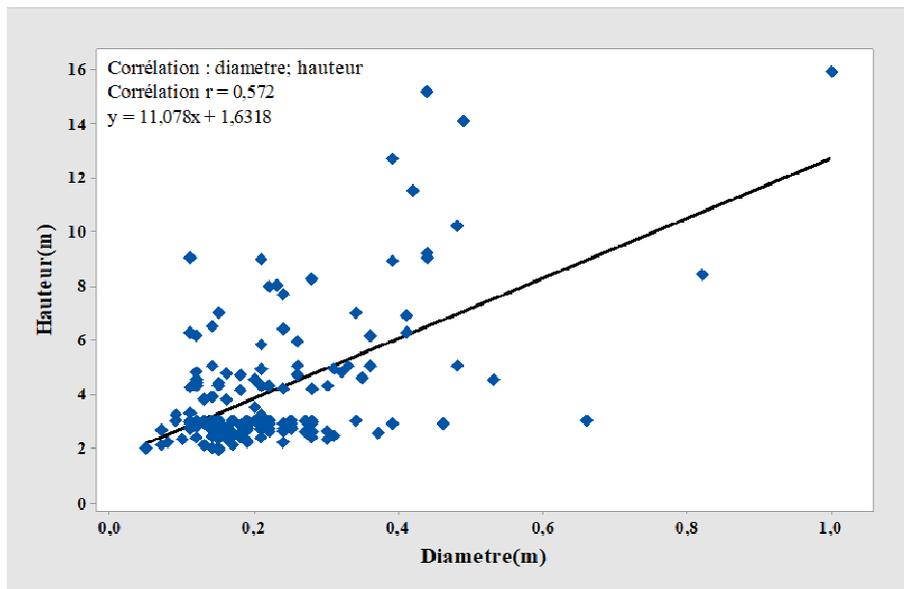


Figure 25 : Corrélation diamètre/ hauteur du Pistachier d'Atlas dans la station de Tiffrit

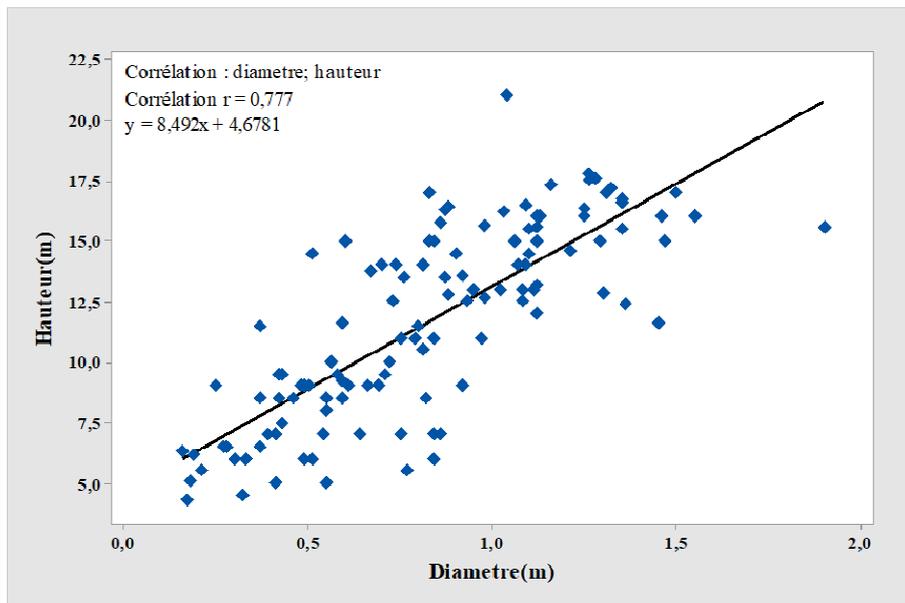


Figure 26 : Corrélation diamètre/ hauteur du Pistachier d'Atlas dans la station de Vieux de Saida

Le coefficient de corrélation déterminant la relation entre la hauteur totale et le diamètre à 1,30m des arbres du Pistachier d'Atlas 0,57 dans la station de Tiffrit ; et 0,77 dans celle de Vieux de Saida.

Relation diamètre /volume

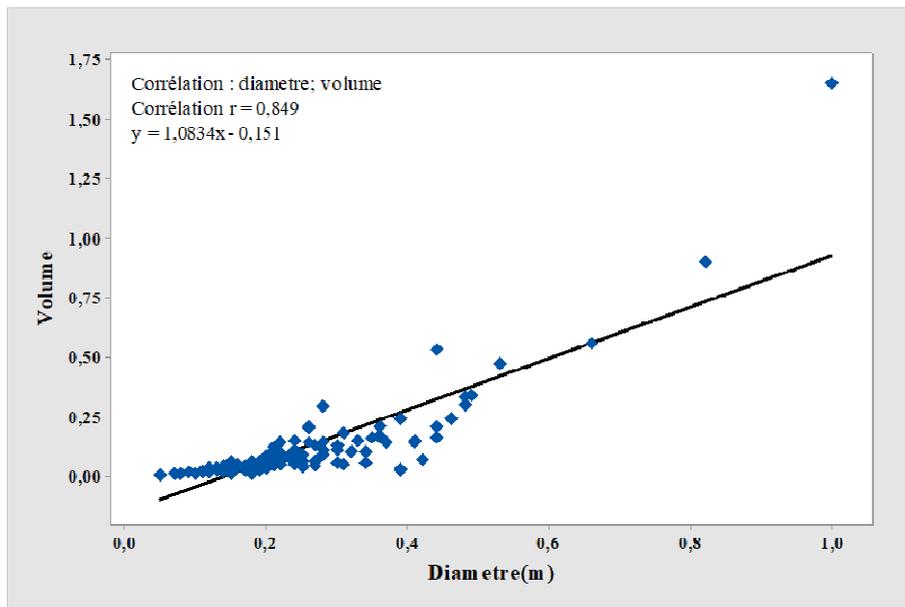


Figure 27 : Corrélation diamètre/volume du pistachier d'Atlas dans la station de Tiffrit

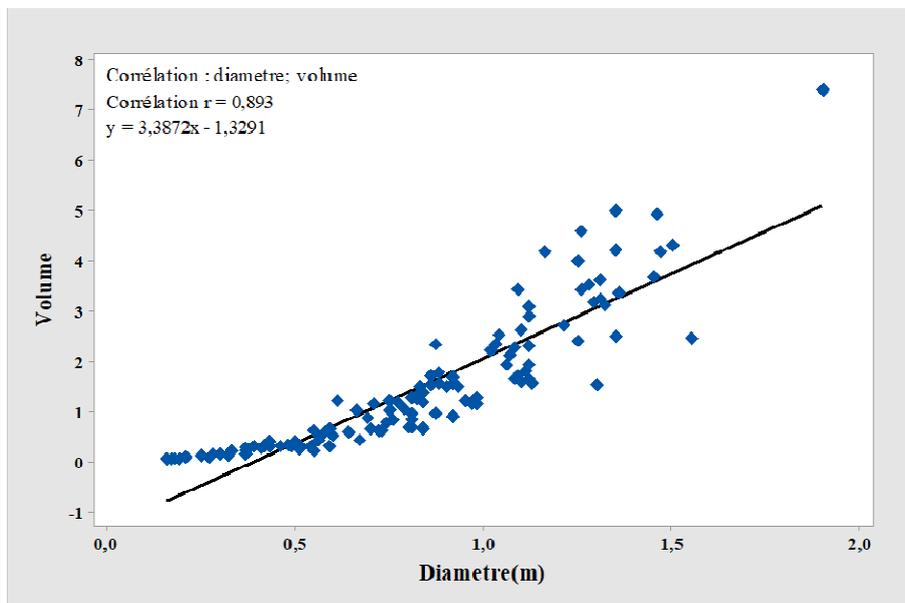


Figure 28 : Corrélation diamètre/volume du pistachier d'Atlas dans la station de Vieux de Saida

Le volume des arbres présente une corrélation très hautement significative positive avec le diamètre à 1,30 m, 0,84 dans la station de Tiffrit à un seuil de confiance égale à 95 % ; Ainsi les volumes des arbres sont corrélés à 0,89 avec le diamètre dans la station de Vieux de Saida c'est-à-dire il ya une augmentation du volume avec l'augmentation de diamètre.

Relation hauteur /volume

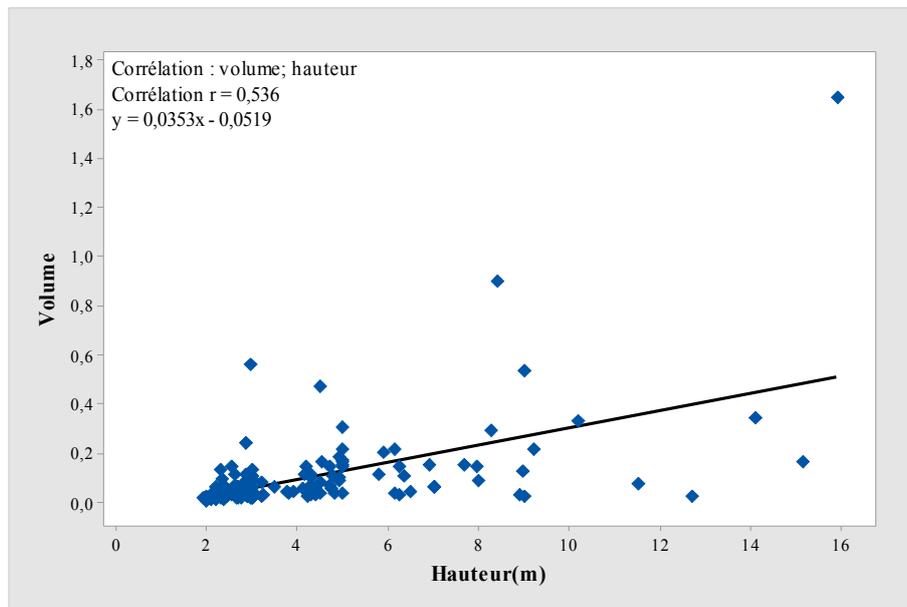


Figure 29 : Corrélation hauteur/volume du Pistachier d'Atlas dans la station de Tiffrit

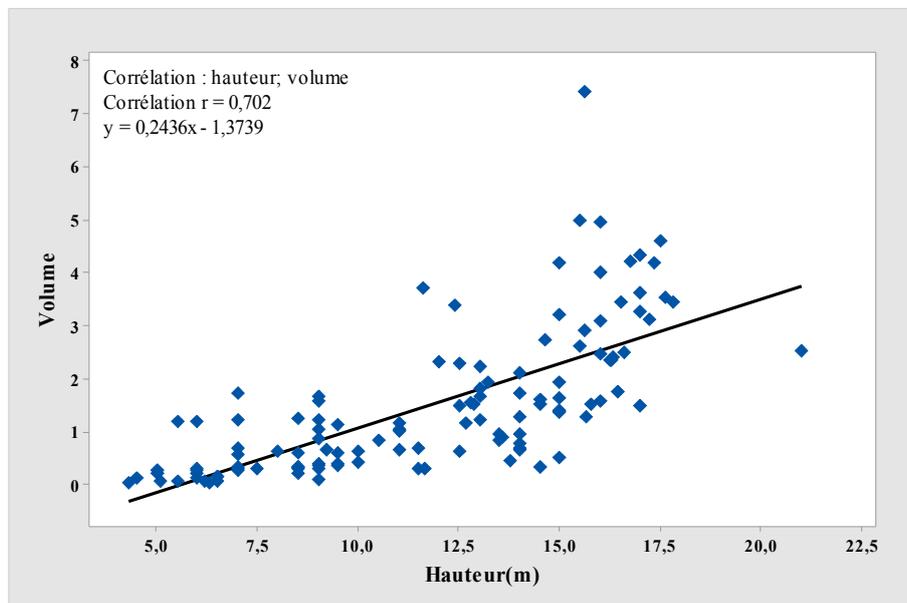


Figure 30 : Corrélation hauteur/volume du Pistachier d'Atlas dans la station de Vieux de Saïda

Les figures illustrent parfaitement l'existence d'une relation significative entre le volume et la hauteur totale. Ces résultats sont confirmés par la valeur élevée du coefficient de corrélation qui s'étale de 0.53 à 0.70 pour les deux peuplements. L'étude statistique entre les paramètres (hauteur, diamètre, et volume) montre qu'il y a une bonne corrélation entre ces variables, par conséquent il y a une augmentation du volume avec l'augmentation de la hauteur ou du diamètre de l'arbre.

I.5. Densité du peuplement

L'étude dendrométrique permettra la détermination de la structure des arbres et l'estimation de la densité, cette dernière correspond au nombre d'arbres sur une surface donnée (SYLVAIN, 1996).

La prospection de terrain confirme le caractère hors forêt du Pistachier de l'Atlas. En effet, il est très rare qu'il se rencontre en peuplement clair ou dense. Au contraire, il se trouve majoritairement isolé ou en peuplement épars.

La densité de Pistachier d'Atlas se présente avec 7pieds/ha dans la station de Vieux de Saida, et avec 5pied/ha dans la station de Tiffrit. Selon BOUDY (1955), plus une région forestière est sèche (étage climatique aride ou semi-aride) plus la densité de ses peuplement est réduite, en raison que les racines ont besoin d'un espace vital considérable pour puiser de l'eau du sol.

I.6. Âge estimatif des peuplements à Pistachier de l'Atlas

Il faut signaler qu'il est difficile de juger l'âge du Pistachier de l'Atlas avec les procédés ordinaires (comptage de cernes). Une prospection préliminaire par l'utilisation de la croissance moyenne est de l'ordre de 4mm au rayon par an (MONJAUZE, 1968 ; MANSOUR, 2011). C'est à partir de cet ordre de grandeur que nous avons évalué l'âge des classes.

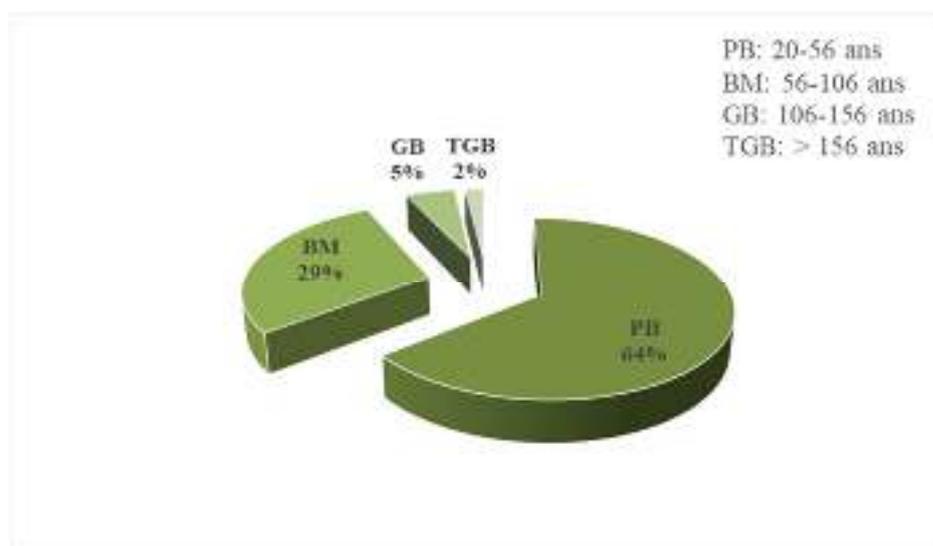


Figure 31 : Répartition de peuplement du Pistachier d'Atlas selon l'âge dans la station de Vieux de Saida

L'âge approchant de la classe très petit bois (perchis <7,5cm) est d'environ 20 ans. La prédominance de la classe petit bois [7,5- 22,5cm [dans la station de Vieux de Saida qui représente 64% du total de peuplement montre qu'il ya une régénération importante durant ces dernière années, Cette classe correspond à un âge de 20-56 ans.

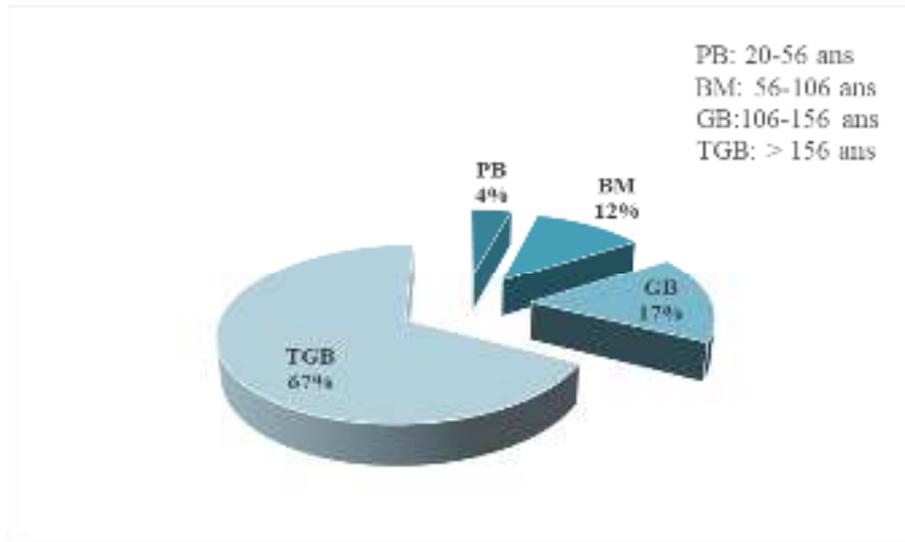


Figure 32 : Répartition de peuplement du Pistachier d’Atlas selon l’âge dans la station de Tiffrit

Ce peuplement est caractérisé par la dominance des individus qui appartient à la classe de très gros bois (67%) qui correspond à un âge supérieur à 156 ans.

Les sujets jeunes des deux classe, petit bois et bois moyen ne représentent que 16% de la totalité du peuplement ce qui permet de dire que le Pistachier de l’atlas recule en nombre et rétrécit en superficie à travers les générations. En réalité, cette situation rend compte de la difficulté de reproduction de l’espèce. Il est à noter que le vieillissement des peuplements de Pistachier de l’Atlas se présente puisque les proportions des jeunes sujets y est faible et ne varient que dans de faibles intervalles.

Le Pistachier de l’Atlas est une espèce à croissance juvénile très lente dans les conditions naturelles d’aridité endémique de son aire de distribution. Il est un taxon pérenne, rustique et endémique qui peut vivre plusieurs siècles en s’adaptant parfaitement aux conditions édaphique et climatique contraignantes de son habitat (BOUDOUAYA et al., 2015).

I.7. Type de peuplement

Dans l’ensemble, le Pistachier de l’Atlas se présente principalement en peuplement pur au niveau de la Région Ouest. Les sujets à l’état pur représentent 82% de l’ensemble des peuplements, ce qui s’explique principalement par (B.N.E.D.E.R, 2015) :

- L’état isolé et/ou épars de l’espèce dans une grande proportion
- La dominance des grandes étendues occupées par le Pistachier de l’Atlas au sud où le cortège floristique est rare ou pratiquement absent.

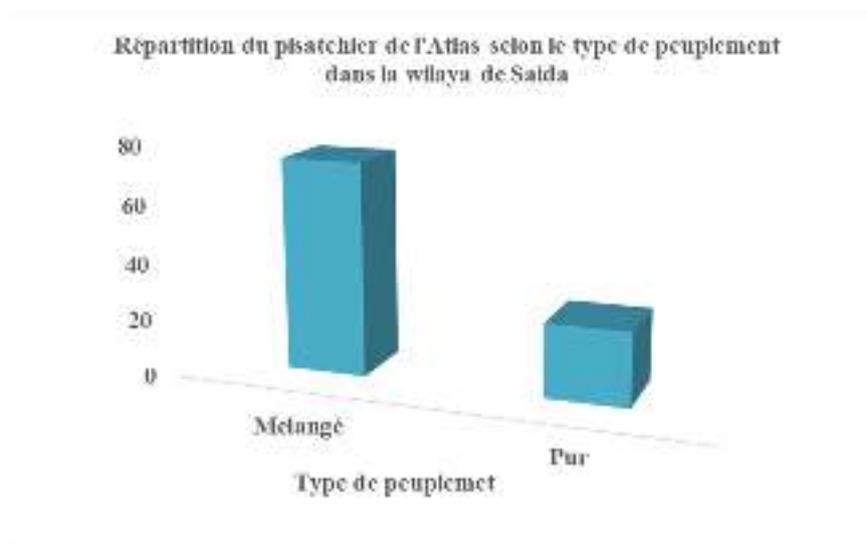


Figure 33 : Répartition du Pistachier de l'Atlas selon le type de peuplement dans la wilaya de Saida

En revanche, dans les wilayas du Nord-Ouest comme ce sont les peuplements mélangés qui dominant, parfois de façon très marquée le cas de la wilaya de Saida.

Seulement 25,57% des superficies occupées par le Pistachier se trouve à l'état pur et le reste se trouve en peuplement mélangé (76,69%) en présence d'essences forestières ou d'agriculture.

Conclusion

Le Pistachier de l'Atlas constitue un patrimoine hors forêt important, compte parmi les espèces arborées peuplant les contrées arides et semi-arides du Nord de l'Afrique (**QUEZEL et SANTA, 1963**). C'est une espèce endémique figure parmi les plantes non cultivées protégées en Algérie.

L'évaluation de ces formations d'arbres hors forêts est rendu difficile par leur hétérogénéité. En effet, elles sont souvent dispersées et parfois situées dans des sites peu accessibles de plus que la distribution de la ressource elle-même et sa dynamique sont hétérogènes.

Le Pistachier de l'Atlas est un grand arbre, présentant une silhouette impressionnante à l'âge adulte, avec une cime volumineuse et arrondie. Il peut atteindre 17m de hauteur dans la station de Tiffrit ; Alors la hauteur des pieds de Pistachier de l'Atlas au niveau de la station Vieux de Saida peut atteindre 15m. Par conséquent la hauteur moyenne des sujets de Pistachier de l'Atlas ne dépasse pas les 12m. D'après **PARDE et al., (1987)**, la hauteur moyenne d'un peuplement dépend de trois facteurs : l'espèce, l'âge et la station.

L'analyse de la répartition des peuplements à Pistachier de l'Atlas en fonction des paramètres dendrométriques (hauteur et diamètre des arbres) montre une différence significative entre les deux stations dont les classes d'hauteur et celles de diamètre, dépend également de l'action de l'homme et son cheptel.

II. La régénération naturelle

II.1. Introduction

La régression d'année en année du couvert végétal des zones arides et semi-arides, qui représente le tiers de la surface du globe, est alarmante.

La régénération naturelle est un paramètre primordial dans le rajeunissement, le renouvellement et finalement la pérennité d'un peuplement forestier. C'est le meilleur remède en cas de destruction pouvant résulter de l'action humaine (surexploitation, pâturage abusif, pollution, feu) ou des incidents naturels (sécheresse, froid, ravageurs). C'est pourquoi la capacité de régénération naturelle d'une espèce forestière est toujours prise en compte dans les projets forestiers. Elle dépend de plusieurs facteurs qui agissent sur la fructification, la germination et la viabilité des plantules (**EZZAHIRI et al., 1994**).

Deux composantes majeures dans la régénération : « La fructification, la production et la germination de la graine » et « l'installation et le maintien des semis ». (**LE POUTRE, 1966**)

Pour que la régénération soit efficace, il est impératif que la production de graines coïncide avec des conditions notamment climatiques (humidité) favorables à la germination, au développement et à la survie des semis. Cette coïncidence est fort aléatoire (**KHANFOUCI, 2005**).

