



République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université Amar Thelidji- Laghouat

FACULTE DES SCIENCES

DEPARTEMENT : SCIENCES AGRONOMIQUES

MEMOIRE DE MASTER

Présenté par : Messaoudi Ayoub

DOMAINE : SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE

FILIERE : SCIENCES AGRONOMIQUES

OPTION : AMELIORATION DES PLANTES

Thème

**CONTRIBUTION A L'ETUDE DE LA MORPHOLOGIE FOLIAIRE DU
PISTACHIER DE L'ATLAS DANS LES DAYAS DE LAGHOuat**

Jury de soutenance :

Nom et prénom	Grade	Qualité
OUBRAHAM F.	MAA	Président
ZAZA M.	MAA	Examinatrice
KOUIDRI M.	MCA	Encadreur

Promotion : Juin-2019



Je dédie ce travail :

À mes chers parents pour leurs dévouement, leurs amours, leurs

Sacrifices et leurs encouragements, et leur aide multiforme.

A ma sœurs : Zakia.

A mes frères : Kamel, Salah, Mohamed, Younes et à toutes ma

Famille sans exception

A tous ceux que j'aime.

Ayoub

Remerciements

Je remercie avant tout ALLAH tout puissant, de m'avoir guidé toutes les années d'étude et de m'avoir donné la volonté, la patience et le courage pour terminer ce travail.

Mes remerciements vont d'abord à Monsieur OUBRAHAM F., enseignant à l'université de Laghouat pour avoir accepté de présider ce jury.

J'adresse mes respectueux remerciements à Madame ZAZA M. enseignante chercheur à l'université de Laghouat, d'avoir accepté d'examiner ce travail.

Je porte ma gratitude à mon promoteur, Monsieur KOUIDRI M., enseignant chercheur à l'université de Laghouat, pour avoir proposé ce thème et dirigé ce travail, son aide précieuse, ses encouragements et ses conseils m'ont permis de mener à bien ce mémoire.

Enfin, quelques pensées vont à mes amies et mes collègues universitaires, à mes amis et voisins et à tous les gens qui me connaissent.

LISTE DES FIGURES

Figure 01 :	Aire naturelle de <i>Pistacia atlantica</i>	05
Figure 02 :	Distribution de <i>Pistacia atlantica</i> en Algérie.....	06
Figure 03 :	Variabilité interannuelle en mm de pluies dans la région de Laghouat (2004-2018).....	14
Figure 04 :	Variation des précipitations moyennes mensuelles de la région de Laghouat (2004-2018).	15
Figure 05 :	Evolution de la moyenne mensuelle du vent pour la région de Laghouat (Période 2004-2018).....	16
Figure 06 :	Variation interannuelle de la vitesse de vent de la région de Laghouat (2004-2018)	17
Figure 07 :	: Evolution de la moyenne mensuelle de l'humidité relative pour la région de Laghouat (2004-2018)	17
Figure 08 :	Variation interannuelle de l'Humidité relative de la région de Laghouat (2004-2018).....	18
Figure 09 :	Moyennes mensuelles du nombre de jours de gelée dans la région de Laghouat (2004-2018).....	19
Figure 10 :	Variation interannuelle du nombre de jours de gelée dans la région de Laghouat (2004-2018).....	19
Figure 11:	Diagramme Ombrothermique de Bagnouls et Gaussien pour la région de Laghouat (2004-2018).....	20
Figure 12 :	Climagramme d'Emberger pour la région de Laghouat.....	21
Figure 13 :	Situation géographique de la zone d'échantillonnage.....	23
Figure 14 :	Méthode d'estimation d'une hauteur d'arbre.....	24
Figure 15 :	Paramètres mesurés sur la feuille du pistachier d'atlas.....	26
Figure 16:	Hauteurs moyennes des arbres dans les trois sites.....	27
Figure 17 :	Relation entre la hauteur de l'arbre et la largeur du houppier.....	28
Figure 18 :	Relation entre la hauteur de l'arbre et le diamètre à 130cm.....	28
Figure 19 :	Diamètre moyen du tronc à 130 cm du pistachier dans les trois sites.....	29
Figure 20 :	Relation entre le diamètre à 130cm et la largeur du houppier.....	29
Figure 21 :	Largeurs moyens des houppiers dans les trois sites.....	30
Figure 22 :	Nombre de branches de la première ramification dans les trois sites.....	31
Figure 23 :	Longueur moyenne des feuilles dans les trois sites.....	32

Figure 24 :	Relation entre la longueur des feuilles et la hauteur de l'arbre.....	33
Figure 25 :	Relation entre la longueur des feuilles et la largeur du houppier.....	33
Figure 26 :	Relation entre la longueur des feuilles et le diamètre a 130cm.....	34
Figure 27 :	Relation entre la longueur et la largeur des feuilles.....	34
Figure 28 :	Relation entre la longueur des feuilles et la longueur de la foliole terminale.....	35
Figure 29 :	Relation entre la longueur des feuilles et la largeur de la foliole terminale.....	35
Figure 30 :	Relation entre la longueur des feuilles et le nombre de folioles.....	36
Figure 31 :	Largeur moyenne des feuilles dans les trois sites.....	36
Figure 32 :	Relation entre la largeur des feuilles et la hauteur de l'arbre.....	37
Figure 33 :	Relation entre la largeur des feuilles et la largeur du houppier.....	38
Figure 34:	Relation entre la largeur des feuilles et le diamètre à 130cm.....	38
Figure 35:	Relation entre la largeur des feuilles et la longueur de la foliole terminale.....	39
Figure 36:	Relation entre la largeur des feuilles et la largeur de la foliole terminale.....	39
Figure 37:	Relation entre la largeur des feuilles et le nombre de foliole.....	40
Figure 38:	Longueur moyenne de la foliole terminale dans les trois sites.....	40
Figure 39:	Relation entre la longueur de la foliole terminale et la largeur du houppier.....	41
Figure 40:	Relation entre la longueur de la foliole terminale et le diamètre à 130cm.....	42
Figure 41 :	Relation entre la longueur de la foliole terminale et la largeur de la foliole terminale.....	42
Figure 42:	Relation entre le nombre de folioles et la largeur du houppier.....	43
Figure 43:	Largeur moyenne de la foliole terminale dans les trois sites.....	44
Figure 44:	Relation entre la largeur de la foliole terminale et la largeur du houppier.....	44

LISTE DES PHOTOS

Photo 01 :	Feuilles du pistachier de l'atlas (daya Ksar El Hirene).....	09
Photo 02 :	Vue panoramiques des dayas échantillonnées.....	23
Photo 03 :	Mesures biométriques de la feuille par un pied a coulisse.....	25

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 01 :	Répartition géographique des principaux genres des anacardiées.....	04
Tableau 02 :	Les variétés et /ou sous espèces de <i>Pistacia atlantica</i> Desf.et leur répartition...	08
Tableau 03 :	Température moyenne mensuelle de la région de Laghouat (2004-2018).....	15
Tableau 04 :	Valeurs de l'indice d'aridité(I) et bioclimats correspondants	22
Tableau 05 :	Localisation et caractéristique des dayas d'étude.....	24
Tableau 06 :	Principales corrélations significatives enregistrés avec la hauteur de l'arbre.....	27
Tableau 07 :	Principales corrélations significatives enregistrés avec la largeur de houppier...	30
Tableau 08 :	Principales corrélations significatives enregistrés avec la longueur de feuille...	32
Tableau 09 :	Principales corrélations significatives enregistrés avec la largeur de feuille.....	37
Tableau 10 :	Principales corrélations significatives enregistrées avec la longueur de la foliole terminale.....	41

SOMMAIRE

Introduction	01
1 : Généralités sur le pistachier	03
1-1 : Description de la famille des anacardiacees	03
1-1-1 : Position botanique	03
1-1-2 : Taxonomie	03
1-2 : Caractéristiques botaniques et systématiques du genre <i>Pistacia</i>	03
1-3 : Répartition géographique du genre <i>Pistacia</i>	03
1-4 : Aire de distribution du pistachier de l'Atlas	04
1-4-1 : Au monde	04
1-4-2 : En Algérie	05
1-5 : Importance du pistachier de l'Atlas	06
1-6 : Systématique du pistachier de l'atlas	07
1-7 : Caractéristiques botaniques	08
1-7-1 : Propriété de l'arbre	08
1-7-2 : Système racinaire	08
1-7-3 : Les feuilles	08
1-7-4 : Les fleurs	09
1-7-5 : Les fruits	09
2 : Aspects physiologiques	10
2-1 : Croissance	10
2-2 : Floraison	10
2-3 : Pollinisation	10
3 : Les exigences écologiques	10
3-1 : Le sol	10
3-2 : Pluviométrie	11
3-3 : Le vent	11
3-4 : La lumière	11
3-5 : L'étage bioclimatique	11
3-6 : Altitude	11
3-7 : Association et groupement végétal	12
4 : Les facteurs de dégradation du pistachier	12

Chapitre 02 : Matériel et méthodes

1 : Présentation de la région d'étude	13
1-2 : Caractéristiques naturelles de la région d'étude	13
1-2-1 : Zone des Hauts Plateaux	13
1-2-2 : Zone de l'atlas saharien	13
1-2-3 : Zone de piémonts sud atlasiques	13
2 : Caractéristiques climatiques	13
2-1 : Précipitations	14
2-2 : Température	15
2-3 : Le vent	16
2-4 : Humidité	17
2-5 : Gelées	18
2-6 : Diagramme Ombrothermique	19
2-7 : Quotient pluviométrique et Climagramme d'EMBERGER	20
2-8 : Indice d'aridité de DE MORTONNE	22
3 : Méthodologie	22
3-1 : Choix de site d'étude.....	22
3-2 : Mesures dendrométriques.....	24
3-2-1 : Hauteur de l'arbre.....	25
3-2-2 : Diamètre à 130cm.....	25
3-2-3 : Largeur du houppier.....	25
3-2-4 : Nombre de premières branches.....	25
3-3 : Mesures biométriques de feuille.....	25
3-3-1 : Longueur de feuille.....	25
3-3-2 : Largeur de feuille.....	25
3-3-3 : Longueur et largeur de la foliole terminale.....	26
4 : Analyse statistiques.....	26
Résultats	27
1 : Paramètres dendrométriques des arbres	27
1-1 : Hauteur des arbres	27
1-2 : Diamètre a 130cm	29
1-3 : Largeur du houppier.....	30
1-5 : Nombre des premières branches.....	31
2 : La biométrie des feuilles	32

2-1 : Longueur de feuille	32
2-2 : Largeur de feuille	36
2-3 : Longueur de foliole terminale	40
2-4 : Nombre de foliole	43
2-5 : Largeur de foliole terminale	43
Discussion.....	45
1 : La dendrométrie de l'arbre.....	45
2 : La biométrie foliaire.....	46
Conclusion générale.....	48
Références bibliographiques.....	50

INTRODUCTION

Introduction:

Pistacia atlantica est une essence ligneuse appartenant à la famille des *Anacardiacees*. Elle est bien adaptée aux conditions édapho-climatiques les plus dures du sud Algérien (Monjauze, 1967). C'est l'une des rares espèces arborescentes encore présente dans les régions semi-arides et arides, voir même sahariennes. Sa limite extrême se trouve en plein cœur du Hoggar où il existe à l'état de relique, autrefois très abondant (Monjauze, 1967). Cette essence ne cesse de régresser d'année en année suite à des actions anthropiques.

Plusieurs auteurs se sont intéressés à cette espèce; des travaux englobant les caractéristiques générales de cette-ci ont été réalisés dans différentes régions de l'aire de répartition du Pistachier de l'Atlas. En Algérie, des études ont porté sur la répartition et les caractéristiques morphologiques de cette espèce dans plusieurs localités au sud algérois (Monjauze, 1980 ; Belhadj, 1999; Belhadj et *al.*, 2007 et 2008 ; Benhassaini et *al.*, 2005; BNEDER, 2015 ; El Zerey-Belaskri et Benhassaini, 2015; Khaldi et Khouja, 1995; Smail-Saadoun, 2007 et 2014), d'autres travaux ont touché l'aspect anatomique de l'espèce comme le complexe stomatique (Kadi-Bennane et *al.*, 2005 ; Smail-Saadoun, 2005) dans la région de Djelfa et d'autres travaux sur la composition de l'espèce en huiles essentielles (Alsaghir, 2010; Maamri, 2008 ; Gourine et *al.*, 2009) ou même celles des galles du pistachier (Nedjma, 2017) dans les dayas de Laghouat. Au Maroc, nous pouvons citer les études d'Abdelkader et *al.*, 2005 et d'Al Yaaqobi et *al.* (2009), Kafkas et *al.* (2002) en Turquie. Cependant, très peu sont les études faites sur les feuilles et les folioles du pistachier comme ceux de Belhadj et *al.* (2008) pour 16 localités à Djelfa et Laghouat, Zahzah (2016), Nedjma (2017); Badaoui (2016) et Dahmani (2018) dans la région de Laghouat et Aflou et El Zerey-Belaskri et Benhassaini (2015) dans 16 sites naturels du Nord-ouest algérien, et Dahmani (2011) à Tiaret. Toutefois, ce caractère a été souvent le plus utilisé pour classer les sous espèces de pistachier de l'atlas (Zohary, 1952; Belhadj et *al.*, 2008).

Notre travail consiste à caractériser des populations de pistachier d'atlas dans trois dayas de la région de Laghouat de point de vue biométrique, en s'appuyant sur une étude dendrométrique de l'arbre sur le terrain et une étude complémentaire morphologique des feuilles et folioles au laboratoire. Nous visons à dévoiler les caractéristiques communes entre les individus de cette population de pistachier ainsi que les différences possibles qui peuvent exister.

Notre document est structuré en deux grandes parties; la première, consiste en une revue de littérature qui présente des données sur les principales caractéristiques du pistachier de l'atlas, ses exigences climatique, édaphiques et leur importance. Tout en décrivant la région et les zones d'étude ainsi que la méthodologie adoptée durant la période de l'étude.

La seconde partie est consacrée aux résultats obtenus et seront discutés à la lumière de la littérature disponible

Vers la fin, le document s'achève par une conclusion des principales constatations et observations avec des éventuelles perspectives.

PARTIE 1 :
SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

CHAPITRE 1 :
LE PISTACHIER DE L'ATLAS

1 : Généralités sur le pistachier :**I.1 : Généralités sur le genre Pistacia**

Appartenant à la famille botanique des Anacardiaceae (Therebinthaceae) qui est représentée en Algérie par 2 genres (*Pistacia* et *Rhus*) (Kaabache et *al.*, 2005). Le genre *Pistacia* fut décrit par Tournefort et Linne en 1830. Il est originaire de l'Asie Occidentale et de la petite Asie où il pousse généralement à l'état sauvage dans plusieurs régions chaudes et arides au Liban, Palestine, Syrie, Iran, Iraq, Europe du sud et dans les pays arides de l'Asie et de l'Afrique (Debbache, 1998).

Le genre *Pistacia* est principalement un genre subtropical et comprend onze espèces, dont certains sont de grande importance économique et culturelle. Toutes les espèces sont dioïques et leurs fleurs sont nues et unisexuées, (Zohary, 1952). Les espèces sauvages jouent un rôle important dans la culture de variétés de pistaches qu'ils fournissent, parmi elles, *Pistacia atlantica* Desf. Qui est l'une des espèces les plus importantes des porte-greffes, distribuée entre 29° et 42° degrés Nord. Toutes les espèces de ce genre sont diploïdes avec un nombre chromosomique $2n = 24, 28$ et 30 (Ghaffar et *al.*, 2005), ont besoin beaucoup de soleil, mais s'accoutument à tous les sols (Brosse, 2000).

1-1-2 : Taxonomie :

Les anacardiées appartiennent à l'ordre des sapindales, à la sous classe des rosidae ou eudicots moyennes dialypétales, à la classe des magnoliopsida ou eudicots, au sous –embranchement des magnoliophyta ou angiospermes et à l'embranchement des spermatophytes (Pell, 2004 *in* Belhadj, 2007).

La composition de cette famille en genres et espèces diffère selon les auteurs. D'après Kokwaro (1986) et Guyot (1992), elle compte 60 genres et 600 espèces. Pour Mabberley (1987), elle renfermerait 73 genres et 850 espèces.

1-2 : Caractéristique botaniques et systématiques du genre *Pistacia* :

Le genre *Pistacia* est caractérisé par des arbres ou arbustes dioïques à feuilles non épineuses, le nombre de folioles varie entre 1 et 20 paires selon les espèces (Monjauze, 1980).

L'inflorescence est en grappes rameuses. Les fleurs d'une couleur plus ou moins marron, sont unisexuées sans pétales, apétales 0-5 étamines, 5 ovaires à 3 carpelles concrescents uniovulés. Les grappes des fleurs mâles sont généralement compactes et plus petites que celles des fleurs femelles qui sont toujours lâches, les fruits sont drupacés un

peu charnus, succulents ou sec a un noyau. Ce genre regroupe entre neuf et treize espèces, elles sont d'origine asiatique ou méditerranéenne (Quézel et Santa, 1963 et Seigne, 1985).

1-3 : Répartition géographique de genre *Pistacia* :

Pistacia est le seul genre dont la plupart des espèces sont localisées dans les régions méditerranéenne, circumméditerranéennes et tempérées (fig.01). D'un point de vue phytogéographique, trois espèces sont considérées par tous les auteurs comme méditerranéennes (*Pistacia lentiscus*, *Pistacia terebinthus*, *Pistacia palaestina*).

En Algérie, on retrouve quatre espèces très connues de ce genre, trois sont naturelles *Pistacia lentiscus*, largement distribuées dans le tell, *Pistacia terebinthus* et *Pistacia atlantica* et la quatrième espèce est *Pistacia vera* qui est une espèce introduite et sub-spontanée originaire d'Iran et d'inde (Zohary, 1952 et Alyafi, 1979).

Tableau 01 : Répartition géographique des principaux genres des anacardiées.

Genre	Nombre d'espèces	Origine
Anacardium	8	Amérique tropicale
Haematostaphis	2	Afrique tropicale (ouest)
Mangifera	35	
Ozoroa	40	Afrique tropicale
Pistacia	9	région méditerranéenne
Pseudo spondias	2	Afrique tropicale (ouest et centre)
Rhus (incluant toxicodendron)	200	régions tempérées
Schinus	27	Amérique tropicale
Sclerocarya	4	Afrique tropicale australe
Sorindeia	50	que tropicale et Madagascar
Spondias	10	Indomalaisie (sud-est d'Asie)

Source : Mabberley (1987) in Belfadel (2009).

I-4 : Aire de distribution du pistachier de l'Atlas :**I-4-1 : Au niveau mondial:**

Pistacia atlantica est largement distribuée au sud de la Méditerranée et dans Moyen-Orient, elle est répandue depuis les Canaries (Gomera, teneriffe,) jusqu'au Pamir (Fig. 01), en passant : -Par l'Afrique du nord, le Sahara septentrional et Tripolitaine, avec relique au Hoggar. -Par Chypre, Chio, Rhodes, la Grèce, la Turquie, la Bulgarie, la Crimée, le Caucase, la Transcaucasie et l'Arménie. -par la Palestine, la Syrie, la Transjordanie, l'Iraq et l'Iran. -par l'Arabie, le Baloutchistan et l'Afghanistan. Le type de l'espèce (selon Zohary, 1952) est d'habitat occidental. On le rencontre depuis les Atlantide jusqu'à la Syrie en passant par les trois pays d'Afrique du Nord (Monjauze, 1968).

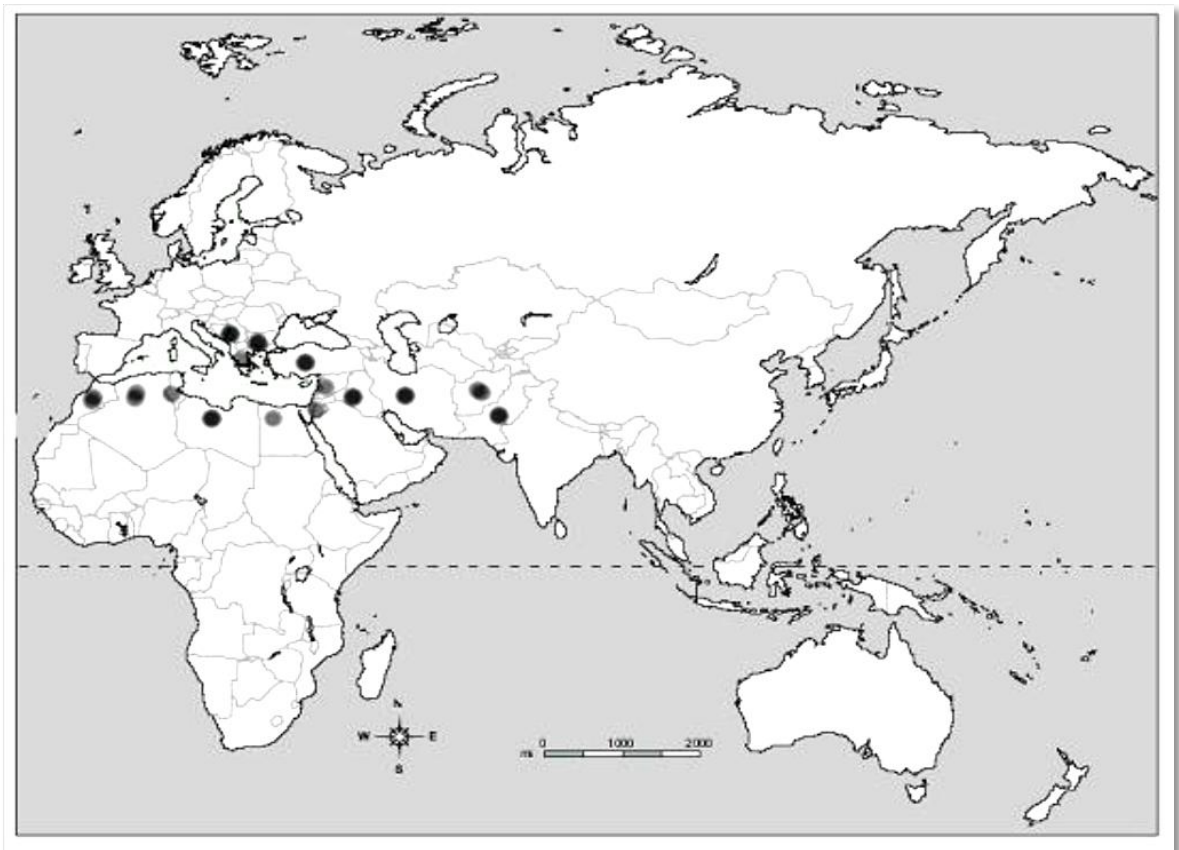


Figure 1 : Aire naturelle de *Pistacia atlantica* (Al-Saghir, 2006)

I-4-2 : En Algérie :

C'est une espèce endémique qui figure parmi les plantes non cultivées protégées en Algérie. (Kaabèche et *al.*, 2005). D'après Boudy (1952), en Algérie on le trouve (Fig. 2) disséminé dans les forêts chaudes du tell méridional mais surtout dans la région steppo-

désertique des hauts plateaux et du Sahara septentrional où il ne subsiste que dans les Dayas. On le rencontre parfois en montagne dans l'Atlas saharien (région Ain Sefra) et sur les hauts plateaux oranais.