II.2. Problématique

L'aire de répartition de plusieurs espèces risque de se réduire de plus en plus. C'est le cas du Pistachier de l'Atlas. À l'heure actuelle, les ressources génétiques du Pistachier de l'Atlas sont sérieusement menacées pour diverses raisons. En Afrique du Nord, la menace provient principalement de la conjonction de deux phénomènes tels que La dégradation par le surpâturage (ébranchage excessif, tassement du sol) et l'occurrence, suite au changement climatique mondial, de période de sécheresse de plus en plus longue qui compromet sa régénération naturelle (**ZAAFOURI et CHAIEB, 1999 ; HARFOUCHE, 2005**).

La régénération naturelle de Pistachier de l'Atlas reste l'un des problèmes majeurs qui préoccupent les spécialistes et représente un obstacle face à la réhabilitation des superficies habitées jadis par les peuplements de cette espèce. Elle reste aléatoire et difficile du fait notamment :

- De la dormance des graines qui est due principalement à la dureté des valves et l'imperméabilité de l'endocarpe à l'eau et par conséquent elle empêche la poussée racinaire (**BASKIN et al., 2000**)

- Des facteurs d'ordre anthropozoïque, notamment le surpâturage, les défrichements responsables de la déprédation des jeunes plants et de la disparition du couvert végétal accompagnateur.

II.3. Enquête sur terrain

La régénération du Pistachier de l'Atlas se fait naturellement par la germination de ses graines. L'estimation de la régénération naturelle sur terrain a été basée sur l'abondance ou l'absence de jeune pousse.

L'investigation sur terrain a montré que le taux de régénération est variable d'une station à l'autre, une nette différence entre les deux stations a été observée.

Tableau 20 : Le taux de régénération dans les deux stations.

Stations	Tiffrit	Vieux de Saida
Nombre de sujets de pistachier	120	160
Nombre de sujets de diamètre <20cm	5	78
Taux de régénération	4,16%	48,75%

Selon (B.N.E.D.E.R, 2015), La wilaya de Saida affiche un état de régénération des moins satisfaisants. (11,20%) de l'aire attribuée au Pistachier de l'Atlas, il n'y a pas de signe de régénération. Dans les cas où celle-ci est observée, elle est généralement faible (61,70% de l'aire). Elle est moyenne à importante à travers une proportion de cette aire de l'ordre de (15,69%), (11,40%) respectivement.

Le taux de régénération naturelle au sein des peuplements à Pistachier de l'Atlas dans la station de Vieux de Saida peut atteindre 50%, le Pistachier de l'Atlas est intégré à l'arboretum, où il s'est développé à côté des autres espèces à la faveur des conditions idéales offertes par l'arboretum.

En revanche Le peuplement à Pistachier de l'Atlas de la station Tiffrit présente en générale peu d'individus en régénération soit 4,16% du total, cette situation reflète convenablement l'existence d'un peuplement perturbée. Ce qui est confirmée par la structure diamétrique du peuplement. Suivant nos enquêtes sur terrain, cette situation est due notamment à l'intensification de la pression humaine (surpâturage).

II.3.1. Germination

La régénération par semence se trouve très réduite du fait que la semence du Bétoum est trop huileuse pour pouvoir se conserver longtemps dans la nature, elle ne peut garder son pouvoir germinatif plus d'un printemps (MONJAUZE, 1980). Le pourcentage de germination des graines atteint dans quelque essai est de 20% et ce puisque la plus part des graines sont vides. (AIT RADI, 1979)

La germination de la graine est souvent médiocre en pépinière et nécessite des traitements stimulateurs (scarification chimique ou physique). Dans la nature, les graines germent aisément ; leur passage dans le tube digestif d'animaux consommateurs doit favoriser leur germination (HARFOUCHE, 2005). Mais les exigences propices pour la germination des graines telle que la fraîcheur, aération et sable ou litière, sont des paramètres difficiles à les assembler. Suivant la prospection du terrain, on note la présence des régénérations importante sur les lits d'oued de la station de Vieux de Saida, ou les graines peuvent trouver un environnement favorisant leur germination. Dont l'eau abondante et la couche importante de la litière assure proprement la germination et la pénétration rapide de la semence dans le sol (Fig.34).

Le pacage incessant des troupeaux dans la station de Tiffrit, ne prélève pas seulement les semis et les jeunes plants, mais il tasse aussi le sol et forme une couche de battance. De ce fait le sol devient mal aéré, compact avec une infiltration d'eau de pluie très limitée (LETREUCH-BELAROUCI, 2009). Par suite, le taux de germination des graines est diminué dont les conditions sont inconvenable.

DOORENBOS (1965), d'après lui «la phase juvénile est caractérisée, outre ses particularités morphologiques, par sa grande potentialité de former des racines adventives et l'impossibilité qu'elle manifeste de former des fleurs». Le Pistachier de l'Atlas est une espèce à croissance juvénile très lente dans les conditions naturelles d'aridité endémique de son aire de distribution (HARFOUCHE, 2005). De ce fait le rôle de son espèce nurse (*Ziziphus lotus*) est considérable dans la protection des jeunes plants durant la phase juvénile par la création d'un microclimat.

II.3.2. Pression anthropique

La vocation de la station Tiffrit est à caractère agro-pastorale. Elle inclut une population riveraine avec un cheptel important. Ce cheptel est constamment à la recherche d'une alimentation fourragère qu'il ne trouve que dans l'espace forestier et pré-forestier. De ce fait, les principaux facteurs de dégradation sont relatifs au pratiques culturales, à savoir ; le défrichement et le pâturage.



Figure 34 : Régénération du Pistachier de l'Atlas dans la station de Vieux de Saïda

Ces facteurs d'ordre anthropique touchent sérieusement le peuplement de Pistachier de l'Atlas en empêchant la régénération naturelle et le développement des jeunes pousses menaçant, à long terme la perpétuité de l'espèce.

Dans les portions méridionales de la région méditerranéenne, les phénomènes de modification voire de disparition des paysages arborés resteront liés infiniment plus sous la dépendance des impacts anthropiques, que d'éventuelles modifications climatiques (QUÉZEL, 1999).

En Algérie, les éleveurs préconisent le pâturage libre du bétail, sans limitation de la densité de charge et sans clôtures (MONTERO et CANELLAS, 1998). Le surpâturage est généralement considéré comme une cause essentielle de la dégradation des écosystèmes naturels (LE HOUÉROU, 1968). Effectivement, nos forêts sont souvent sollicitées par les pasteurs comme source d'appoint pour l'alimentation du bétail. (BENABDELI, 1996)

Les jeunes pousses de Pistachier de l'Atlas sont très appréciées par le cheptel du fait de leur haute valeur fourragère, En effet ; les peuplements de Pistachier de l'Atlas dans la station de Tiffrit sont soumis à une forte pression principalement due au surpâturage, attesté par la présence de l'espèce *Ampelodesma mauritanica* qui est très recherchée par l'élevage bovin et les espèces de dégradation (*Asphodelus microcarpus*, *Genista tricuspidata* Desf.). Le pacage incontrôlé des troupeaux prélève la majorité des glandes qui constituent une grande menace (LETREUCH-BELAROUCI, 2009).

La station de Vieux de Saida constitue un espace protégée, gérée par les services forestier, dont la pression anthropique est faible tel que les défrichements, les coupes de bois et le surpâturage.

MONJAUZE (1968), précise que la régénération du Betoum ne se manifeste le plus souvent que sous abri. Cet abri peut être offert par n'importe quelle végétation broussailleuse suffisamment dense, comme les touffes d'*Asparagus stipularis*, *Asparagus albus*, *Lycium intricatum* et *Calycotome intermedia*. Dans le sud et dans les plaines cultivées du tell, le seul abri possible est généralement la touffe du jujubier, à condition qu'elle ne soit pas recépée à trop grande fréquence.

La régénération par semis naturel se trouve habituellement à l'abri des touffes de jujubier épineux. Un adage algérien dit « Essedra Om El Betma », ce qui littéralement veut dire « Jujubier Mère du Pistachier » (**HARFOUCHE, 2005**). Cette relation du Pistachier de l'Atlas et Jujubier est nommée « facilitation ». Ce terme désigne toute situation où un végétal favorise l'implantation et le développement d'un autre végétale grâce à des relations interspécifique privilégiées. (**BENARADJ, 2017**)

La régénération a été constatée au niveau de la station de Vieux de Saida. En effet, cette régénération s'effectue à l'intérieur des jujubiers (*Ziziphus lotus*), dont il est l'hôte classique qui assure au semis une protection contre le pâturage et la gelée (**LAGHA, 1993**). Elle a lieu aussi dans des zones clôturée (Fig.35), où l'accès de cheptel est impossible, sans défense par le jujubier.



Figure 35 : Régénération du Pistachier de l'Atlas dans la station de Vieux de Saida

Ce qui confirme que le *Ziziphus lotus* assure la protection des semis et des jeunes plants du Pistachier de l'Atlas contre le surpâturage qui est la principale cause de dégradation de cette ressource dans notre zone d'étude. Pendant la croissance de pistachier précisément lorsque le houppier est très volumineux, le pistachier rentre en concurrence mortel avec le Jujubier. Il se traduit par une régression lente du jujubier jusqu'à la disparition totale de ce dernier (**MANSOUR, 2011**). On peut attribuer la responsabilité de la faible régénération naturelle de Pistachier de l'Atlas de la station Tiffrit à l'absence du *Ziziphus lotus*, ou les semis et les jeunes plants sont exposés au pacage abusif.

Le surpâturage est le fléau majeur des pays de la rive sud de la méditerranéen. Tout le monde s'accorde pour dire que le parcours abusif est l'un des plus importants facteurs de dégradation de toutes les formations forestières en Afrique du Nord (**MEDJAHDI, 2010**). Il entraîne des conséquences graves à la fois mécaniques (tassement du sol) et écologique ; modification de la composition floristique des groupements végétaux et la régression de certains taxons voire même leur disparition (**BOUAZZA et BENABADJI, 1998**).

Le défrichage, en effet cette opération de déforestation des forêts, est sensé répondre à un besoin en terres d'agriculture cultivable, néanmoins, ceci provoquant ainsi un déséquilibre écologique pour l'écosystème forestier, ce qui est en soit une menace pour l'existence d'espèces animales et végétales. (**MATE, 2000**)

Le défrichage permet aux riverains dans la station de Tiffrit l'exploitation du sol à usage agricole, souvent de manière épisodique. Cette pratique, bien qu'illicite, est assez répandue parmi les éleveurs qui tentent de profiter des conjonctures pluviales favorables pour produire une partie des besoins fourragers de leurs troupeaux. Par conséquent il freine la régénération des sujets en attaquant les jeunes plants et la végétation d'accompagnement.

Le pistachier d'Atlas est un taxon en voie d'extinction sous l'effet d'une pression anthropozoïque, menaçant sa pérennité. Il fait partie des essences forestières en danger (**AMARA, 2014**). En zones arides, le Pistachier de l'Atlas se rencontre en association avec le *Ziziphus lotus* L. La régénération au sein du peuplement est assurée grâce au *Ziziphus lotus* qui protège les jeunes plants du pâturage. Les peuplements de Pistachier de l'atlas dans la station de Vieux de Saida sont peu soumis à la pression anthropique, Alors que dans la station de Tiffrit ils sont fortement soumis à une pression principalement due au surpâturage, parfois associé au défrichage et à la difficulté d'installation des semis.

III. Approche germinative du Pistachier de l'Atlas

III.1. Introduction

Le reboisement de Pistachier de l'Atlas et son extension se heurtent à des obstacles de plusieurs ordres. Le surpâturage, le vieillissement des arbres porte graines, les maladies parasitaires aussi que les insectes ravageurs, la mauvaise conduite des plants en pépinière sont les principaux facteurs influençant la productivité et la résilience de cette espèce.

A cet égard, le développement des plantations du Pistachier de l'Atlas 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.

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 et stratifier au froid humide pour faciliter, à l'intérieur des semences, le passage de l'eau, nécessaire pour la germination qui est généralement aisée bien qu'elle soit très liée à la provenance des semences et à leur qualité. (ALETA *et al.*, 1997).

Du point de vue physiologique, la germination est un processus qui traduit le passage de la vie ralentie d'une graine à sa vie active dans les conditions optimales de germination. La germination d'une graine est définie comme étant la somme des événements qui commencent avec l'imbibition et se termine par l'émergence d'une partie de l'embryon, généralement la radicule, à travers les tissus qui l'entourent (BEWLEY, 1997).

III.2. Effet du prétraitement sur la germination

III.2.1. Matériel et méthodes

III.2.1.1. Matériel végétal utilisée

Il s'agit des graines de Pistachier d'Atlas à maturité complète d'un seul écotype (provenance de Vieux de Saida, wilaya de Saida), récoltées auprès des sujets adultes lors des sorties sur terrain, avec les caractéristiques suivantes (Tab.21).

Tableau 21 : Caractéristiques des graines de Pistachier de l'Atlas

Espèce	Diamètre (mm)	La longueur (mm)	La couleur
Pistachier de l'Atlas	4	6	Vert

III.2.1.2. Préparation des graines

Après élimination du mésocarpe qui est considéré comme un inhibiteur de la germination (BENMAHIOUL et al., 2010). Les graines ont été désinfectées à l'hypochlorite de sodium (NaClO) à 8% pendant 5 minutes pour empêcher la multiplication des micro-organismes. Ensuite elles sont rincées à l'eau distillée.



Figure 36 : Graines du Pistachier de l'Atlas

III.2.1.3. pouvoir de germination des graines

Les graines de *Pistacia atlantica* sont caractérisées par des enveloppes durs rendant difficile, voire impossible leur germination. Donc, dans le but de faciliter la germination de l'embryon, nous avons fait porter aux graines les prétraitements suivants :

- **T0** : Lot témoin (aucun traitement).
- **T1** : Trempage dans l'eau tiède pendant 24 h.
- **T2** : Trempage dans l'eau ordinaire pendant 48 h.
- **T3** : Trempage dans l'eau chaude pendant 24 h.
- **T4** : Trempage dans l'acide sulfurique pur (98%) pendant 15 min.
- **T5** : Trempage dans l'acide sulfurique pur (98%) pendant 30 min.
- **T6** : Trempage dans l'acide sulfurique pur (98%) pendant 60 min.
- **T7** : Scarification mécanique des graines.

Ils sont répartis en lots de 10 graines et mises à germer dans des boîtes de pétri de 9 cm de diamètre, tapissé de deux couches de papier absorbant à raison de trois répétition pour chaque prétraitement.

Les tests de germination ont été effectués dans une étuve obscure réglée à 25°C et les graines sont dénombrées quotidiennement, l'émergence de la radicule étant l'indicateur de la germination.

III.2.2. Résultats et discussion

La figure 37, illustrant les variations des taux de germination en fonction des différents prétraitements étudiés durant 30 jours. La scarification mécanique des graines permet d'avoir des taux de germinations élevés comparativement au témoin et aux autres prétraitements. L'eau chaude n'a donné aucune amélioration de taux de germination des graines, ils ont enregistré un taux de germination nul.

Les essais sur la germination des graines ont montré l'effet bénéfique de certains prétraitements sur l'amélioration de leur capacité germinative.

D'après les résultats obtenus, il paraît le rôle de la scarification chimique et mécanique pour lever l'inhibition tégumentaire des graines. La scarification mécanique (T7), permet d'atteindre le taux de germination le plus élevé (100%). nos résultats corroborent ceux de **OUKARA et al., (2017)**, qui a signalé un taux de germination élevé de 93% obtenu par scarification mécanique. Selon **AHOTON et al., (2009)**, la scarification mécanique entraîne l'imbibition rapide du tégument des graines et l'entrée d'eau dans les réserves ce qui permet la sortie rapide de la radicule et le déclenchement des réactions métaboliques de l'embryon et des cotylédons.

De même, la scarification chimique des graines par trempage dans une solution d'acide sulfurique pendant 15 min, 30 min et 60 min (T4, T5, T6) donne un taux de germination important soit respectivement 47%, 55%, 70%. La durée d'immersion dans l'acide sulfurique est différente selon les espèces (**ALETA et al., 1997**). La scarification chimique a permis le dépérissement des téguments des graines en favorisant la germination. Le rendement de l'acide sulfurique pour lever l'inhibition tégumentaire avait été prouvée par plusieurs auteurs (**JAOUADI et al., 2010**). Mais il faut faire très attention avec la scarification chimique qui peut conduire à un éclatement artificiel des semences lesquelles, après traitement, ne seront pas capables de germer (**ALETA et al., 1997**). L'utilisation de cet acide sur les graines suivi du rinçage à l'eau est un événement fortement exothermique, il se produit une brusque et importante variation de température au niveau du téguments. En effet, ce choc thermique ajoute à l'action de l'acide facilite vraisemblablement les modifications physiques nécessaires à l'initiation de l'imbibition. L'acide sulfurique provoque la germination de toutes les graines au même moment, fait très important pour des études in vitro car la population de plantules ainsi obtenue, est alors d'une remarquable homogénéité. (**VOGT et PALMA, 1991**)

Comparativement au témoin, le trempage des graines dans l'eau tiède pendant 24 heures a amélioré la germination des graines. Effectivement, ce traitement a donné un taux de germination de 40 % contre seulement 30% marqué avec le lot témoin (lot sans aucun prétraitement). **ALETA et al., (1997)** signalent que le taux de germination des différentes espèces du genre Pistacia dépend largement de l'espèce.

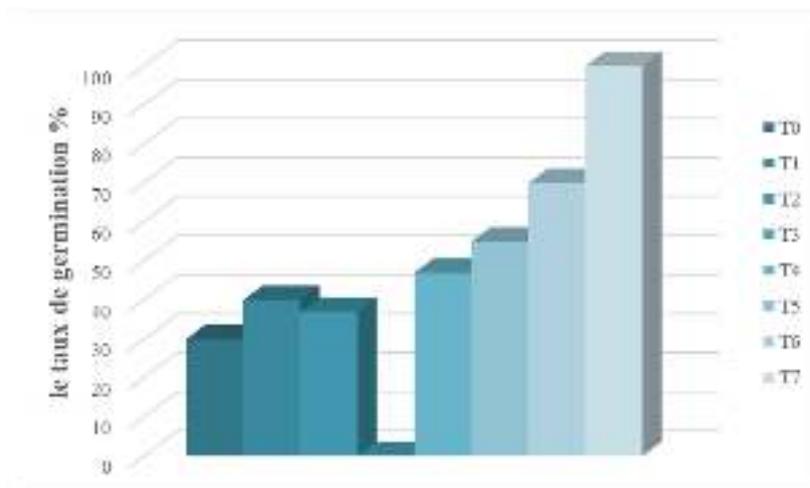


Figure 37 : Taux de germination (%) des graines soumis à différents prétraitements

Les graines trempées dans l'eau ordinaire atteignent 37 %, leur taux de germination reste plutôt faible par rapport aux graines qui ont subi une scarification mécanique ou chimique. Cela est dû au fait que le trempage dans l'eau ordinaire n'a pas une influence apparente sur le taux de germination.

La scarification chimique à l'acide sulfurique pendant 60 min et la scarification mécanique ont permis d'enregistrer les meilleurs taux de germination. Ces prétraitements peuvent être recommandés afin d'assurer une production rapide, homogène et massive des plantules de Pistachier de l'Atlas pour son utilisation éventuelle dans les programmes de reboisement en zones arides et semi-arides.

III.3. Effet du stress salin sur la germination

Les écosystèmes arides et semi arides constituent environ 2/3 de la surface du globe terrestre (**AIT BELAID, 1994**). Dans ces écosystèmes, marqués par des sécheresses rigoureuses et fréquentes, la salinisation des sols se manifeste comme l'un des principaux facteurs limitant le développement des plantes. La recherche des espèces adaptées à la salinité à potentialités économiques et ou / écologique, est un enjeu fondamental pour l'exploration des écosystèmes salins. Donc le choix d'une espèce tolérante à la salinité et à l'aridité est un moyen efficace pour pallier à ces contraintes.

III.3.1. Matériel et méthodes

Cet essai a porté sur des graines de Pistachier de l'Atlas récoltées dans la province de Vieux de Saida (Saida) à étage bioclimatique semi-aride. Dès leurs utilisations, les graines ont subi une scarification mécanique. Elles sont ensuite désinfectées à l'hypochlorite de sodium (NaClO) à 8% pendant 5 minutes. Par la suite elles sont rincées à l'eau distillée et mises à germer dans des boîtes de Pétri tapissées de papier filtre. Les graines sont imbibées par des solutions de NaCl à différentes concentrations (2.5, 5, 7.5, 10, 12.5, 15, 20, 25g /l) avec un témoin. Chaque essai porte sur 30 graines, soit 3 répétitions de 10 graines par boîte de Pétri.

La germination est faite dans un incubateur avec une température constante de 25°C. L'évolution de la germination est suivie chaque jour durant un mois, Une graine a été considérée germée lorsqu'il y a eu émergence de la radicule.

III.3.2. Résultats et discussion

La salinité agit sur la germination des graines en ralentissant sa vitesse, ce qui expose les semences aux risques de NaCl, en diminuant plus au moins son taux, ainsi il réduit l'utilisation des réserves nutritives des graines (**AHMAD et BANO, 1992**).

Selon **MONDAL (1988)**, la salinité affecte la germination par une faible hydratation des réserves nutritives et une diminution de l'activité des enzymes impliqués dans la germination des graines (**DUBEY et RANI, 1995**).

Le taux de germination des graines diminuent au fur et à mesure que la dose de NaCl augmente. On constate un ralentissement du processus de germination en fonction de l'augmentation de la salinité. En effet, lorsque le stress est modéré (2.5, 5, 7.5 g/l), les graines montrent un taux de germination qui n'est pas significativement différent par rapport au témoin. Or, lorsque l'intensité du stress est élevée (10 g/l jusqu'à 25g/l), les graines sont affectées et montrent un taux de germination différent de celui du témoin (Fig.38).

Le taux de germination des graines issues du traitement témoin est de l'ordre 100%, elle chute à 24% pour le traitement T6 (15g/l). Lorsque la concentration saline est de 20g/l (T7), le taux de germination devient plus faible de l'ordre de 8%, ce taux de germination devient nul à partir de la concentration T8 (25g/l).

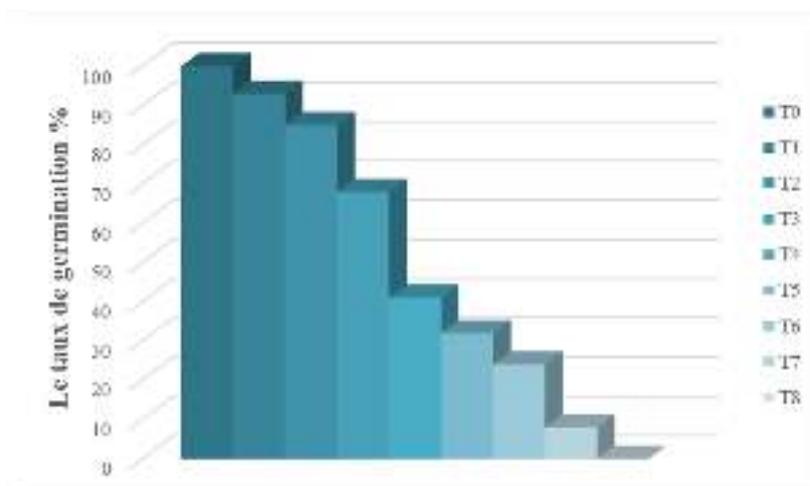


Figure 38 : Taux de germination des graines de pistachier de l'Atlas soumises à différentes concentrations en NaCl

On constate que les différentes concentrations saline ont un effet considérable sur le taux de germination. Les résultats obtenus montrent nettement que les graines du Pistachier de l'Atlas germent mieux en absence du sel ou dans un milieu à faible concentration en NaCl (2.5, 5, 7.5g/l). **OUKARA (2014)**, rapporte que la germination des graines du pistachier de l'Atlas est inhibée dès que la concentration en NaCl dépasse 30 g/l.