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

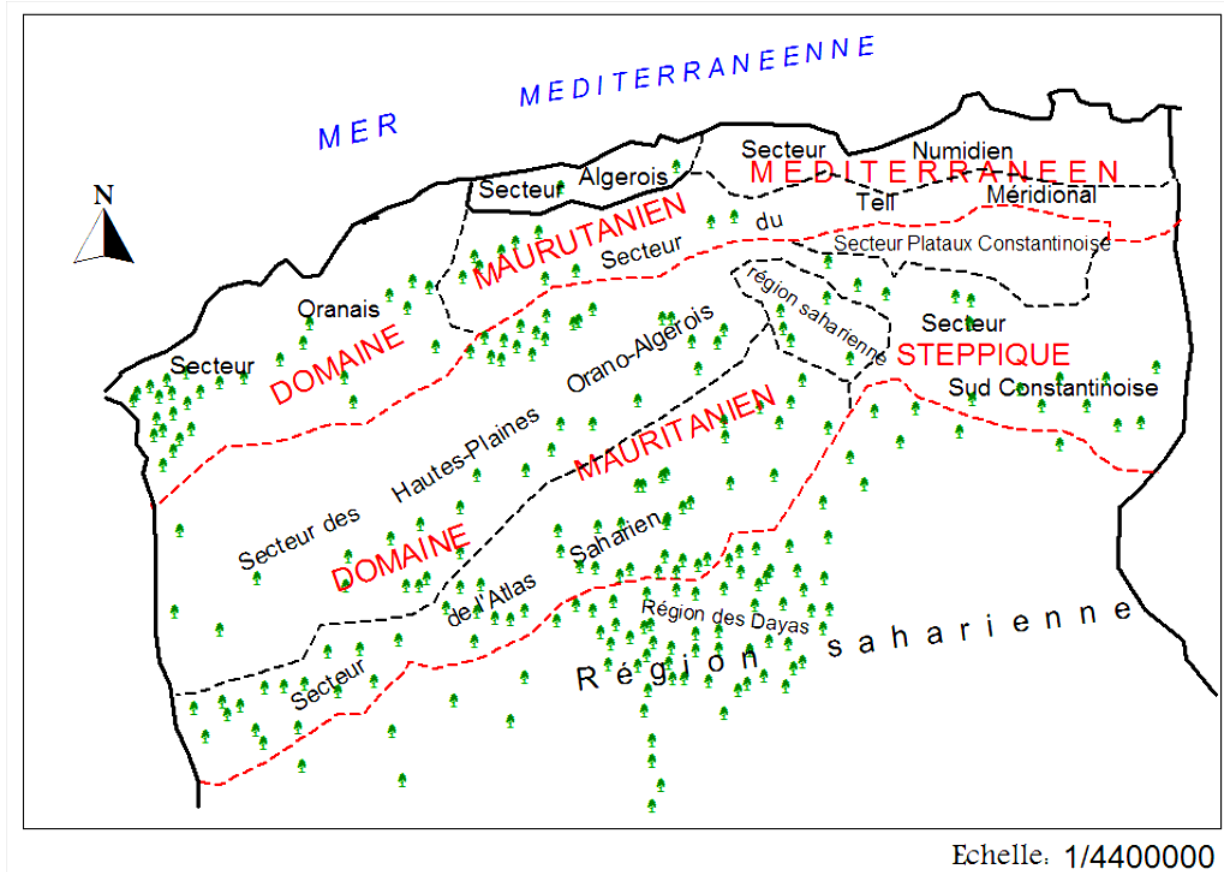


Figure 2 : Distribution de *Pistacia atlantica* en Algérie (Monjauze, 1968).

1-5 : Importance du pistachier de l'atlas :

- ✓ En tenant compte de sa rusticité, de la caducité de ses feuilles, sa résistance a la sécheresse et ses faibles exigences pluviométriques, le pistachier de l'atlas pourrait être protecteur de la steppe et des zones arides. En effet, cette essence peut entrer dans le cadre de la lutte contre la désertification, dans ces zones, en produisant une grande quantité d'humus susceptible d'améliorer les qualités physicochimiques des sols. Elle pourrait être utilisée

pour la fixation des dunes et comme brise vent grâce à son système racinaire puissant (Boudy, 1952).

- ✓ C'est l'une des meilleures essences de reboisement pour diversifier le cortège floristique algérien en raison de sa répartition dans les zones sub-humides et semi arides (Doghbage, 2011).
- ✓ Son utilisation comme porte greffe de *Pistacia vera* a été révélé par plusieurs auteurs (Monastra et al., 2000).
- ✓ En Algérie, les fruits sont largement récoltés dans les zones désertiques et vendues dans les localités avoisinantes pour la consommation, ils sont vendus au marché traditionnel à prix variables entre 300 et 400 DA. Les fruits contiennent une huile énergétique que les populations locales mélangent avec des dattes et qu'elles consomment tout au long de la journée. Les feuilles et les graines peuvent être considérées comme un fourrage pour les animaux (les moutons, les chèvres, les chameaux,...) (Belhadj, 2007).
- ✓ Le betoum est considéré comme un puissant astringent, cela est dû à sa forte teneur en tanins. En outre, son écorce produit une oléorésine ou résine mastic très odorante qui exsude de façon abondante par temps chaud. Les populations locales s'en servent pour usage médical (Monjauze, 1980 ; Belhadj, 2001,2007). à partir de cette résine on peut produire un chewing-gum utilisé en pharmacie pour la production d'onguent (Monjauze, 1980).
- ✓ Son bois est un bois lourd, peu résilient et de bonne conservation. C'est un bois d'artisanat capable de remplacer l'ébène, il est surtout un excellent bois de chauffage et de carbonisation (Monjauze, 1980 ; Ozenda, 1977).

1-6 : Systématique de l'espèce pistachier de l'atlas:

Cet arbre s'appelle *tismelal* en langue berbère et *b'toum* est un nom collectif. Au singulier on dit *EL botma* et *el botmaia* (Monjauze, 1968), et *Ighh* en berbère (Belhadj, 1999). Le pistachier de l'Atlas n'a pas été distingué que depuis Desfontaines, qui la décrit en 1799 (Monjauze, 1980). Sa place systématique est comme suit:

Division : Angiospermes

Classe : Eudicots

Sous-classe : core eudicots

Super-ordre : Rosids

Sous-ordre : EurosidsII

Ordre : Sapindales Dumort.

Famille : Anacardiaceae

Sous-famille : Anacardioidae

Genre : Pistacia.

Espèce : *Pistacia atlantica* Desf.

Subsp : *atlantica*.

Selon Zohary (1952), *Pistacia atlantica* est subdivisée en quatre variétés ou sous espèces éco-géographique (Tab. 2).

Tableau 02 : Variétés et /ou sous espèces de *Pistacia atlantica* et leur répartition :

Variété et /ou sous espèces	Répartition
<i>Latifolia</i>	Caucase, l'Arménie, nord de la Turquie et de l'Iran
<i>Cabulica</i>	Pakistan, Afghanistan et sud de l'Iran
<i>Kurdica</i>	Zagros ouest de l'Iran, sud de Turquie, Syrie et Palestine
<i>Atlantica</i>	Afrique du Nord

Source : Zohary (1952)

1-7 : Caractéristiques botaniques :

1-7-1 : Propriétés de l'arbre :

C'est un arbre de 3 à 5 mètres, à écorce lisse et sombre, atteignant 1 mètre de diamètre avec une cime volumineuse et arrondie (Boudy, 1950). Le tronc de pistachier de l'Atlas est généralement court, pouvant atteindre 20 mètres de hauteur pour les vieux sujets (Quézel et Santa, 1963).

1-7-2 : Système racinaire :

Le betoum est caractérisé par un système racinaire pivotant, présentant une bonne reprise à la plantation, il a des racines qui peuvent atteindre 15m de profondeur. Cette vigueur lui permet de supporter la sécheresse et de vivre dans les sols desséchés. Le système racinaire est orthogéotrope à croissance rapide et indéfinie et les fines racines, latérales, sont plagiotropes à croissance lente et peu durable (Khichane, 1988 *in* Lomri, 2004).

1-7-3 : Feuilles :

Caduques, semi persistantes alternés à rachis finement ailé, irrégulièrement imparipennées de 5 à 11 folioles impaires, les paires de nombre de 3 à 4 entières, oblongues lancéolées (2,5 à 5 × 1 à 1,5cm), obtuses au sommet, sessiles et glabres (Somon, 1987), leur couleur varie de vert foncé sur la surface supérieure à vert clair sur la

surface inférieure (Khaldi et Khoudja, 1996), un peu coriaces, et mesurent rarement plus de 12 cm de longueur totale, leur plus grande largeur au tiers inférieur du limbe (Photo 1). En automne, elles rougissent opportunément dans les jardins (Monjauze, 1980).



Photo 1 : Feuilles de pistachier de l'atlas (daya de Ksar El Hirene).

1-7-4 : Fleurs :

L'espèce Bétoum est dioïque. Les fleurs mâles sont disposées en inflorescence terminales (panicule composée de 450 à 500 fleurs apétales. Chaque fleur constitue d'un calice de 3 à 5 sépales pubescents et d'un androcée composé de 5 à 8 étamines opposés à filament très courts (Pessont et Loveaux, 1984 *in* Benhassaini, 1998).

Les fleurs femelles sont réunies en grappes paniculées composées de 190 à 260 fleurs. Chaque fleur a un très petit calice composé de 3 à 5 sépales. Ovaire supérieur, uniloculaire surmonté de trois styles pourpres (El Oualidi et al, 2004), le centre est occupé par un gynécée formé de carpelles soudés, ces derniers donnent l'aspect d'un seul ovaire surmonté de trois styles libres et pourpres. Les inflorescences ne s'épanouissent pas simultanément sur l'arbre et les fleurs qui les constituent s'ouvrent progressivement (6 jours environ) à partir de la base chaque stigmate ne reste réceptif que (3 à 4 jours) les périodes de reproduction entre mâle et femelle sont ainsi en décalage phénologique donc asynchrones, limitant ainsi les chances de régénération avec un taux de parthénocarpie important (Pessont et Loveaux, 1984 *in* Benhassaini, 1998).

1-7-5 : Fruits :

Les fruits sont des drupes, monospermes mesurant 6 à 8mm de long et 5 à 6mm de largeur. Ils atteignent leur maturité à partir de septembre. Leur épiderme se ride en séchant sur leur endocarpe induré très mince abritant 2 cotylédons exalbuminés olivâtres, riches en huile comestibles (Ozenda, 1983).

La graine de *Pistacia atlantica* présente une germination difficile, la semence est trop huileuse et se conserve difficilement dans la nature, même mise en cave et stratifiée, elle ne peut garder son pouvoir germinatif plus d'un an (Monjauze, 1980).

2 : Aspect physiologique :**2-1 : Croissance :**

Le bétoum est une essence à croissance rapide, car l'arbre drageonne beaucoup et rejette avec facilité jusqu'à un âge avancé. Chaque année, la tige principale et tous les rameaux s'allongent d'une pousse annuelle, tandis que le tronc, les branches et les rameaux augmentent progressivement de diamètre. Une fois les feuilles ouvertes, la plantule devient assez robuste, et aucune difficulté ne se présente dès que la plantule atteint 20cm de hauteur (Boudy, 1952).

2-2 : Floraison :

L'arbre étant dioïque, l'épanouissement des fleurs s'échelonne de fin mars à la fin avril. Le bétoum ne peut fleurir que s'il a subi au préalable une période de froid (vernalisation), les fleurs sont sensibles aux gelées printanières, et une pluviométrie, même faible et de très courte durée pourrait altérer le pollen. La floraison des individus mâles se fait deux à quatre semaines avant le débourrement végétatif, tandis que chez les individus femelles elle serait plus tardive, celles-ci ne fleurissent qu'après accumulation des photosynthétats (Grundwag, 1976).

2-3 : Pollinisation :

Dans le genre *Pistacia* toutes les espèces ont une pollinisation inter-compatible. Cela signifie que le pollen de chacune des espèces de ce genre peut féconder et rendre fertile tôt ou tard les femelles de *Pistacia vera*.

Un autre fait important au sujet de la pollinisation est la non synchronisation de la période de floraison des deux pieds mâles et femelles. La pollinisation s'effectue généralement à l'aide du vent (anémophile), mais dans les zones arides et semi-arides, les vents chauds et secs peuvent sécher les fleurs femelles, surtout leurs stigmates empêchant le pollen de s'y coller (Kaska, 1994).

3 : Les exigences écologiques :**3-1 : Le sol :**

Pistacia atlantica se développe sur une large gamme de sols, il peut occuper des sols peu profonds de type ranker ou rendzine dans les régions montagneuses. Seulement, il préfère les sols alluviaux des dayas ou de plaines et les terrains argileux. Il peut croître dans des terrains caillouteux, pierreux et calcaires et dans des terres pauvres, autrement dit, il peut végéter sur les sols basaltiques (Alyafi, 1978).

3-2 : Pluviométrie :

D'après Monjauze (1980), *Pistacia atlantica* forme fréquemment une ceinture végétale face au désert dans le bassin méditerranéen. C'est une espèce qui se développe sous une tranche pluviométrique oscillant autour de 250 à 600 mm/an. Cependant, sa présence dans le mont du Hoggar où les précipitations n'atteignent guère les 100 mm/an témoigne de son adaptation exceptionnelle.

3-3 : Vent :

Le vent a un effet bénéfique surtout lors de la pollinisation, mais en période de floraison les vents chauds et secs ne sont pas favorables parce qu'ils dessèchent les fleurs femelles surtout cette espèce peut supporter une fréquence de sirocco de l'ordre de 30 jours/an (Belhadj, 2007).

Le bétoum semble plus résistant au vent que la plupart des autres espèces, ses branches sont assez souples et peu cassantes, les vents violents de l'hiver ne semblent pas l'affecter à cause de son système racinaire pivotant (Khelil et Khelal, 1980).

3-4 : Etage bioclimatique :

Les limites de l'aire de *Pistacia atlantica*, sur le climagramme d'Emberger, se situent dans l'étage bioclimatique saharien avec les variantes fraîche et tempérée, aride avec les variantes fraîche et tempérée ; semi-aride avec les variantes froide, fraîche et tempérée ; sub-humide frais et tempéré et enfin, humide et tempéré. En fait, l'espèce ne serait vraiment à sa place que dans la meilleure moitié de l'étage aride tempéré et dans toute la partie tempérée de l'étage semi-aride, tout au moins dans les conditions actuelles du climat local (Monjauze, 1968).

3-5 : Altitude :

Pistacia atlantica est une essence forestière qui remonte dans les forêts de chênes xérophiles jusqu'à 2000m d'altitude à l'occident et jusqu'à 3000m à l'orient. On peut le retrouver jusqu'à 2000m dans les montagnes sèches de l'atlas saharien (Boudy, 1952).

3-6: Association et groupement végétatif :

Du nord au sud de l'Afrique septentrionale, le bétoum se mélange au chêne afarès et au cèdre de l'atlas. En bioclimat sub-humide, le pistachier n'apparaît que de façon très discrète, sous la forme d'individus isolés dans des communautés végétales dominés par les chênes xérophiles par contre en bioclimat aride, les peuplements de pistachiers se répartissent le plus souvent selon un mode contracté en bordure des lits d'oueds ou dans des dayas ou ils constituent des peuplements denses. Le cortège floristique des pérennes est assez pauvre, mais *Zizyphus lotus* est toutefois bien développé en sous strates avec parfois *Artemisia herba alba* (Monjauze, 1968 et Quézel et Médail, 2003).

Pistacia atlantica est généralement rencontré en association avec les espèces du genre *Amygdalus* et *Crataegus* dans les chênaies dégradées et avec *Pinus* et *Juniperus* dans les niches les plus chaudes (Zohary, 1996).

4 : Les facteurs de dégradation du pistachier :

Selon Belhadj (2007), en Algérie, le déclin du pistachier est dû d'abord à des raisons économiques et à des budgets investis très limités dans la production, la régénération et l'entretien des pistacheraies naturelles des dayas. Les facteurs ayant contribué à la dégradation des pistacheraies sont comme suit :

- ✓ L'exploitation anarchique des pistachiers comme fourrage et bois de chauffage par les bergers et les riverains.
- ✓ Le pâturage empêchant la régénération naturelle et le développement des jeunes pousses.
- ✓ Les réseaux routiers qui traversent les plaines et dayas pour la construction des routes nationales et des chemins de fer (destruction de centaines d'individus).
- ✓ Mauvais états sanitaires des arbres (attaque par le puceron doré provoquant des galles au niveau feuilles).
- ✓ Une sécheresse prolongée et les incendies de forêts.
- ✓ Une pollinisation qui est strictement anémophile.
- ✓ La mise en culture et labour des dayas induisant une érosion hydrique et éolienne.

CHAPITRE 2 :
MATERIEL ET METHODES

Chapitre 2: Matériel et méthodes**1 : Présentation de la région d'étude :**

Située au cœur du pays à 400 km au sud de la capitale Alger, de par sa position géographique et ses caractéristiques climatiques, la région de Laghouat se localise dans la partie centrale des neufs wilayat pastorales du pays.

Sa superficie est de 25 052 km². Elle est traversée par la Chaîne de l'atlas saharien et limitée : au nord par la wilaya de Tiaret, au sud par la wilaya de Ghardaïa, à l'est par la wilaya de Djelfa et à l'ouest par la wilaya d'El Bayadh.

1-2 : Caractéristiques naturelles de la région d'étude :

La caractérisation de la région d'étude au plan physique et naturel c'est basée sur la différenciation du faciès naturel à travers l'étendue de la zone selon gradient nord – sud et est –ouest.

L'identification des zones naturelles et la détermination de leurs caractéristiques ont été inspirées des résultats du découpage du territoire national en zones agro-écologiques homogènes (BNEDER, 2015) comme suit:

1-2-1 : Zone des Hauts Plateaux :

Les hautes plaines de l'intérieur constituant la zone des hauts plateaux s'étendent entre le tell et les montagnes présahariennes de l'atlas saharien. Elles sont larges de 200 km en moyenne et élevées de 1000m à 1200m.

1-2-2 : Zone de l'atlas saharien :

L'atlas saharien ferme les hautes plaines steppique vers le sud, constitué d'une série de chaînes plissées dans les calcaires et les marnes, il s'allonge de la frontière marocaine de Naâma et El-Bayadh jusqu'à Biskra à l'est.

1-2-3 : Zone de piémonts sud atlasiques :

Cette zone constitue l'extension de l'atlas saharien vers le sud et se compose de piémont de hautes étendues de plaines à caractère saharien.

2 : Caractéristiques climatiques :

Le climat de la région d'étude est de type méditerranéen présaharien. Notre région est située à l'étage bioclimatique semi aride à aride, avec une saison sèche estivale et chaude alternant avec une saison hivernale faiblement pluvieuse. La diminution et l'irrégularité accrue des pluviosités, l'augmentation des températures et de la longueur de la période de sécheresse estivale rendent plus difficiles, les conditions de développement des plantes avec un bilan hydrique déficitaire (Le Houérou, 1996).

Les données climatiques utilisées lors de notre étude sont celles offertes par l'office national de météorologie (O.N.M) de Laghouat. Ces données sont recueillies sur une période de 15 ans, allant de 2004 à 2018.

2.1 : Précipitations :

La pluie à une importance de premier ordre, car c'est de la quantité d'eau arrivant au sol, que dépend normalement l'approvisionnement des arbres. Les précipitations varient selon trois paramètres (Kadik, 2005) :

- La latitude puisque la pluviosité diminue du nord vers le sud.
- La longitude selon laquelle on note une diminution des précipitations d'est en ouest.
- L'altitude, la pluie augmente avec l'altitude.

L'analyse de la figure 03, montre que la variabilité interannuelle est importante et se situe entre 66,8 mm pour l'année 2017 qui est la plus sèche et 285,2mm pour l'année 2010 qui est la plus humide, donc une différence de 218,4 mm. La pluviométrie moyenne annuelle de la période considérée est de 167,83 mm/an.

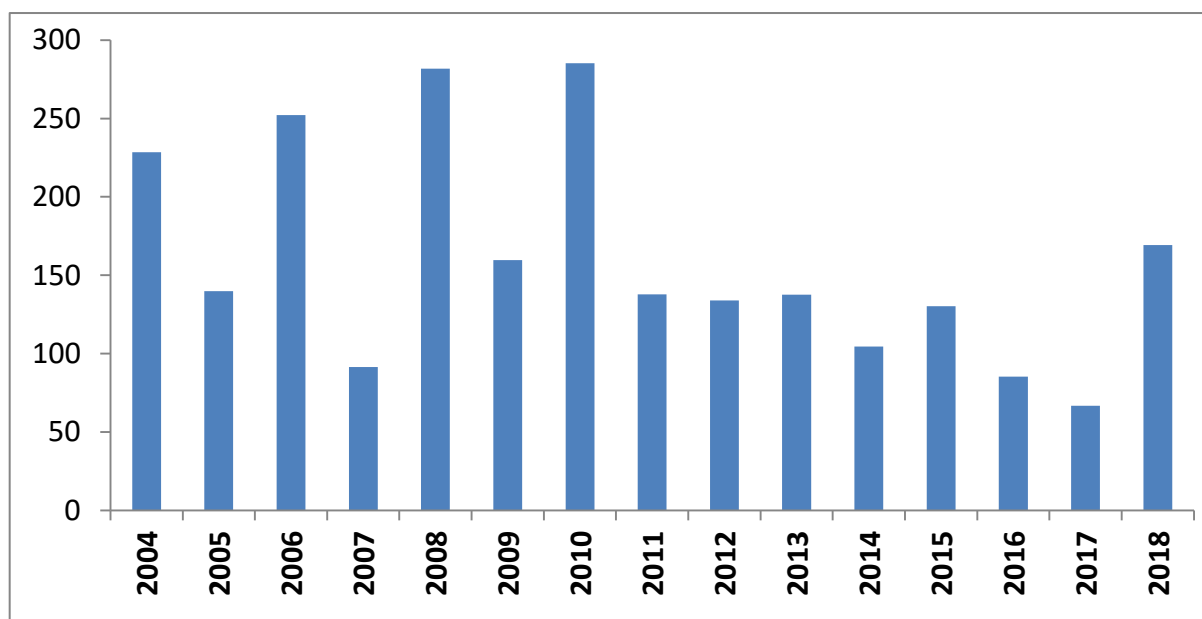


Figure 03: Variabilité interannuelle en mm de pluies dans la région de Laghouat (2004-2018).

Les précipitations moyennes mensuelles montrent que le mois de septembre est le plus arrosé avec une valeur de 26,78 mm et le mois de juillet est le plus sec avec une valeur de 6,77 mm (Fig. 04). Les valeurs de précipitations enregistrées dans notre région sont convenables au développement du pistachier de l'atlas selon Spina et Pennisi (1957) et Wood roof (1979).

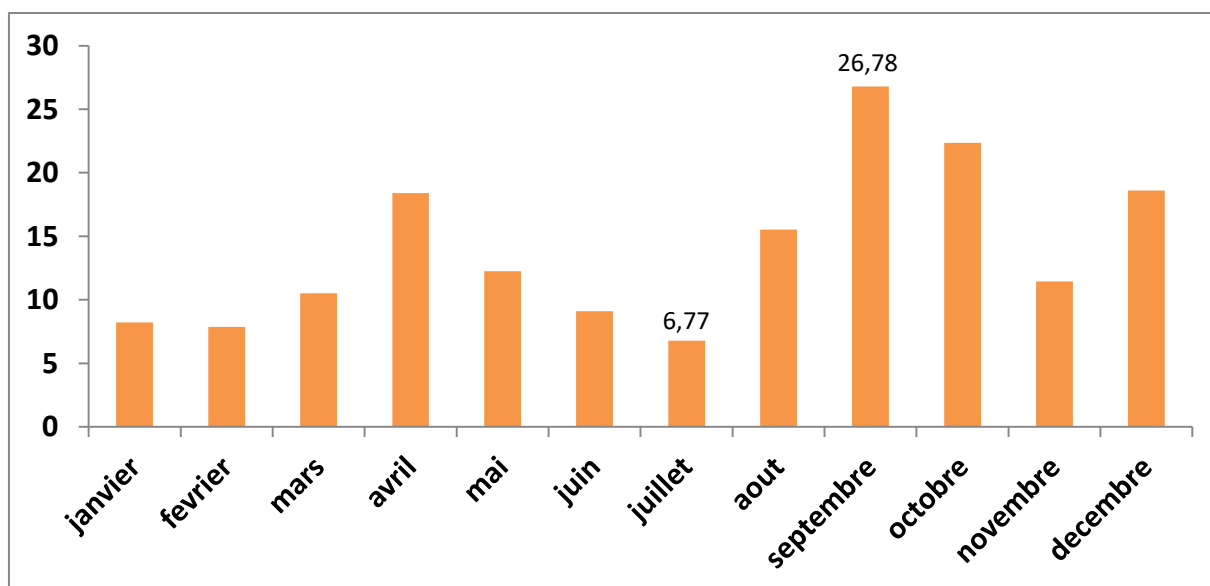


Figure 04 : Variation des précipitations moyennes mensuelles de la région de Laghouat (2004-2018).