Conclusion

L'efficacité des méthodes du prétraitement utilisées pour la levée de la dormance des graines, dépendent de la nature du tégument de la graine et de l'origine climatique de la plante (**GUERROUJ, 2015**). Les graines du Pistachier de l'Atlas ont présenté des réactions variables en fonction des prétraitements employés. Les résultats obtenus ont permis de faire ressortir que la scarification mécanique constitue une méthode efficace permettant la levée de l'inhibition tégumentaire affectant les graines de Pistachier de l'Atlas et par conséquent le déclenchement de la germination. Ainsi la scarification chimique par acide sulfurique a donné un taux significatif de germination. Cependant, le trempage à l'eau bouillante, n'a aucun effet sur la germination des graines.

Ces résultats permettent d'appréhender le processus de la régénération naturelle par semis. Ils contribuent évidemment dans le cadre de la préservation du taxon étudiée et dans l'amélioration de la production des plants pour encourager le reboisement par cette espèce dans les stations les plus sévères.

IV. Étude de la végétation

IV. 1. Introduction

La flore algérienne a été estimée à environ 3139 espèces en 1962 par QUÉZEL et SANTA, parmi laquelle 700 espèces sont endémiques à l'Algérie. Selon OZENDA (1964), la végétation est définie comme un ensemble de plante réuni dans une même station par suite d'exigences écologique identique ou voisines.

La végétation permet de caractériser l'état d'un écosystème et de mettre en évidence ses modifications naturelles ou provoquées (BLANDIN, 1986), car elle est la meilleure résultante du climat et des sols (OZENDA, 1986), le nombre d'espèces dans un tapis végétal donne une indication sur la richesse ou sur la diversité biologique de cette communauté.

Il est donc utile de s'interroger sur les conséquences que pourraient affecter le matériel biologique à la faveur des perturbations écologiques susceptibles de se manifester dans un avenir proche, afin d'en évaluer l'impact et éventuellement, de prendre les décisions conservatoires qui pourraient s'imposer (QUÉZEL, 2000)

Selon DAHMANI (1997), l'analyse de la richesse floristique des différents groupements, de leurs caractères biologiques et chronologiques permettrait de mettre en évidence leur originalité floristique, leur état de conservation et leur valeur patrimoniale.

IV.2. La richesse floristique

La richesse floristique est une notion qui rend compte de la diversité de la flore, c'est-à-dire du nombre de taxons inventoriés, dans la station examinée ; dans la théorie générale de la diversité biologique, développée par l'écologue britannique HILL, il s'agit du nombre de diversité d'ordre zéro (DAGET et POISSONET, 1991). La richesse floristique n'implique aucun jugement de valeur sur la production ou les potentialités de la végétation ; en d'autres termes, la richesse floristique est indépendante de la richesse de la végétation (DAGET et POISSONET, 1991). Cette classification range les richesses floristiques dans l'ordre suivant :

- raréfiée, lorsqu'elle a moins de 5 espèces
- très pauvre, entre 6 et 10 espèces
- pauvre, entre 11 et 20 espèces
- moyenne, entre 21 et 30 espèces
- assez riche, entre 31 et 40 espèces
- riche, entre 41 et 50 espèces

- très riche, entre 51 et 75 espèces
- particulièrement riche, au-dessus de 75 espèces

Elle correspond à la réalisation d'un inventaire floristique, cette étape est basée sur un recensement des espèces caractéristique le cortège au sein des peuplements à Pistachier de l'Atlas

Le cortège floristique varie d'un site à l'autre en fonction de divers facteurs notamment les conditions climatiques et anthropiques. Encore, cette variation s'opère-t-elle de façon assez marquée avec la latitude qui détermine des étages bioclimatiques différenciés, de moins en moins favorables du Nord vers le Sud.

Une richesse du cortège floristique dans la composition avec 96 espèces qui accompagne les groupements à Pistachier de l'Atlas ; la station de Tiffrit présente selon la classification de Daget et Poissonet une flore assez riche ; alors la station du Vieux de Saida présente une flore très riche ; En matière des facteurs qui interviennent dans la richesse en espèces végétales ; la présence des espèces comme *Pistacia atlantica* et *Ceratonia siliqua* constitue le témoin d'un passé plus humide. (KAABACHE, 2003).

IV.3. Caractérisation systématique

L'analyse des relevés floristique nous a permis de déterminer les nombres de présence des familles, genres et espèces pour la station étudiée (Tab.22) et (Fig.39) l'identification des taxons a été faite à partir du catalogue des plantes vasculaires du Nord du Maroc de **VALDÉSet al.(2002)**, la flore du Sahara **OZENDA, (1977)**, et la flore de **QUEZEL ET SANTA (1962-1963)** ; cette dernière reste encore, le seule recours des botanistes algériens. En effet, depuis la dernière flore parue pour l'Algérie en 1962-1963 aucune mise à jour n'a été tentée depuis, malgré les énormes évolutions qui marquent la botanique ses dernières années et l'intérêt de plus en plus grandissant pour la connaissance de la biodiversité. On peut ajouter à cela les grands changements qui ont touché les milieux naturels algériens, les changements climatiques et l'effet de serre qui risquent d'affecter la chorologie de nombreuses espèces. La flore algérienne a beaucoup changé. On risque fort de ne jamais revoir certains taxons, comme on peut observer d'autres nouveaux taxons (**MEDJAHDI, 2010**) ; la répartition des familles dans la zone d'étude est hétérogène.

Tableau 22 : Composition en familles, genres et espèces de la flore.

Famille	Genres	Espèces	Famille	Genre	Espèces
ANACARDIACEAE	2	3	MALVACEAE	1	1
APOCYNACEAE	2	2	MORACEAE	1	1
ARACEAE	1	1	MYRTACEAE	1	1
ASPARAGACEAE	1	1	OLEACEAE	2	2
ASPHODELACEAE	1	1	ORCHIDACEAE	1	1
ASPLENIACEAE	1	1	OXALIDACEAE	1	1
ASTERACEAE	16	16	PALMAE	1	1
BORAGINACEAE	2	2	PAPAVERACEAE	1	1
BRASSICACEAE	3	4	PINACEAE	1	1
CARYOPHYLLACEAE	1	1	PLANTAGINACEAE	1	1
CHENOPODIACEAE	1	1	POACEAE	5	6
CISTACEAE	1	1	PRIMULACEAE	1	1
CONVOLVULACEAE	1	1	RANUNCULACEAE	1	1
CRASSULACEAE	2	2	RESEDACEAE	1	2
CUPRESSACEAE	3	3	RHAMNACEAE	1	1
EUPHORBIACEAE	2	2	ROSACEAE	1	1
FAGACEAE	1	2	RUBIACEAE	1	1
GERANIACEAE	2	2	SALICACEAE	1	1
HYACINTHACEAE	2	3	SCROPHULARIACEAE	1	1
JUNCACEAE	1	1	SMILACACEAE	1	1
LAMIACEAE	6	6	TAMARICAEAE	1	1
LEGUMINOSAE	6	6	UMBELLIFERAE	5	5
LILIACEAE	1	1	URTICACEAE	1	1

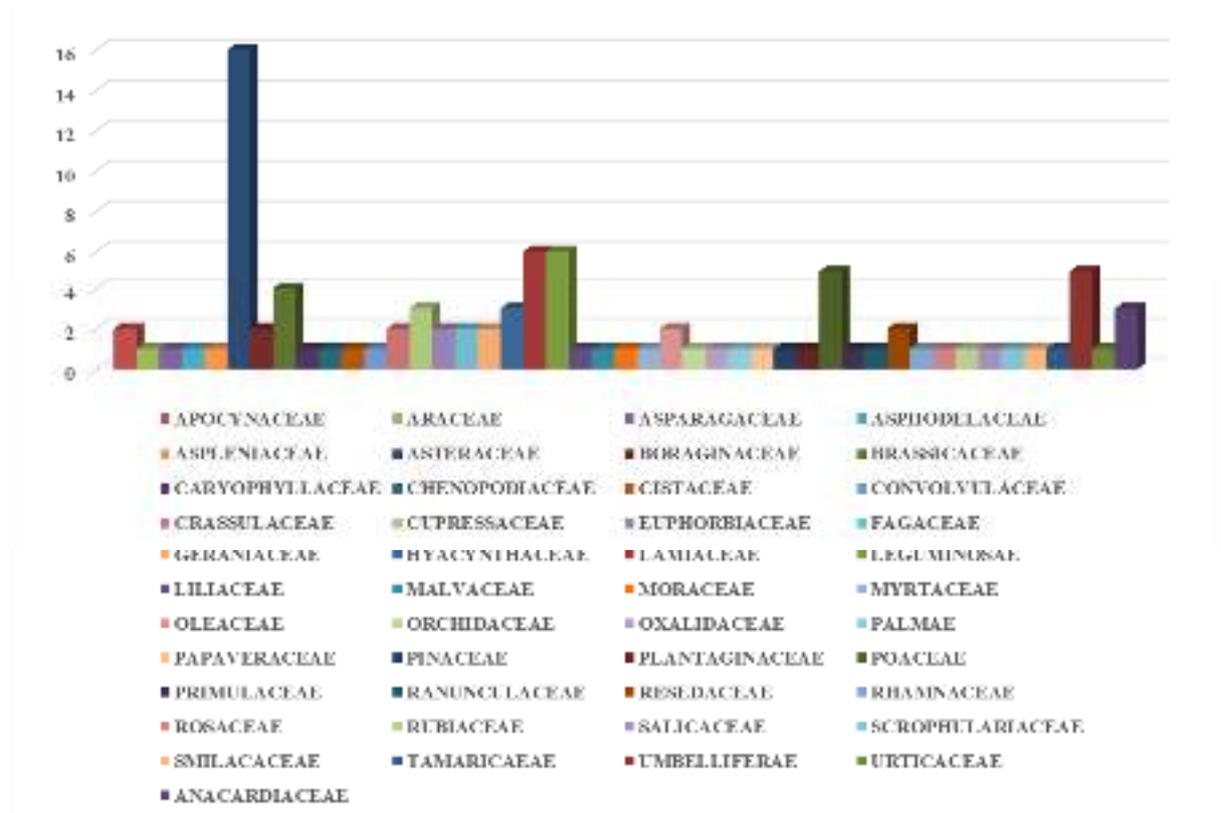


Figure 39 : Répartition des familles botanique de la flore (station de Tiffrit et Vieux de Saïda)

Les 96 espèces recensées dans la zone étudiée se répartissent en quarante-six familles, dont les plus riches, sont les Asteraceae avec 16 taxons soit un taux de 16,84%, les Leguminosae, les lamiaceae et les Poaceae avec 6 taxons chacune soit 6,31%, et les Umbelliferae (5 taxons) soit 5,26% de la totalité des taxons. Ces 6 familles détiennent presque 50% de la richesse floristique de station. Et arrivent ensuite les Brassicaceae avec 4 taxons, les Hyacinthaceae les Cupressaceae et les Anacardiaceae avec 3 taxons. Les autres familles se présentent avec un faible nombre d'espèces a très faible et qui sont généralement mono générique et parfois même mono spécifique tel que les Fagaceae, les Geraniaceae, les Euphorbiaceae, les Crassulaceae, les Boraginaceae, les Oleaceae, les Smilacaceae, les Primulaceae, les Convolvulaceae, et les Asphodelaceae. La dominance des Asteraceae, des Leguminosae, et des Poaceae est accordée au pourcentage élevé des Thérophytes, En revanche la dominance des Lamiaceae est accordée au Chaméphytes.

I. ANACARDIACEAE

1. *Pistacia atlantica* L.
2. *Pistacia lentiscus* L.
3. *Schinus molle* L.

II. APOCYNACEAE

4. *Matelea reticulata*
5. *Nerium oleander* L.

III. ARACEAE

6. *Arisarum vulgare* Targ. Tozz.

IV. ASPARAGACEAE

7. *Asparagus acutifolius* L.

V. ASPHODELACEAE

8. *Asphodelus microcarpus*

VI. ASPLENIACEAE

9. *Asplenium ceterach* L.

VII. ASTERACEAE

10. *Anthemis arvensis* L.
11. *Bellis sylvestris* Cirillo
12. *Calendula arvensis* L.
13. *Carduus intermedia* (Mutel)
14. *Carlina gummifera* L.
15. *Centaurea involucreta* Desf.
16. *Cirsium Acarna* L.
17. *Crepis* sp
18. *Hypochoeris glabra* L.
19. *Lactuca seriola* L.
20. *Matricaria chamomilla*
21. *Pallenis cuspidata* ssp
22. *Scolymus hispanicus* L.
23. *Senecio vulgaris* L.

24. *Silybum marrianum* L.

25. *Sonchus asper* (L.) Hill.

VII. BORAGINACEAE

26. *Anchusa azurea* Mill

27. *Cynoglossum* sp

IX. BRASSICACEAE

28. *Alyssum parviflorum* FISCH
29. *Lobularia maritima* (L.) Desv.
30. *Sinapis alba* Subsp.
31. *Sinapis arvensis* L.

X. CARYOPHYLLACEAE

32. *Silene secundiflora* Otth.

XI. CHENOPODIACEAE

33. *Chenopodium album* L.

XII. CISTACEAE

34. *Cistus salvifolius* L.

XIII. CONVULVULACEAE

35. *Convolvulus tricolor* L.

XIV. CRASSULACEAE

36. *Sedum sediforme* PAU
37. *Umbilicus rupestris* (Salisb.) Dandy

XV. CUPRESSACEAE

38. *Cupressus sempervirens* L.
39. *Juniperus oxycedrus* L.

40. *Tetraclinis articulata* VAHL.

XVI. EUPHORBIACEAE

41. *Euphorbia helioscopia* L.
42. *Mercurialis annua* L.

XVII. FAGACEAE

43. *Quercus ilex* L.

44. *Quercus coccifera*

XVIII. GERANIACEAE

45. *Geranium molle* L.

46. *Erodium cicutarium* L.

XIX. HYACINTHACEAE

47. *Ornithogalum sessiliflorum* Desf.

48. *Muscari comosum* (L.) Mill

49. *Muscari racemosum* L.

XX. LAMIACEAE

50. *Ballota hirsuta* Benth.

51. *Lamium amplexicaule* L.

52. *Marrubium vulgare* L.

53. *Rosmarinus officinalis* L.

54. *Salvia argentea* L.

55. *Thymus ciliates* DESF

XXI. LEGUMINOSAE

56. *Astragalus sesameus* L.

57. *Calycotome spinosa* L.

58. *Ceratonia siliqua* L.

59. *Genista tricuspidata* Desf.

60. *Hippocrepis multisiliquosa* L.

61. *Trifolium campestre*

XXII. LILIACEAE

62. *Urginea fugax* (Moris) Steinh.

XXIII. MALVACEAE

63. *Malva sylvestris* L.

XXIV. MORACEAE

64. *Ficus carica* L.

XXV. MYRTACEAE

65. *Eucalyptus globulus* Labill.

XXVI. OLEACEAE

66. *Fraxinus angustifolia*

67. *Olea europea* L.

XXVII. ORCHIDACEAE

68. *Ophrys lutea* (Cav)

XXVIII. OXALIDACEAE

69. *Oxalis corniculata* L.

XXIX. PALMAE

70. *Chamaerops humilis* L.

XXX. PAPAVERACEAE

71. *Papaver rhoeas* L.

XXXI. PINACEAE

72. *Pinus halepensis* Mill.

XXXII. PLANTAGINACEAE

73. *Plantago albicans* L.

XXXIII. POACEAE

74. *Ampelodesma mauritanica* Poir.

75. *Bromus rubens* L.

76. *Bromus sterilis* L.

77. *Hordeum murinum* Subsp.

78. *Stipa tenacissima* L.

79. *Phalaris paradoxa* L.

XXXIV. PRIMULACEAE

80. *Anagalis foemina* Mill.

XXXV. RANUNCULACEAE

81. *Adonis arvensis* L.

XXXVI. RESEDACEAE

82. *Reseda alba* L.

83. *Reseda luteola* L.

XXXVII. RHAMNACEAE

84. *Ziziphus lotus* (L.) Lam

XXXVIII. ROSACEAE

85. *Prunus amygdalus* Stoker

XXXIX. RUBIACEAE

86. *Galium Valantia* Weber

XL. SALICACEAE

87. *Populus alba* L.

XLI. SCROPHULARIACEAE

88. *Veronica Cymbalaria* Bodard

XLII. SMILACACEAE

89. *Smilax aspera* L.

XLIII. TAMARICAEAE

90. *Tamarix africana* Poiret

XLIV. UMBELLIFERAE

91. *Daucus carota* L.

92. *Ferula communis* L.

93. *Foeniculum vulgare*

94. *Smyrniium olusatrum* L.

95. *Thapsia garganica* L.

XLV. URTICACEAE

96. *Urtica dioïca*

IV.4. Les types biologiques

Les milieux méditerranéens sont, par définition, caractérisés par une forte variation saisonnière. Pour les différents types de végétation, des critères de regroupement des espèces peuvent être fondés sur les stratégies utilisées pour leur survie durant la période défavorable. (**MEDJAHDI, 2010**)

Selon **POLUNIN (1967)**, Les types biologique d'une plante est la résultante, sur la partie végétative, de tous les processus biologique, y compris ceux qui sont modifiés par le milieu pendant la vie de la plante et ne sont pas héréditaires. Ils pouvaient nous donner des renseignements sur l'influence du milieu, ou nous informe sur les conditions locales.

La classification des types biologiques de **RAUNKIAER (1905-1934)** est basée sur la localisation des bourgeons de rénovation par rapport à la surface du sol durant la mauvaise saison (qui peut être la saison froide dans certaines zones ou la saison sèche dans les autres). Dans les régions méditerranéennes, la période critique n'est plus l'hiver mais la saison sèche (**OZENDA, 1982**).

Les différents types biologiques renseignent ainsi sur les formes de croissance et donc sur la réponse des végétaux aux conditions locales de milieu et de perturbation. Le type biologique n'est cependant pas un caractère indissociable de l'espèce (**RAUNKIAER, 1934**).

La classification d'une plante dans un type plutôt que dans un autre n'est pas évidente : en outre le caractère tranché inhérent à tout système de classification, l'observation sur le terrain a montré que le type biologique d'une même plante peut changer selon le climat, ce qui implique que les types biologiques doivent être notés tels qu'ils sont dans la végétation étudiée (**KAABACHE, 1995**). Le cas de nombreuses Hémicryptophytes qui, sous climat aride, se comportent en Thérophytes.

Par ailleurs *Stipa tenacissima*, dans les Hautes Plaines et l'Atlas Saharien en Algérie, se présente souvent comme un Hémicryptophytes en sous-bois de matorral mais un géophyte en steppe aride (**AIDOU, 1989**).

ROMANE (1987), recommande l'utilisation des spectres biologiques en tant qu'indicateurs de la distribution des caractères morphologiques et probablement des caractères physiologiques.

Comme les types biologiques sont conditionnés par les facteurs du milieu, c'est la dominance de l'un ou l'autre qui permet de donner le nom à la formation végétale. Celle-ci est donc

l'expression physiologique, reflète les conditions de milieu. Les types biologiques constituent des indices de la stratégie de vie des espèces (KÆCHLIN, 1961).

Le dénombrement des espèces par types biologiques a été effectué sur la totalité des espèces inventoriées dans la station étudiée. La concomitance de nombreux types biologiques, dans une même station, accentue sans doute une richesse floristique stationnelle, favorisée par l'importance que les espèces annuelles peuvent prendre en zone aride certaines années favorables (FLORET et PONTANIER, 1982).

Selon les conditions de milieu, un type biologique prend souvent le pas complètement sur les autres (FLORET et PONTANIER, 1982).

L'Analyse des spectres biologiques vient compléter l'étude taxonomique de la flore. Les représentations graphiques des pourcentages du nombre d'espèces exprimées en fonction de leur type biologique (Fig.40) donnent une idée de la structure de la végétation dans les stations étudiées. Ce spectre montre l'existence d'une hétérogénéité des espèces au niveau de l'aire du pistachier de l'Atlas.

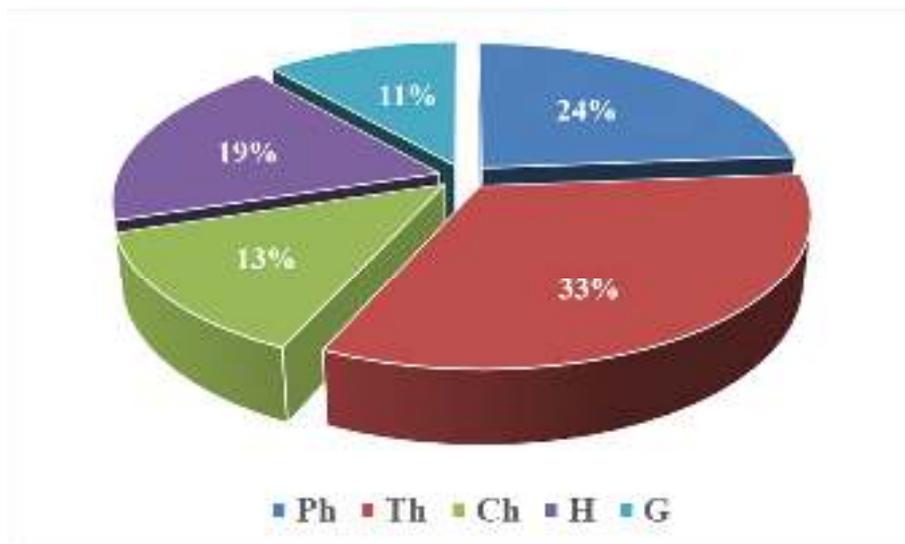


Figure 40 : Spectres biologiques de la zone étudiée (Vieux de Saida et Tiffrit)

Légende : Ph. Phanérophytes, Th. Thérophytes, Ch. Chaméphytes, H. Hémicryptophytes, G. Géophytes.

L'analyse des spectres biologiques montre que les Thérophytes occupent la part la plus importante, avec un taux de 33% (32 espèces) de la végétation étudiée, suivie par les Phanérophytes, les Hémicryptophytes, les Chaméphytes et les Géophytes. Le schéma de la répartition des types biologiques est comme suit :

Th > Ph > H > Ch > G

FLORET et PONTANIER (1982), indiquent que plus un système est influencé par l'homme (surpâturage, culture), plus les Thérophytes y prennent de l'importance. Cette richesse en Thérophytes est une caractéristique des zones méditerranéennes et arides où domine un fort stress hydrique (**DAGET, 1980 ; MADON et MÉDAIL, 1996 ; BOUGHANI, 2009**).

Le taux de Thérophytes et son augmentation dans le temps pourrait servir d'indicateur d'aridification des conditions climatiques et d'ouverture du milieu (**GRIME, 1977**).

Le phénomène de Thérophytie est considéré par **DAGET (1980)** comme une stratégie d'esquive des périodes défavorables.

BARBÉRO et al. (1990), présentent la « Thérophytie » comme étant une forme de résistance à la sécheresse ainsi qu'aux fortes températures des milieux arides. **AIDOUD (1983)**, souligne que dans les hauts plateaux algériens, l'augmentation des Thérophytes est en relation avec un gradient croissant d'aridité.

Après les Thérophytes, les Phanérophytes sont les mieux représentés avec 23 espèces soit un taux de 24% ; La station de Vieux de Saida constituée un arboretum protégé qui comprend nombreux espèces arborée, Ce qui implique le taux élevés des Phanérophytes ; aussi l'aspect de protection assure l'importance de la strate herbacée et la régénération des espèces. L'importance des Phanérophytes affirme le caractère forestier de la zone d'étude.