2.2 : Température :

Parmi les facteurs limitant la présence et la répartition des espèces végétales, la température est l'un des éléments le plus déterminant. Chaque espèce présente un seuil minimal ou maximal qui lui permet de se maintenir en vie au delà de ces limites la survie de l'espèce peut être compromis (Bentouati, 2006).

La température moyenne annuelle est de 18,96 °C.

Le mois le plus chaud de l'année est juillet 30,72 °C.

Le mois le plus froid est le mois de janvier avec 8,77 °C.

La température moyenne maximale du mois le plus chaud "M" est de 37,22 °C.

La température moyenne minimale du mois le plus froid "m" est de 2,3 °C (Tab. 03).

Tableau 03 : Températures moyennes mensuelles de la région de Laghouat (2004-2018)

Mois	Jan	Fev	Mars	Avr	Mai	Juin	Juill	Aout	Sept	Oct	Nov	Dec
T°moyen	8,77	9,6	13,49	17,72	22,36	27,34	30,72	30,54	25,56	20,17	12,49	8,83
T° max	15,25	15,63	20,08	24,6	29,32	34,84	37,22	37,88	31,88	26,42	18,26	14,56
T°min	2,3	3,58	6,9	10,85	15,4	19,84	24,22	23,2	19,24	13,92	6,72	3,11

Source : O.N.M ,2019

L'amplitude thermique annuelle (2004-2018) est de 21,95 °C. Elle représente la différence entre le mois le plus chaud et le mois le plus froid (Tab. 03).

Selon Kaska (1994). La gamme de température enregistrée dans notre région est considérée comme supportable pour l'espèce étudiée.

2.3 : Vent :

Les vents sont un facteur écologique très important qui joue un rôle dans la dissémination des graines. Cependant, les vents entraînent des variations de température et d'humidité et exercent une action néfaste sur le comportement du monde vivant.

La fréquence et l'intensité des vents constituent également un des caractères de la climatologie saharienne. Elles jouent un rôle considérable, en provoquant une déflation et une corrosion sur les reliefs, mais elles agissent aussi sur les plantes, surtout sur leurs parties aériennes en accentuant l'évapotranspiration (Ozenda, 1983).

Les vents dominants de la région sont de direction Nord-ouest. Généralement en période hivernale, ils amènent les pluies d'automne et d'hivers.

Sont surtout les siroccos qui se manifestent durant l'année. C'est un vent sec et chaud. En hivers, ils sont assez rares et ils sont dus à des dépressions affectant le littoral algérien. En été, ils peuvent être dus à l'influence saharienne. Les siroccos jouent un rôle essentiel dans le phénomène d'évaporation (Dubief, 1950).

La vitesse maximale du vent est enregistrée au mois d'avril avec une valeur de 4.08m/s (Fig. 05).

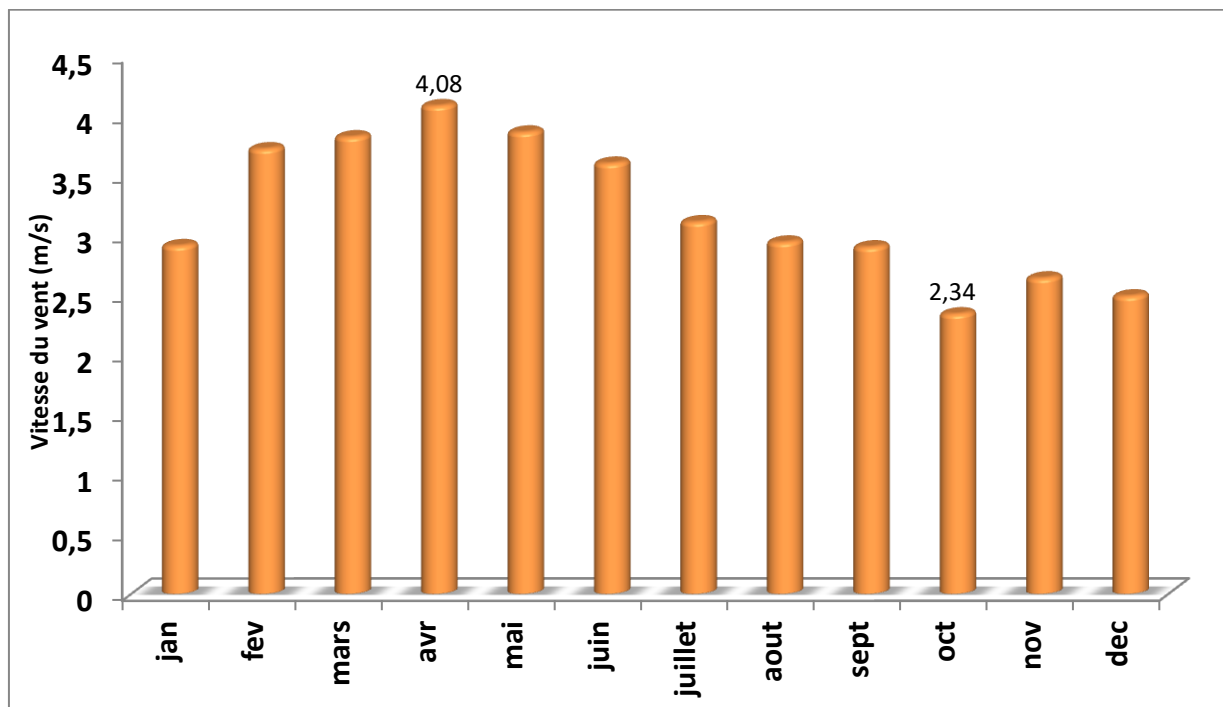


Figure 05: Evolution de la moyenne mensuelle du vent pour la région de Laghouat (Période 2004-2018).

Les vents les plus violents ont été enregistrés durant l'année 2010 avec une vitesse de 4,11 m/s et les plus faibles sont enregistrés en 2005 avec une moyenne de 2,09 m/s (Fig. 06).

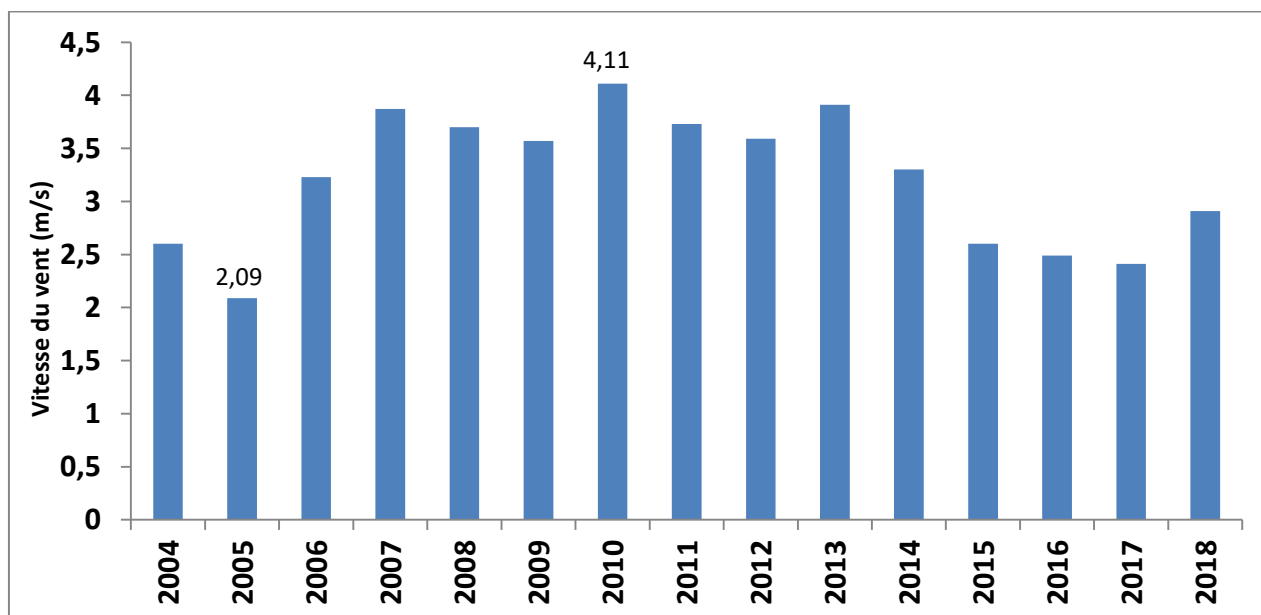


Figure 06 : Variation interannuelle de la vitesse de vent de la région de Laghouat (2004-2018)

2.4 : Humidité :

L'humidité relative moyenne annuelle est de 45,35%, elle atteint son minimum durant le mois juillet avec une valeur de 25,13%. Son maximum est enregistré durant le mois de décembre avec une valeur de 63,4% (Fig. 07).

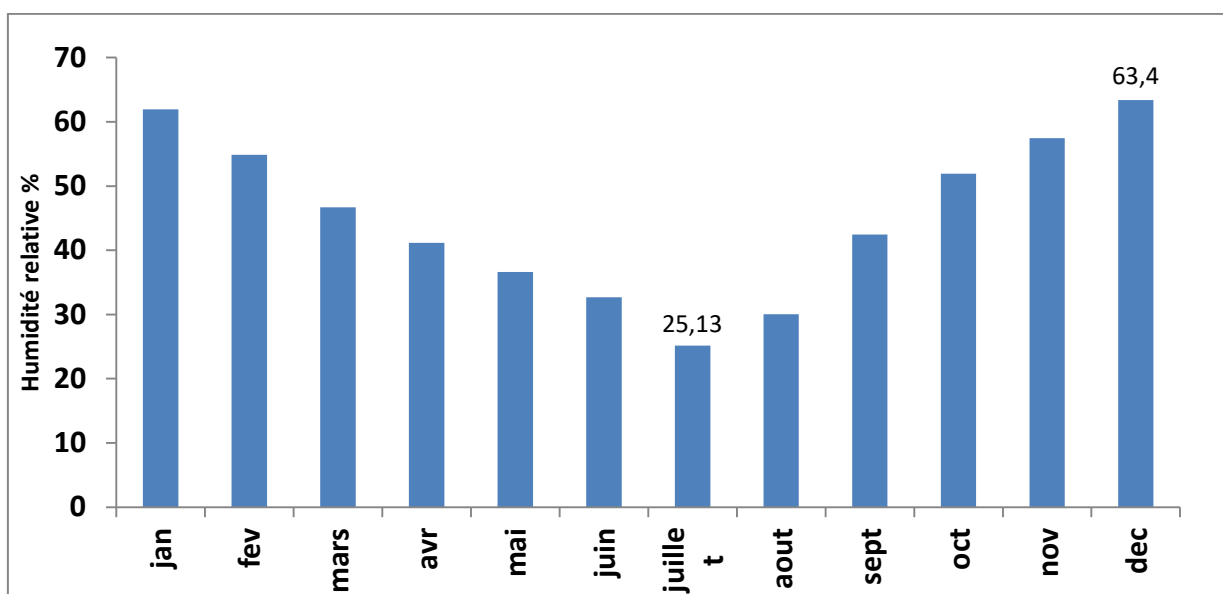


Figure 07 : Evolution de la moyenne mensuelle de l'humidité relative pour la région de Laghouat (2004-2018).

L'année la plus humide est 2006 avec 53,58% et l'année la plus sèche est 2016 avec une moyenne de 28,91% (Fig. 08).

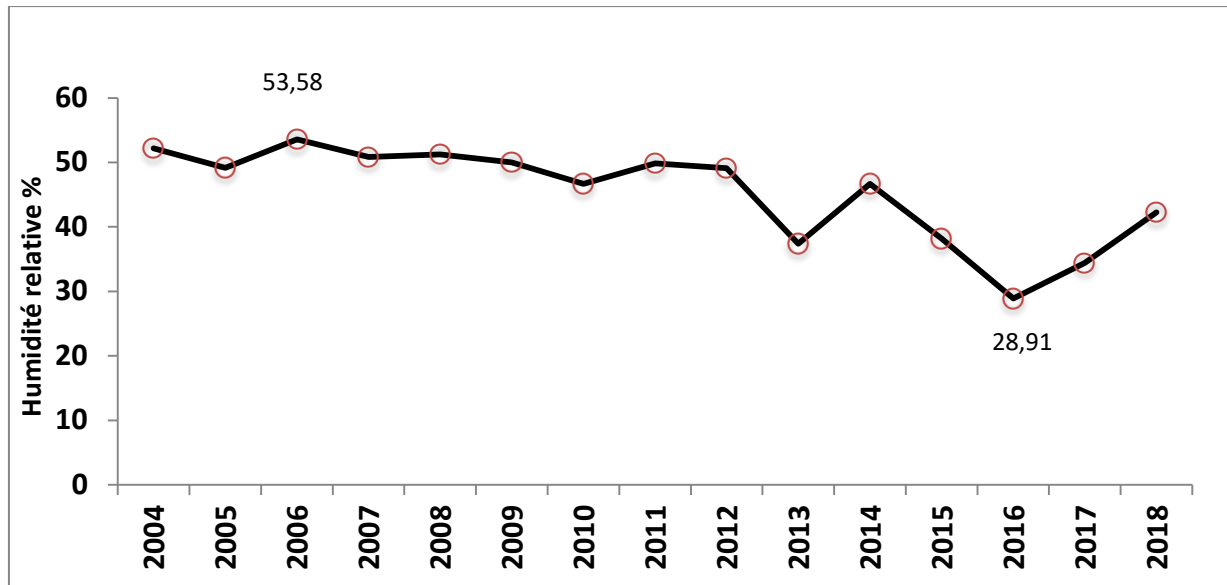


Figure 08 : Variation interannuelle de l'Humidité relative de la région de Laghouat (2004-2018)

2.5 : Gelée :

D'après Le Houérou (1995), les gelées constituent un facteur limitant pour les pratiques agricoles et un facteur de contrainte pour la végétation naturelle. En effet, elles imposent un calendrier cultural qui doit tenir compte de la période gélive, principalement pour les cultures légumières de plein champ et l'arboriculture à floraison précoce, ce qui restreint leur pratique aux saisons les plus chaudes et les moins arrosées. Quant à la végétation naturelle, elle est retardée dans sa croissance, cette dernière étant étroitement liée à la température (CENEAP, 2009).

Notre région reçoit des gelées importantes et fréquentes en hiver, leur fréquence annuelle est évaluée en moyenne à 17,73 jours/an (Fig. 09).

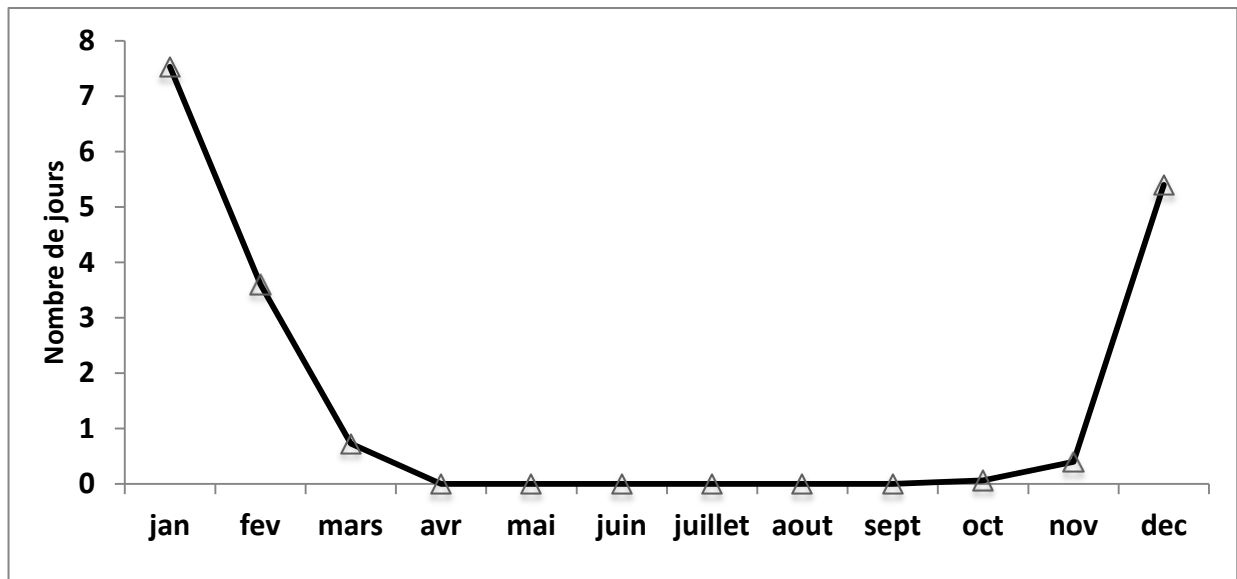


Figure 09 : Moyennes mensuelles du nombre de jours de gelée dans la région de Laghouat (2004-2018)

La valeur la plus importante de gelée à été enregistrée durant l'année 2005 avec 43 jours et la valeur la plus faible est celle de l'année 2016 avec 4 jours seulement (Fig. 10).

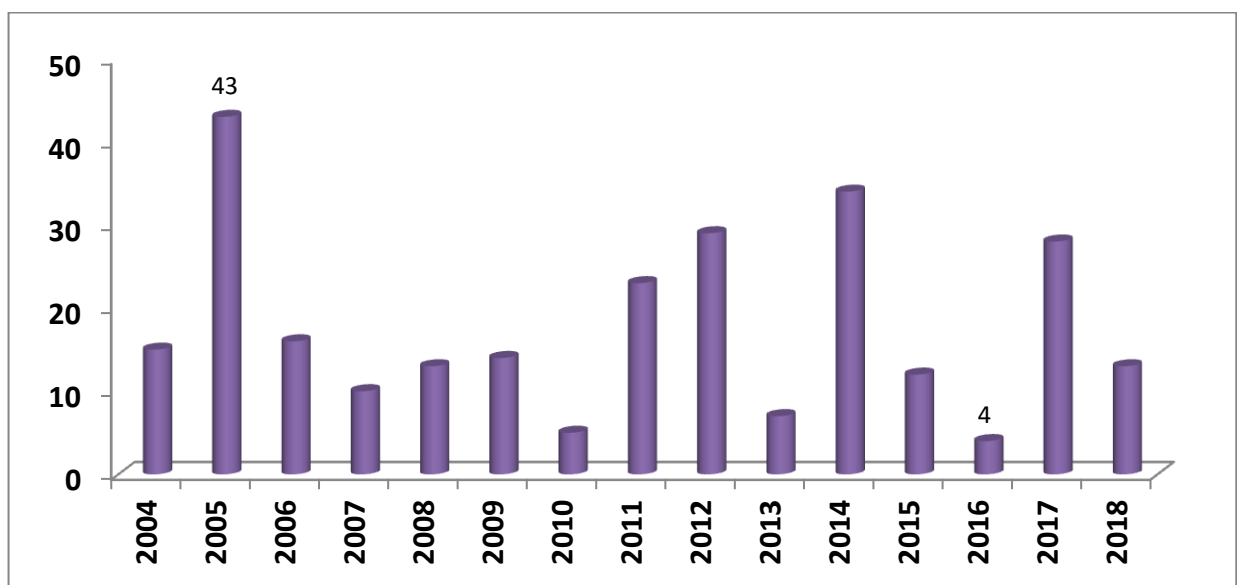


Figure 10: Variation interannuelle du nombre de jours de gelée dans la région de Laghouat (2004-2018).

2.6 : Diagramme Ombrothermique :

Le diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussens, sert plus particulièrement à mettre en évidence une éventuelle période de sécheresse biologique au niveau d'une localité. Il permet de comparer mois par mois la température et la pluviosité. Une période de l'année est considérée comme sèche lorsque la pluviosité mensuelle, exprimée en mm, est

égale ou inférieure au double de la température, exprimée en degrés Celsius. Le diagramme ombrothermique est un mode de présentation classique du climat d'une région.

Le diagramme ombrothermique de la région de Laghouat (2004-2018) présente une période sèche qui couvre la totalité de l'année (Fig. 11).

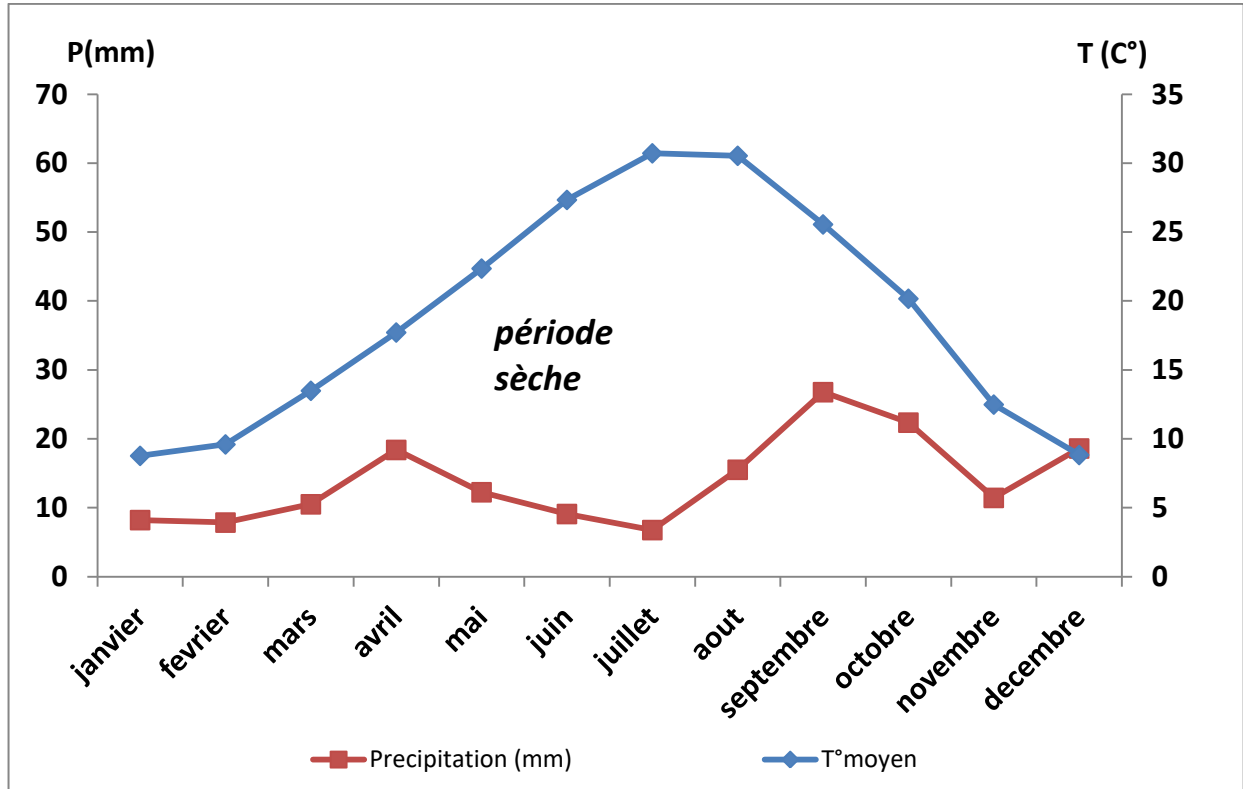


Figure 11: Diagramme Ombrothermique de Bagnouls et Gausse pour la région de Laghouat (2004-2018).