Les espèces annuelles sont généralement répandues et apparaissent fréquemment en peuplement. La strate herbacée, suit généralement les rigoles d'écoulement des eaux et s'installe dans les ravines (**POILECOT, 1996**).

Selon **DAHMANI (1997)**, Le nombre des chaméphytes reste toutefois moins important que celui des Thérophytes et des hémicryptophytes sauf en milieu nettement aride.

IV.5. Phytogéographie

La géographie botanique ou la phytogéographie au sens de **POLUNIN (1967)**, comprend non seulement la géographie des plantes prises isolément, et celle des différents types de végétation, mais aussi les causes de leur répartition. Elle devient de plus en plus précise ; la phytogéographie constitue également un véritable modèle pour interpréter les phénomènes de régression (**OLIVIER et al., 1995**). L'importance de la diversité biogéographique de l'Afrique méditerranéenne est expliquée par les modifications climatiques durement subies dans cette

région depuis le Miocène ce qui a entraîné des migrations d'une flore tropicale (**QUEZEL, 1983**).

Deux points de vue restent attachés à cette répartition ; la connaissance des taxons permet de savoir si telle espèce a la chance au succès, si l'on veut l'introduire dans une région autre que son biotope. Et le deuxième se préoccupe de connaître comment une flore s'est développée dans une région au fil des temps, de maîtriser son aire et son comportement vis à vis des facteurs écologiques locaux ; et vu les conditions du milieu qui changent d'une région à une autre à travers les âges ; il y a toujours des sous espèces qui apparaissent (**MOLINIER, 1934**).

La répartition des taxons inventoriés est déterminée à partir de la flore de l'Algérie et des régions désertiques et méridionales de **QUEZEL ET SANTA (1962-1963)** et la flore du Sahara **OZENDA, (1977)**. La végétation au sein des peuplements à *Pistacia atlantica* est constituée par un ensemble hétérogène d'éléments de diverses origines, lié à la diversité des climats et des substrats qu'elle occupe ainsi qu'aux facteurs historiques (**DAHMANI, 2003**).

Tableau 23 : La géographie botanique de la flore

Espèces	Type biogéographique	Signification
<i>Adonis arvensis L.</i>	Méd.	Méditerranéen
<i>Alyssum parviflorum FISCH</i>	Méd.	Méditerranéen
<i>Ampelodesma mauritanica</i>	W. Méd.	Ouest - Méditerranéen
<i>Anagallis foemina Mill.</i>	Sub. Cosmp.	Sub - Cosmopolite
<i>Anchusa azurea</i>	Euro. Méd.	Européen - Méditerranéen
<i>Anthemis arvensis</i>	Méd.	Méditerranéen
<i>Arisarum vulgare targ tozz.</i>	Circum. Méd.	Circum - Méditerranéen
<i>Asparagus acutifolus L</i>	Méd.	Méditerranéen
<i>Asphodelus microcarpus</i>	Canar. Méd.	Canarien - Méditerranéen
<i>Asplenium ceterach L</i>	Méd.	Méditerranéen
<i>Astragalus sesameus L.</i>	W. Méd.	Ouest - Méditerranéen
<i>Ballota hirsuta</i>	Ibéro-Maur	Ibéro Mauritanien
<i>Bellis sylvestris</i>	Circum. Méd.	Circum - Méditerranéen
<i>Bromus rubens L.</i>	Paléo-subtrop.	Paléo - Sub - Tropical
<i>Bromus sterilis L.</i>	Paléo-temp.	Paléo - Tempéré
<i>Calendula arvensis L.</i>	Sub. Méd.	Sub - Méditerranéen

<i>Calycotome spinosa L.</i>	W. Méd.	Ouest - Méditerranéen
<i>Carduus intermedia (Mutel)</i>	End. Alg. Mar.	Endémique - Algéro- Marocaine
<i>Carlina gummifera L.</i>	Méd.	Méditerranéen
<i>Centaurea involucrata Desf.</i>	End. Alg. Mar.	Endémique - Algéro - Marocaine
<i>Ceratonia siliqua L.</i>	Méd.	Méditerranéen
<i>Chamaerops humilis</i>	W. Méd.	Ouest - Méditerranéen
<i>Chenopodium album L.</i>	Cosm.	Cosmopolite
<i>Cirsium Acarna (L.)</i>	Méd.	Méditerranéen
<i>Cistus salvifolius L.</i>	Euras. Méd.	Eurasiatique - Méditerranéen
<i>Convolvulus tricolor L</i>	Méd.	Méditerranéen
<i>Crepis sp.</i>	End.	Endémique
<i>Cupressus sempervirens</i>	Méd.	Méditerranéen
<i>Cynoglossum sp.</i>	Méd.	Méditerranéen
<i>Daucus carota L.</i>	Méd.	Méditerranéen
<i>Erodium cicutarium</i>	Méd.	Méditerranéen
<i>Euphorbia helioscopia L.</i>	Euras.	Eurasiatique
<i>Ferula communis L.</i>	Méd.	Méditerranéen
<i>Ficus carica L.</i>	Méd.	Méditerranéen
<i>Foeniculum vulgare</i>	Méd.	Méditerranéen
<i>Fraxinus angustifolia Vahl</i>	Eur.	Européen
<i>Galium valantia Weber</i>	Méd.	Méditerranéen
<i>Genista tricuspidata Desf.</i>	End. N.A	Endémique - Nord - Africain
<i>Geranium molle L.</i>	Euras.	Euro-asiatique
<i>Hippocrepis multisiliquosa L.</i>	W. Méd.	Ouest - Méditerranéen
<i>Hordeum murinum L.</i>	Circum. Bor.	Circum - Boréal
<i>Hypochoeris glabra L.</i>	End.	Endémique
<i>Juncus acutus L.</i>	Sub-Cosmp.	Sub - Cosmopolite
<i>Juniperus oxycedrus</i>	Atl. Circum. Méd.	Atlantique - Circum - Méditerranéen
<i>Lactuca seriola L.</i>	Paléo. temp.	Paléo - Tempéré
<i>Lamium amplexicaule L.</i>	Euras.	Eurasiatique
<i>Lobularia maritima (L.) Desv</i>	Méd.	Méditerranéen
<i>Malva sylvestris L.</i>	Euras.	Eurasiatique
<i>Marrubium vulgare L.</i>	Cosm.	Cosmopolite

<i>Matelea reticulata</i>	N. Am	Nord-Américain
<i>Matricaria Chamomilla L.</i>	Euras. Macar. Mar.	Eurasiatique - Macaronésien - Marocaine
<i>Mercurialis annua L.</i>	Méd. W.As.	Méditerranéen -Ouest-Asiatique
<i>Muscari comosum (L.) Mill</i>	Méd.	Méditerranéen
<i>Muscari racemosum (L.) Mill.</i>	Euro. Méd	Européen - Méditerranéen
<i>Nerium oleander L</i>	Méd.	Méditerranéen
<i>Olea europea L.</i>	Méd.	Méditerranéen
<i>Ophrys lutea (Cav)</i>	Méd.	Méditerranéen
<i>Ornithogalum sessiliflorum Desf.</i>	End. Alg. Mar	Endémique - Algéro - Marocaine
<i>Oxalis corniculata L.</i>	Cosm.	Cosmopolite
<i>Pallenis cuspidata ssp</i>	Euro. Méd.	Européen- Méditerranéen
<i>Papaver rhoeas</i>	Paléo-temp.	Paléo - Tempéré
<i>Phalaris paradoxa L.</i>	Méd.	Méditerranéen
<i>Pinus halepensis Mill</i>	Méd.	Méditerranéen
<i>Pistacia atlantica Desf</i>	End. N.A	Endémique - Nord-Africain
<i>Pistacia lentiscus L.</i>	Méd.	Méditerranéen
<i>Plantago albicans L.</i>	Méd.	Méditerranéen
<i>Populus alba B.</i>	Paléo-temp.	Paléo - Tempéré
<i>Prunus Amygdalus Stoker</i>	Méd. As.	Méditerranéen-Asiatique
<i>Quercus ilex L.</i>	Méd.	Méditerranéen
<i>Quercus coccifera</i>	W. Méd.	Ouest - Méditerranéen
<i>Réséda alba L.</i>	Euras.	Eurasiatique
<i>Réséda luteola L.</i>	Euras.	Eurasiatique
<i>Rosmarinus officinalis L</i>	Méd.	Méditerranéen
<i>Salvia argentea L.</i>	Méd.	Méditerranéen
<i>Schinus molle</i>	S. Am	Sud-Américain
<i>Scolymus hispanicus L.</i>	Méd.	Méditerranéen
<i>Sedum sediforme (Jacq.) Pau</i>	Méd.	Méditerranéen
<i>Senecio vulgaris L.</i>	Sub. Cosmp.	Sub - Cosmopolite
<i>Silene secundiflora Otth.</i>	Ibéro-Maur.	Ibéro - Mauritanien
<i>Silybum marianum L</i>	Cosm.	Cosmopolite
<i>Sinapis alba L.</i>	Paléo-temp.	Paléo - Tempéré

<i>Sinapis arvensis L.</i>	Paléo-temp.	Paléo - Tempéré
<i>Smilax aspera L</i>	Macar-Méd.	Macaronésien - Méditerranéen
<i>Smyrniium olusatrum L.</i>	Méd.	Méditerranéen
<i>Sonchus asper (L) Vill.</i>	Canar. Méd.	Canarien- Méditerranéen
<i>Stipa tenacissima L</i>	Ibéro-Maur	Ibéro - Mauritanien
<i>Tamarix africana Poiret</i>	W. Méd.	Ouest - Méditerranéen
<i>Tetraclinis articulata(Vahl) Masters</i>	Ibéro-Maur	Ibéro - Mauritanien
<i>Thapsia garganica L.</i>	Méd.	Méditerranéen
<i>Thymus ciliatus Desf.</i>	End. N.A.	Endémique - Nord - Africain
<i>Trifolium campestre Schreb.</i>	Paléo-temp.	Paléo - Tempéré
<i>Umbilicus rupestris</i>	Méd.	Méditerranéen
<i>Urginea fugax (Moris) Steinh.</i>	Canar. Méd	Canarien-Méditerranéen
<i>Urtica dioïca L.</i>	Cosm.	Cosmopolite
<i>Veronica Cymbalaria Bodard</i>	Méd.	Méditerranéen
<i>Ziziphus lotus (L.) Lam</i>	Méd.	Méditerranéen

L'Algérie dans son ensemble est soumise au climat méditerranéen. C'est-à-dire, qu'indépendamment de l'influence anthropozoïque, La répartition de la végétation est liée en premier lieu au climat (BENARADJ, 2017).

Éléments méditerranéens : Une nette dominance des éléments méditerranéens avec un pourcentage important (soit 51,53%) avec 50 espèces, Les éléments méditerranéenne autochtone sont les plus importants (37,11%).suivie par les éléments ouest méditerranéen avec 7espèces, Ibéro - Mauritanien 4 espèces, Circum – Méditerranéen et Sub – Méditerranéen avec 1 espèce, 2 espèces respectivement. Cette distribution confirme l'affinité méditerranéenne de la flore de la région étudiée.

Éléments endémiques : Le taux d'endémisme y est par contre faible (8,24%) avec 8 espèces dont 3 sont endémiques nord-africaines, 2 endémique algériennes et 3 Endémique - Algéro - Marocaine. Sur le plan taxonomique, environ la moitié de la flore endémique algérienne appartiennent à 8 familles seulement ; Astéracées, légumineuses, Lamiacées, Crucifères, Caryophyllacées, Poacées, Umbellifères et Scrofulariacées. L'Analyse phytogéographique permet de constater que les familles représentées par les espèces endémiques sont les Astéracées

avec 4 espèces, les Légumineuses, les Lamiacées, les Hyacinthacées et les Anacardiées avec 1 espèce chacune.

Les Astéracées apparaissent comme étant les plus représentées occupant la première place devant toutes les autres familles.

Eléments septentrional : Les espèces d'affinités septentrionales représentent 16,48 % soit 16 espèces dont 6 espèces appartiennent à l'élément Eurasiatique, 7 espèces appartiennent à élément Paléo – Tempéré et le reste des éléments de cet ensemble (Paléo - Sub - Tropical, Européen, Circum - Boréal) est représenté par une seule espèce.

Eléments à large répartition : Ils regroupent les taxons répandus à l'échelle du monde. Ces espèces correspondent à des éléments de transition entre l'ensemble méditerranéen et les ensembles chorologiques voisins (**GHAZOUALI et DJELLOULI, 2005**).

Cet élément à large répartition occupe une place appréciable dans le cortège floristique au sein des peuplements à Pistachier de l'Atlas. Il représente 23,69% soit 23 espèces dont l'élément le plus important correspond au Cosmopolite, avec 5 espèces suivi par le Canarien-Méditerranéen, Sub - Cosmopolite et Européen- Méditerranéen ; avec 3 espèces chacune. et le reste des éléments occupent une faible participation, mais contribuent à la diversité et la richesse du potentiel phytogéographique de la zone d'étude.

Tableau 24 : Spectre phytogéographique globale de la flore étudiée

Ensembles chorologiques	éléments	Nbr	%
Méditerranéen	Méd.	36	51,53 %
	W. Méd.	7	
	Circum. Méd.	2	
	Sub. Méd.	1	
	Ibéro-Maur.	4	
Endémique	End.	2	8,24 %
	End. Alg. Mar	3	
	End. N.A.	3	
septentrional	Eur.	1	16,48 %
	Euras.	6	
	Paléo-temp.	7	
	Paléo-subtrop.	1	

	Circum. Bor.	1	
Large répartition	Cosm.	5	23,69 %
	Sub-Cosmp.	3	
	Macar-Méd.	1	
	Euro. Méd	3	
	Canar. Méd	3	
	Méd. As.	2	
	N. Am	1	
	Atl. Circum. Méd.	1	
	Euras. Méd.	1	
	S. Am	1	
	Euras. Macar. Mar.	1	

La mise en place des flores d'une région est due à trois actions conjuguées : les changements climatiques, le transport à longue distance par le vent et les oiseaux et les modifications du modèle géographique (**QUEZEL, 1995**).

L'analyse biogéographique des taxons nous a permis, de définir les agents intervenant dans l'installation et la répartition de la flore au sein des peuplements à Pistachier de l'Atlas. Effectivement, la végétation peut se changer d'un peuplement à l'autre en fonction, de la situation géographique, de l'action anthropique et de climat. Ce dernier a une influence prépondérante sur la vie des plantes, tant par la pluviosité que par la température et la lumière.

Le Pistachier de l'Atlas est associé, pratiquement, à tous les milieux naturels. Toutefois, il semble plus présent sur les dayas, les oueds et les versants de montagne. Cette répartition montre que le pistachier de l'Atlas, malgré sa rusticité et sa plasticité, ne se rencontre de façon substantielle que dans les sites les moins accessibles à la présence humaine. Par ailleurs, il privilégie aussi les sites qui offrent encore des conditions de sol et d'humidités convenables à l'image des dayas et des berges et lits d'oueds.

IV.6. Traitement des données

L'Afrique du nord présente une très grande variété de paysage et de structure de végétation, malheureusement souvent fort malmenées par l'homme et ses troupeaux, la plupart des espèces présentes le débordent largement en altitude (**QUÉZEL, 2000**). Des relevés phytoécologiques sont réalisés sur le terrain dans l'aire du Pistachier de l'Atlas, Pour lesquels une analyse

factorielle des correspondances (AFC) combinée à la classification hiérarchique ascendante (CHA) a été également appliquée. Elles permettent de traiter en un minimum de temps un nombre important de relevés floristiques.

Les résultats graphiques obtenus par l'analyse factorielle de correspondance (Fig.41) ainsi que la classification hiérarchique ascendante (Fig.42), présentent 2 noyaux basés sur l'indice de similitude entre les relevés c'est-à-dire la présence et l'absence des espèces dans la totalité des relevés, montre une différence significative dans la composition floristique des deux stations, Tiffrit et Vieux de Saida. Notamment dans la composition des espèces au niveau de la strate herbacée. Le surpâturage au niveau de la strate herbacée peut être parmi les causes de cette différenciation dans la composition floristique entre les deux sites.

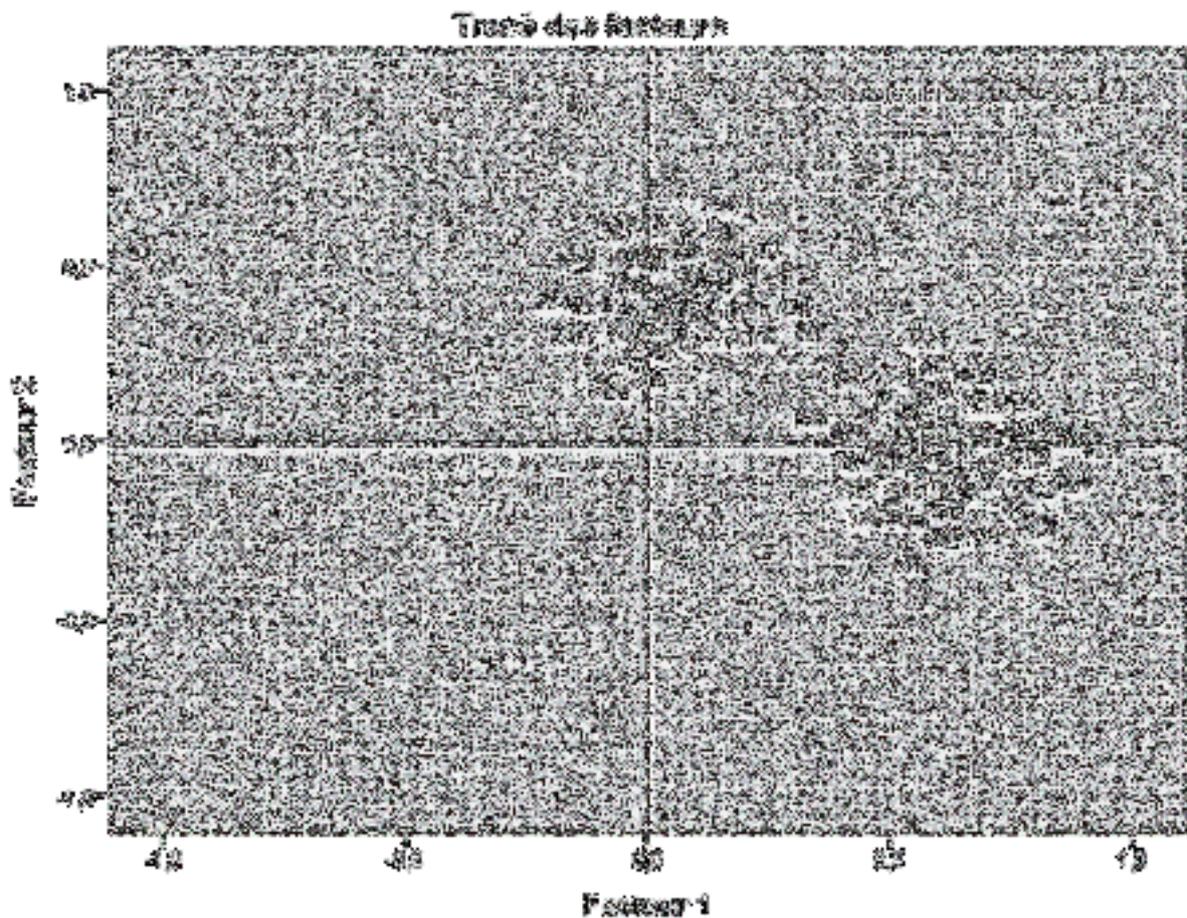


Figure 41 : Plan factoriel (AFC) des relevés floristiques dans les deux stations

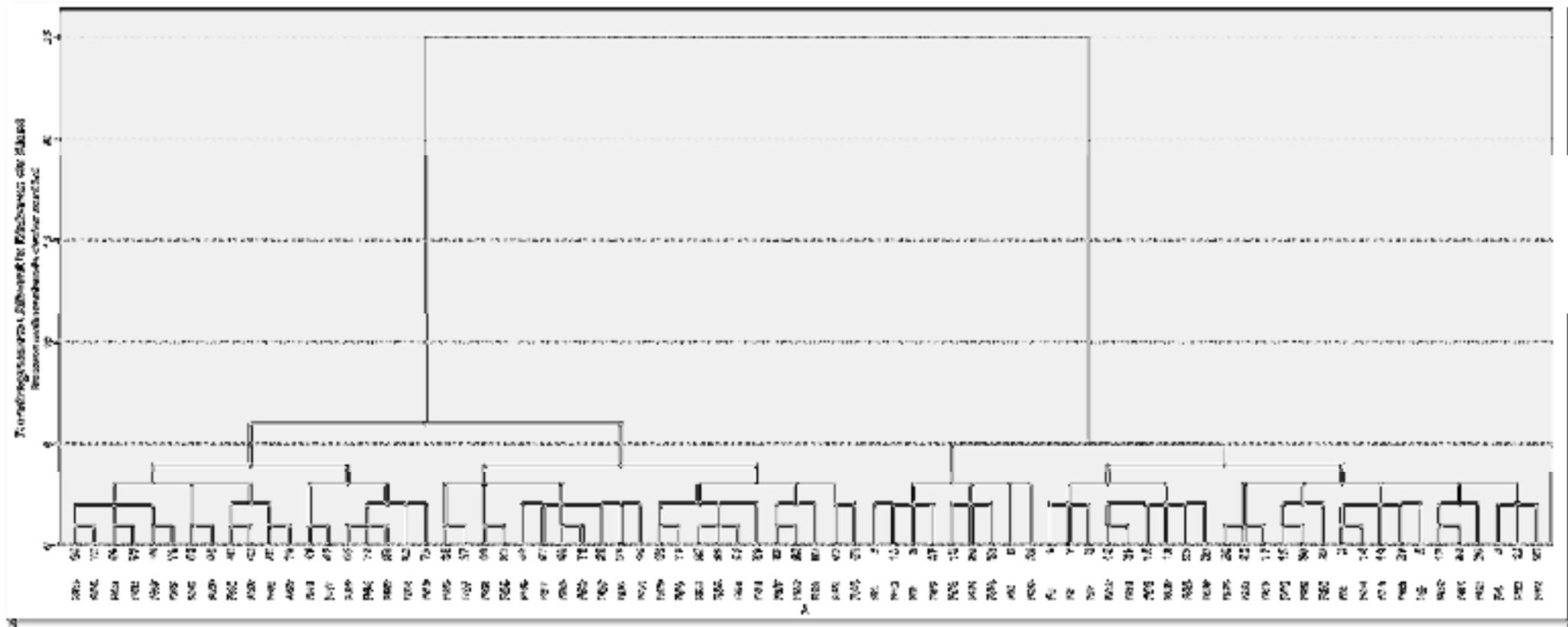


Figure 42 : Dendrogramme (CHA) des relevés floristiques dans les deux stations étudiées

V. Mise en valeur du Pistachier de l'Atlas

V.1. Introduction

En Algérie, Le Pistachier d'Atlas est dévalorisée, délaissée et rares sont les études consacrées à ce taxon. Ainsi, dans le but de mieux connaître ses diverses utilisations. L'espèce est exploitée dans toute son aire de répartition pour différents usages ou toutes les parties de la plante sont utilisées. Le Pistachier d'atlas était utilisé par les nomades depuis la haute antiquité (**QUEZEL et MEDAIL, 2003**).

Une des principales raisons de la survie de l'espèce dans plusieurs localités est que les arbres du Pistachier de l'Atlas sont primés par les populations locales pour leurs produits économiques dont ils tirent profit (**GUEST, 1966 et DAVIS, 1976**).

V.2. Evaluation du pouvoir antioxydant

La connaissance et l'usage des plantes médicinales constituent un vrai patrimoine de l'être humain. Leur importance dans le domaine de la santé publique est très accentuée dans ces dernières années grâce aux thérapeutiques qu'elles procurent (**SIFI, 2016**).