2.7 : Quotient pluviométrique et climagramme d'Emberger :

Ce quotient a été mis en place par Emberger spécialement pour déterminer les types de climats méditerranéens, il est calculé par la formule suivante:

$$Q2 = 2000 * P / M^2 - m^2.$$

Q2 : quotient pluviométrique.

P : moyenne des précipitations annuelles (mm). P(mm) = 167,83 mm.

M: moyenne des températures maximales du mois le plus chaud en degré Kelvin. M= 37,22 °C.

m: moyenne des températures minimales du mois le plus froid en degré Kelvin. m = 2,3 °C.

$$T (^{\circ}k) = T ^{\circ}C + 273,2.$$

Le calcul du quotient d'Emberger a permis d'avoir la valeur de 16,41 ce qui classe la région sous un bioclimat aride inférieur, variante thermique à hiver frais (Fig. 12).

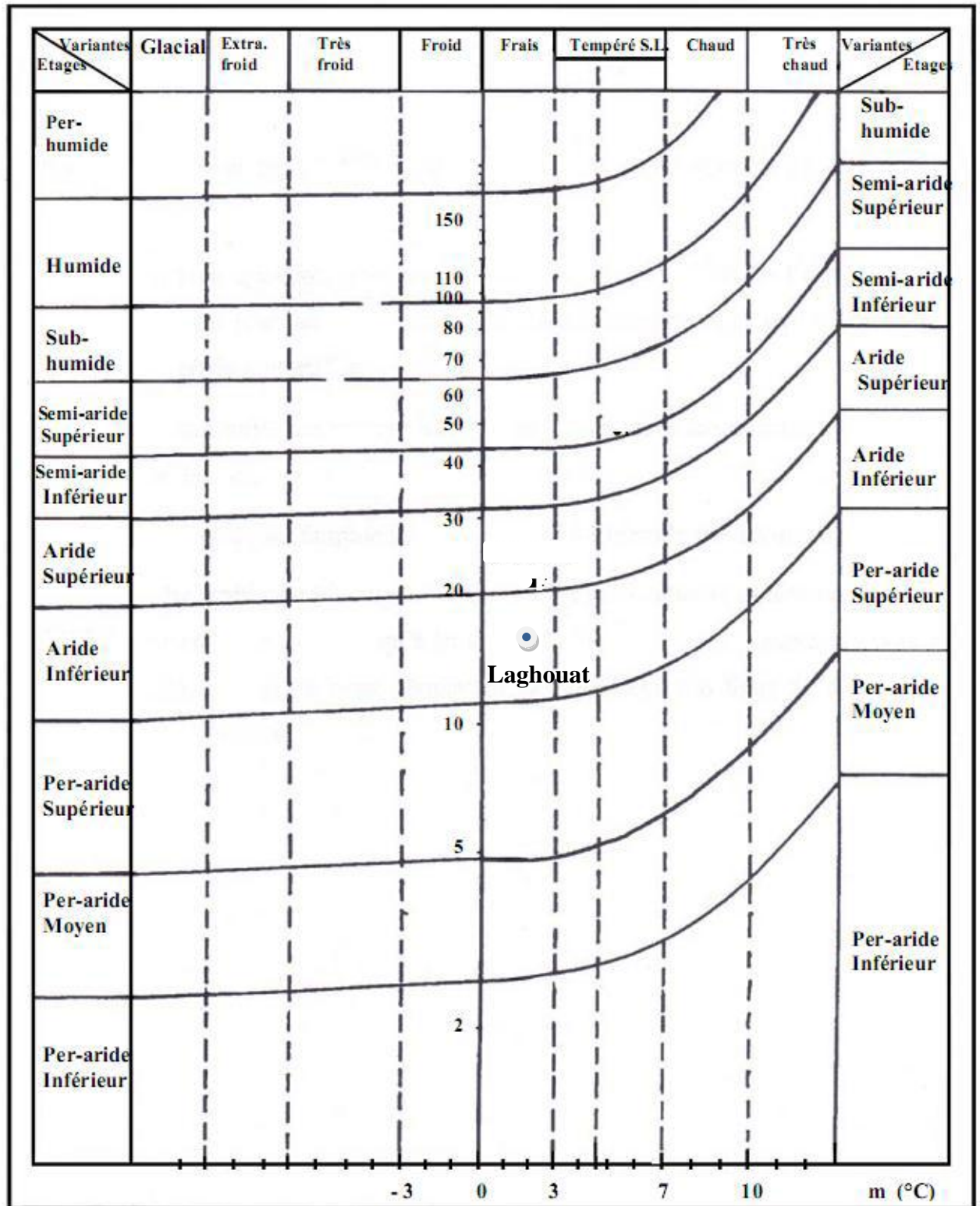


Figure 12: Climagramme d’Emberger pour la région de Laghouat (Daget, 1977).

2.8 : Indice d'aridité de De Martonne :

Cet indice permet de déterminer le degré d'aridité d'une région selon la formule suivante:

$$I = P / T + 10$$

P : Précipitations totales annuelles (P=167.83 mm).

T : Température moyenne annuelle (T=18,96 °C).

Le calcul de l'indice de De Martonne a permis d'avoir la valeur de 5,79 ce qui classe la région sous un climat Aride (Tab. 04).

Tableau 04 : Valeurs de l'indice d'aridité (I) et bioclimats correspondants :

Valeur de l'indice	Type de climat
0<I<5	Hyper-aride
5<I<10	Aride
10<I<20	Semi-aride
20<I<30	Sub-humide
30<I<55	Humide
I>55	Per-humide

3: Méthodologie:**3-1 : Choix des sites d'étude:**

Les échantillons du pistachier de l'Atlas, *Pistacia atlantica* étudiés, proviennent des dayas situées au sud du chef lieu de Laghouat (Fig. 13; Planche 1).

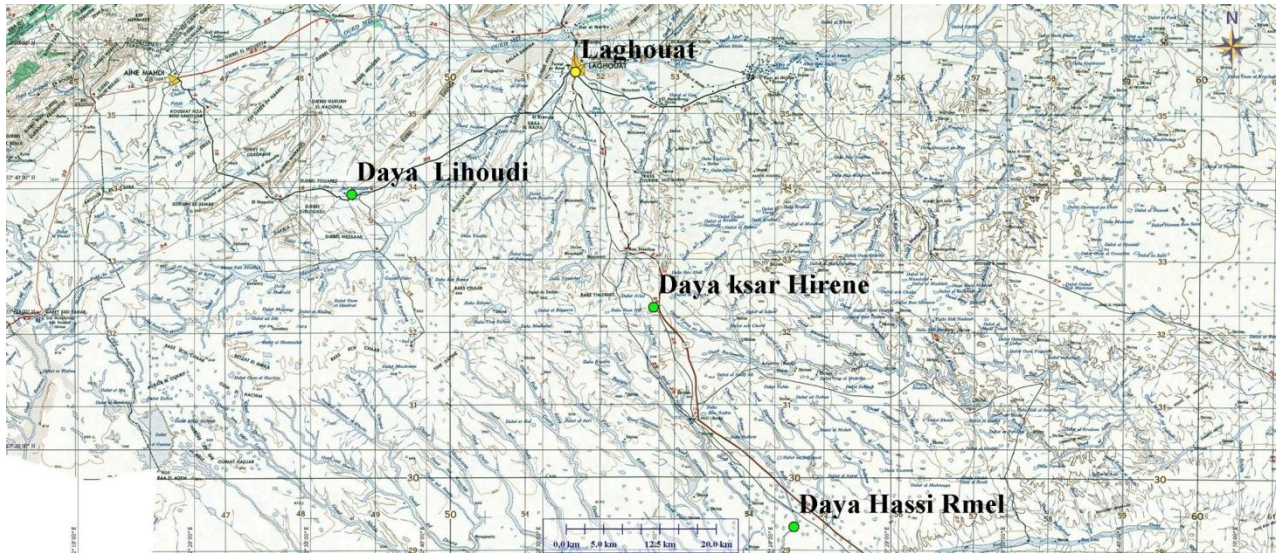


Figure 13: Situation géographique de la zone d'échantillonnage.



Planche 1 : Vues panoramiques des days échantillonnées

La première daya (Dayet Lihoudi) située dans la commune d'El Kheneg. Elle regroupe le nombre le plus important en arbres de pistachier avec 21 individus (Tab. 05). Le deuxième site est celui de Ksar El Hirene et qui est représenté par deux days très rapprochées et qui regroupent 20 arbres de pistachier (Tab. 05). Le dernier site comporte 16

individus et situés à proximité de la commune de Hassi R'Mel (Tab. 05). Dans les trois sites, les arbres sont bien développés et les feuilles sont dans leur état ultime de croissance. Le choix des sites est fixé subjectivement par rapport à leur accessibilité et les arbres sont choisis selon un échantillonnage aléatoire.

Tableau 05: Localisation et caractéristiques des Dayas d'étude

Site	Latitude	Longitude	Altitude (m)	Arbre
Daya Lihoudi	33°39'0.49"N	2°33'33.46"E	839	21
Dayas de Ksar El Hirene	33°30'37.23"N	2°59'34.03"E	767	08
	33°30'17.98"N	2°59'01.77"E	767	12
Daya de Hassi Rmel	33°14'14.63"N	3°11'40.26"E	765.8	16

La période d'échantillonnage est fonction du stade ultime de développement des feuilles qui répond à nos objectifs fixés au début de l'étude. Nous avons réalisé des sorties durant le mois de Novembre 2018.

3. 2. Mesures dendrométriques :

Ces mesures se réalisent sur le terrain et elles se résument dans les paramètres suivants:

3-2-1 : Hauteur de l'arbre :

A l'aide d'un simple bâton avec une assez grande précision, nous avons mesuré la hauteur des arbres (Massenet, 2005) dans les différents dayas (Fig. 14).

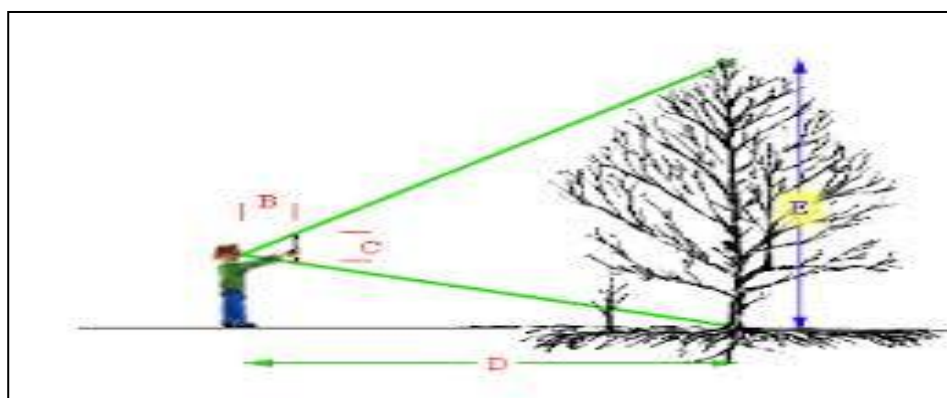


Figure 14 : Méthode d'estimation d'une hauteur d'arbre (Massenet, 2005)

A : Observateur.

B : Distance entre l'œil de l'observateur et son bâton de mesure.

C : La hauteur de bâton.

D : Distance de l'observateur à l'arbre.

E : Hauteur de l'arbre.

Donc la hauteur de l'arbre E est calculée par la formule :

$$E=D \times C/B$$

3.2.1. Diamètre à 130cm du sol :

La circonférence est généralement mesurée à hauteur de poitrine c'est à dire à 1,3 m (Burley, 2004).

3.2.2. Largeur de houppier :

La largeur du houppier est également mesurée à fin de calculer ensuite le biovolume du houppier (IPGRI, 1998). A l'aide d'un décimètre nous avons mesuré la largeur de houppier.

3.2.3. Nombres des premières branches :

Nous avons signalé le nombre de premières branches qui émergent de la tige principales de l'arbre pour caractériser la population du Pistachier (Jahanbazy Gojani et *al.*, 2012).

3.3 : Mesure de la biométrie des feuilles

Nous avons prélevé 10 feuilles pour chaque pied de pistachier d'atlas. Nous avons mesuré cinq caractères quantitatifs pour 570 feuilles.

Une fois récoltées, nous procédons à l'aide d'un pied à coulisse (0,01mm) (Photo 03) à mesurer:



Figure 03 : Mesures biométriques des feuilles par un pied à coulisse

3.3.1. Longueur des feuilles

Mesurée de la base du pétiole au sommet de la foliole terminale (Fig. 15).

3.3.2. Largeur des feuilles

Mesurée dans sa partie la plus large (Fig. 15).

3. 3.3. Longueur et largeur de la foliole terminale

La longueur et la largeur de la foliole terminale sont Mesurées dans sa partie la plus large (IPGRI, 1998) (Fig. 15).

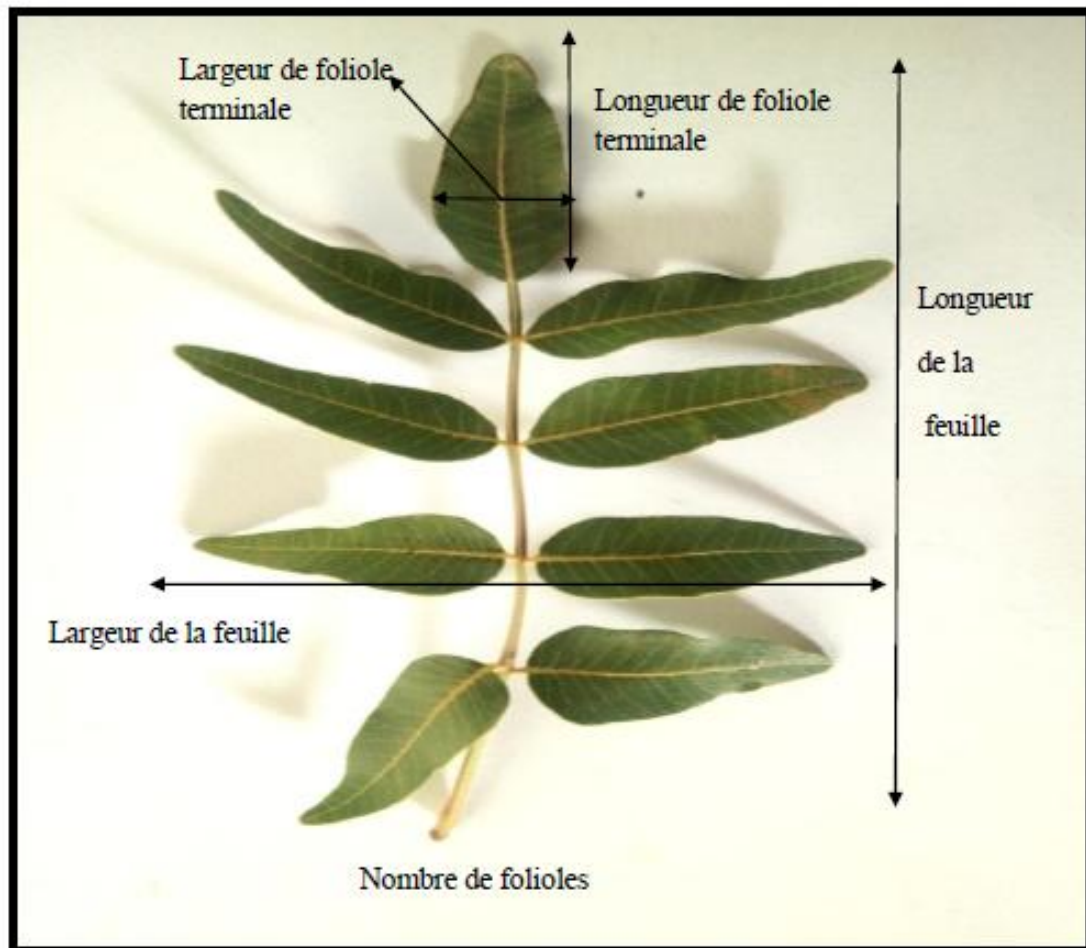


photo: Paramètres mesurés sur la feuille du pistachier d'atlas

4 : Analyse statistique :

L'analyse statistique descriptive a concerné l'ensemble des paramètres mesurés, les moyenne, l'écart type et les extrêmes ont été signalés ($\text{moy} \pm \text{Ecart type (min -max)}$). Les corrélations et les analyses de variance des trois sites et entre les différents paramètres sont aussi mentionnées et interprétées. Ces tests statistiques sont obtenus par l'utilisation du logiciel Statistix 8 sous Windows.

PARTIE 2 :
RESULTATS ET DISCUSSION

Chapitre 3 : Résultats

1 : Paramètres dendrométriques des arbres :

1-1 : Hauteur des arbres :

La hauteur moyenne mesurée sur les trois sites est de $5,58 \pm 1,94$ m, avec un minimum de 3,10m et un maximum de 10,7m. Il n'existe aucune différence significative entre les hauteurs des arbres dans les trois zones échantillonnées ($F_{2, 55}=2,92$; $P=0,061$) (Fig. 16). La hauteur de l'arbre présente une variabilité de 34,84%, ce qui signifie que les hauteurs des arbres sont homogènes.

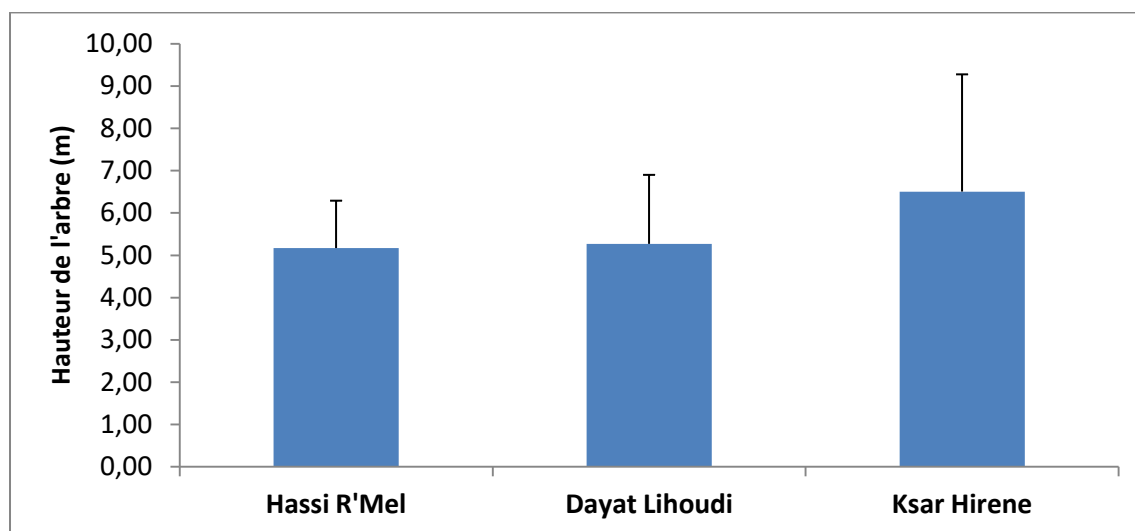


Figure 16: Hauteurs moyennes des arbres dans les trois sites

Les principales corrélations enregistrées avec la hauteur de l'arbre sont regroupées dans le tableau 07

Tableau 06: Principales corrélations significatives enregistrés avec la hauteur totale de l'arbre

Paramètre	Corrélation
Largeur du houppier	$r=0,90$; $p \leq 0,0001$
Diamètre à 130cm	$r=0,71$; $p \leq 0,0001$

Il existe une corrélation positive et statistiquement significative entre la hauteur de l'arbre et largeur de houppier ($r=0,90$; $p \leq 0,0001$) ; la largeur du houppier augmente avec l'augmentation de la hauteur de l'arbre ce qui signifie une croissance normale de l'arbre (Fig.17).

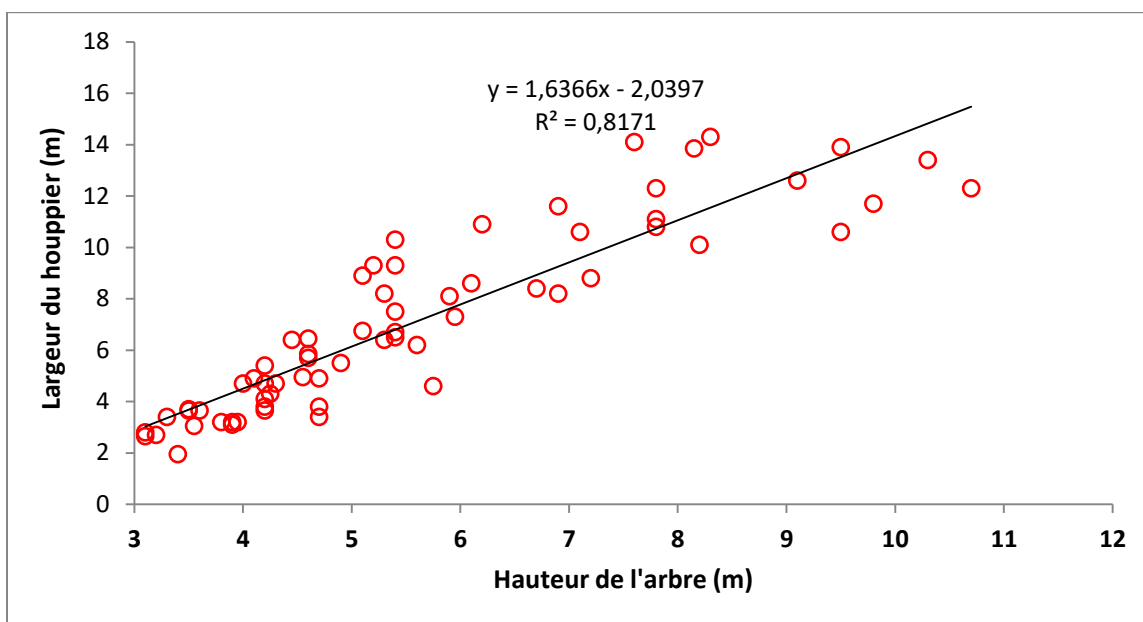


Figure 17: Relation entre la hauteur de l'arbre et la largeur du houppier

Il existe aussi une corrélation positive et significative entre la hauteur de l'arbre et le diamètre à 130cm ($r=0,71$; $p \leq 0,0001$) ; les arbres de grande hauteur présentent des grands diamètres du tronc (Fig. 18).

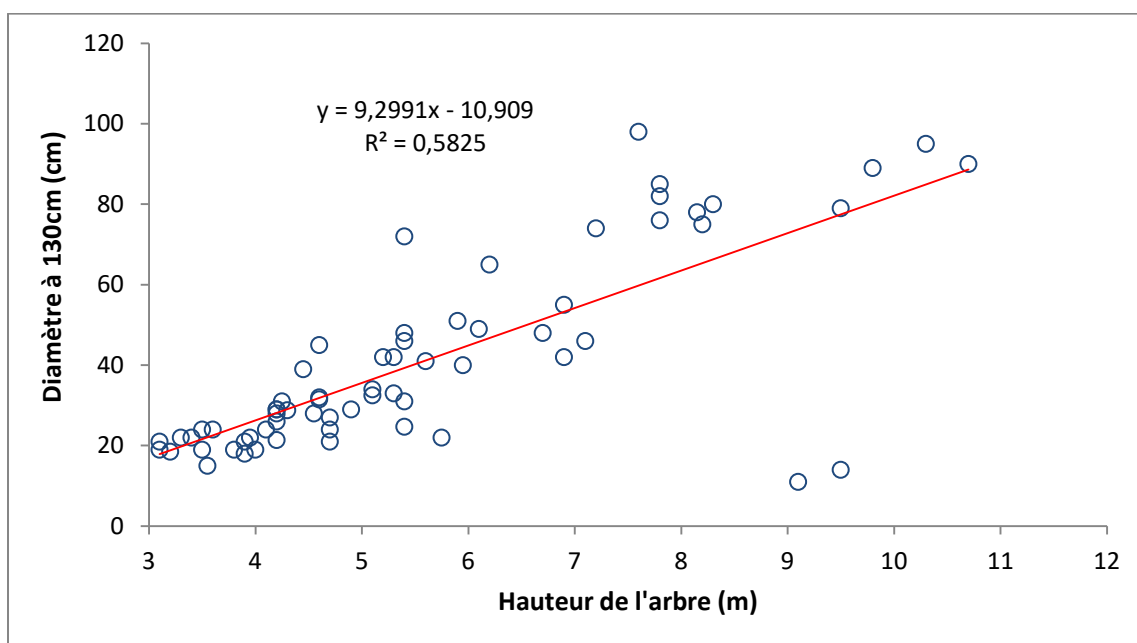


Figure 18 : Relation entre la hauteur de l'arbre et le diamètre à 130cm

1-2 : Diamètre à 130cm du sol :

Le diamètre moyen du tronc à 1,30m du sol du pistachier est de 40 ± 24 cm. Elle varie entre 19 cm et 140 cm. Il n'existe aucune différence significative entre les diamètres des troncs des trois zones échantillonnées ($F_{2,55}=0,72$; $P=0,49$) (Fig. 19). Le coefficient de variation est de 59,5% signifiant que les mesures des diamètres ne sont pas homogènes.

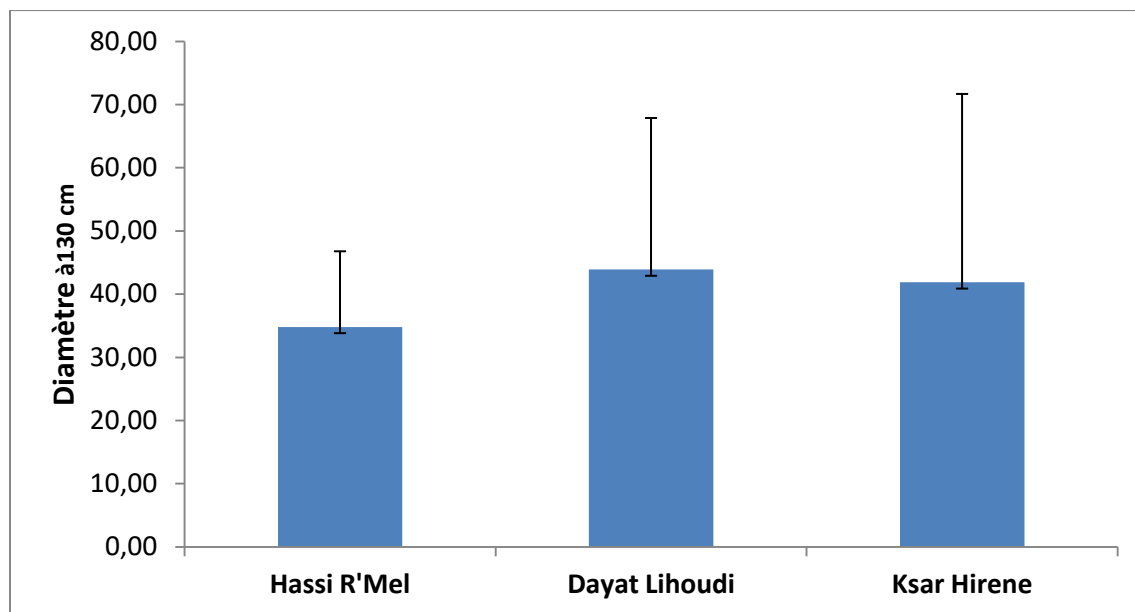


Figure 19 : Diamètre moyen du tronc à 130 cm du pistachier dans les trois sites

Nous avons constaté qu'il existe une corrélation positive et hautement significative entre le diamètre du tronc et la largeur du houppier ($r=0,73$; $p \leq 0,0001$) ; les arbres à grand diamètre de tronc présentent des grandes largeurs de houppier (Fig. 20).

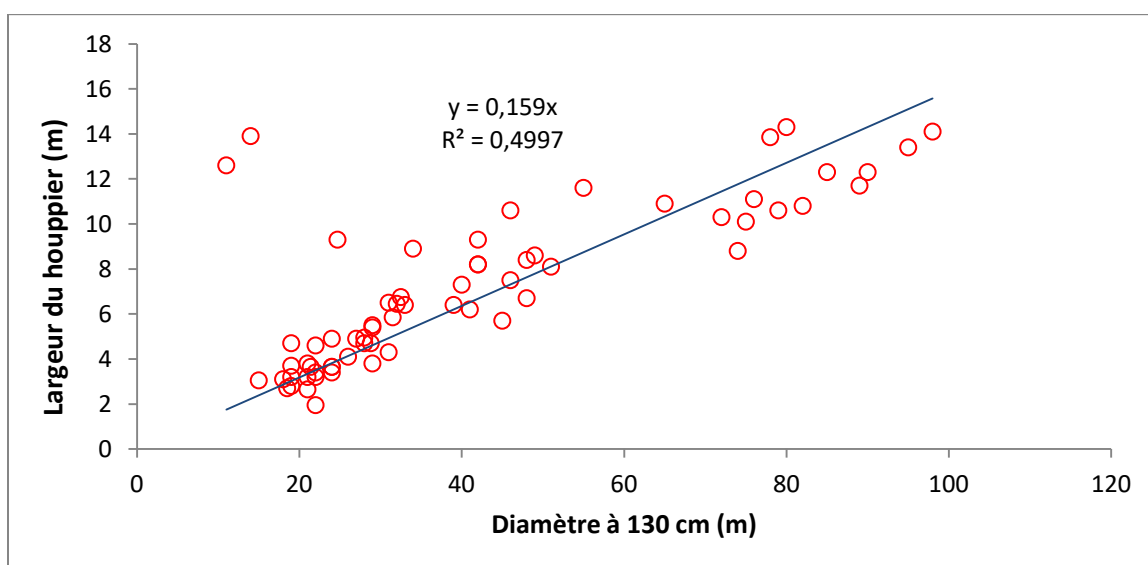


Figure 20: Relation entre le diamètre à 130cm et la largeur du houppier.

1-3 : Largeur du houppier :

La largeur moyenne du houppier du pistachier d'Atlas sur les trois sites est de $7,10 \pm 3,52$ m, elle varie entre 1,95 m et 14 m. Il n'existe aucune différence significative entre les largeurs des houppiers des trois zones échantillonnées ($F_{2,55}=0,80$; $P=0,45$) (Fig. 21). Le coefficient de variation des mesures est de 49,60%.

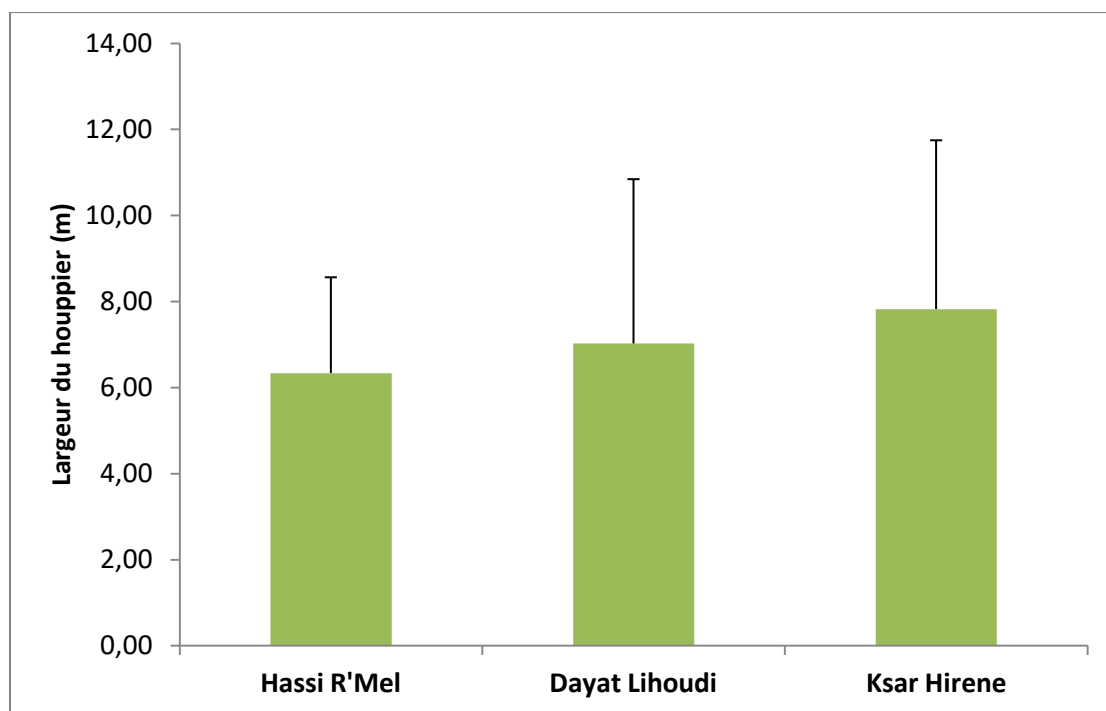


Figure 21 : Largeurs moyennes des houppiers dans les trois sites

Les principales corrélations observées avec la largeur du houppier sont regroupées dans le tableau 07.

Tableau 07: Principales corrélations significatives enregistrées avec la largeur du houppier :

Paramètre	Corrélation
Hauteur de l'arbre	$r=0,90$; $p \leq 0,0001$
Diamètre à 130cm	$r=0,73$; $p \leq 0,0001$

Il existe une corrélation positive et significative entre la largeur de houppier et la hauteur de l'arbre ($r=0,90$; $p \leq 0,0001$) et le diamètre du tronc ($r=0,73$; $p \leq 0,0001$); la largeur du houppier augmente avec l'augmentation de la hauteur de l'arbre et le diamètre du tronc.

1-4 : Nombres des premières branches :

Le nombre moyen des branches des premières ramifications comptées dans les 3 sites est de $1.78 \pm 0,90$, elle varie entre 1 et 4 branches. Il n'existe aucune différence significative entre le nombre de branches de la première ramification chez le pistachier de l'atlas ($F_{2, 55} = 0,16$; $P = 0,69$). (Fig. 22).

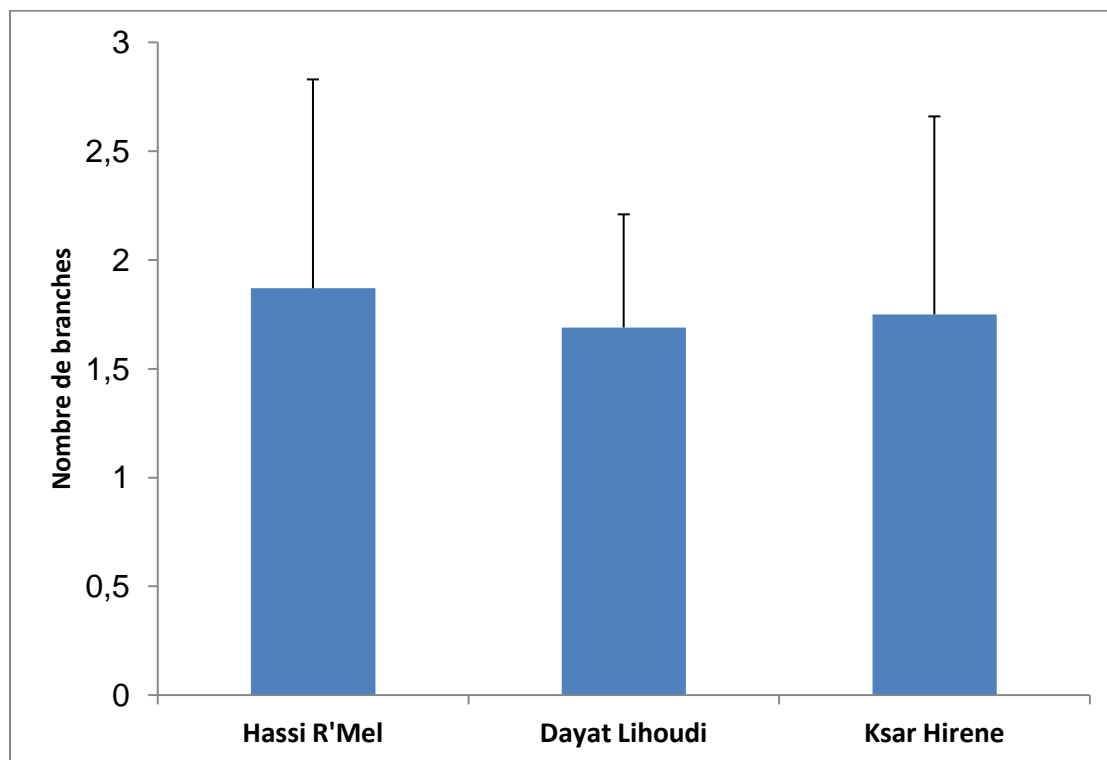


Figure 22: Nombre de branches de la première ramification dans les trois sites

Il n'existe aucune corrélation avec le nombre de branches.

2 : Biométrie des feuilles :

2.1 : Longueur de feuille :

La longueur moyenne des feuilles mesurée dans les trois sites est de $10,93 \pm 1,36$, elle varie entre 6,91 et 13,72cm. Il existe une différence significative entre les longueurs des feuilles des trois zones échantillonnées ($F_{2, 55} = 3,65$; $P = 0,032$), celles des dayas de Ksar El Hirene sont plus importantes que les deux autres sites (Fig. 23) et aussi nous avons constaté un taux de variabilité de mesure de 12,44%.

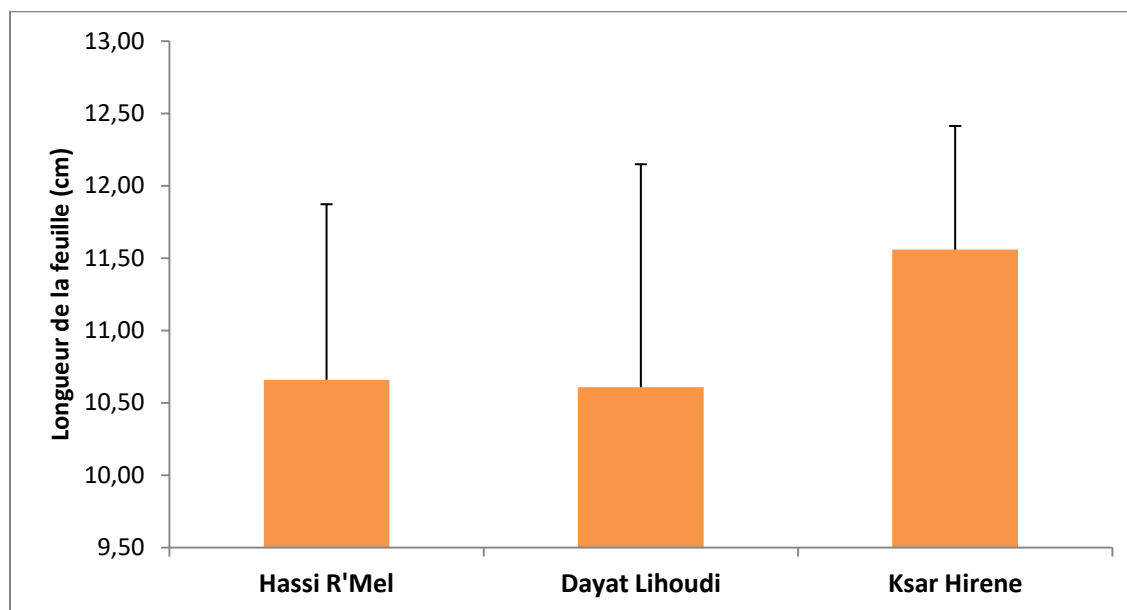


Figure 23: Longueur moyenne des feuilles dans les trois sites

Les principales corrélations enregistrées sont regroupées dans le tableau 08:

Tableau 08 : Principales corrélations significatives enregistrées avec la longueur de feuille :

Paramètre	Corrélation
Hauteur de l'arbre	$r=0,69$; $p \leq 0,0001$
Largeur de houppier	$r=0,76$; $p \leq 0,0001$
Diamètre à 130cm	$r=0,53$; $p \leq 0,0001$
Largeur de feuille	$r=0,63$; $p \leq 0,0001$
Longueur de la foliole terminale	$r=0,66$; $p \leq 0,0001$
Largeur de la foliole terminale	$r=0,72$; $p \leq 0,0001$
Nombre de folioles	$r=0,36$; $p \leq 0,0029$

D'après le tableau 08, nous constatons une corrélation positive et statistiquement significative entre la longueur de feuille et la hauteur de l'arbre ($r=0,69$; $p \leq 0,00001$) ; les arbres à les plus hauts présentent des feuilles plus longues (Fig. 24).

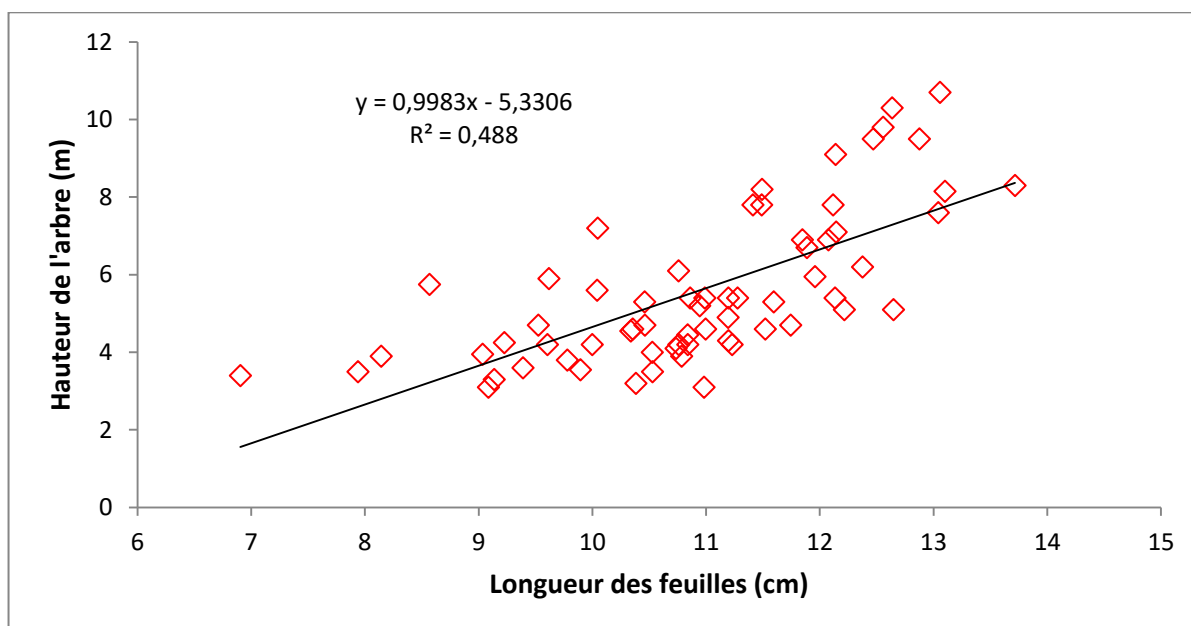


Figure 24 : Relation entre la longueur des feuilles et la hauteur de l'arbre.

Une deuxième corrélation positive et significative est enregistrée entre la longueur des feuilles et la largeur du houppier ($r=0,76$; $p \leq 0,0001$) ; les arbres à grande largeur de houppier présentent des feuille plus longues (Fig. 25).

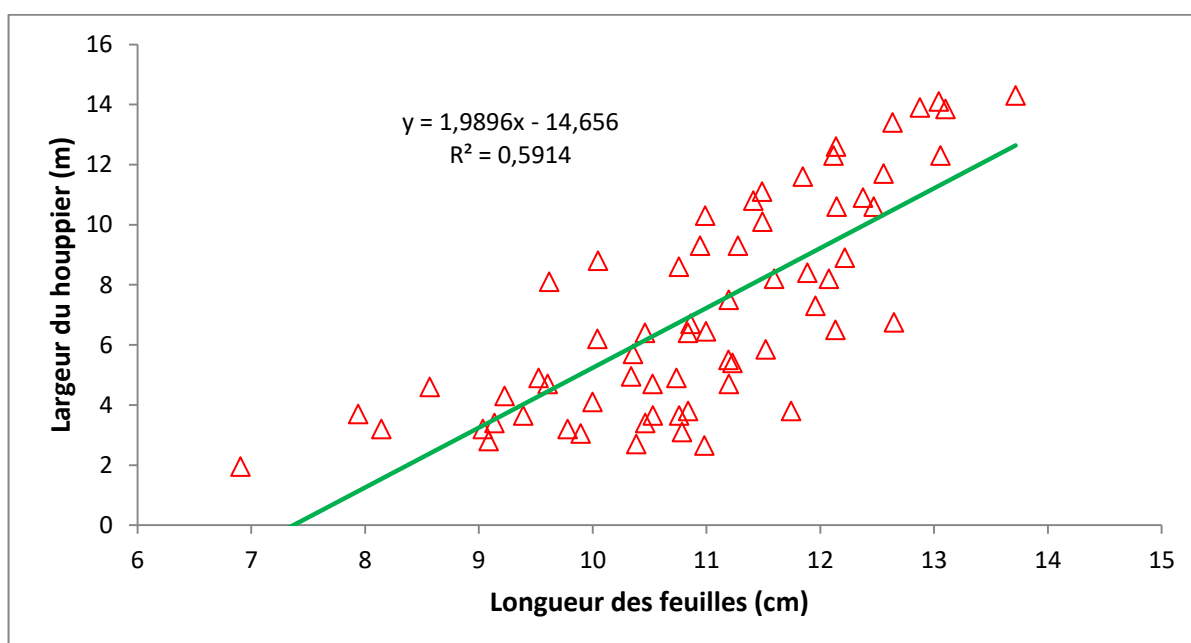


Figure 25 : Relation entre la longueur des feuilles et la largeur du houppier.

Il existe aussi une corrélation positive et hautement significative entre la longueur de feuille et le diamètre du tronc ($r=0,53$; $p \leq 0,0001$) ; les arbres à grand diamètre du tronc présentent des feuilles plus longues (Fig. 26).

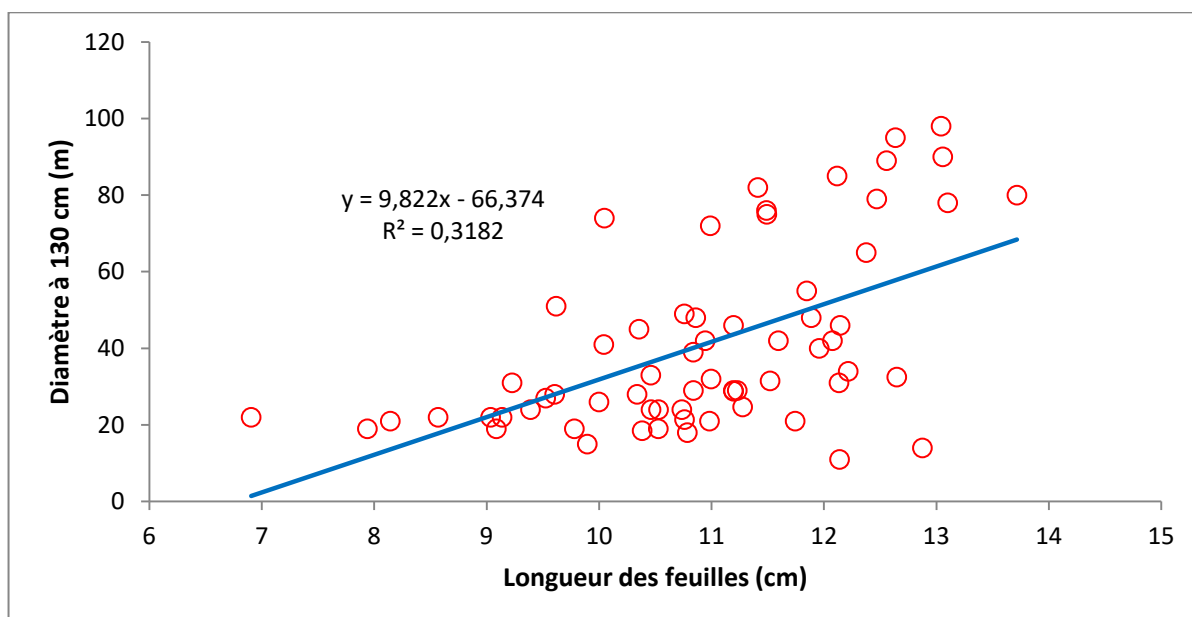


Figure 26: Relation entre la longueur des feuilles et le diamètre a 130cm.