Les huiles essentielles ont des utilisations thérapeutiques, en médecine humaine, en raison des attributs anticancéreux, anti inflammatoire, antivirale et antibactérienne ainsi que des propriétés antioxydantes (**BUCHBAUER, 2010 ; SIFI, 2016**). Les huiles essentielles et leurs composants sont connus pour posséder des activités antioxydantes et pourraient donc servir d'agents de conservation alimentaire, ou approuvés comme additifs alimentaires (**CAILLET et LACROIX, 2007 ; LAIB et al., 2011**). D'ailleurs, l'utilisation des huiles essentielles est de plus en plus populaire pour augmenter la durée de conservation des produits alimentaires, vu que les consommateurs sont plus conscients des problèmes de santé causés par plusieurs conservateurs de synthèse.

V.2.1. Rendement en huiles essentielles

L'huile essentielle obtenue est de couleur jaune pâle, a un aspect liquide, et clair, à l'odeur aromatique, épicée (**GOURINE, 2010**), très puissante et pénétrante.

Les teneurs en huile essentielle obtenues à partir des feuilles sont de l'ordre de 0,24% et 0,21% respectivement pour les deux stations de Tiffrit et Vieux de Saida. L'étage bioclimatique de ces deux stations est caractérisé par un climat semi-aride, alors que leurs altitudes sont faiblement différenciées.

Nos résultats sont proches de ceux obtenus par **BARRERO (2005)**, **BENABDELLAH (2015)** et celles obtenues par **TZAKOU et al., (2007)**, néanmoins, les travaux traités, sur les feuilles, par **GOURINE et al., (2010)**, **TAKHI et al., (2011)**, sur des échantillons collectés dans différentes stations, ont révélé des rendements plus faibles (0,13%). On accorde le faible rendement observé dans ces travaux, comparé à celui que nous avons prouvé, à une différence dans les périodes du cycle végétatif où la prise d'échantillon a été effectuée. Plusieurs facteurs influent le rendement en huiles essentielles tel que la différence des conditions environnementales, climatiques et géographiques ; la période de la récolte et les modes d'extraction (**LAHLOU, 2004**).

V.2.2. Screening phytochimique

Le screening phytochimique permis de mettre en évidence la présence des métabolites secondaires au niveau des feuilles de Pistachier de l'Atlas. Les résultats expérimentaux des tests phytochimiques réalisés sur le matériel végétal broyé de la partie aérienne (feuilles) indiqués dans le tableau (Tab.25).

Tableau 25 : Les résultats du criblage phytochimique

Composants actifs	Révélation
Les terpénoïdes	+++
les saponines	-
les flavonoïdes	+++
Les tannins	+++
les coumarines	++
les résines	++
Sterols	-
Anthraquinones	-
Glycosides	++

- (-) : Absence
- (+) : Présence faible
- (++) : Présence moyenne
- (+++) : Présence forte

Le pistachier d'Atlas est une plante médicinale par excellence, comme en témoignent les résultats obtenus sur son utilisation thérapeutique en médecine traditionnelle et pharmaceutique.

L'analyse phytochimique, est une étape préliminaire et d'une grande importance puisqu'elle révèle la présence des constituants connus par leur activités physiologiques et possédant des vertus médicinales (SOLOWORA, 1993).

Par exemple, les flavonoïdes agissent comme antioxydants, les alcaloïdes protègent contre les maladies chroniques, les saponines protègent contre l'hypercholestérolémie et les stéroïdes, les triterpénoïdes ont des propriétés analgésiques (GAYATHRI, 2015).

Le test phytochimique montre que les feuilles de Pistachier de l'Atlas, ont une forte teneur en flavonoïdes, tannins et terpénoïdes et une présence modérée des résines, des coumarines, et des glycosides, Ainsi une absence totale des saponines, des stérols et des Anthraquinones. L'abondance des flavonoïdes et des glycosides a été également noté dans les parties aériennes de *P. atlantica*, *P. verra*, *P. lentiscus* et *P. chinensi* (KAWASHTY, 2000). Ces résultats concordent avec ceux de MAAMERI (2008), dont le taux élevé des flavonoïdes et des tanins. L'explication du taux élevé des tanins, réside dans le fait qu'ils sont synthétisés en abondance chez certaines plantes parasitées ou encore par l'attaque d'une plante voisine (GOFFART, 2002 ; MAAMERI, 2008).

V.2.3. Activité antioxydante

L'activité de piégeage des radicaux libres a été déterminée par le test DPPH. Cette méthode peut être employée pour évaluer de l'activité antiradicalaire dans une durée relativement brève. Presque 90% des études sur l'activité antioxydante utilisent la méthode du DPPH•. Cette méthode est simple mais fortement sensible (BOUGUERRA, 2012).

Si l'extrait d'huile a la capacité de récupérer le radical libre de DPPH en radical stable, la solution bleue/violette initiale prendra une couleur jaune. L'activité antioxydante de l'huile essentielle de *Pistacia atlantica* vis-à-vis le radical DPPH a été évaluée par spectrophotomètre en suivant sa réduction qui s'accompagne par son passage de la couleur violette à la couleur jaune mesurable à 517 nm.

Les résultats obtenus du test de mesure de l'absorbance du radical libre DPPH nous a permis de tracer le graphe de variation du pourcentage d'inhibition en fonction de la concentration de l'huile essentielle (Fig.43). Ce qui signifie l'existence d'une relation proportionnelle entre le pourcentage de réduction du radical libre et la concentration en huile essentielle dans le milieu réactionnel.

IC50 est inversement lié à la capacité antioxydante d'un composé, car il exprime la quantité d'antioxydant requise pour diminuer la concentration du radical libre de 50%. Plus la valeur d'IC50 est basse, plus l'activité antioxydante d'un composé est grande.

La valeur d'IC50 est calculée graphiquement et exprimée en mg/ml, en vue de déterminer la concentration qui réduit 50% des radicaux libres, de ce fait la valeur d'IC50 est 70,66 mg/ml.

La coloration de solution DPPH éthanolique par l'huile du Pistachier de l'Atlas confirme qu'il possède une activité antioxydante. L'huile essentielle du Pistachier de l'Atlas présente une activité antioxydante modérée en termes de piégeage du radical libre. Alors, cette huile peut être considérée comme un agent antioxydant naturel capable d'empêcher l'oxydation et l'altération de certains aliments.

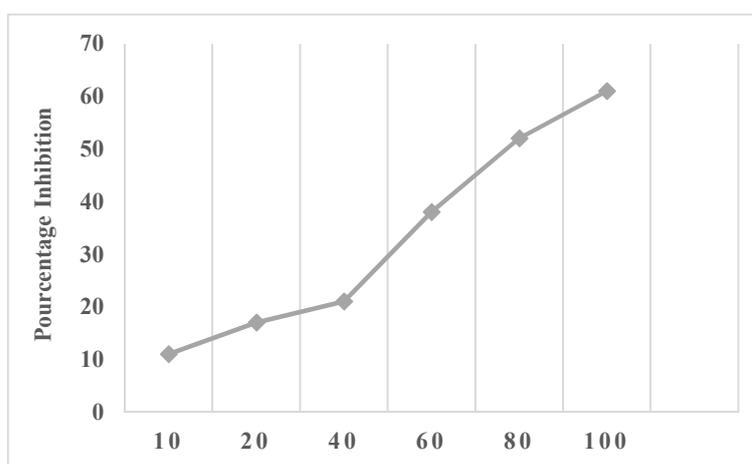


Figure 43 : Pourcentage de réduction du radical libre DPPH en fonction des concentrations de l'HE du Pistachier de l'Atlas

Les travaux menés par **GOURINE et al. (2010)**, sur les feuilles de Pistachier de l'Atlas des trois stations (LAGHOUAT, AIN-OUSSERA ET HASSIR'MEL) ont révélé, une activité antioxydante modérée ; avec des valeurs d'EC50 de 18,95, de 13,91 et de 14,80mg/ml, respectivement. Ces valeurs sont inférieures à celles révélées dans notre travail. Cette différence est probablement due à la diversité de la composition chimique selon les facteurs intrinsèques, spécifiques du bagage génétique de la plante et extrinsèques, liés aux conditions de croissance et de développement de la plante. La date de récolte, les traitements phytosanitaires, l'emploi d'engrais, ainsi que les techniques de récolte influencent aussi la composition et le rendement des huiles essentielles (**BARRY, 2001 ; LAHLOU, 2004**). La méthode d'extraction et l'état du matériel végétal, influent aussi sur la composition et le rendement des huiles essentielles.

Selon **ČAVAR et al., (2012)**, l'efficacité de l'effet antioxydant d'une huile essentielle dépend de la teneur en composés phénoliques et de l'activité de la réaction du phénol vers les radicaux peroxy et sur la stabilité du radical phénoxy formé dans la réaction. Les potentiels antioxydants des espèces du *Pistacia* sont dus en particulier à la présence des flavonoïdes et des flavones (**TOPÇU et al., 2007**).

V.3. Estimation du potentiel de séquestration du carbone

Les écosystèmes forestiers méditerranéens sont reconnus pour être une source très importante de biens (bois, liège, fourrage, plantes aromatiques et médicinales, miel, fruits, etc...) mais également de services (espace de pâturage, purification de l'eau, protection des sols contre l'érosion, absorption de carbone, récréation, paysages, etc.). En termes de biodiversité, ils représentent également une richesse exceptionnelle et un patrimoine unique de ressources génétiques forestières. Ces écosystèmes sont dans le même temps soumis à de très importantes pressions anthropiques d'autant plus marquées dans la région du Sud de la Méditerranée où les populations sont très fortement dépendantes de ces biens et services pour assurer leur subsistance : cette situation peut parfois conduire à une dégradation des milieux et à une déforestation préoccupante (**MAGALI et NELLY, 2015**). On se rend compte que la conservation et l'aménagement responsable des forêts et le développement de nouvelles forêts font part des stratégies les plus rentables de la modération du changement du climat par voie de séquestration de carbone et en même temps engendrant d'autres bénéfices comme l'atténuation de la pauvreté et la conservation de la biodiversité.

Le changement climatique est dû à l'augmentation de la concentration des gaz à effet de serre dans l'atmosphère. Plusieurs gaz à effet de serre voient leur concentration augmentée, mais le dioxyde de carbone (CO₂) est de loin le plus important. Toutes les plantes, y compris les arbres et les autres plantes forestières, utilisent la photosynthèse pour absorber le CO₂ et le transformer en différents composés organiques qui constituent le matériel végétal comme le bois, l'écorce ou les feuilles. Cela contribue donc à la diminution du CO₂ dans l'atmosphère.

Lorsqu'une forêt est abîmée ou détruite, du CO₂ est libéré. Si l'on parvient à diminuer le rythme de la déforestation (disparition complète des forêts) ou de la dégradation (forêts abîmées, par exemple à cause de l'exploitation), alors on pourra diminuer la quantité de CO₂ libéré. La vocation agro-pastorale du pays explique la forte pression exercée sur les ressources naturelles.

La biomasse ligneuse est une quantité difficile et coûteuse à mesurer, notamment du fait de son caractère complexe et composite.

Du point de vue des usages (distinction des ressources en matériau, industrie, énergie, mise au point d'itinéraires d'exploitation, évaluation de la durabilité des prélèvements...) aussi bien que de la connaissance scientifique (connaissance de la biodiversité, architecture aérienne et souterraine, physiologie, fonctionnement des couverts, cycles de matière, physique des feux de forêt, qualité des bois), on a besoin de subdiviser fortement les objets considérés en plusieurs composantes. Ces subdivisions sont simultanément longitudinales (tige, unités de croissance, branches, feuilles, racines de transport, racines fines), radiales (écorce, bois, aubier, duramen) et selon la découpe (volume commercial, volume bois-fort...). La pratique usuelle consiste à estimer ces composantes de biomasse à partir de variables plus facilement accessibles à l'observation, telles que diamètre ou hauteur, grâce à des procédures stratifiées qui peuvent tenir compte d'identifiants individuels (essence) et/ou de niveau peuplement (zone écologique, type de peuplement). (INRA-IGN, 2017)

Les mesures de diamètre à hauteur de poitrine ou le DHP des arbres sont utilisées dans le calcul des estimations du volume, de la surface terrière et de la biomasse aérienne de bois (carbone), des arbres individuels et des forêts entières.

V.3.1. Calcul du volume de bois et masse de carbone séquestrée

Le volume de bois est déterminé sur la base de la formule mise au point par Morel en 1987, présentée comme suit (ANONYME, 2013) :

- **V** : volume de bois en m³
- **10** : constante
- **G** : surface terrière
- **P** : précipitation moyenne annuelle sur le site ou la station la plus proche exprimé en m

$$V = 10 \times G \times P$$

Pour passer des volumes de bois aux quantités de carbones, on utilise les relations suivantes :

- 1 m³ de bois exploité = 1 tonne CO₂
- 1 tonne de matière sèche (TMS) = 0,5 tonnes de carbone
- 1 tonne de carbone = 3,667 tonnes CO₂ ; soit 1 tonne CO₂ = 0,27 tonnes de carbone = 1 m³ de bois

Sur la base de ces calculs :

1 m³ de bois exploité = 1 tonne CO₂ = 0,27 tonnes de carbone

Cette approche nous permis à estimer la quantité du carbone totale du Pistachier de l'Atlas dans la station étudiée

Tableau 26 : Stock de carbone et de CO₂ du Pistachier de l'Atlas dans la station étudiée

	Biomasse	Stock de carbone	CO₂ Séquestré
Pistachier de l'Atlas	380.59 m ³	102,75 tonne	380.59 tonne

Dans le cadre de cette approche, la quantité estimative de carbone obtenu est de 102.75tonne, le taux élevée du carbone est estimée de 92.76 tonne dans la station de Tiffrit, il apparait également que ce stock de carbone varie proportionnellement avec la variation du diamètre. A ce titre, il est souhaitable que la station en régénération (Vieux de Saida) ne soit détruite, en vue de l'utilisation de ces sites pour évaluer la séquestration de carbone dans le temps. La gestion de cette espèce doit être envisagée comme une approche intégrée pour réduire les facteurs de déforestation et de dégradation des écosystèmes forestiers, maintenir et conserver la biodiversité et préserver les stock de carbones.

V.4. Valeur écologique

V.4.1. Le bois

GUBB (1913) a qualifié le Pistachier de l'Atlas d'arbre de fer pour la dureté de son bois. Utiliser un bois naturellement très durable permettrait de réduire l'utilisation des produits de préservation et encouragerait l'emploi des essences des zones arides et semi-arides généralement proposées et utilisées dans l'artisanat et la marqueterie (**BOUDOUAYA, 2015**). L'âge de l'arbre est un des facteurs les plus importants de la durabilité du bois (**NAULT, 1988**).

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 (**MONJAUZE, 1980**).

L'utilisation du bois du Pistachier de l'Atlas reste limitée, il a été et est utilisé de façon traditionnelle dans divers domaines, en fait surtout de la vaisselle, confection des terrines, des cuillères, etc. Son bois est utilisé comme bois d'œuvre et aussi de chauffage, il est utilisé comme combustible, il flambe bien, son charbon est ordinaire (**BENHASSAINI, 2000**). Le bois du Pistachier de l'Atlas est donc un bois d'artisanat et, bien entendu, un bois excellent pour le chauffage et la carbonisation (**MONJAUZE, 1980**).

Selon **BOUDOUAYA (2015)**, les arbres à croissance rapides produisent un bois de qualité inférieure par rapport aux arbres de croissance lente, Cet auteur ajoute que le bois du Pistachier de l'Atlas est qualifié comme "très durable", ce résultat militerait en faveur de l'utilisation de ce bois dans différents domaines tels que la menuiserie.

V.4.2. Reboisement

Le Bétoum joue un rôle certain dans la conservation des sols contre l'érosion, surtout ou les sols ont plus besoin de cette protection : les zones arides et semi-arides. Il est ainsi très important de conserver cet arbre et d'en encourager le reboisement là où il devient de plus en plus rare. En capitalisant sur son impressionnante résilience comme sur ses capacités de consolidation des sols. Il est un arbre à la fois protecteur que productif (**MONJAUZE, 1967**).

Son caractère rustique, Sa capacité de produire un humus abondant (**HARFOUCHE, 2005**), le rend particulièrement intéressant quant à son utilisation dans les programmes de reforestation dans les zones semi-arides et arides (**BELHADJ, 2007**). En raison de sa résistance à la sécheresse, de ses faibles exigences pluviométriques, le bétoum pourrait être employé comme essence de reboisement dans les stations les plus sévères, à basses et à moyennes altitudes. Encore il peut être considéré comme une essence précieuse pour les régions déshéritées (**BOUDY, 1950**). Par son système racinaire très puissant, il peut participer à la fixation des sols en terrains avec des pentes fortes. Il peut être mis à contribution pour maintenir et rétablir la fertilité des sols. Il a été largement utilisé en Californie dans les plantations réalisées entre 1970 et 1980 (**MONASTRA, 1997**).

V.4.3. Porte greffe

Le Pistachier de l'Atlas ainsi que ses sous-espèces : *calibula*, *mutica*, *kurdica* et *atlantica*, occupent une aire très vaste englobant le Maroc, l'Algérie, la Tunisie, la Libye, la Turquie, la Syrie, la Jordanie, l'Iran et Afghanistan (**MONASTRA, 1997**). Ce porte-greffe est considéré comme plus résistant à l'asphyxie radiculaire que les autres espèces du genre *Pistacia*. Le pistachier de l'Atlas est le porte greffe le plus vigoureux. Il est employé come porte greffe non seulement en Afrique mai aussi aux États-Unis (Californie du Sud, Arizona) (**EVREÏNOFF, 1955**). Il est aussi employé comme porte-greffe en Turquie, en Syrie et en Espagne (**MONASTRA, 1997**). Il confère aux arbres greffés une grande vigueur et une longévité remarquable. Ceci est prouvée par des expériences effectuées au jardin botanique d'Alger (**VERGAS, 1990 ; KADDOUR HOCINE, 2008**).

VI. Proposition d'un plan de réhabilitation du site de Tiffrit

VI.1. Introduction

Les forêts méditerranéennes constituent un milieu naturel fragile déjà fortement perturbé par les utilisations multiples. Les agressions qu'elles ont subies, ont cependant considérablement variées en fréquence et en intensité au cours des générations, en fonction de la démographie humaine, ce qui a déterminé des phases de progression ou régression de leurs surfaces (**QUEZEL et BARBERO, 1990**).

En Algérie, la forêt en tant qu'un ensemble naturel, joue un rôle important dans l'équilibre socioéconomique notamment de la population rurale, mais au-delà et d'un point de vue écologique, l'écosystème forestier en Algérie s'avère d'une importance capitale quant au rôle de protection qu'il lui est affecté, contre les processus d'érosion et l'avancé de la désertification.

Cependant, il paraît que l'Algérie est confrontée à un réel problème de détérioration de son patrimoine forestier, d'une manière plus séquentielle due à la complexité des problématiques dans la mesure où les causes sont multiples et surtout d'ordre anthropique.

De ce fait, on se trouve actuellement à une régression intense de la couverture forestière et ce phénomène est suivi par une destruction inévitable et irréversible des sols, qui empêcher par conséquent la réinstallation naturelle des essences originelles. Tel est le cas de plusieurs stations où la dégradation des écosystèmes est aujourd'hui de plus en plus inquiétante.

Selon **MORANDINI (1976)**, " L'homme considère la forêt comme une source de revenu inépuisable et gratuite" (**BENABDELI, 1996**). Aucune région d'Afrique du Nord n'a vu ses forêts reculer et sa végétation naturelle dégradée autant que l'Atlas tellien d'Oranie, celui où la colonisation a le mieux réussi l'influence du milieu humain est une cause puissante et profonde de dégradation, cette dernière a eu des proportions alarmantes dans toute la région au même titre, si ce n'est plus, que dans tout le bassin méditerranéen (**BENABDELI, 1996**).

VI.2. Problématique et facteurs de dégradation des écosystèmes forestiers

Les régions arides et semi-arides à vocation agro-pastorale éprouvent depuis le début d'un siècle une dégradation extrême de la flore, de la faune, des sols et du réseau hydrographique. Cette dégradation est la conséquence combinée de facteurs naturels et d'actions anthropiques. La restauration et la régénération des formations forestières et pré forestières se heurtera certainement à des problèmes cruciaux dont l'origine est essentiellement socio-économique.

Les populations riveraines vivant en permanence au contact de la forêt utilisent encore de nos jours des méthodes traditionnelles de conduite des troupeaux. Ce contact et cette utilisation datent depuis des millénaires et il est de nos jours impensable de vouloir dissocier l'homme de l'animal et les deux de la forêt (**BENABDELI, 1996**).

Les ressources génétiques du Pistachier de l'Atlas sont réellement menacées pour diverses raisons. En Afrique du Nord (**ZAAFOURI et CHAIEB, 1999**), la menace provient principalement de la conjonction de deux phénomènes : la dégradation par le surpâturage (ébranchage excessif, tassement du sol) ; l'occurrence, suite au changement climatique mondial, de période de sécheresse de plus en plus longues qui compromettent sa régénération naturelle (**HARFOUCHE, 2005**).

En Algérie, si la régénération de Pistachier de l'Atlas avait été protégée depuis longtemps, elle se serait traduite par la constitution de populations plus homogènes, plus nombreuses (**MONJAUZE, 1980**) et plus productives (**BELHADJ, 2001**).

Une meilleure connaissance des problèmes et des facteurs du déclin de ces pistacheraies contribuerait à la protection de la biodiversité et à une meilleure régénération de cette espèce.

Les facteurs de dégradation des peuplements à Pistachier de l'Atlas dans la station de Tiffrit sont multiples : le vieillissement des peuplements, le surpâturage, le défrichage et l'absence de régénération, déracinement des arbres causé par les crues de l'oued, par son exploitation anarchique comme bois de fourrage et de chauffage par les bergers et la population locale.

VI.2.1. Facteurs anthropique

Le facteur anthropique représente le facteur majeur de régression et de dégradation du couvert végétale. La vocation de la station de Tiffrit est à caractère agro-pastorale. De ce fait, les principaux facteurs de dégradation sont relatifs aux pratiques culturelles, à savoir ; le défrichage et le surpâturage. Ces facteurs d'ordre anthropique touchent sérieusement le peuplement de Pistachier de l'Atlas en empêchant la régénération naturelle et le développement des jeunes pousses menaçant, à long terme, la perpétuité de l'espèce. Par conséquent les principaux facteurs de détérioration d'origine anthropique qui touchent la station de Tiffrit sont :

Le surpâturage

En méditerranée, les écosystèmes subissent une forte action anthropique depuis très longtemps. Sous l'action d'un milieu naturel fragile et sous celle de l'homme et son troupeau, leur écosystème est soumis à une synergie régressive alarmante vis-à-vis des ressources naturelles qui deviennent faibles.

Un facteur majeur de dégradation de l'écosystème forestier est celui du surpâturage. En Algérie, les éleveurs préconisent le pâturage libre du bétail sans limitation de la densité de charge et sans clôtures (**MONTERO et CANELLAS, 1998**). Selon **BENABDELI (1996)**, nos forêts sont souvent sollicitées par les pasteurs comme source d'appoint pour l'alimentation du bétail.

En effet, il empêche le développement des semis et des jeunes plants ce qui conduit à une perturbation de la régénération de la forêt. Le piétinement par les troupeaux constitue une cause importante de l'épuisement des ressources disponibles exposant aussi les terrains à l'érosion hydrique et éolienne, donc il finit par déclencher les processus d'érosion.

Il entraîne des conséquences graves à la fois mécaniques (tassement du sol, asphyxie des racines) et écologiques ; modification de la composition floristique des groupements végétaux et la régression de certains taxons voire même leur disparition (**BOUAZZA et BENABADJI, 1998**).