La relation entre la longueur des feuilles et la largeur des feuilles est statistiquement significative ($r=0,63$; $p \leq 0,00001$) ; la largeur de feuille augmente avec l'augmentation de la longueur de feuille (Fig. 27).

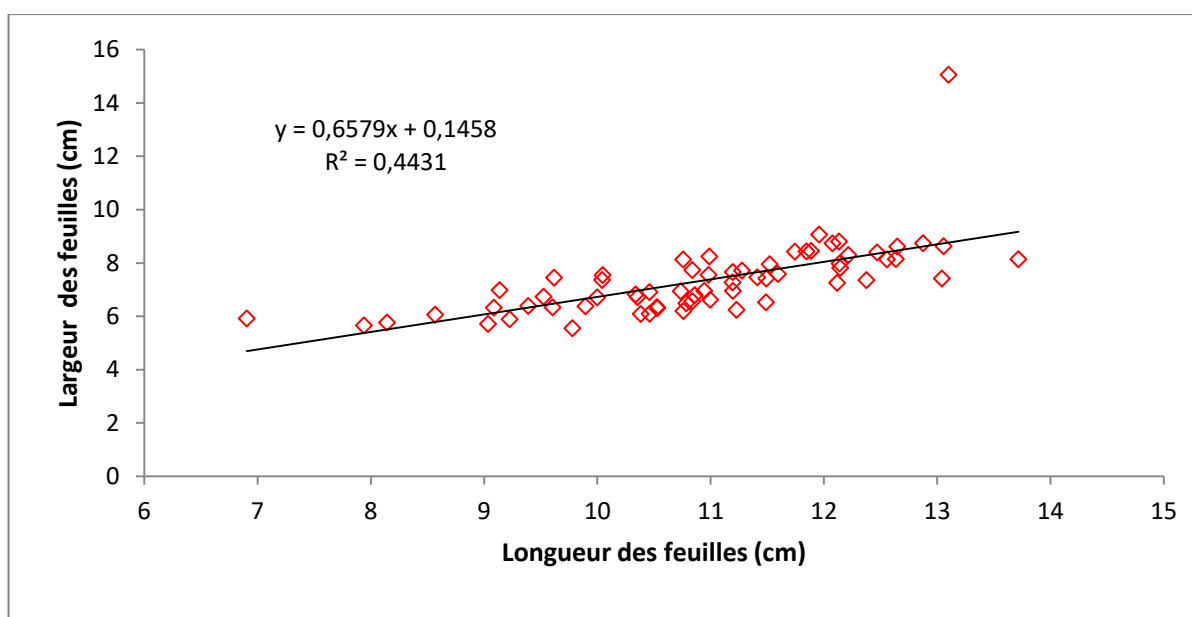


Figure 27 : Relation entre la longueur et la largeur des feuilles.

Il existe aussi une corrélation positive et statistiquement significative entre la longueur des feuilles et la longueur de folioles terminales ($r=0,66$; $p \leq 0,00001$) ; les feuilles de grande longueur présentent une foliole terminale plus longue (Fig. 28).

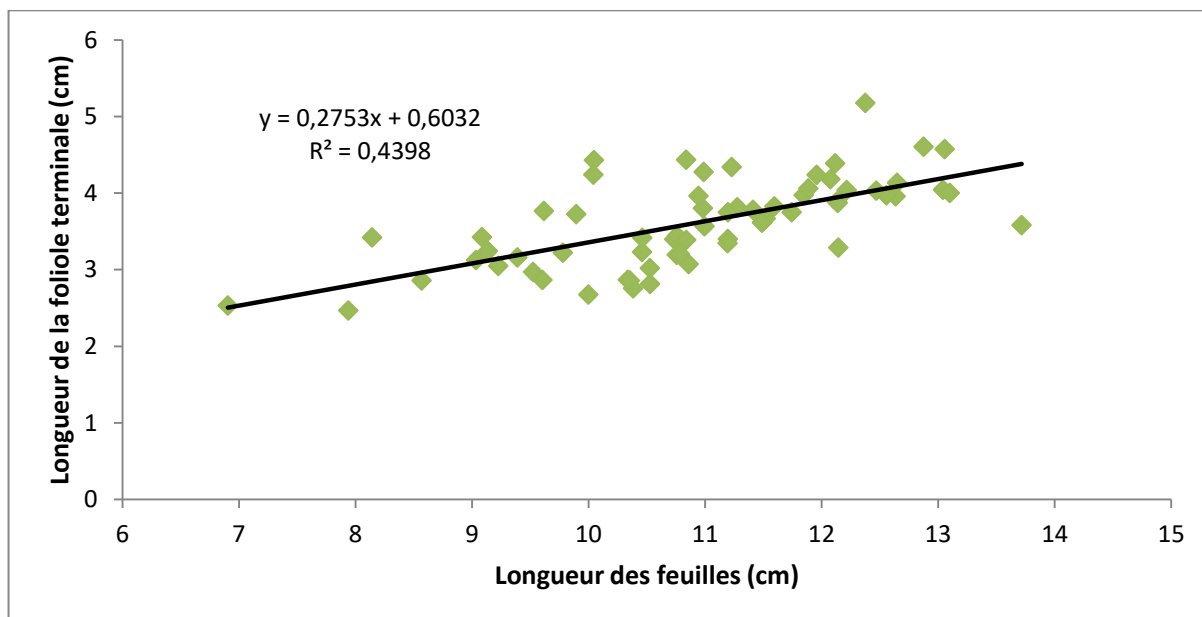


Figure 28: Relation entre la longueur des feuilles et la longueur de la foliole terminale.

Il en est de même entre la longueur de feuille et la largeur de la foliole terminale ($r=0,72$; $p \leq 0,00001$), ce qui signifie que les feuilles les plus longues présentent des folioles terminales plus larges (Fig. 29).

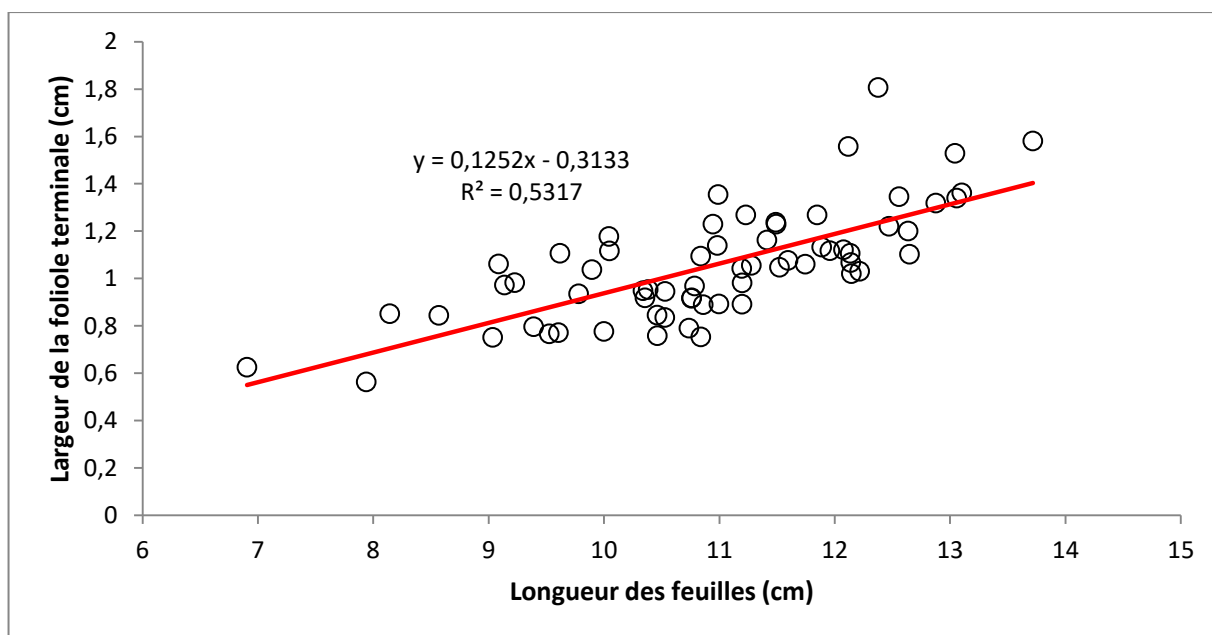


Figure 29 : Relation entre la longueur des feuilles et la largeur de la foliole terminale.

Il existe une corrélation positive et significative entre la longueur des feuilles et le nombre de folioles ($r=0,36$; $p= 0,0029$) ; les feuilles les plus longues présentent un grand nombre de folioles (Fig. 30).

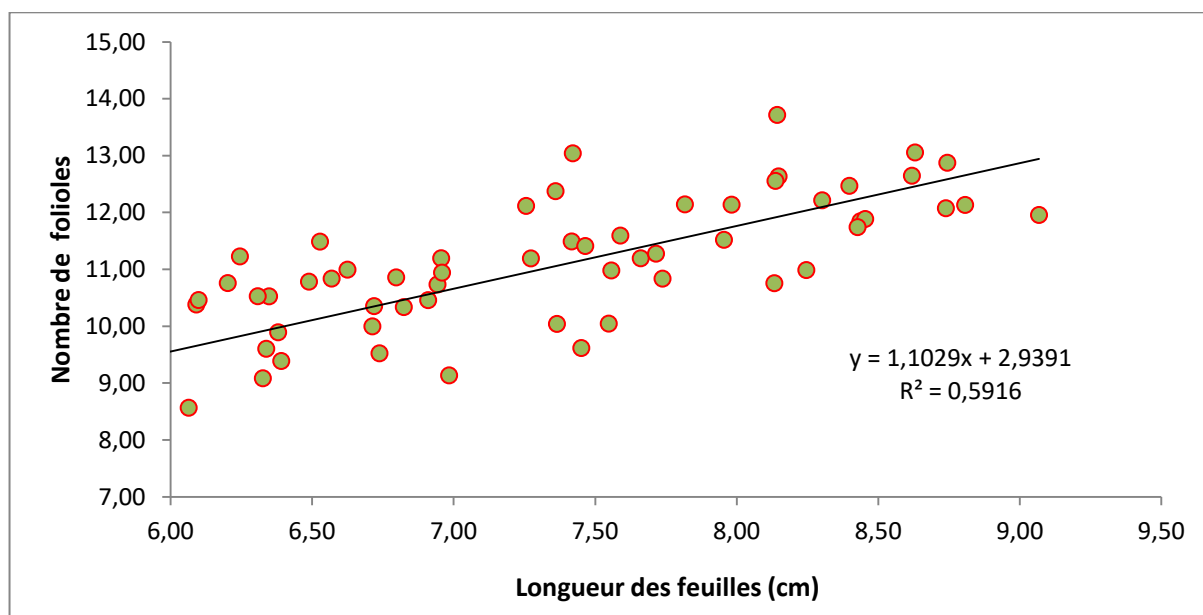


Figure 30 : Relation entre la longueur des feuilles et le nombre de folioles.

2-2 : Largeur de feuille :

La largeur moyenne des feuilles mesurée dans les trois sites est de $7,34 \pm 1,34$ cm, elle varie entre 5,56 cm et 14,6 cm. Le coefficient de variation est de 18,35%.

Nous n'avons constaté aucune différence significative entre les largeurs des feuilles des trois zones échantillonnées ($F_{2,55}=0,33$; $P=0,72$) (Fig. 31).

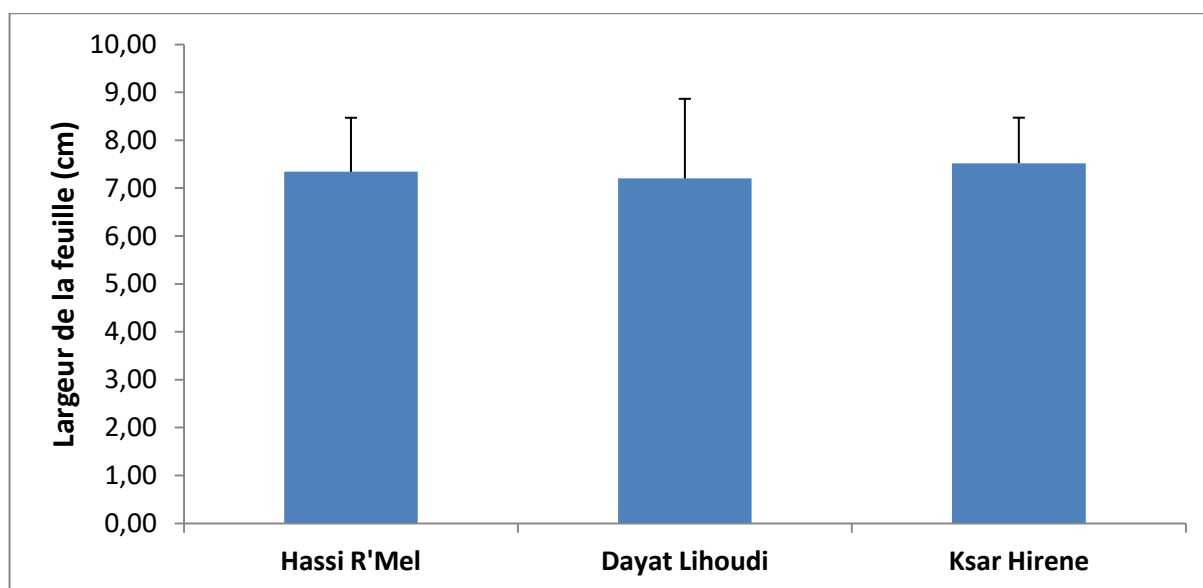


Figure 31: Largeur moyenne des feuilles dans les trois sites.

Les principales corrélations significatives enregistrées sont regroupées dans le tableau 10:

Tableau 09 : Principales corrélations significatives enregistrées avec la largeur de feuille

Paramètre	Corrélation
Hauteur de l'arbre	$r=0,55$; $p \leq 0,0001$
Largeur du houppier	$r=0,62$; $p \leq 0,0001$
Diamètre à 130cm	$r=0,42$; $p = 0,005$
Longueur de la foliole terminale	$r=0,51$; $p \leq 0,0001$
Largeur de la foliole terminale	$r=0,49$; $p \leq 0,0001$
Nombre de folioles	$r=0,35$; $p = 0.0038$

Il existe une corrélation positive et statistiquement significative entre la largeur de feuille et la hauteur de l'arbre ($r=0,55$; $p \leq 0,0001$) ; les arbres les plus hauts contiennent les feuilles plus larges (Fig. 32).

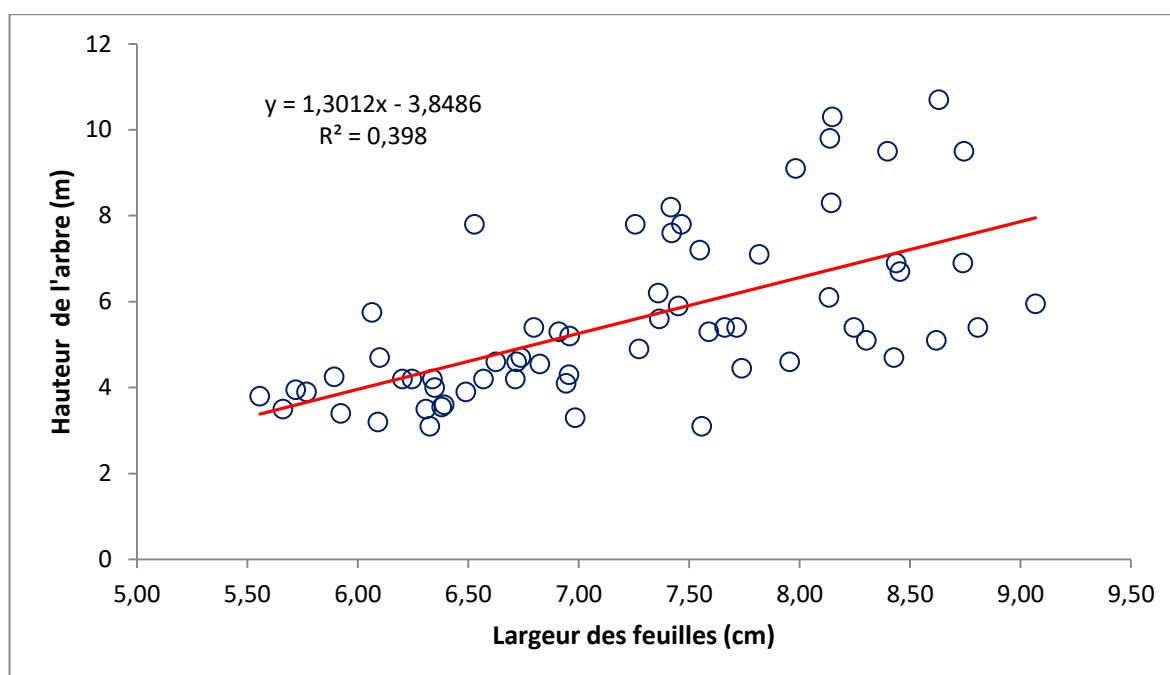


Figure 32: Relation entre la largeur des feuilles et la hauteur de l'arbre.

La largeur de feuille est significativement corrélée avec la largeur du houppier ($r=0,62$; $p \leq 0,0001$) ; les houppiers les plus larges présentent des feuilles plus larges (Fig. 33).

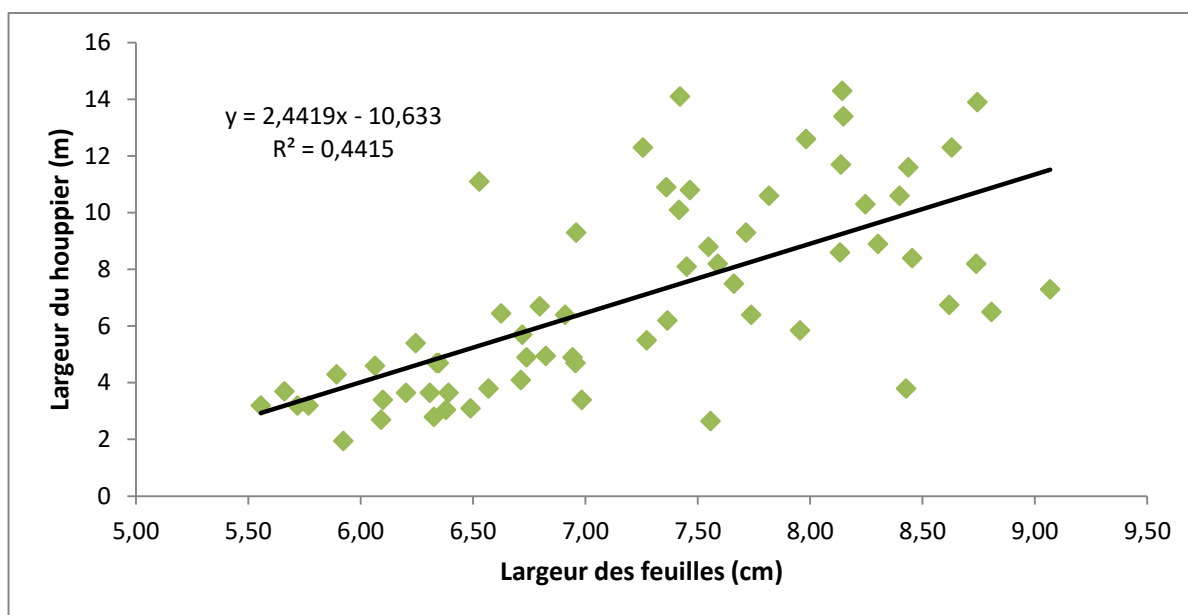


Figure 33 : Relation entre la largeur des feuilles et la largeur du houppier.

La relation entre la largeur des feuilles et le diamètre du tronc est statistiquement significative ($r=0,42$; $p = 0,005$) ; les arbres à longs diamètres présentent des feuilles plus larges (Fig. 34).

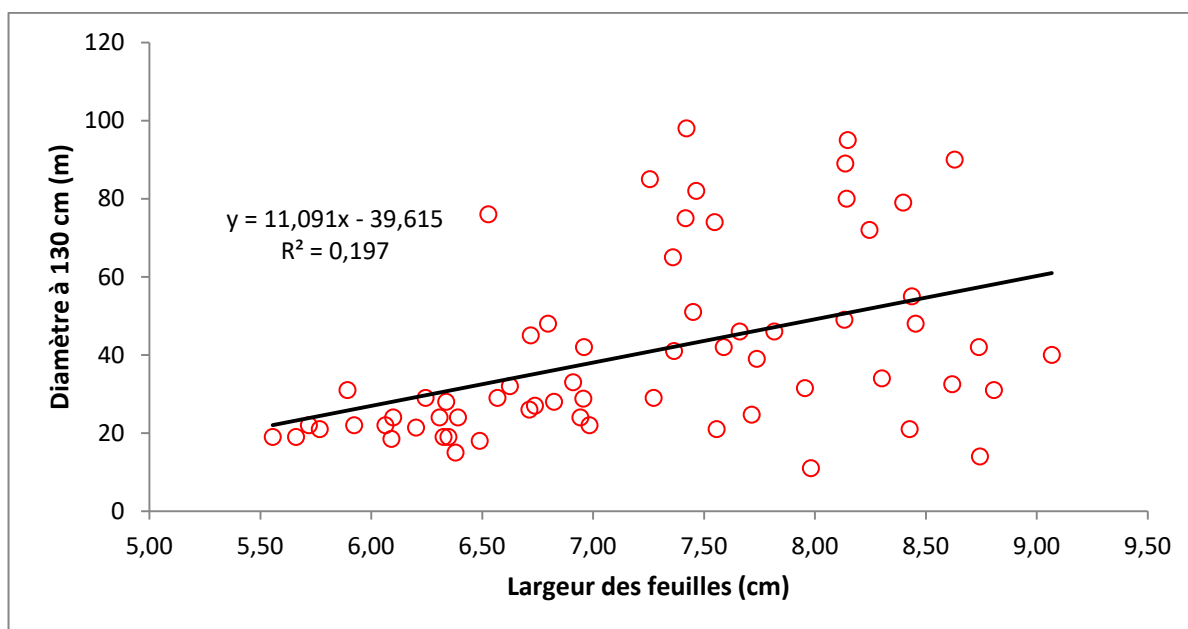


Figure 34 : Relation entre la largeur des feuilles et le diamètre à 130cm

Et aussi une corrélation positive et hautement significative entre la largeur des feuilles et la longueur de foliole terminale ($r=0,51$; $p \leq 0,0001$) ; les arbres a feuille plus large présentent des folioles plus longues (fig.35).