Les jeunes pousses de Pistachier de l'Atlas sont très appréciées par le cheptel du fait de leur haute valeur fourragère. Ceci empêche leur croissance naturelle et par conséquent réduit la densité des peuplements de pistachier de l'atlas dans la station dégradée par le surpâturage.

L'importance du troupeau l'amène obligatoirement à dégradé les formations forestières, et à endommager les jeunes plantations. Les principales causes de la confrontation entre élevage et préservation des écosystèmes naturels se résument à :

- Une absence d'association agriculture élevage ;
 - Une mauvaise maîtrise de la conduite des troupeaux ;
 - Une méconnaissance des possibilités fourragères ;
 - Une utilisation irréfléchie de tous les espaces productifs tant naturels qu'artificiels
- (BENABDELI, 1996 ; KEFIFA, 2015)**

Le défrichement

Si les défrichements ont existé depuis l'époque romaine, ils se sont accélérés durant la colonisation française et continuent de se pratiquer de nos jours (**BERRIAH, 2014**). C'est une action de destruction totale et irrémédiable de la végétation en place, c'est une disparition définitive de l'état boisé pour un autre usage (**BENABDELI, 1996**).

La régression des surfaces forestières en Algérie est due essentiellement au défrichement des terres, effectivement, cette opération de déforestation est sensé répondre à un besoin en terres d'agriculture cultivable. Cependant, cela contribue directement à la diminution de la surface forestière provoquant donc un déséquilibre écologique pour l'écosystème forestier. **BOUDY**

(1948) l'affirme : " En Oranie, où le taux de boisement n'est que de 9%, la déforestation par défrichage a sévi avec une intensité particulière et toutes les chaînes côtières sont actuellement dénudées" (BENABDELI, 1996).

Le défrichage et le labour des terres forestières, constituent la seconde infraction après le pacage. En effet, les services concernés trouvent des difficultés importantes pour y faire face et ce, en l'absence d'une politique de cadastre forestier (D.G.F., 2005).

Etat sanitaire des pieds de pistachier de l'atlas

Excepté la régénération du peuplement et la pression anthropique qui lui est influent, la majorité des pieds de Pistachier de l'atlas dans la station de Tiffrit est dans un mauvais état sanitaire, ou les pieds de Pistachier sont attaqués par le puceron doré provoquant des cloques ou des galles au niveau des feuilles.

VI.3. Propositions et perspectives de réhabilitation de la station de Tiffrit

Devant la problématique actuelle, qui est le développement durable du patrimoine forestier, il est nécessaire d'apercevoir des solutions de conservation, protection et de développement de façon durable, en réhabilitant les taxons menacés, les écosystèmes dégradés et en réalisant face aux plusieurs problématiques identifiées, une politique réelle de développement.

Le Pistachier de l'Atlas offre des exigences écologiques répondant aux objectifs de développement des zones arides et semi-arides ainsi qu'à la prévention des sols contre l'érosion à condition qu'il soit à l'abri de l'homme et de son animal.

Il est indiscutable que le surpâturage constitue la menace la plus sérieuse sur le Pistachier de l'Atlas en Algérie. Face à cette situation, il est indispensable de mettre en œuvre une conduite de conservation et de protection des peuplements de Pistachier.

- Le pâturage contrôlé par une excellente gestion. Afin de préserver la régénération naturelle de l'espèce.
- Délimiter le surpâturage aux riverains par l'application d'une mise en défense ; dégager des zones aux parcours avec une évaluation de la charge animale ;
- Limiter le bétail et favoriser l'apiculture et aviculture.

Plusieurs auteurs ont signalé que le pâturage, notamment léger, dans les zones arides et semi-arides, facilite la germination de graines enfouies dans le sol et permet d'améliorer la capacité d'infiltration de l'eau dans le sol. Dans ce sens, VALENTIN (1983) révèle que le piétinement animal brise la pellicule de battance formée à la surface, imbrique beaucoup plus de matière

organique dans le sol et par conséquent améliore sa structure et sa porosité. La capacité d'infiltration se trouvait ainsi augmentée par rapport aux terrains non pâturés (SAVORY et PARSONS, 1980 ; KHALID, 2015).

VI.3.1. La mise en défens

La technique de conservation et de régénération des forêts consiste à interdire le pâturage, qui donne de bons résultats à des coûts insignifiants surtout quand elle coïncide avec des années pluvieuses. Aucune gestion durable d'une forêt ne peut être assurée, si, pendant un temps déterminé, une partie de cet écosystème n'est pas mise en défens et régénérée.

VI.3.2. Encourager les plantations pastorales

Le but de ces plantations dans les pourtours de la station est d'accroître à court et à moyen terme la production fourragère en vue de dégager les parcours, en fournissant une alimentation du bétail moins dépendante des variations pluviométriques, primordial en période de sécheresse, et qui permettra de diminuer le surpâturage dans cette zone.

VI.3.3 Protection des sols contre érosion des sols

La nature accidentée des terrains dans cette zone avec la problématique du surpâturage contribué dans le processus d'érosion des sols. Pour remédier cette situation nous proposons des travaux pour la protection des sols, par la protection mécanique (banquettes, correction torrentielle, etc.) et biologique des sols (reboisement, fixation des berges, etc.).

VI.3.3. Travaux de reboisement

Les travaux de reboisement sont nécessaires pour la reconstitution du couvert détruit, à condition que la densité à reboiser soit bien déterminée. Grâce à son système racinaire très puissant, le Pistachier de l'Atlas joue un rôle important contre l'érosion des sols et dans la lutte contre la désertification qui menace constamment les régions arides et sahariennes. Il est bien préconisé de procéder au reboisement de cette essence dans les zones menacées par l'érosion et la désertification puisqu'il se régénère et s'adapte aux endroits les plus arides où peu d'espèces d'arbres peuvent s'établir et se développer (BELHADJ, 2007).

Grâce à son caractère rustique et à sa capacité de produire un humus abondant, le Pistachier de l'Atlas pourrait être utilisé comme une essence de reboisement pionnière pour la restauration de milieux fortement dégradés et constitue, à ce titre, une essence de reboisement par excellence. Malgré son extrême rusticité, et sa remarquable capacité d'adaptation aux milieux les plus secs, surtout en altitude moyenne. Il avait été délaissé, en raison de la lenteur de sa croissance.

PROPOSITION D'UN PLAN DE RÉHABILITATION DU SITE DE TIFFRIT

Proposer un programme de protection et de conservation de cette espèce est nécessaire et pas seulement pour des raisons écologiques, car un tel programme revêt une importance capitale dans le contexte actuel des changements climatiques et pressions anthropiques.

Il est nécessaire de préserver le Pistachier de l'Atlas, qui est considéré comme une richesse, pour les avenir générations, par son exploitation judicieuse et par sa régénération. Par la maîtrise des techniques de multiplication par élevage et de plantation tout en sélectionnant les meilleurs génotypes résistants aux maladies, insectes ravageurs et aux différents stress abiotiques.

CONCLUSION

CONCLUSION

En Afrique du Nord le Pistachier de l'Atlas possède une plasticité remarquable. Cependant il est largement référentiel du bioclimat semi-aride ou aride, ou à lui seul il peut constituer la steppe arborée.

Les deux stations étudiées sont situées à l'étage bioclimatique semi-aride frais. Avec deux périodes contrastées, une période humide et froide, l'autre sèche et chaude. Les groupements à Pistachier de l'Atlas se contentent d'une pluviométrie irrégulière, de l'ordre de 350 mm/an avec un régime saisonnier AHPE, la variation thermique des stations d'étude présente des températures excessivement froides en hiver, accompagnées de gelées fréquentes, et des températures très élevées en été ($m=3^{\circ}\text{C}$, $M=36^{\circ}\text{C}$). Le Pistachier de l'Atlas se développe en général dans les points de concentration d'eau, et sur les lits d'oueds.

Dans le but de protéger les sols contre la désertification le pistachier de l'Atlas semble l'arbre le plus approprié avec son système racinaire pivotant et sa rusticité (**HACHEMI et al., 2007**). Le Pistachier de l'Atlas est un arbre à la fois protecteur que productif (**MONJAUZE, 1967**). Autrefois très abondant, cette essence ne cesse de régresser d'année en année suite à des actions anthropiques. Il est, de fait, menacé de dégradation et de disparition.

Il ressort des résultats que le Pistachier de l'Atlas se présente souvent en peuplements mélangés sous forme éparse et isolé, de densité faible à très faible. La présence du Pistachier de l'Atlas au niveau des cimetières, souvent à l'état clair ou dense, s'explique par le caractère sacré du lieu qui en interdit l'accès aux hommes et à leurs troupeaux.

Sur le plan dendrométrique, le Pistachier de l'Atlas présentent une silhouette impressionnante à l'âge adulte, avec une cime volumineuse et arrondie. Il peut atteindre 17m de hauteur dans la station de Tiffrit et 15m dans la station de Vieux de Saida.

La régénération naturelle du Pistachier de l'atlas reste l'un des problèmes majeurs qui préoccupent les spécialistes et représente un obstacle face à la réhabilitation de cette espèce. Il se régénère et pousse à l'intérieur du *Ziziphus lotus* qui constituerait une bonne protection aux jeunes pousses contre les vents et le pâturage. En plus de cela, le sol où les feuilles du *Ziziphus lotus* tombent deviendrait acide et faciliterait la germination des graines (**BELHADJ, 1999**).

La progression des plantations du Pistachier de l'Atlas rendre un intérêt certain pour de nombreuses régions arides et semi-arides en Algérie. Cependant, ceci n'est que par la maîtrise des

techniques de sa multiplication. La production des plants constitue la principale maille de la chaîne des reboisements dont résulte leur réussite.

Le cortège floristique au sein des peuplements à Pistachier de l'Atlas présente une diversité assez remarquable sur le plan quantitatif et qualitatif, avec 96 taxons appartenant à 89 genres et 46 familles. Dont les plus représentatives sont les Asteraceae, les Leguminosae, les lamiaceae et les Poaceae, Le spectre biologique est spécifique de l'ambiance bioclimatique méditerranéenne avec un taux de 33% des Thérophytes. Sur le plan chorologique l'élément méditerranéen est partiellement prépondérant (51%).

Sur le plan phytochimique, les résultats montrent une composition riche et variée en métabolites secondaires. L'estimation de propriétés antioxydantes est une étape intéressante et nécessaire, en particulier pour découvrir de nouvelles sources d'agents antioxydant naturels. Dans ce contexte, nous avons évalué l'activité antioxydante d'huile des feuilles de Pistachier de l'Atlas.

La coloration de solution DPPH éthanolique par l'huile affirme qu'il possède une activité antioxydante.

Pour jouer son rôle, le Pistachier de l'Atlas devra, avant tout, être davantage connu sur le plan comportemental et mieux cerné dans l'espace. Cette espèce est abandonnée, des efforts doivent être déployés pour la réhabiliter.

REFERENCES
BIBLIOGRAPHIQUES

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

ABDESLAM A., 2012. Apport de la télédétection dans le diagnostic phytoécologique des parcours steppiques : cas de la zone de Maâmora – Région de Saida. Mémoire magister, Université Sidi Bel Abbés, 131 p.

ABI-AYAD F., 2009. Analyse de l'huile essentielle du thuya de Berbérie (*Tetraclinis articulata*) de la région de Tlemcen et étude de son pouvoir antimicrobien. Mémoire de magister. Université Abou Bakr Belkaid. Tlemcen.

AHMAD J., BANO M., 1992. The effect of sodium chloride on the physiology of cotyledons and mobilization of reserve food in *Cicer arietinum*. Pak. J. Bot. 24, 40-48.

AHOTON L. E., ADJAKPA J. B., IFONTI M'PO M.P. et AKPO E. L., 2009. Effet des prétraitements des semences sur la germination de *Prosopis africana* (Guill., Perrot. et Rich.) Taub., (Césalpiniacées) : Tropicultura, 27, 4: 233-238.

AIDOU D. A., 1983. Contribution à l'étude des écosystèmes steppiques du sud oranais : phytomasse, productivité primaire et applications pastorales. Thèse Doctorat 3ème cycle USTHB. Alger. 245 p. + Annexes.

AIT BELAID M., 1994. Les systèmes d'information pour l'environnement : Développement et formation. Géo observateur 5 : 9-61.

AIT RADI A., 1979. Multiplication par voie végétative et par semis de *Pistacia atlantica* Desf. et d'*Ailanthus altissima*. Mémoire d'ingénieur. I.N.A. Alger, 40 p.

ALETA N., NINOT A., ROUSKAS D., ZAKINTHINOS G., AVANZATO D. et MENDES GASPAS A., 1997. La multiplication du Pistachier. Option méditerranéenne. Amélioration d'espèces à fruits à coque : noyer, Pistachier série B : Etudes et recherches ; N° 16, Ed. Germain E : 121-132.

AL-SAGHIR M. G., 2010. Phylogenetic Analysis of the Genus *Pistacia* L. (Anacardiaceae) Based on Morphological Data. Asian Journal of Plant Sciences, N° 9(1), pp27-35.

ALYAFI J., 1979. Approche systématique et écologique du genre *Pistacia* dans la région méditerranéenne. Thèse de doctorat 3ème cycle. Faculté des Sciences et Techniques de Saint Jérôme, Marseille, 130 p.

AMARA M., 2009. Contribution à l'étude de *Pistacia atlantica* Desf. Dans le Nord-Ouest Algérien : Aspects écologiques et cartographie. Mémoire Magistère. Université Abou Bakr Belkaid Tlemcen. 130p.

AMARA M., 2014. Contribution à l'étude des groupements à *Pistacia atlantica* subsp. *atlantica* dans le Nord-Ouest algérien. Thèse de Doctorat. Département d'Ecologie. Université Abou Bakr Belkaid Tlemcen. 189p.

ANONYME 2013. Guide Méthodologique. Estimation Du Potentiel De Séquestration Du Carbone Au Mali.

BARBERO M., BONIN G., LOISEL R. et QUEZEL P., 1990. Changes and disturbances of forest ecosystems caused by human activities in the Western part of Mediterranean Basin. *Vegetatio* 87: 151-173.

BARRERO A. F., HERRADOR M. M., ARTEAGA J. F., AKSSIRA M., MELLOUKI F., BELGARRABE A. et BLAZQUEZ M. A., 2005. Chemical Composition of the Essential Oils of *Pistacia atlantica* Desf. *J. Essent. Oil Res.*, 17(1), 52-54.

BASKIN J.M., BASKIN C.C., and LI X., 2000. Taxonomy, anatomy and evolution of physical dormancy in seeds. *Plant Species Biology*, 15 : 139-152.

BELHADJ S., 1999. Pistachio situation in Algeria. *FAO - CIHEAM Nucis. Newsletter.* 8 : 29-30.

BELHADJ S., 2001. Les pistacheraies algériennes : Etat actuel et dégradation. *Options Méditerranéennes XI^{ème} colloque du GREMPA sur le pistachier et l'amandier*, vol.56 :107-109.

BELHADJ S., 2007. Etude éco-botanique de *Pistacia atlantica* Desf. (Anacardiaceae) en Algérie, préalable à la conservation des ressources génétiques de l'espèce et à sa valorisation. Thèse de doctorat. Université Mouloud Mammeri, Tizi-Ouzou, 210 p.

BENABDALLAH F.Z., 2015. Etude morphologique des feuilles et des fruits du pistachier de l'atlas (*Pistacia atlantica* Desf.) et valorisation des huiles essentielles des feuilles et de l'oléorésine. Mémoire Magistère. Université Mohamed KHEIDER Biskra.

BENABDELI K., 1996. Aspects physionomico-structuraux et dynamique des écosystèmes forestiers face à la pression anthropozoogène dans les monts de Tlemcen et les monts de Dhaya (Algérie septentrionale occidentale). Thèse doctorat d'état, Université Sidi Bel Abbes, Tome I et II, 356 p. + Annexes.

- BENARADJ A., 2017.** Étude phyto-écologique des groupements à *Pistacia atlantica* Desf. Dans le sud Oranais (Sud-Ouest algérien). Thèse de doctorat en sciences. Université Abou Bakr Belkaid Tlemcen.
- BENHASSAINI H., 1998.** Importance agro-écologique et composition biochimique de quelques espèces de *Pistacia*. Thèse de magister en écologie appliquée. Université Djilali Liabès de Sidi Bel Abbès, 89 p.
- BENHASSAINI H., 2000.** Contribution à l'étude de l'autoécologie de *Pistacia atlantica* ssp *atlantica* et valorisation. Thèse de doctorat d'état en écologie appliquée. Université Djilali Liabès de Sidi Bel Abbès, 83 p.
- BENHASSAINI H., BENABDERRAHMANE M. et CHIKHI K., 2003.** Contribution à l'évaluation de l'activité antiseptique de l'oléorésine et des huiles essentielles du pistachier de l'Atlas sur certaines souches microbiennes : *Candida albicans* (ATCC 20027), *Candida albicans* (ATCC 20032) et *Saccharomces cerevisia*. *Ethnopharmacologia*, 30: 38-46
- BENHASSAINI H. et BELKHODJA M., 2004.** Le pistachier de l'Atlas en Algérie entre survie et disparition. *La feuille et l'aiguille* 54: 1-2.
- BENHASSAINI H., MEHDADI Z., HAMEL L. et BELKHODJA M., 2007.** Phytoécologie de *Pistacia atlantica* Desf. Subsp. *atlantica* dans le Nord-ouest algérien. *Cahiers Sécheresse*, 18 (3) : 199- 205.
- BENMAHIOUL B., KHELIL B., KAÏD-HARCHE M. et DAGUIN F., 2010.** Étude de la germination et de l'effet du substrat sur la croissance de jeunes semis de *pistacia vera* *Acta Botanica Malacitana* 35 : 87-94.
- BERRIAH A., 2014.** Les reboisements de chêne liège dans l'Ouest Algérien : bilan et perspectives d'amélioration. Mémoire Magister. Université Abou Bakr Belkaïd Tlemcen.
- BEWLEY J.D., 1997.** Seed germination and dormancy : *The Plant Cell*, 9 :1055-1066
- BLANDIN P., 1986.** Bio indicateurs et diagnostic des systèmes écologiques. *Bulletin d'écologie*, Tome 17, (4) :215-307.
- BLOCK J. et TRETER V., 2001.** Les facteurs limitant à la partie supérieure et inférieure des forêts dans les limites de montagne-bois. 18 p.
- BOUAZZA M. et BENABADJI N., 1998.** Composition floristique et pression anthropozoïque au Sud-Ouest de Tlemcen, *Rev. Sci. Techn.* N°10. Constantine. 93-97.

- BOUCHENE N., 1999.** Contribution à l'étude de la végétation de la région de Tamanrasset Ahaggar. Thèse Magister, USTHB, Alger, 103 p + annexes.
- BOUCHIKHI A., 2016.** Etude de la relation Sol-Végétation dans une Atriplexaie : région de Saida. Thèse de doctorat en sciences. Université de Mascara.
- BOUDOUAYA M., 2015.** Contribution à une étude des propriétés physiques et mécaniques du bois du pistachier de l'Atlas (*Pistacia atlantica* Desf.) en Algérie Nord-occidentale. Thèse de doctorat en sciences. Université Sidi Bel-Abbès.
- BOUDOUAYA M., BENHASSAINI H., BENDIMERED-MOURI F-Z., MOTHE F. et FOURNIER M., 2015.** Évaluation de la durabilité naturelle du bois de *Pistacia atlantica* Desf. du Nord de l'Algérie. Bois et forêts des tropiques, n° 325 (3), 49-58.
- BOUDY P., 1948.** Economie forestière nord-africaine. T.1 : Milieu physique et milieu humain.
- BOUDY P., 1950.** Economie forestière nord-africaine. T.1 : Monographie et traitement des essences forestières.
- BOUDY P., 1952.** Guide du forestier en Afrique du Nord. Édition la maison Rustique, Paris, 505p.
- BOUDY P., 1955.** Description forestière de l'Algérie et de la Tunisie. Larose, Paris. 483p.
- BOUGUERRA A., 2012.** Etude des activités biologiques de l'huile essentielle extraite des graines de *Foeniculum vulgare* Mill. en vue de son utilisation comme conservateur alimentaire. Mémoire de Magister en Sciences Alimentaires. Université Mentouri Constantine.
- BURTE J.N., 1992.** Le bon jardinier. Édition Rustique, Paris. Vol. 3 : 2882 p.
- CAVÉ A., 1993.** Pharmacognosie, phytochimie, plantes médicinales. 2^{ème} Ed. Tec. Et Doc. Ed. Lavoisier, Paris : 274-285.
- CHABA B., CHRAA O. et KHICHANE M., 1991.** Physiologie des arbres et des arbustes en zones arides et semi-arides : Germination, morphogénèse racinaire, et rythme de croissance de *Pistacia atlantica* Desf. Mémoire d'ingénieur INA. El-Harrach, Alger. 89 p.
- CIBOIS P., 1987.** L'analyse Factorielle. Paris. PUF,
- COSSON E., 1879.** Le Règne Végétal En Algérie : Considérations Générales Sur L'Algérie. Conférence de l'association scientifique de France.
- CRANE J.C. et FORDE H.I., 1974.** Improved pistacia seed germination. California Agriculture, 28 (9) : 8-9.

- CRETE P., 1965.** Précis de botanique ; systématique des angiospermes. Tome II, Edition Masson, Paris.429 p.
- D.P.A.T., 2012.** Monographie de la wilaya de Saida, Saida, 190p.
- DAGET PH. et GODRON M., 1974.** Vocabulaire d'écologie. Hachette Paris, 273p.
- DAGET PH., 1980.** Sur les types biologiques en tant que stratégie adaptative. (Cas des Thérophytes). Recherches d'écologie théorique, les stratégies adaptatives. Paris : 89-114
- DAGET PH., POISSONNET J., 1991.** Prairies Permanentes et Pâturages. Méthodes d'Etude. Inst. Bot. : Montpellier ; 331p.
- DAHMANI-MEGREROUCHE M., 1997.** Diversité biologique et phytogéographique des chênaies vertes d'Algérie, Ecol. Méd., XXII (3/4) .19-38
- DAHMANI-MEGREROUCHE M., 1997.** Le chêne vert en Algérie : Syntaxonomie, phytoécologie et dynamique des peuplements. Thèse Doct. en Sc., U.S.T.H.B., Alger. 383 p.
- DAVID, P.H., 1967.** Flora of Turkey and the East Aegean Islands, volume 581,2.
- DEBBACHE M., 1998.** Développement de la culture du Pistachier, rapport de stage. TURQUIE.
- DJEBAILI S., 1984.** Recherches phytosociologiques et phytoécologiques sur la végétation des hautes plaines steppiques et de l'Atlas saharien algérien. OPU. Alger, 177 p + annexes.
- DOORENBOS J., 1965.** Juvenile and adult phases in woody plants. Handb Pflanzenphysiol., W. Ruhland, édit., 15, (1), 1222-1235.
- DUBEY R.S. et RANI M., 1995.** Influence of NaCl salinity on the behaviour of protease, aminopeptidase and carboxyl-peptidase in rice seedlings in relation to salt tolerance. Australian Journal of Plant Physiology, 17, 215-224.
- EVREINOFF V. A., 1955.** Le Pistachier. Etude pomologique. Journal d'agriculture tropicale et de botanique appliquée, vol. 2, n°7-9 : 387-415.
- EZZAHIRI M., BELGHAZI B. et BAHMAD M., 1994.** Bilan de la régénération naturelle de la cédraie dans les parcelles clôturées du Moyen Atlas, Maroc. Ann. Rech. For. Maroc, T(27), 259-268.
- FAVRICHON V., GOURLET-FLEURY S., BAR-HEN A. et DESSARD H., 1998.** Parcelles permanentes de recherché en forêt dense tropicale humide. Eléments pour une méthodologie d'analyse des données. Série FORAFRI. 73 p.

FLORET CH. et PONTANIER R., 1982. L'aridité en Tunisie présaharienne : Climat, sol, végétation et aménagement. Travaux et documents de l'O.R.S.T.O.M., Paris, 544p.

GADIRI F. et RIGHI R., 1993. Étude phytoécologique des dayas à *Pistacia atlantica* Desf. dans la wilaya de Naâma (Hautes plaines oranaises). Mémoire d'ingénieur d'état, spécialité : écologie végétale, option : Écosystème forestier. USTHB. 80 p.

GAUDIN S., 1996. Dendrométrie des peuplements. BTSA Gestion forestière module D42. Chatêaufarine. V 1.1. 64 p.

GHAZOUALI R., DJELLOULI Y., 2005. Diversité floristique de la Kabylie des Babors (Algérie). Sécheresse, 16 : 217-223.

GILLET F., 2000. La Phytosociologie synusiale intégrée. Guide méthodologique. Université de Neuchâtel, Institut de Botanique. Doc. Labo. Ecol. Vég., 1, 68 p.

GILLET F., FOUCAULT B., JULVE PH., 1991. La phytosociologie synusiale intégrée : objets et concepts. *Candollea*, 46 : 315-340.

GOUNOT M., 1969. Méthodes d'étude quantitative de la végétation. Masson éd., Paris, 314p.

GOURINE N., YOUSFI M., BOMBARDA I., NADJEMI B., GAYDOU E.M., 2010. Seasonal variation of chemical composition and antioxidant activity of essential oil from *Pistacia atlantica* Desf. leaves. J. Am. Oil. Chem. Soc., 87 : 157-166.

GOURINE N., YOUSFI M., BOMBARDA I., NADJEMI B., STOCKER P. et GAYDOU E.M., 2010. Antioxidant activities and chemical composition of essential oil of *Pistacia atlantica* from Algeria. Industrial Crops Products, 31 : 203-208.

GRIME J. P., 1977. Evidence for the existence of three primary strategies in plants and its relevance to ecological and evolutionary theory. The American Naturalist 111 : 1169 - 1194.

GUERROUJ K., BOUTERFAS M., ABDELMOUMEN H., BOUKROUTE A. et MISSBAH EL IDRISSE M., 2015. Prétraitement des graines de la luzerne arborescente (*Medicago arborea* L.) et influence de la salinité et de la température sur leurs germinations. « Nature & Technologie » 13 :41-46

GUEST E., 1966. Flora of Iraq, Ministry of Agriculture – Republic of Iraq, volume I, 213p.

GUINOCHET M., 1967. L'écologie végétale : quelques remarques sur ses fondements et ses objectifs. Mises à jour scient. I, 387-402.

- GUINOCHET M., 1973.** Phytosociologie. Ed Masson, Paris, 227 p.
- GUYNN D. C., GUYNN S. T., LAYTON P. A. et BENTLY W. T., 2004.** Biodiversity metrics in Sustainable Certification Programs. *Journal of Forestry*, 102 (3) : 46-52.
- GUYOT G., 1997.** Climatologie de l'environnement de la plante aux écosystèmes, édition Masson, Paris, 505 p.
- HARFOUCHE A., CHEBOUTI-MEZIOU N. et CHEBOUTI Y., 2005.** Comportement comparé de quelques provenances algériennes de pistachier de l'Atlas introduites en réserve naturelle de Mergueb (Algérie). *Forêt méditerranéenne* t. XXVI, n° 2, .135-142.
- HEURTEAUX P., 1971.** Etude expérimentale de l'évaporation en Camargne. 1^{ière} partie : l'évaporation des surfaces d'eau libre. Centre d'Ecologie de Camargne (Le Sambuc) : 20p. Ronéo.
- JAOUADI W., HAMROUNI L., SOUAYEH N. et KHOUJA M. L., 2010.** Étude de la germination des graines d'*Acacia tortilis* sous différentes contraintes abiotiques. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.*, 14 (4) : 643-652.
- JARRET P., 2004.** Guide sylviculture de la chênaie atlantique : O.N.F. 335 p.
- JIBRIN A., 2013.** A Study of Variation in Physiognomic Characteristics of Guinea Savanna Vegetation, *Environment and Natural Resources Research*, 3: 52-60.
- KAABECHE M., 1995.** Les forêts de pin d'Alep de l'Atlas saharien (Algérie). Essai de synthèse phytosociologique par application de techniques numériques d'analyse. *Doc. Phytosoc.*, N.S., 15: 235-251, Camerino, Italia.
- KAABECHE M., 2003.** Conservation de la biodiversité et gestion durable des ressources naturelles : étude sur la réhabilitation de la flore locale au niveau de la réserve « El - Mergueb » (Wilaya De M'sila, Algérie). *Projet DGF, ALG/00/G35/A/1G/99*. 42p.
- KAABACHE M., 2005.** Guide des habitats aride et saharien (typologie de la végétation d'Algérie, *Projet/ALG/00/G35*).
- KADDOUR HOCINE A., 2008.** Contribution à l'étude du comportement morpho-physiologique et biochimique de *Pistacia atlantica* Desf. sp atlantica, stressée à la salinité. Thèse de magister en physiologie végétale, Université d'Oran Es-senia, 59 p + annexe.
- KADI-BENNANE S., AIT-SAID S., SMAIL-SAADOUN N., 2005.** Étude adaptative de trois populations de *Pistacia atlantica* Desf. (Ain Oussera. Messaad, Taissa) par le biais du complexe stomatique, *Option Méditerranéenne. Série A. N°*.63 : 365-368.

- KAFKAS S., 2006.** Phylogenetic analysis of the genus *Pistacia* by AFLP markers. *Pl. Syst. Evol.* 262: 113-124.
- KAHLOULA K., ADLI D.H., TIRES A., TALATIZI M., AND SLIMANI M., 2015.** Effect of Cinnamomum cassia essential oil on antioxidative status in Nickel exposed rats during the development period. *J. Chem. Pharm. Res.*, 7(7) : 627-635.
- KASKA N., 1994.** Choice and breeding of *Pistacia* root stocks. CIHEAM. FAO. Cours approfondi Production et économie des fruits secs. Reus (Tarragona). P. 8.
- KAWASHTY SA., MOSHARRAFA SAM., EL-GIBALI M., SALEH NAM., 2000.** The flavonoids of four *Pistacia* species in Egypt. *Biochemical Systematics and Ecology* 28 : 915-917.
- KEFIFA A., 2013.** Contribution à l'étude et à la cartographie de l'impact des pressions anthropozoogène et climatiques sur les ressources naturelles des monts de Saïda (Algérie). Thèse doctorat, Université Abou Bakr Belkaid Tlemcen, 246 p.
- KERZABI R., 2017.** L'effet anthropique sur la végétation halophyte en milieu semi-aride et aride de l'Oranie ; Dynamique de la végétation en relation avec les facteurs édaphiques. Thèse doctorat, Université Abou Bakr Belkaid Tlemcen, 246 p.
- KHALID F., BENABDELI K. et MORSLI B., 2015.** Impact de la mise en défens sur la lutte contre la désertification dans les parcours steppiques : cas de la région de Naâma (Sud-Ouest Algérien). *Revue d'Ecologie (Terre et Vie)*, Vol. 70 (1) : 16-31.
- KHALIFÉ T., 1959.** Recherches sur la culture du pistachier en Syrie. Thèse Ph.D. Fac. Univ. Sci. Agron., Gembloux, Belgique, 237p.
- KHANFOUCI M.S., 2005.** Contribution à l'étude de la fructification et de la régénération du cèdre de l'Atlas. Mémoire de mastère en sciences forestières. Université Hadj Lakhdar- Batna. Mémoire online 250 pages.
- KHELIL A., et KELLAL A., 1980.** Possibilités de culture et délimitation des zones à vocation pistachier en Algérie. *Fruits*, 35 (3) : 177-185.
- KHICHANE M., 1988.** Etude de la morphogenèse et des rythmes de croissance de système racinaire du jujuba (*Simmondsia chinensis* Link.) et du pistachier de l'Atlas (*Pistacia atlantica* Desf.). Essais de production de plants en pépinière. Mém. Ing. INA. El Harrach. 68p.

- KHOLKHAL F., 2014.** Etude Phytochimique et Activité Antioxydante des extraits des composés phénoliques de *Thymus ciliatus* ssp coloratus et ssp euciliatus. Thèse de doctorat en biologie. Univ. Abou Bakr Belkaid. Tlemcen.
- KOECHLIN J., 1961.** La végétation des savanes dans le sud de la République du Congo (Brazzaville). Mémoire ORSTOM. n°10. Paris. 310 p.
- LABANI A., 2005.** Cartographie écologique et évaluation permanente des ressources naturelles et des espaces productifs dans la wilaya de Saida. Thèse doctorat, université de Sidi Bel Abbés, 165p.
- LACOSTE A., et ROUX M., 1971.** L'analyse multidimensionnelle en phytosociologie et écologie. Application à des données de l'étage subalpin des Alpes-Maritimes. I. L'analyse des données floristiques. *Oecol. Plant.*, 6, 353-369.
- LAGHA L., 1993.** Contribution à l'étude de la biologie de la reproduction chez l'espèce *Pistacia atlantica*. Th. Ing. INA, Alger, 96p.
- LAHLOU M., 2004.** Methods to study the phytochemistry and bioactivity of essential oils. *Phytother. Res.* 18: 435-448.
- LAIB I., 2012.** Etude des activités antioxydante et antifongique de l'huile essentielle des fleurs sèches de *Lavandula officinalis* : application aux moisissures des légumes secs, *Revue « Nature & Technologie »*, 7 : 44-52.
- LAPIE G., et MAIGE A., 1924.** Flore forestière illustrée de l'Algérie. Édition : Orglah. Paris.
- LE HOUEROU H.N., 1968.** La désertisation du Sahara septentrional et des steppes limitrophes. *Annales algérienne de géographie* 6 :2-27 pp.
- LE HOUEROU H.N., CLAUDIN J. et POUGET M., 1977.** Etude bioclimatique des steppes algériennes avec une carte bioclimatique au 1/1 000 000. *Bull. Soc. Hist. Afri. Nord* : 36-40.
- LE POUTRE B., 1966.** Ecologie de la régénération naturelle du cèdre dans le Moyen Atlas marocain. Résumé de la thèse Docteur- ingénieur, Faculté de Montpellier (France), 13p.
- LEBLANC S., 2014.** Étude de l'estimation de paramètres structuraux de la forêt à l'aide d'un cadre de modélisation, de la photographie hémisphérique et du LiDAR. Thèse de Philosophiae Doctor (Ph.D) en Télédétection de l'Université de Sherbrooke, 226 p.

- LETREUCH-BELAROCUI A., 2009.** Caractérisations structurale des subéraies du parc national de Tlemcen, régénération naturelle et gestion durable. Thèse de doctorat en sciences. Université Abou Bakr Belkaid. Tlemcen. 224 p. + Annexes.
- LIMANE A., 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), Algérie. Thèse de magister. Université de Mouloud Mammeri Tizi Ouzou. pp 132.
- LINNE C.V., 1753.** Species plantarum. Tome I, Ed. Holmi Impesis laurentii salvii.
- LOMBARDINI F., AMANDIER L., CABANNES B. et MOUMANI, M., 2005.** La typologie des subéraies varoise : un outil pour une rénovation forestière raisonnée. CRPF et ONF, France 16 pages.
- LONGAGA A.O., VERCRUYSSSE A. et FORIERS A., 2000.** Contribution to the ethnobotanical, phytochemical and pharmacological studies of traditionally used medicinal plants in the treatment of dysentery and diarrhoea in Lomola area, Democratic Republic of Congo (RDC). *J. Ethnopharmacol.* 71: 411-423.
- LUCAS G., 1952.** Bordure nord des Hautes Plaines dans l'Algérie occidentale. Primaire. Jurassique. Analyse structurale. Monogr. Région XIXème. Congr. géol. inter. Alger, sér.1, n°21, 139p.
- MAAMERI S., 2008.** Etude de *Pistacia atlantica* de deux régions de sud algérien : dosage des lipides, dosage des polyphénols, essais antileishmaniens. Mémoire Magistère. Univ. M'Hamed Bougara Boumerdes.
- MAGGS D.H., 1973.** The pistachio as an australian Crop. *J. Aust. Inst. Argi. Sci.* 10-17 p.
- MANSOUR Ch., 2011.** Contribution à l'étude de la répartition du pistachier de l'atlas (*Pistacia atlantica* Desf.) dans la wilaya de Naâma - cas de Gaaloul. Mémoire d'Ingénieur d'état en foresterie. Université Abou Bakr Belkaïd Tlemcen. 160p
- MEDJAHDI B., 2010.** Réponse de la végétation du littoral oranais aux perturbations : cas des monts des Trara (nord-ouest de l'Algérie). Thèse de doctorat en sciences. Univ. Abou Bakr Belkaid. Tlemcen.
- MEHDEB D., 2012.** Etude de la variabilité morphologique du pistachier de l'Atlas (*Pistacia atlantica*. Desf.) dans la région de Tiaret. Mémoire Magistère. Université d'Oran.

MITCHELL A., 1992. Tous les arbres de nos forêts. Paris - Bruxelles : Elsevier séquoia (Multi guide nature), 414 p.

MOLINIER R., 1977. Les forêts. Encyclopédie de l'écologie. Édit. Larousse, Paris, pp. 48-60.

MONASTRA F., ROVIRA M., VARGAS F.J., ROMERO M.A., BATLLE I., ROUSKAS D., et MENDES GASPAS A., 1997. Caractérisation iso-enzymatique de diverses espèces du genre *Pistacia* et leurs hybrides. Étude de leur comportement comme porte-greffe du pistachier *Pistacia vera* L. CIHEAM Options méditerranéennes : Série B. études et recherches ; n. 16 : 133-142.

MONDAL T.K., BAL A.R. et PAL S., 1988. Effect of salinity on germination and seedling growth of different rice (*Oryza sativa* L.) cultivars, J. Indian Soc. Coast. Agric. Res., 6, 91-97.

MONJAUZE A., 1967. Note sur la régénération du Bétoum par semis naturels dans la place d'essais de Kef Lefaa. Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. N., Alger, 58(3-4) : 59-65.

MONJAUZE A., 1968. Répartition et écologie de *Pistacia Atlantica* Desf. en Algérie. Bull. Société d'Histoire Naturelle de l'Afrique du Nord, 56 : 1-128.

MONJAUZE A., 1980. Connaissance du bétoum. (*Pistacia atlantica* Desf.). Revue forestière française, 32 (4) : 357-363.

MONTERO G. et CANELLAS I., 1998. Salviculturay gestion soslenible de sistemas forestales, Actas de Los Primeros Encuentros Cientificos del parque Natural de Penalara, 29-31.

NAULT J., 1988. Radial distribution of thujaplicins in old growth and second growth of Western red cedar (*Thuja plicata* Donn), Canada. Wood science and technology, 22 (1) :73-80.

NEGRE R., 1962. Petite flore des régions arides du Maroc occidental. C.N.R.S. Paris, vol 2, 566p.

NIGON F., LACROSINIÈRE CS., CHAUVOIS D., NEVEU C., CHAPMAN J. et BRUCKERT E., 2000. Les phytostéroles : une nouvelle approche diététique de l'hypercholestérolémie. Sang, Thrombose, vaisseaux. Edition JL Euro. Vol. 12. N8 : 483-490

O.N.M., 2014. Office National de météorologie : Rapport des données annuelles de de la wilaya de Saida. Station de Rebahia. Période 1983-2013.

OLIVIER L., GALLAND J.P. et MAURIN H., 1995. Livre rouge de la flore menacée de France. Tome 1 : Espèces prioritaires. Collection Patrimoines Naturels, 20. Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris

- OUKARA F.Z., CHAOUIA C., et ASSAL A., 2014.** Effet du stress salin sur la germination des graines du pistachier de l'atlas *Pistacia atlantica* Desf. 53-55
- OUKARA F.Z., SALEM K., CHAOUCH F.Z., CHAOUIA C. et BENREBIHA F.Z., 2017.** Effet des prétraitements sur la germination des Graines du pistachier de l'atlas *Pistacia atlantica* Desf. Algerian journal of arid environment. Vol. 7, n°2 : 49-57.
- OZENDA P., 1954.** Les groupements végétaux de moyenne montagne dans les Alpes maritimes et ligures. Doc. Cart. Prod. Veg. Serie Alpes. Article I : 2-40.
- OZENDA P., 1964.** Biogéographie végétale. Editions Doin. Paris. In : Revue Géographique de l'Est, tome 7, n°4, 507 p
- OZENDA P., 1977.** Flore du Sahara. 2^{ème} Ed. CNRS. Paris, 622 p.
- OZENDA P., 1982.** Les végétaux dans la biosphère. Ed. Doin. 431p.
- OZENDA P., 1983.** Observation sur la végétation d'une région semi-aride : les hauts plateaux du Sud Algérois. Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. Nord, 45 (3- 4) : 189-224.
- OZENDA P., 1986.** La cartographie écologique et ses applications .Edition Masson.158 pages.
- PARDE J. et BOUCHON J., 1988.** Dendrométrie. 2ème édition Ecole national du génie rural des eaux et forêts.328 p.
- PASCAL J.P., 2003.** Description et dynamique des milieux forestiers, Notions sur les structures et dynamique des forêts tropicales humides. Revue Forestière de France, LV (numéro spécial) : 118-130.
- PESSON P. et LOUVEAUX J., 1984.** Pollinisation et production végétale. INRA. Paris. 179 p.
- POILECOT P., 1996.** La Reserve Naturelle Nationale de l'Aïr et du Ténéré (Niger) MH/E / WWF/ IUCN ; 228 p.
- POLUNIN N., 1967.** Eléments de géographie botanique. Gauthier- Villars. Paris. 532 p.
- POUGET M., 1980.** Les relations sol-végétation dans les steppes sud-algéroises. Edition ORSTOM., Paris, 569 p.
- QUEZEL P., 1965.** La végétation du Sahara. Du Tchad à la Mauritanie. Vol. II de la collection. Geobotanica selecta, éditée par prof. Dr. R. Tuxen. Gustaf Fisher Verlag, Stuttgart. XII+333 p.

- QUEZEL P., 1983.** Flore et végétation actuelles de l'Afrique du Nord, leur signification en fonction de l'origine, de l'évolution et des migrations des flores et structures de végétation passées. *Bothalia* 14(3/4) : 411- 416
- QUEZEL P., 1995.** La flore du bassin méditerranéen : origine, mise en place, endémisme. *Ecol. Médit.* 20 (1/2) : 19-39.
- QUEZEL P., 1999.** Les grandes structures de végétation en régions méditerranéennes : facteurs déterminants dans leur mise en place post-glaciaire. *Geobios* 32, I : 19-32.
- QUEZEL P., 2000.** Réflexions sur l'évolution de la flore et de la végétation au Maghreb méditerranéen. Ibis Press, Paris, 109 p.
- QUEZEL P., BARBERO M., et LOISEL R., 1990.** Les forêts méditerranéennes, problèmes posés par leur signification historique, écologique et leur conservation. *Acta Botanica Malacitana*, 15: 145-178.
- QUEZEL P., et MEDAIL F., 2003.** Écologie et biogéographie des forêts du bassin méditerranéen. Ed. Sci. Méd. Elsevier. SAS. Paris, 573 p.
- QUEZEL P., et SANTA S., 1962-1963.** Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. Paris : Ed. C.N.R.S. 2 Vol, 1170p.
- RAMADE F., 1984.** Eléments d'écologie, Ecologie fondamentale. Ed. McGraw-Hill, Paris, 397p
- RAMADE F., 2003.** Eléments d'écologie, Ecologie fondamentale. 3ème édition. Paris, p 690.
- RAUNKIAER C., 1934.** The life forms of plants and statistical plant geography. Ed. Clarendon Press, Oxford, 632 p.
- RIEDACKER A., 1993.** Physiologie des arbres et arbustes en zones arides et semi-arides, 489p.
- RIZK A.M., 1982.** Constituents of plants growing in Qatar. *Fitoterapia*, Vol. 52 (2) ; pp 35-42.
- ROLLET B., 1974.** Architecture des forêts denses humides sempervirentes de plaine. CTFT, Nogent sur-Marne, France .298p.
- ROMANE F., 1987.** Efficacité de la distribution des formes de croissances pour l'analyse de la végétation à l'échelle régionale .Thèse .Doct . Es. Sc. Marseille .vocabulaire. Inst. Dével. Fores., Minist. Agr., Direction des forêts : 243 P.
- RONDEUX J., 1993.** La mesure des arbres et des peuplements forestiers. Les presses agronomiques de Gembloux. Belgique. 521 p.

- RONDEUX J., 1999.** La mesure des arbres et des peuplements forestiers, 2e Édition. Presses Agronomiques Gembloux, 521 p.
- S.A.T.E.C., 1976.** Etude développement intégré de la daïra de Saida. Rapport technique, 93pages.
- S.R.A.T. H.P.O., 2008.** Schéma régional d'aménagement du territoire de la région Hauts Plateaux Ouest à l'horizon 2025. Ministère de l'aménagement du Territoire et de l'Environnement. 152 pages.
- SAIDI A., 2017.** Inventaire et analyse de la phytodiversité dans les steppes à armoise blanche de la wilaya de SAIDA (Algérie occidentale). Thèse de doctorat en sciences. Univ. Sidi Bel-Abbès.
- SANDJONG SANI R.C., NTOUPKA M., VROUMSIA T. et IBRAHIMA A., 2018.** Caractérisation structurale de la végétation ligneuse du Parc National de Mozogo-Gokoro (Cameroun) *J. Flora et Vegetatio Sudano-Sambesica* 21, 7-24
- SIFI I., 2016.** Activité Biologique et Analyse Chimique des Huiles Essentielles des Galles du Pistachier de l'Atlas. Thèse de Doctorat En Sciences, Université d'Ouargla.
- SOFOWARA A., 1993.** Medicinal plants and traditional medicine in Africa. Spectrum Books Ltd., Ibadan, Nigeria, 289p.
- SOMON E., 1987.** Arbre, arbustes et arbrisseaux en Algérie. O.P.U. Alger. 586 p.
- STEWART P., 1968.** Quotient pluviométrique et dégradation biosphérique. *Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. Nord*, 59 : 23-36.
- SYLVAIN G., 1996.** Dendrométrie des Peuplements. BTSA Gestion Forestière. Module D42. 66p
- TAKHI D., OUINTEN M. et YOUSFI M., 2011.** Study of antimicrobial activity of secondary metabolites extracted from spontaneous plants from the area of Laghouat, Algeria. *Adv. Environ. Biol.*, 5(2), 469-475.
- TERRAS M., 2011.** Typologie, cartographie des stations forestières et modélisations des peuplements forestiers. Cas des massifs forestiers de la wilaya de Saida (Algérie) ; Thèse de Doctorat En Sciences, Université de Tlemcen.
- TREASE G.E. et EVANS W.C., 1987.** Pharmacognosy. 13th edn. Brailliar Tiridel Can. Macmillian Publishers.
- TZAKOU O., BAZOS I. et YANNITSAROS A., 2007.** Volatile metabolites of *Pistacia atlantica* Desf. from Greece. *Flavour Fragrance J.* 22, 358–362.

VOGT G.F., et PALMA B., 1991. Influence de quelques produits désinfectants sur le pouvoir d'imbibition des graines d'Acacia senegal. Rôle des différentes parties du tégument Phyton (Horn, Austria), 31 : 97-109.

ZOHARY M., 1952. A monographical study of the genus Pistacia. Palestine Journal of Botany, Jerusalem Series 5, pp187-228.