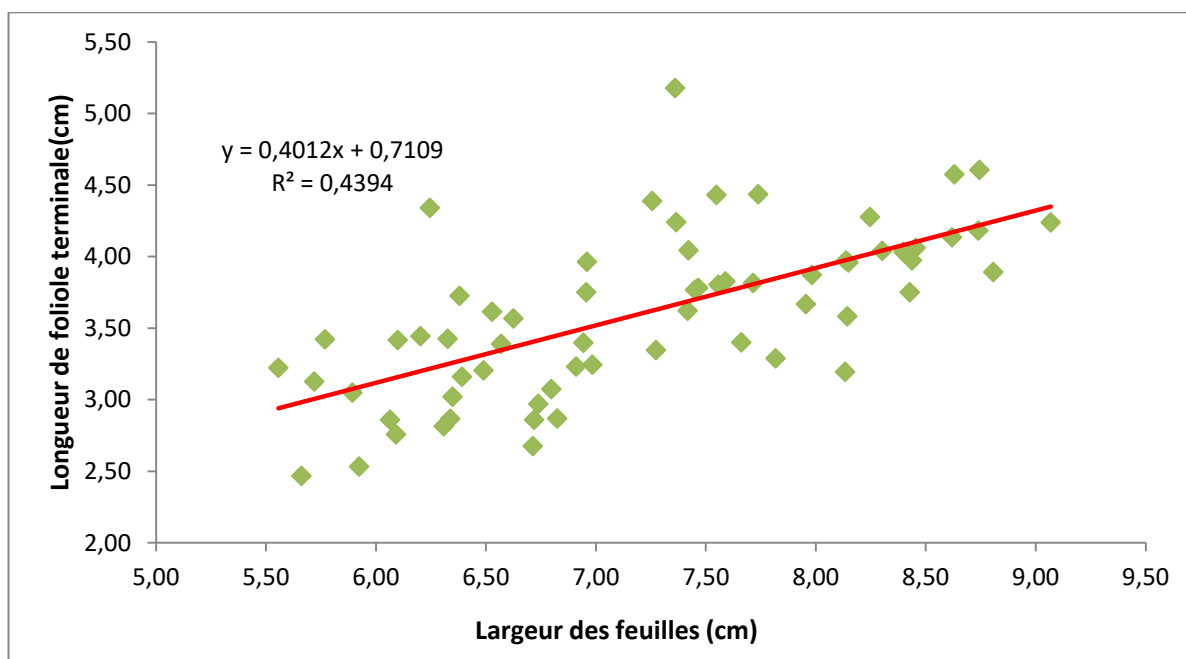


Figure 35 : Relation entre la largeur des feuilles et la longueur de la foliole terminale.

La largeur des feuilles est statistiquement corrélée avec la largeur de la foliole terminale ($r=0,49$; $p \leq 0,0001$), ce qui indique que les arbres à feuilles plus larges présentent des folioles terminales plus larges (Fig. 36).

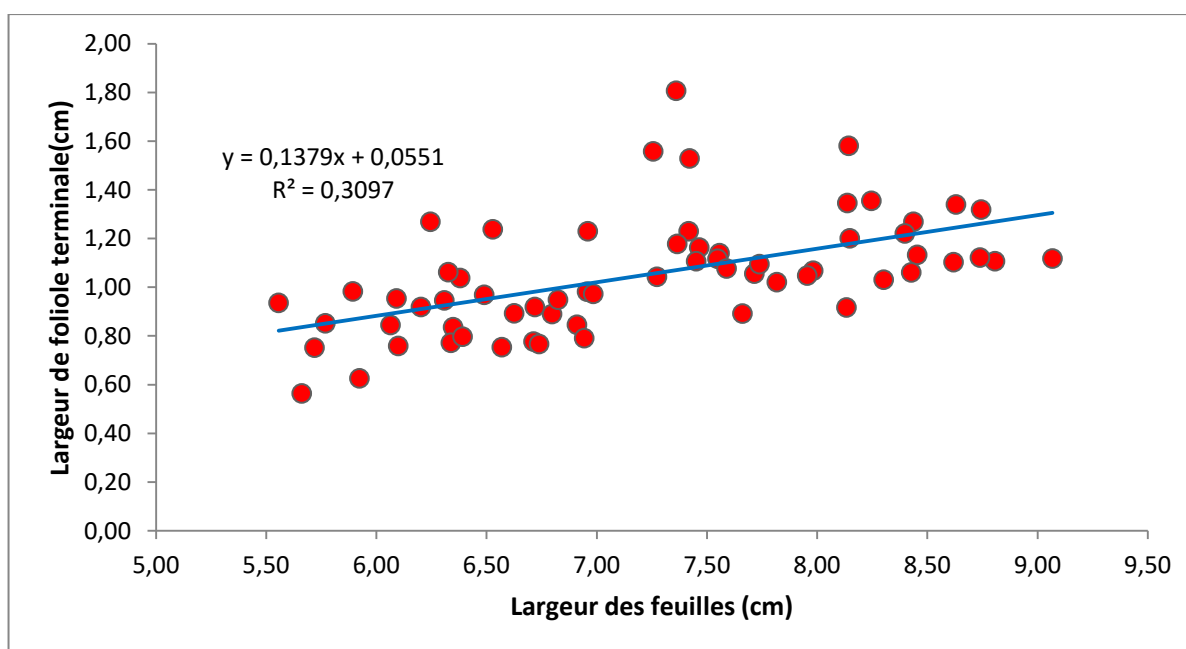


Figure 36: Relation entre la largeur des feuilles et la largeur de la foliole terminale.

La relation entre la largeur des feuilles et le nombre des folioles est statistiquement significative avec une valeur de ($r=0,35$; $p = 0,0038$) ; les feuilles plus larges présentent généralement un grand nombre de folioles (Fig. 37).

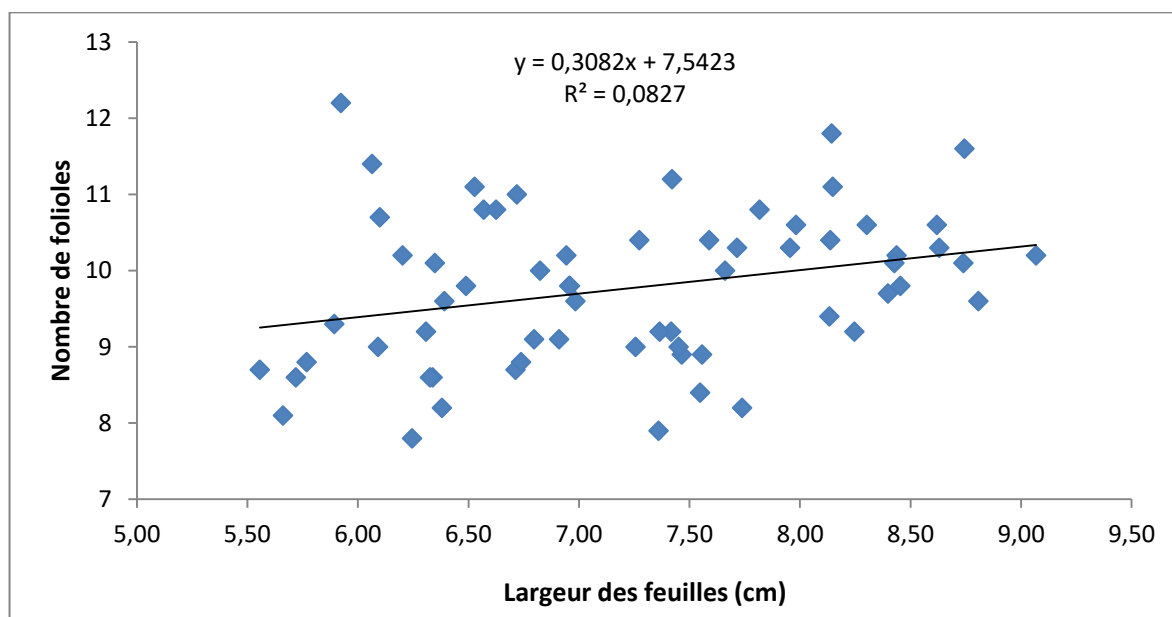


Figure 37 : Relation entre la largeur des feuilles et le nombre de foliole.

2-3 : Longueur de la foliole terminale :

La moyenne de longueur de la foliole terminale mesurée dans les trois sites est de $3,61 \pm 0,56$ cm, elle varie entre 2,47cm et 5,18 cm. Il n'existe aucune différence significative entre les longueurs des folioles terminales dans les trois zones échantillonnées ($F_{2, 55} = 2,09$; $P=0,13$) (Fig. 38). La longueur de foliole terminale présente une variabilité de 15,64%.

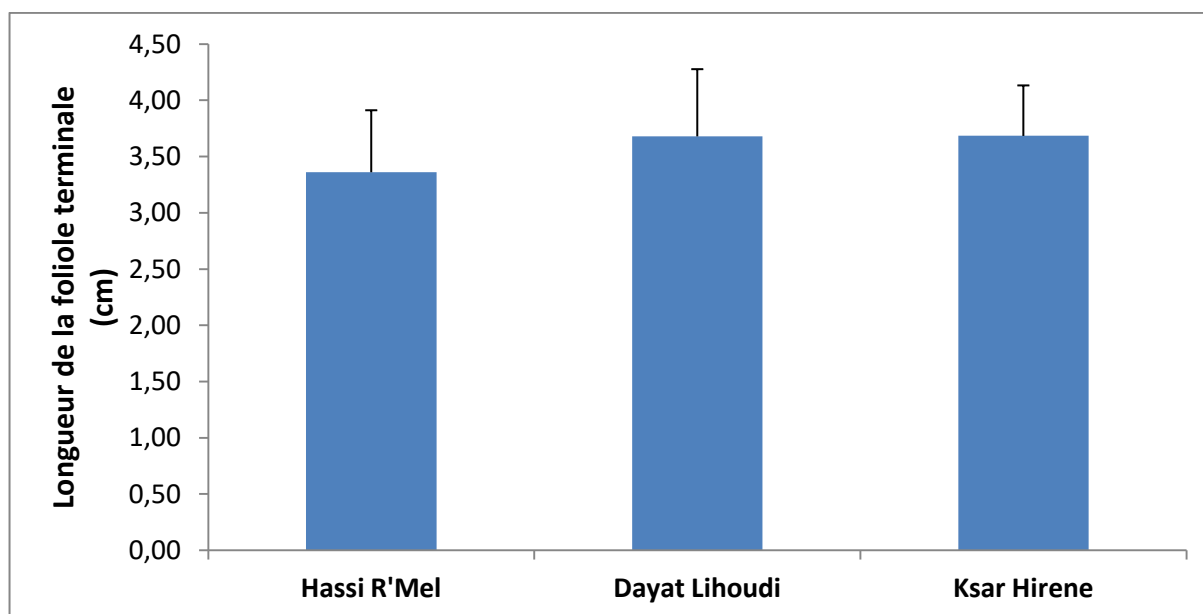


Figure 38 : Longueur moyenne de la foliole terminale dans les trois sites.

Les principales corrélations significatives enregistrées avec la longueur de la foliole terminale sont illustrées dans le tableau 10 :

Tableau 10: Principales corrélations significatives enregistrées avec la longueur de la foliole terminale.

Paramètre	Corrélation
Largeur du houppier	$r=0.62$; $p \leq 0.0001$
Diamètre à 130 cm	$r=0.45$; $p \leq 0.0001$
Largeur de la foliole terminale	$r=0.79$; $p \leq 0.0001$

Il existe une corrélation positive et statistiquement significative entre la longueur de la foliole terminale et la largeur du houppier ($r=0,62$; $p \leq 0,0001$) ; les arbres à grande largeur du houppier présentent des folioles terminales plus longues (Fig. 39).

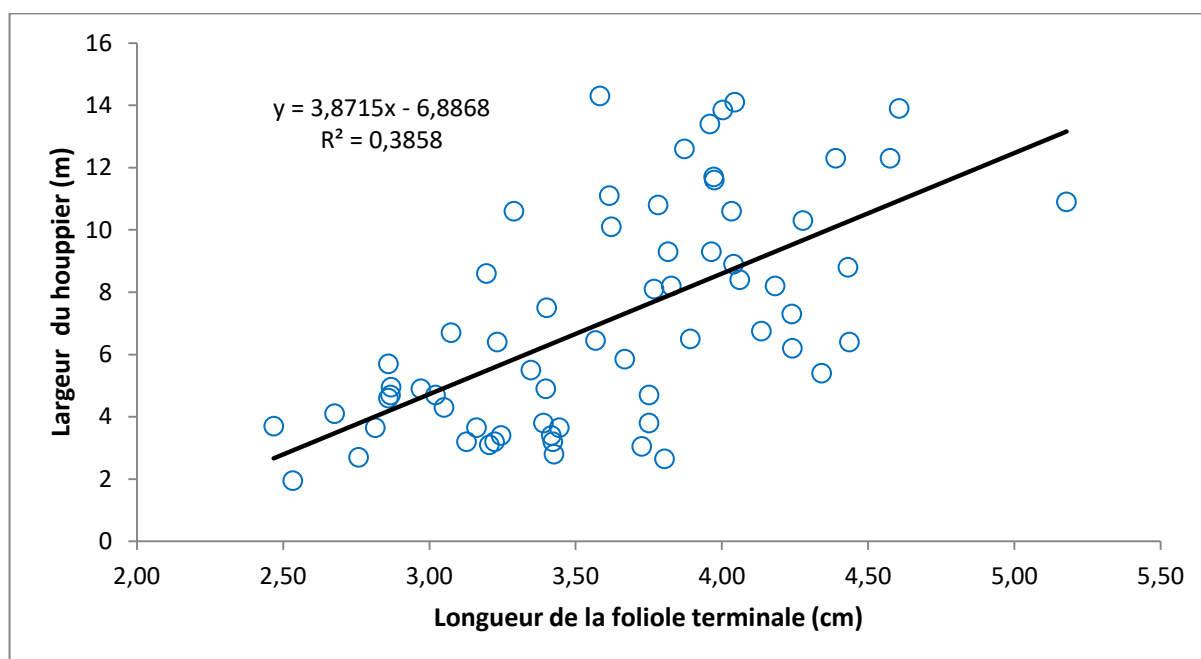


Figure 39 : Relation entre la longueur de la foliole terminale et la largeur du houppier.

Il existe aussi une relation significative entre la longueur de la foliole terminale et le diamètre du tronc ($r=0,45$; $p \leq 0,0001$) ; les arbres à grand diamètre présentent des folioles terminales plus longues (Fig. 40).

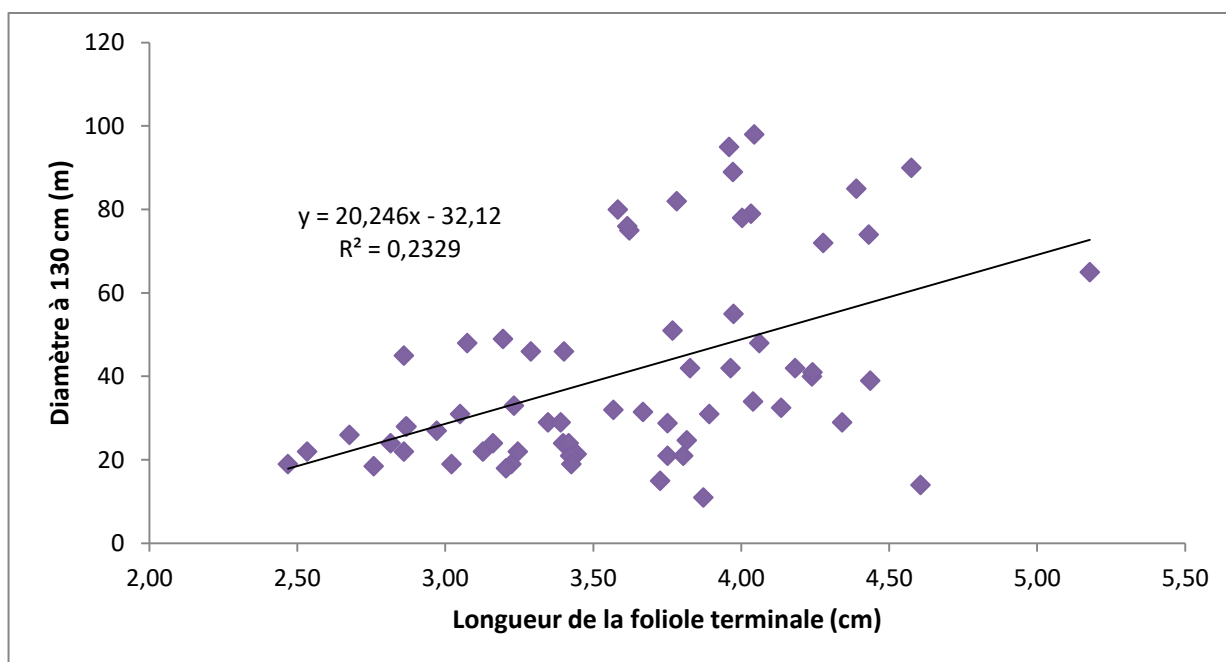


Figure 40: Relation entre la longueur de la foliole terminale et le diamètre à 130cm.

La relation entre la longueur de foliole terminale et largeur de la foliole terminales est hautement significative ($r=0,79$; $p \leq 0,0001$) ; dans une croissance sans anomalie de la foliole terminale, les deux paramètres croient ensemble (Fig. 41).

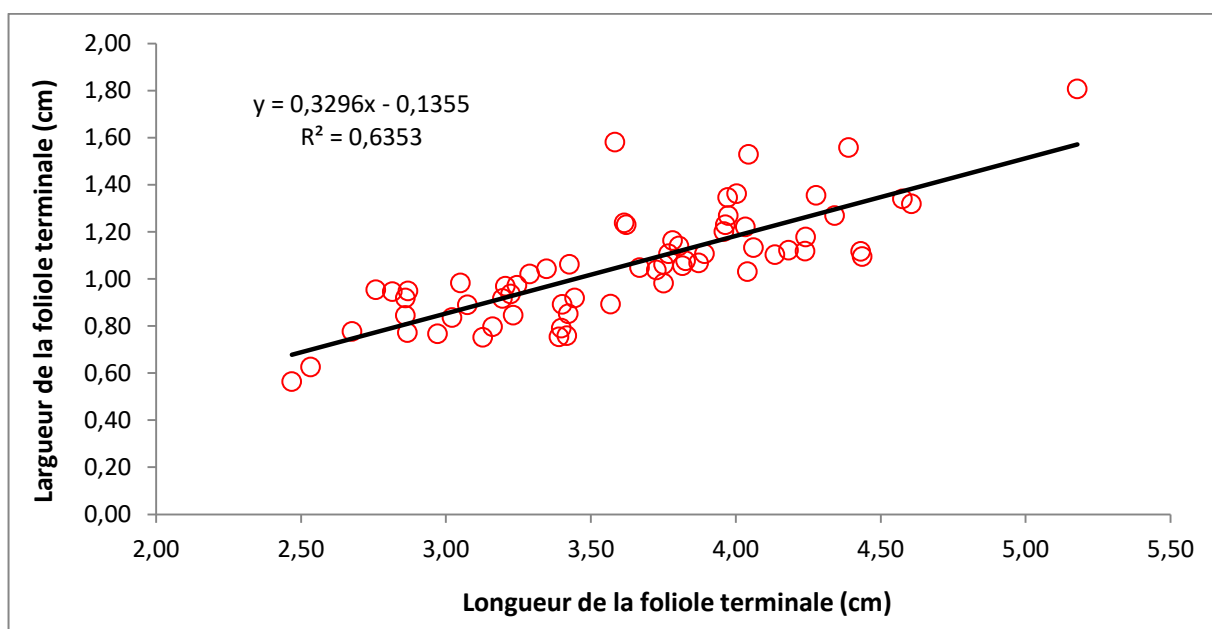


Figure 41: Relation entre la longueur de la foliole terminale et la largeur de la foliole terminale.

2-4 : Nombre de folioles :

Le nombre moyen de foliole dans les trois sites est de $9,7 \pm 1,02$, il varie entre 7 et 13 folioles. Le mode le plus ré pondu est 9 folioles avec la présence d'autres modes tels que 7, 10, 11, 13.

Il existe une seule corrélation positive et significative entre le nombre de folioles et la largeur du houppier ($r=0,36$; $p = 0,003$) ; les arbres à grande largeur du houppier présentent généralement un grand nombre de folioles dans la feuille (Fig. 42).

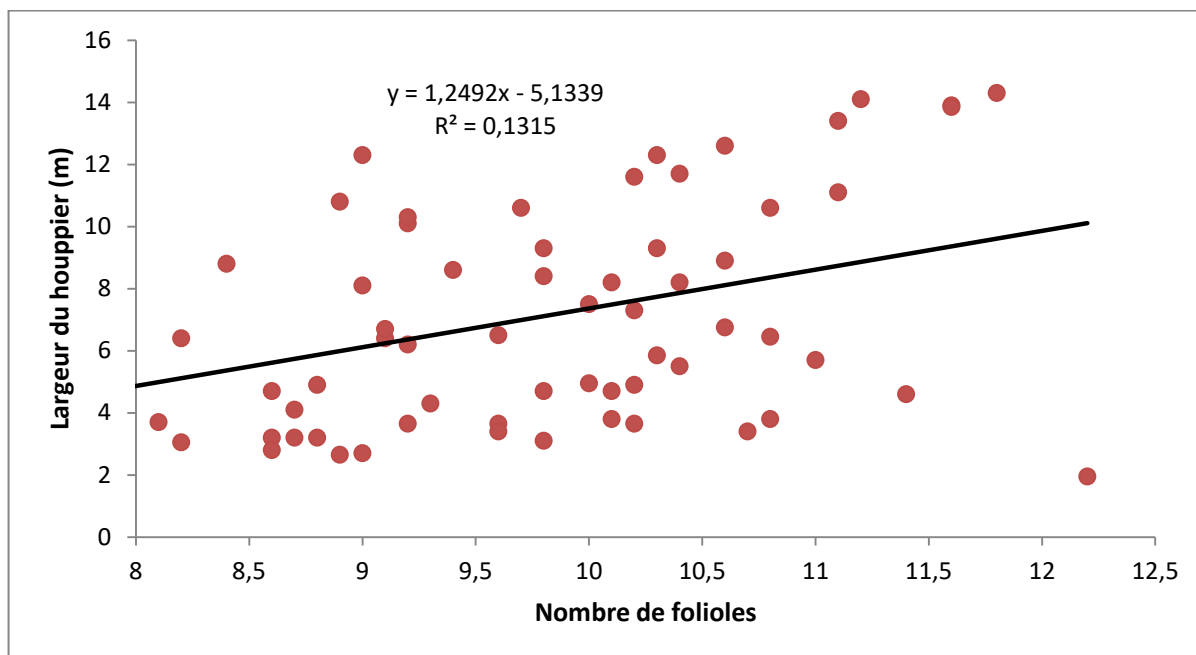


Figure 42: Relation entre le nombre de folioles et la largeur du houppier.

2-5 : Largeur de la foliole terminale :

La largeur moyenne de la foliole terminale mesurée dans les trois sites est de $1,05 \pm 0,23$ cm, elle varie entre 0,56 cm et 1,81cm. En revanche, il existe une différence significative entre les largeurs des folioles terminales des trois zones échantillonnées ($F_{2,55} = 4,58$; $P=0,014$). Celles de la daya de Hassi R'mel sont les plus petites (Fig. 43). La variabilité des mesures des largeurs des folioles terminales est 22,16%.