ANNEXES

ANNEXE 01

Tableau 01 : Mesures dendrométriques dans la station de Tiffrit

N°	d _{1.30} (m)	c(m)	h ₀ (m)	h _t (m)	S _t (m ²)	V (m ³)
1	0,64	2.00	1.82	7	0.31	0,56
2	1,12	3.51	2.96	15,6	0.98	2,90
3	0,66	2.07	3.1	09	0.33	1,02
4	1,12	3.51	3.15	16	0.98	3,08
5	1,31	4.11	2.7	17	1.34	3,61
6	0,92	2.88	2.41	09	0.65	1,56
7	1,25	3.92	3.28	16	1.22	4,00
8	0,69	2.17	2.36	9	0.36	0,84
9	0,71	2.22	2.9	9,5	0.39	1,13
10	0,79	2.48	2.16	11	0.48	1,03
11	0,74	2.32	1.82	14	0.42	0,76
12	0,73	2.29	1.47	12,5	0.41	0,60
13	0,75	2.38	2.78	07	0.43	1,19
14	0,75	2.38	2.33	11	0.43	1,00
15	0,77	2.43	2.58	5,5	0.46	1,18
16	0,8	2.53	1.36	11,5	0.50	0,68
17	0,81	2.54	2.47	14	0.51	1,25
18	0,81	2.54	1.6	10,5	0.51	0,81
19	1,26	3.95	2.78	17,8	1.24	3,44
20	1,35	4.23	2.95	16,75	1.42	4,20
21	1,09	3.42	1.83	14	0.93	1,70
22	0,84	2.63	1.24	07	0.55	0,68
23	1,28	4.01	2.75	17,6	1.28	3,52
24	1,06	3.32	2.18	15	0.88	1,91
25	0,81	2.54	1.32	14	0.51	0,67
26	0,84	2.63	1.19	11	0.55	0,64
27	0,72	2.26	1.53	10	0.40	0,61
28	0,28	0.87	2.39	6,5	0.06	0,14
29	1,45	4.55	2.25	11,6	1.64	3,69
30	1,46	4.58	2.96	16	1.67	4,94
31	1,36	4.27	2.34	12,4	1.44	3,36
32	1,12	3.51	1.96	13,2	0.98	1,92
33	1,50	4.71	2.45	17	1.76	4,31
34	0,81	2.54	1.87	14	0.51	0,95
35	0,83	2.60	2.5	15	0.54	1,35
36	0,82	2.57	2.4	8,5	0.52	1,24
37	0,84	2.65	2.15	6	0.55	1,18
38	0,86	2.70	2.94	7	0.58	1,70
39	0,92	2.88	2.53	9	0.66	1,66
40	0,93	2.92	2.18	12,5	0.68	1,48
41	0,95	2.98	1.7	13	0.70	1,19
42	1,02	3.20	2.73	13	0.81	2,21
43	1,07	3.35	2.37	14	0.89	2,10
44	1,08	3.39	2.5	12,5	0.91	2,27

45	0,98	3.07	1.54	12,65	0.75	1,15
46	0,76	2.38	1.87	13,50	0.44	0,82
47	0,88	2.76	2.57	12,80	0.60	1,54
48	0,87	2.73	1.62	13,50	0.59	0,95
49	0,86	2.70	2.59	15,75	0.58	1,50
50	0,90	2.82	2.37	14,50	0.63	1,49
51	0,67	2.10	1.24	13,75	0.34	0,42
52	0,18	0.56	1.59	5,10	0.02	0,04
53	0,17	0.53	1.69	4,32	0.02	0,03
54	0,19	0.59	1.43	6,20	0.02	0,04
55	0,16	0.50	1.8	6,32	0.02	0,03
56	0,21	0.65	1.95	5,5	0.03	0,06
57	0,30	0.94	1.75	6	0.07	0,12
58	0,42	1.31	2.33	8,5	0.13	0,30
59	0,83	2.60	2.74	16,98	0.54	1,47
60	0,88	2.76	2.93	16,43	0.60	1,75
61	0,92	2.88	1.37	13,55	0.65	0,89
62	0,98	3.07	1.7	15,65	0.75	1,27
63	1,03	3.23	2.8	16,25	0.83	2,32
64	0,70	2.19	1.69	14	0.38	0,64
65	0,84	2.63	2.5	15	0.55	1,37
66	1,10	3.45	2.78	15,5	0.94	2,61
67	0,51	1.60	1.64	14,5	0.20	0,32
68	0,60	1.88	1.79	15	0.28	0,50
69	1,04	3.26	2.96	21	0.84	2,51
70	1,90	5.96	2.63	15,60	2.82	7,41
71	1,29	4.05	2.45	15	1.30	3,18
72	1,16	3.64	3.98	17,35	1.05	4,17
73	1,12	3.51	2.35	12	0.98	2,30
74	0,54	1.69	1.29	07	0.22	0,28
75	0,41	1.3	1.95	5	0.13	0,25
76	0,37	1.18	1.34	6,5	0.11	0,14
77	0,42	1.31	2.6	9,5	0.13	0,33
78	0,37	1.18	1.68	8,5	0.11	0,18
79	0,27	0.85	1.35	6,5	0.05	0,06
80	0,39	1.25	2.5	7	0.12	0,3
81	0,41	1.28	1.97	7	0.13	0,25
82	0,49	1.53	1.58	9	0.18	0,28
83	0,33	1.05	2.28	6	0.08	0,18
84	0,32	1.03	1.65	4,5	0.07	0,11
85	0,37	1.18	2.5	11,5	0.11	0,27
86	0,43	1.38	2.55	9,5	0.15	0,38
87	0,56	1.76	1.7	10	0.24	0,40
88	0,59	1.87	1.13	8,5	0.27	0,30
89	0,97	3.04	1.58	11	0.73	1,15
90	1,10	3.45	1.69	14,5	0.94	1,58
91	1,30	4.08	1.15	12,85	1.32	1,51
92	1,12	3.51	1.67	15	0.98	1,63
93	0,59	1.85	1.10	11,64	0.27	0,29

94	1,55	4.86	1.30	16	1.88	2,44
95	0,87	2.73	3.97	16,28	0.59	2,34
96	1,35	4.23	3.52	15,48	1.42	4,99
97	1,09	3.42	3.68	16,5	0.93	3,42
98	1,21	3.79	2.39	14,63	1.14	2,72
99	1,08	3.39	1.82	13	0.91	1,65
100	0,48	1.51	1.87	9	0.18	0,33
101	0,59	1.87	2.48	9,20	0.26	0,64
102	0,51	1.60	1.23	6	0.20	0,24
103	0,43	1.38	2.12	7,5	0.14	0,29
104	0,55	1.75	0.83	5	0.23	0,19
105	0,46	1.47	1.77	8,5	0.16	0,29
106	0,55	1.73	2.68	8	0.23	0,61
107	0,25	1.65	2.37	9	0.04	0,09
108	0,5	1.58	1.95	9	0.19	0,37
109	0,49	1.56	1.57	6	0.18	0,28
110	0,55	1.73	2.58	8,5	0.23	0,59
111	0,58	1.82	2.24	9,5	0.26	0,58
112	0,61	1.92	4.2	9	0.29	1,21
113	1,11	3.48	1.88	13	0.96	1,80
114	1,47	4.61	2.47	15	1.69	4,17
115	1,13	3.54	1.56	16	1.00	1,56
116	1,25	3.93	1.96	16,32	1.22	2,39
117	1,26	3.97	3.7	17,5	1.24	4,58
118	1,31	4.13	2.43	17	1.34	3,25
119	1,32	4.14	2.28	17,21	1.36	3,10
120	1,35	4.23	1.76	16,58	1.42	2,49

Tableau 02 : Mesures dendrométriques dans la station de Vieux de Saïda

N°	d _{1.30} (m)	c(m)	h ₀ (m)	h _t (m)	S _t (m ²)	v (m ³)
1	0.15	0.50	0.63	2.33	0.01	0.01
2	0.25	0.81	0.93	2.90	0.05	0.04
3	0.66	2.10	1.60	2.98	0.35	0.56
4	0.37	1.18	1.32	8	0.11	0.14
5	0.21	0.69	1.72	2.65	0.03	0.05
6	0.26	0.82	04	5.55	0.05	0.21
7	0.21	0.69	2.18	3.20	0.037	0.08
8	0.20	0.63	2.20	3.5	0.031	0.06
9	0.24	0.78	2.3	4.15	0.048	0.11
10	0.14	0.44	0.88	3.45	0.015	0.013
11	0.28	0.91	2.20	4.20	0.06	0.14
12	1.00	3.15	2.10	15.90	0.79	1.65
13	0.46	1.45	1.46	7.25	0.16	0.24
14	0.12	0.39	1.15	2.75	0.012	0.013
15	0.27	0.85	1.10	3.60	0.05	0.063
16	0.09	0.31	2.30	3.20	0.007	0.017
17	0.21	0.66	1.40	2.10	0.03	0.04

18	0.17	0.55	1.30	3.48	0.02	0.03
19	0.34	1.08	1.10	5	0.09	0.10
20	0.18	0.58	1.09	2.55	0.02	0.029
21	0.25	0.80	1.32	3.20	0.05	0.06
22	0.39	1.25	1.95	7.10	0.12	0.24
23	0.15	0.49	1.10	2	0.01	0.02
24	0.22	0.70	1.70	3.60	0.03	0.06
25	0.42	1.33	0.51	7.50	0.14	0.07
26	0.28	0.88	1.55	3.30	0.06	0.09
27	0.32	1.02	1.30	4.79	0.08	0.10
28	0.35	1.12	1.63	4.55	0.09	0.16
29	0.27	0.86	2.30	5	0.05	0.13
30	0.20	0.64	2.53	4.50	0.03	0.08
31	0.15	0.50	0.60	1.90	0.01	0.011
32	0.39	1.25	1.10	8.70	0.019	0.02
33	0.20	0.64	2.70	4.50	0.03	0.08
34	0.16	0.52	2.10	3.75	0.02	0.04
35	0.24	0.76	1.50	3.20	0.04	0.06
36	0.18	0.58	2.20	4.10	0.02	0.05
37	0.13	0.41	2.34	3.80	0.013	0.031
38	0.19	0.62	1.80	4.15	0.030	0.055
39	0.33	1.06	1.70	5	0.089	0.15
40	0.15	0.48	2.10	5.30	0.018	0.038
41	0.12	0.39	1.62	3.36	0.012	0.019
42	0.16	0.52	2.10	4.28	0.021	0.045
43	0.17	0.55	1.70	3	0.024	0.040
44	0.14	0.45	1.42	4.45	0.016	0.022
45	0.19	0.61	1.39	4	0.029	0.04
46	0.31	0.98	0.68	8.40	0.076	0.05
47	0.13	0.41	2.49	4.80	0.013	0.033
48	0.28	0.89	1.80	6.20	0.063	0.11
49	0.34	1.09	0.63	7.90	0.09	0.059
50	0.28	0.88	1.80	5	0.06	0.11
51	0.15	0.50	2.54	4.40	0.019	0.050
52	0.11	0.35	1.49	3	0.009	0.014
53	0.08	0.26	1.52	2.20	0.005	0.008
54	0.12	0.4	2.39	6.15	0.012	0.03
55	0.21	0.68	1.79	6.30	0.036	0.065
56	0.48	1.52	1.67	5	0.18	0.30
57	0.44	1.39	1.41	8.20	0.153	0.21
58	0.18	0.58	0.32	5	0.026	0.008
59	0.28	0.91	1.82	3.90	0.06	0.11
60	0.26	0.84	2.63	4.70	0.056	0.14
61	0.11	0.36	1.39	3.50	0.010	0.014
62	0.26	0.82	3.82	14.25	0.053	0.20
63	0.48	1.52	1.81	8.20	0.18	0.33
64	0.24	0.76	2.38	6.35	0.04	0.10
65	0.21	0.68	1.59	3.89	0.036	0.058
66	0.16	0.52	1.79	3.30	0.021	0.038

67	0.41	1.29	1.20	6.90	0.13	0.15
68	0.09	0.30	1.89	3	0.007	0.013
69	0.30	0.95	1.62	4.30	0.071	0.11
70	0.23	0.75	1.82	3.65	0.044	0.081
71	0.12	0.40	2.20	3.55	0.012	0.028
72	0.05	0.18	1.48	2	0.002	0.003
73	0.44	1.39	1.09	7.15	0.15	0.16
74	0.24	0.78	3.11	9.20	0.04	0.15
75	0.49	1.55	1.78	7.10	0.19	0.34
76	0.82	2.58	1.70	9.10	0.52	0.90
77	0.11	0.35	2.10	4.22	0.009	0.020
78	0.10	0.32	1.70	3.10	0.008	0.01
79	0.22	0.72	3.40	13.25	0.041	0.14
80	0.36	1.14	1.59	5	0.10	0.16
81	0.15	0.50	3.20	13.80	0.01	0.06
82	0.21	0.69	3.39	14.10	0.03	0.12
83	0.28	0.90	4.52	15.25	0.06	0.29
84	0.24	0.77	1.10	2.60	0.04	0.05
85	0.31	0.98	2.41	4.90	0.07	0.18
86	0.11	0.36	1.98	3.20	0.01	0.02
87	0.11	0.35	2.64	9	0.009	0.02
88	0.07	0.24	2.38	8	0.004	0.01
89	0.21	0.68	1.50	3.10	0.03	0.05
90	0.14	0.45	1.80	3	0.016	0.02
91	0.13	0.41	1.52	2.90	0.013	0.020
92	0.09	0.30	02	3	0.007	0.014
93	0.11	0.36	2.48	9	0.010	0.025
94	0.39	1.25	2.30	9.50	0.012	0.028
95	0.19	0.60	2.10	8	0.02	0.060
96	0.12	0.39	2.61	8.5	0.012	0.031
97	0.36	1.16	1.98	6.15	0.10	0.21
98	0.14	0.45	2.48	6.5	0.016	0.039
99	0.12	0.38	2.60	6	0.011	0.029
100	0.44	1.39	3.48	14.80	0.15	0.53
101	0.21	0.69	2.08	7	0.037	0.078
102	0.12	0.4	2.10	6.30	0.012	0.026
103	0.53	1.69	2.10	5.50	0.22	0.47
104	0.12	0.39	2.20	4.40	0.01	0.026
105	0.22	0.70	1.35	4.90	0.039	0.052
106	0.24	0.78	1.80	5	0.048	0.086
107	0.19	0.62	1.52	3.65	0.030	0.046
108	0.25	0.80	1.70	5	0.050	0.086
109	0.07	0.25	1.90	2.10	0.004	0.009
110	0.19	0.60	1.70	5.28	0.02	0.048
111	0.19	0.61	0.70	2.20	0.029	0.020
112	0.41	1.29	1.11	6.25	0.13	0.14
113	0.19	0.62	1.10	4.72	0.030	0.033
114	0.28	0.90	1.52	3	0.064	0.09
115	0.18	0.58	0.92	3.77	0.026	0.024

116	0.21	0.60	2.35	4.30	0.028	0.067
117	0.22	0.72	2.08	5.90	0.041	0.085
118	0.30	0.97	0.75	4.40	0.074	0.056
119	0.21	0.69	2.15	4.90	0.037	0.081
120	0.09	0.30	2.18	4.20	0.007	0.015
121	0.14	0.44	2.31	5	0.015	0.035
122	0.25	0.80	0.76	2.70	0.050	0.038
123	0.17	0.55	1.85	4.20	0.024	0.044
124	0.13	0.41	1.59	3.90	0.013	0.021
125	0.14	0.45	1.20	3.15	0.016	0.019
126	0.36	1.15	1.62	5.15	0.10	0.17
127	0.15	0.48	1.90	3.10	0.018	0.034
128	0.18	0.58	2.35	5.70	0.026	0.062
129	0.24	0.77	1.30	5	0.047	0.061
130	0.19	0.60	1.85	4.22	0.028	0.053
131	0.19	0.60	1.50	3.15	0.028	0.042
132	0.11	0.35	2.38	4.26	0.009	0.023
133	0.18	0.58	1.95	4.15	0.026	0.052
134	0.20	0.65	0.90	3	0.033	0.030
135	0.16	0.52	1.78	3.65	0.021	0.038
136	0.14	0.45	2.55	3.90	0.016	0.041
137	0.27	0.85	0.75	2.98	0.057	0.043
138	0.17	0.56	0.97	2.10	0.024	0.024
139	0.11	0.35	1.75	3.28	0.009	0.017
140	0.22	0.70	2.18	5	0.039	0.085
141	0.21	0.69	3.05	9	0.037	0.11
142	0.13	0.43	1.20	3.15	0.014	0.01
143	0.15	0.50	1.90	4	0.019	0.03
144	0.19	0.60	0.85	2.80	0.02	0.024
145	0.19	0.62	2.10	4.80	0.03	0.064
146	0.15	0.50	1.85	4.29	0.019	0.036
147	0.15	0.50	02	5	0.019	0.039
148	0.12	0.38	2.10	5.10	0.011	0.024
149	0.19	0.62	1.90	3.85	0.030	0.058
150	0.22	0.70	2.50	4.30	0.039	0.097
151	0.21	0.69	2.62	4.90	0.037	0.099
152	0.21	0.66	1.80	2.90	0.034	0.062
153	0.12	0.38	03	7	0.011	0.034
154	0.16	0.53	2.21	4.75	0.022	0.049
155	0.12	0.38	1.80	3.10	0.011	0.020
156	0.15	0.50	02	4	0.019	0.039
157	0.14	0.46	2.10	4.25	0.016	0.035
158	0.26	0.82	2.79	5	0.053	0.14
159	0.15	0.48	3.29	14	0.018	0.060
160	0.30	0.97	1.74	4.29	0.074	0.13

ANNEXE 2

Tableau 01 : Relevés phytocécologique de la station Vieux de Saïda

Número des relevés	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35		
Altitude (m)	809m - 929m																																				
Pente (%)	40%				30%			15%			25%					15%					10%			30%			70%			5%		10%		5%			
Surface (m2)	400 m ²																																				
Coordonnées	N 34° 49' 30" E 00° 10' 1,05"																																				
<i>Adonis arvensis L.</i>	-	-	-	-	-	-	2.1	-	-	3.1	-	2.2	-	-	-	-	1	-	-	1.1	-	-	2.1	-	-	1.1	-	-	-	2.2	-	-	-	-	-		
<i>Alyssum parviflorum FISCH</i>	+	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-		
<i>Ampelodesma mauritanica</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
<i>Anagallis arvensis</i>	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+	-	+	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	+	-	-	-		
<i>Anchusa azurea</i>	+	-	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-		
<i>Anthemis arvensis</i>	-	-	-	+	-	-	-	-	+1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
<i>Arisarum vulgare targ tozz.</i>	-	-	+	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-		
<i>Asparagus acutifolus L</i>	1.1	1.1	+1	1.1	2.1	+1	2.2	+1	+1	2.1	1.1	-	1.1	1.1	-	1.1	-	1.1	-	1.1	2.1	-	1.1	-	2.1	-	-	1.1	3.1	-	1.1	-	-	2.1	-		
<i>Asphodelus microcarpus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Asplenium ceterach L</i>	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	
<i>Astragalus sesameus L.</i>	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+	-	-	+	-	-	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Ballota hirsuta</i>	-	+	+1	-	-	+1	-	-	+1	-	-	+	-	-	+	-	-	+1	-	-	+1	-	-	+	-	-	+	-	-	+	-	-	+	-	-		
<i>Bellis sylvestris</i>	-	-	+	-	-	-	+	-	+	-	-	-	+	-	-	+	-	-	-	+	-	-	+	-	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-	-	
<i>Bromus rubens L.</i>	-	+	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Bromus sterilis L.</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Calendula arvensis L.</i>	-	+	-	+	-	+	-	+	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+	-	-	+	-	-	-	+	-	+	-	-	+	-	-	+	-	+	
<i>Calycotome spinosa L.</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.1	-	-	-	-	-	-	-	-	1.1	2.1	-	-	-	-	-	-	2.1	-	-	-	-	-	3.1	-	-	-	
<i>Carduus intermedia (Mutel)</i>	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-	+	
<i>Carlina vulgaris L.</i>	+	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-	
<i>Centaurea involucreta Desf.</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Ceratonia siliqua L.</i>	-	-	-	2.1	-	-	-	-	-	-	1.1	-	-	-	2.1	-	-	-	-	-	-	1.1	-	-	-	-	-	-	-	2.1	-	-	-	-	3.1	-	
<i>Chamaerops humilis</i>	-	-	-	-	-	1.1	-	2.2	-	1.1	-	1.1	2.1	-	-	-	-	-	1.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.2	
<i>Chenopodium album L.</i>	-	2.1	-	-	2.1	-	-	-	2.2	-	-	-	-	2.1	-	-	-	-	-	1.1	-	-	-	1.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Cirsium Acarna (L.)</i>	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	2.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.1	1.1	
<i>Cistus salvifolius L.</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Convolvulus tricolor L</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Crepis sp.</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Cupressus sempervirens</i>	1.1	-	1.1	-	1.1	1.1	-	-	-	2.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.1	-	-	-	-	-	-	-	1.1	-	-	2.1	-	
<i>Cynoglossum sp.</i>	-	+	-	-	+	-	-	+	-	-	+	+	-	+	-	+	-	-	+1	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Daucus carota L.</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Erodium cicutarium</i>	-	1.1	+1	-	-	-	-	+	-	-	+1	-	-	+1	-	-	-	-	-	-	+1	+	-	-	+	+	+1	-	-	+	-	-	-	-	+		
<i>Eucalyptus globulus</i>	-	2.2	1.1	2.1	2.1	2.2	2.1	-	2.1	2.1	-	2.1	-	2.1	2.1	-	1.1	-	-	-	-	1.1	-	-	2.1	-	-	1.1	1.1	-	2.1	-	1.1	-	2.1		
<i>Euphorbia helioscopia L.</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Ferula communis L.</i>	-	2.1	-	1.1	-	2.1	2.1	1.1	-	2.1	1.1	1.1	-	-	1.1	-	-	-	-	1.1	-	-	-	2.1	-	-	2.1	-	-	1.1	2.1	-	2.1	-	1.1		
<i>Ficus carica L.</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	1.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.1	
<i>Foeniculum vulgare</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.1	-	-	-	-	-	-	1.1	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Fraxinus angustifolia Vahl</i>	-	3.2	1.1	-	-	-	-	1.1	2.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.1	-	-	-	-	-	-	-	-	1.1	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Galium valantia Weber</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Genista tricuspidata Desf.</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Geranium molle L.</i>	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	
<i>Hippocrepis multisiliquosa L.</i>	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Hordeum murinum L.</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

ANNEXE 2

Le cortège floristique des peuplements à pistachier de l'Atlas



Carlina gummifera L.



Papaver rhoeas



Reseda alba



Lobularia maritima (L.) DESV



Hordeum murinum



Ficus carica



Malva sylvestris



Urginea fugax (Moris) Steinh.



Thapsia garganica L



Silybum marianum L. Gaertn.



Daucus carota L.



Senecio vulgaris L.



Pallenis cuspidata ssp cuspidata



Marrubium vulgare L.



Anagallis foemina Mill.



Nerium oleander L.



Ballota hirsuta Benth.



Asparagus albus L.



Matricaria chamomilla



Thymus ciliatus (Desf.) Benth.



Sedum sediforme PAU.



Calycotome spinosa



Centaurea involucrata Desf.



Adonis arvensis L.



Ferula communis L.



Ampelodesma mauritanicum



Cistus salviifolius



Chamaerops humilis L.



Calendula arvensis ssp macroptera



Bellis sylvestris



Lamium amplexicaule L.



Euphorbia helioscopia L.



Hippocrepis multisiliquosa L.



Genista tricuspidata Desf.