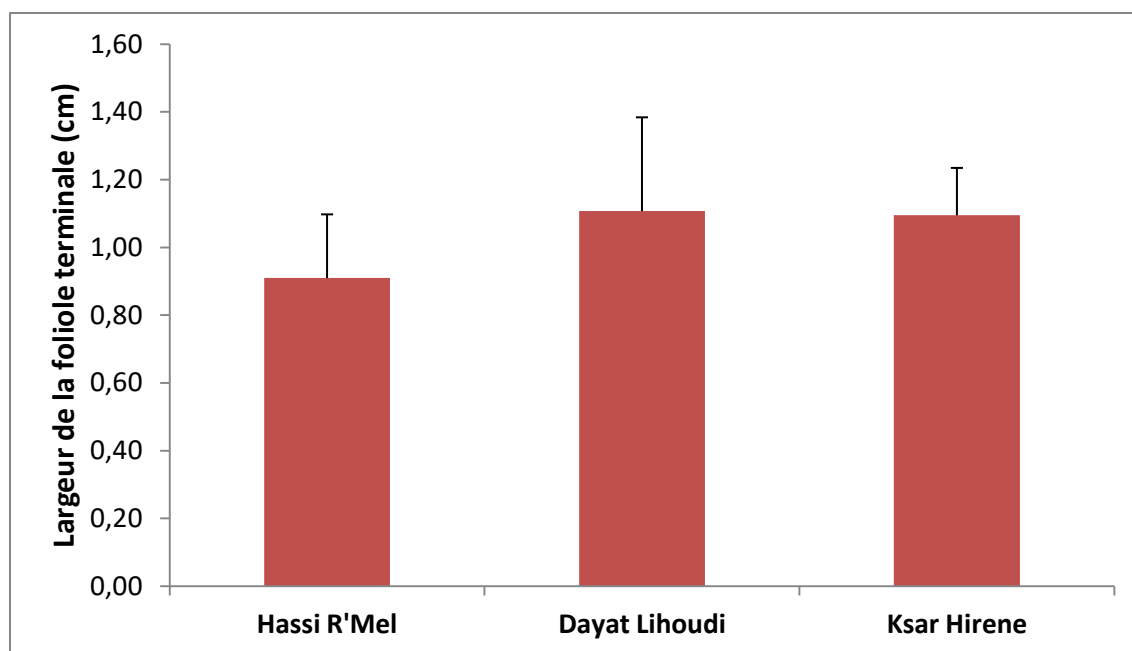


Figure 43 : Largeur moyenne de la foliole terminale dans les trois sites

Nous avons constaté une corrélation positive et significative entre la largeur de la foliole terminale et la largeur du houppier ($r=0,75$; $p= 0,003$) ; les arbres à houppier plus large présentent des folioles terminales plus larges (Fig. 44).

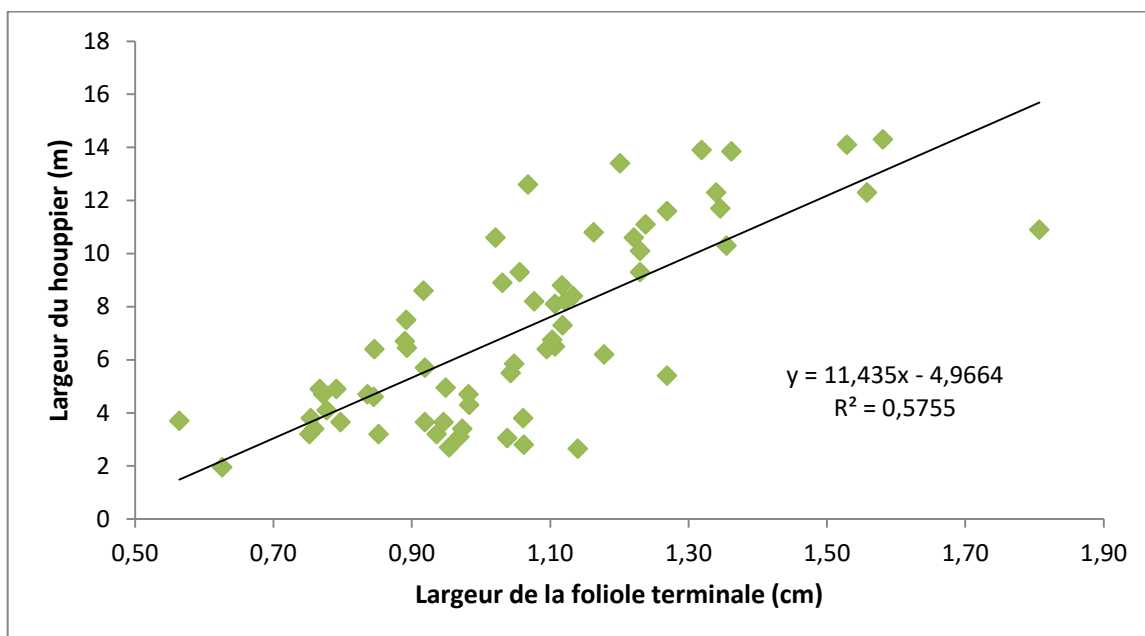


Figure 44 : Relation entre la largeur de la foliole terminale et la largeur du houppier.

Chapitre 4 : Discussion

L'analyse des données obtenues des mensurations de 57 sujets de pistachiers de l'atlas sur trois différentes dayas (daya de Hassi R'mel, dayet Lihoudi et dayas de Ksar El Hirene) nous a permis de caractériser la morphologie de l'arbre et la biométrie foliaire de cette espèce de point de vue biométrique.

1- Morphométrie de l'arbre

La hauteur des arbres est le reflet de la qualité du milieu, sol et climat, mais surtout le régime hydrique qui représente le critère majeur en climat méditerranéen (Quézel, 1980).

L'analyse statistique sur les 3 sites montre une similitude des hauteurs des arbres. La hauteur moyenne enregistrée est relativement inférieure aux hauteurs mentionnées par Belhadj et *al.* (2008) dans neuf dayas algériennes dont Laghouat, Smail Saadoun (2014) à quelques dayas à Laghouat, Badaoui (2016) et Dahmani (2018) sur des pistachiers hors daya à Aflou, Cependant, elle dépasse largement les hauteurs mentionnées par Zahzah (2016) ; Nedjma (2017) à Mrigha et au jardin botanique de Laghouat. Ces variations par rapport aux premières stations seraient dues probablement à l'âge de ces populations qui datent de plus d'un siècle. En revanche, les populations étudiées à Mrigha et au jardin botanique (Nedjma, 2017 et Zahzah, 2016) sont relativement jeunes. Malgré que cette espèce peut atteindre 10 à 12 m de haut selon (Maamri, 2008) et entre 15-25m dans certain cas (Belhadj, 1999; Quézel et Médail, 2003). Le pistachier montre généralement une croissance lente dans les conditions naturelles (BNEDER, 2015). Toutefois, les expériences ont montré qu'à 9 mois après la plantation, les plants irrigués de pistachier présentaient une croissance moyenne en hauteurs de 28,4 m (Kadik, 1977 *in* BNEDER, 2015). La croissance en hauteur du pistachier est apparemment liée à la disponibilité de l'eau qui est un facteur limitant dans nos régions.

Le diamètre à 130cm, est un paramètre qui reste aussi conditionnée par la disponibilité de l'eau. Le développement du diamètre est fonction du développement des cernes de croissance qui, de leur part reflètent la qualité du climat (quantité d'eau) que reçoit la plante (Roland et *al.*, 2008). Si l'année est bonne, l'épaisseur du cerne serait plus importante que dans les années de sécheresse (Roland et *al.*, 2008). Les mesures obtenues pour notre population étudiée sont relativement plus importantes de celles rapportées par Zahzah (2016) et Nedjma (2017) dans ses trois sites à Laghouat. Elles se développent plus rapidement si le stress hydrique est éliminé par une irrigation d'appoint en période de végétation (Quézel et Médail, 2003).

Les arbres de nos sites présentent des houppiers plus larges que ceux rapportés par Zahzah (2016) et Nedjma (2017) et sont cependant inférieurs à ceux mentionnés par Badoui (2017) et Dahmani (2018). L'âge de la population notre zone d'étude sera le facteur le plus important qui agisse dans ce cas, les populations étudiées par les deux premiers auteurs sont plus jeunes relativement à la population de notre sites. Il en est de même pour le nombre de branches observé dans nos sites ; il montre des valeurs similaires à la population naturelle de la daya de Kheneg citée par Nedjma (2017) et celles des deux autres sites irrigués mentionnés par Zahzah (2016) à Laghouat. Ce critère change apparemment selon l'âge et les spécificités génétiques d'une population à une autre. Le nombre de branches dans un arbre lui permet de mieux exploiter le milieu (lumière et humidité de l'air) et de créer un microclimat sous l'arbre lui-même.

Ce paramètre influence l'architecture de l'arbre par le biais du houppier ; les houppiers sont généralement plus larges lorsque l'arbre présente un nombre important en branches.

2 : Biométrie foliaire :

Selon Zohary (1952), la classification des espèces de *pistacia* est basée sur la morphologie de la feuille et spécialement la forme ainsi que le nombre, la taille et l'orientation de folioles. A ce moment, les caractéristiques des feuilles du pistachier semblaient liées à quelques facteurs climatiques tels que les précipitations, les températures moyennes et surtout les températures minimales Elzerey-belaskri et benhassaini (2015).

Les paramètres morphométriques des feuilles dans les trois sites sont montrés une différence remarquable, les longueurs les plus importantes sont enregistrées dans les dayas de Ksar El hirene. Des résultats similaires ont été mentionnés par Kafkas et *al.* (2002) en Turquie, Abdelkader et *al.* (2005) ; Yaaqobi et *al.*, (2009) au Maroc, Dahmani (2011) à Tiaret, et Benabdellah (2012) dans trois stations steppiques algériennes (Ouled Djellal, Ain Oussera et Messaad) relativement supérieur à ceux rapportés par Belhadj et *al.* (2008) dans neuf localités de Djelfa et Laghouat et Smail Saadoun (2014) dans les dayas de Laghouat. Il faut signaler ici que généralement la croissance des feuilles ne dépasse rarement les 12 cm de longueur (Khaldi et Khoudja, 1995).

En revanche, nous avons observé une divergence dans les mesures supérieur par rapport a ceux qui rapporté par Zahzah (2016) ; Nedjma (2017) ; Badaoui (2016) dans le pistachier hors daya dans la région de Laghouat.

Les largeurs des feuilles obtenues dans nos sites sont relativement similaires à celles rapportées par Smail Saadoun (2014) à Laghouat, Benabdellah (2012) dans trois zones steppiques algériennes, Belhadj et *al.*, 2008 dans plusieurs localités algériennes et Yaaqobi et *al.*, 2009 au Maroc et Dahmani (2011) dans la région de Tiaret.

Concernant le nombre de folioles par feuille, nous avons constaté de grandes différences au sein du même arbre dans nos sites. Les feuilles sont parfois paripennées et parfois imparipennées.

La longueur et la largeur moyenne de la foliole terminale dans les trois sites échantillonnés présentent des valeurs comparables aux autres populations du pistachier (Zohary, 1952 ; Kefkas et *al.*, 2002 ; Dahmani (2011) et Abdelkader et *al.*, 2005) avec une certaine supériorité à celle mentionnées par Zahzah (2016), Nedjma (2017) et Badaoui (2017) dans le Djebel Amour.

Les différences constatées sont généralement dues à la période de mesures des feuilles et des folioles. La période conseillée de mesure est celle de la maturité physiologique entre le mois d'octobre et décembre (El Zerey-Belaskri et Benhassaini, 2015). Selon Alyafi (1979) et Behboudi (2004) in Belhadj et *al.* (2008), la taille de la foliole est différente selon les variétés de *Pistacia*. Ces derniers auteurs ont signalé une différence significative entre les mensurations des folioles terminales dans le même site ce qui met en cause l'utilisation de ce paramètre comme critère de classification du Pistachier de l'Atlas.

CONCLUSION

Conclusion

Ce travail a pour objectif la caractérisation du feuillage du pistachier d'atlas qui est une plante menacée. Nous avons choisi dans notre étude trois différentes dayas situées au sud de la région de Laghouat.

Notre étude se focalise sur la mesure de la biométrie foliaire (longueur et largeur des feuilles, le nombre de folioles et la longueur et la largeur de la foliole terminale). du pistachier d'atlas et nous avons aussi ciblé les paramètres morphométriques les plus importants tels que la hauteur de l'arbre et le diamètre à 130 cm, largeur de houppier et le nombre de branches de la première ramification.

Les mesures dendrométriques des arbres, ont révélé une moyenne de hauteur de l'ordre de $5,58 \pm 1,94$ m (3,10-10,7m) avec une certaine homogénéité entre les trois populations (CV.=34,84%). Les diamètres moyens des troncs sont de l'ordre de 40 ± 24 cm (19-140 cm) avec une homogénéité des mesures assez faible entre les trois populations (CV.= 59,5%).

La largeur moyenne des houppiers est de $7,10 \pm 3,52$ m (1,95-14 m). ce dernier est significativement corrélé avec les hauteurs des arbres ($r=0,90$; $p \leq 0,0001$) et avec le diamètre du tronc ($r=0,73$; $p \leq 0,0001$).

Le nombre moyen de branches de la première ramification est de $1,81 \pm 0,92$ branches (1-4) et qui est relativement faible par rapport aux populations de pistachier observées dans plusieurs localités d'Algérie.

Les mesures biométriques des feuilles présentent des valeurs moyennes de la longueur des feuilles de l'ordre de $10,93 \pm 1,36$ cm (6,91-13,72cm) avec une différence significative entre nos sites ($F_{2,55} = 3,65$; $P=0,032$); les feuilles de Ksar El Hirene sont les plus importantes.

Ces longueurs de feuilles sont corrélés avec plusieurs paramètres dont la hauteur de l'arbre ($r=0,69$; $p \leq 0,00001$), la largeur du houppier ($r=0,76$; $p \leq 0,00001$) et d'autres.

La largeur moyenne des feuilles est de $7,34 \pm 1,34$ cm (5,56-14,6 cm). Elle est corrélée avec plusieurs paramètres comme la hauteur de l'arbre ($r=0,55$; $p \leq 0,0001$), la Largeur du houppier ($r=0,62$; $p \leq 0,0001$) et le diamètre du tronc ($r=0,42$; $p = 0,005$).

La longueur moyenne de la foliole terminale est de $3,61 \pm 0,56$ cm (2,47 -5,18 cm). Elle est en lien étroit avec la largeur du houppier ($r=0,62$; $p \leq 0,0001$) et le diamètre du tronc ($r=0,45$; $p \leq 0,0001$).

La largeur moyenne de la foliole terminale mesurée dans les trois sites est de $1,05 \pm 0,23$ cm (0,56-1,81cm) avec une différence significative entre les sites ($F_{2,55} = 4,58$; $P = 0,014$). Ce paramètre est significativement corrélé avec la largeur du houppier ($r = 0,75$; $p = 0,003$).

Le nombre moyen des folioles dans la feuille est de $9,7 \pm 1,02$ folioles/feuille (7-13) avec un mode de 9 folioles. Des feuilles paripennées et imparipennées sont aussi observées. Le nombre de folioles est en relation significative avec la largeur du houppier ($r = 0,36$; $p = 0,003$).

L'état des populations naturelles de pistachier de l'Atlas en Algérie doit attirer l'attention des chercheurs pour dévoiler les différents aspects de cette espèce (morphologique, physiologique, biochimique et même génétique). Cette espèce a été considérée depuis longtemps comme stocks de bois et a été utilisée fortement pour bâtir la majorité de ksours du sud algérien. Une étude des propriétés et de la qualité de son bois sera nécessaire pour une éventuelle exploitation rationnelle.

L'étude des propriétés alimentaires de ses fruits sera aussi une nécessité en vue d'une utilisation efficace dans les domaines médicinal et pharmaceutique voire aussi esthétique par les caractéristiques de ses huiles essentiels.

Un intérêt particulier doit être donné à la caractérisation des différentes sous espèces de la région de Laghouat suite aux différences constatées lors de la réalisation de ce mémoire entre les populations de pistachier de la zone nord et de la zone sud de Laghouat.

REFERENCES
BIBLIOGRAPHIQUES

Références bibliographiques :

- Ait Radi A., (1979).** Multiplication par voie végétative et par semis de *Pistacia atlantica* et d'*Alianthus altissima*. Mémoire d'ingénieur. *INA Alger: 40P.*
- 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), p27-35.
- Alyafi J., (1979).** Approche systématique et écologique du genre *pistacia* dans la région méditerranéenne. Thèse de 3eme cycle. Faculté des sciences et technologie. ST-Jérôme, marseille, France.
- Badaoui M., (2016).** Contribution à l'étude du pistachier hors dayas dans la région de Laghouat. Mém. Master. Univ. Laghouat.
- Bagnouls F. et Gaussen H., (1953).** Saison sèche et indice xérothermique. *Bull. Soc. Hist. Nat . Vol 8 : p193-239.*
- Belhadj S., (1999).** Les pistacheraies algériennes : Etat actuel et dégradation. *Nucis, Newsletter*, N° 8, p 29-30.
- Belhadj S., (2007).** Etude éco-botanique de *Pistacia atlantica Desf.* (Anacardiaceae) en Algérie. Préalable à la conservation des ressources génétiques de l'espèce et sa valorisation. Thèse de Doctorat d'Etat, U.M.M.T.O 184p.
- Belhadj S., Derridj A., Auda Y., Gers Ch. et Gauquelin T. (2008).** Analyse de la variabilité morphologique chez huit populations spontanée de *Pistacia atlantica* en Algérie. *Canadian Journal of Botany*. Vol. 86: 520-532.
- Benabdallah F., (2012).** 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 de magistère, option biotechnologie, université Mohamed Kheider Biskra p37
- Bentouati A., (2006).** Croissance, productivité et aménagement des forêts de Pin d'Alep (*Pinus halepensis*) du massif de Ouled Yagoubet des Beni Ouedjana (Khenechela-Aurès), Thèse Doctorat. Institut d'agronomie université El hadj Lakhdar, Batna, p115.
- Blozan W., (2004).** Tree Measuring Guidelines of the Eastern Native Tree Society. Ed. ENTS, New York, 30p.

BNEDER. (2015). Etude portant sur le diagnostic écologique des peuplements du Pistachier de l'Atlas et proposition d'un plan d'action pour réhabilitation et leur extension. (Phase 3): Proposition d'un plan d'action. *Alger*, 38 p.

Boudy P., (1952). Guide du forestier en Afrique du nord. Vol 1, Edit. La Maison rustique, Paris, 509p.

Daget P., (1977). Le bioclimat méditerranéen : caractères généraux, modes de caractérisation. *Végétation*, **34** (1) : 1-20 p.

Dahmani W., (2011). Etude de la variabilité morphologique du pistachier de l'Atlas (*Pistacia atlantica* Desf.) dans les zones steppiques de la région de Tiaret. Mém. Magister, Université de Ahmed Ben Bella d'Oran1 Es Senia, 135p.

Dahmani CH., (2018). Contribution à la caractérisation de quelques populations du pistachier de l'atlas (*pistacia atlantica*) dans la région de Laghouat. Mémoire master 02 en amélioration des plantes. Université de Laghouat. Pp1-54.

Debbache M., (1998). Développement de la culture du Pistachier, rapport de stage. TURQUIE.

Doghbage A ., (2011). Contribution à l'étude de la variabilité des caractères foliaires et somatiques de quatre espèces du genre *pistacia* en Algérie. Mémoire de Magister. Université de Djelfa. P 1-92.

El Zerey-Belaskril ., A. et Benhassaini ., H., (2015). Morphological leaf variability in natural populations of *Pistacia atlantica* Desf.subsp.atlantica along climatic gradient : new features to update *Pistacia atlantica* subsp.atlantica Key. *International journal of bimeteorology*. 60(4) :577-589 pp.

Ghaffari S., Shabazaz M., Behboodi B., (2005). Chromosome variation in *Pistacia* genus. *Options Méditerranéennes, Série A, N° 63*, pp347-354.

Gourine N., Bombarda I., Yousfi M. and Gaydou E.M., (2010). Chemotype of *Pistacia atlantica* leaf essential oils from Algeria, *Natural product of communication vol.5,N°1,115-120*.

Houérou H.N., (1996). Climate change, drought and desertification. *J. Arid Environment* ., 34 :133-185.

Jahanbazy Gojani H., Iranmanesh Y. & Naghavi H., (2012). *Economic value of pistachio (Pistacia mutica) meal and its using on feeding of herbivorous animals. I.J.S.N., VOL. 3(1) 2012: 73-77.*

Kaabache M., (2005). Guide des habitats aride et saharien (typologie de la végétation d'Algérie, Projet/ALG/00/G35.

Kadi-Bennane S., (2004). Etude biosystématique et évolution adaptative de trois populations de *Pistacia atlantica Desf. ssp atlantica* (Ain Oussera, Messad, Tamanrasset) par le biais du complexe stomatique et d'une approche anatomique. *Magister en sciences Agronomiques, I.N.A EL Harrach, 112p.*

Kadik L., (2005). Etude phyto-sociologique et phyto-écologique des formation à Pin d'Alep (*Pinus halepensis Mill*) de l'étage bioclimatique semi-aride algériennes. Thèse Doctorat. USTHB. Alger, P350.

Kafkas, S., Kafkas, E., et Perl-Treves, R., (2002). Morphological diversity and a germplasm survey of three wild Pistacia species in Turkey. *Genet. Resour. Crop Evol.*49: 261–270.

Kaska N., (1994). The pistachio in its traditional growing areas. CIHEAM-FAO. cours approfondies-production et économie des fruits secs. 17p.

Khaldi A. et Khoudja M.K., (1996). Atlas pistachio (*Pistacia atlantica Desf*) in North Africa: Taxonomy, geographical distribution, utilization and conservation. *Genetic Ressources. IPGRI, Rome, Italie : 57-62 pp.*

Koriga K., (2000). Contribution à l'étude de la diversité génétique chez les provenances de *pistacia atlantica Desf.* Utilisation de marqueurs morphologiques au niveau des feuilles. Thèse d'Ing Institut Nationale Agronomique. Djelfa.

Lomri A., (2004). Contribution à l'étude éco-botaniques de *Pistacia atlantica Desf* (le pistachier d'atlas) thèse d'ing Institut Nationale Agronomique. Djelfa, Pp : 14-58.

Maamri, S (2008): Etude de pistacia atlantica de deux régions de sud algérien : dosage des lipides, dosage des polyphénols, essais anti leishmanies, Mém. Mag. Uni. M'hamed Bougara Boum : 96p

Massenet JY., (2005). Lycée forestier. château de mesnieres .76270 Mesnieres en Bray : 25-65 pp.

Monastra F,M. Rovira,F.J.Vargas,M.A.romero,I.Battle,D.Rouskas et A. Mends Gaspar (2000). Caractérisation iso enzymatique de divers espèces du genre pistacia et leurs hybrides. Étude de leur comportement comme porte greffe du pistachier *Pistacia vera* L.Ed : CIHEAM- options méditerranéennes.135p.

Monjauze A., (1968). Repartition et écologie de *Pistacia atlantica Desf.* En Algérie. Bulletin de la Société d'histoire naturelle de l'Afrique du Nord. 128 p.

Monjauze A. (1980). Croissance du bétoum *Pistacia atlantica Desf.* Biologie et foret. Rev. For. France. p. 357-363

Naas O., (2002). Contribution à l'étude de la diversité morphologique et des conditions de germinations chez quatre provenances de *pistacia atlantica Desf.* Thèse d'Ingénieur d'Etat en Agropastoralisme Centre Universitaire de Djelfa.

Nedjma A., (2017). Contribution à l'évaluation des effets du puceron doré sur le pistachier de l'atlas dans la région de Laghouat. Mémoire Master 02 en Amélioration des plantes. Université de Laghouat. Pp1-76.

Ozenda P., (1983). Flore et végétation du Sahara. 2eme Ed. CNRS. Paris.624p

Office national de météorologie (ONM). (2019). Données météorologiques de Laghouat. 5p.

Quézel P. et Médail F. (2003). Ecologie et biogéographie des forêts du bassin méditerranéen. Elsevier, Paris,p11-31.

Quezel, P., et Santa, S. (1963). Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. Tome II. Ed. Centre national de la recherche scientifique, Paris, France.

Roland J.-C., Roland F., El Maarouf-Bouteau H. et Bouteau F. (2008). Atlas Biologie végétale, 2. Organisation des plantes a fleurs. Ed. Dunod, Paris, 144p.

Saidani Z., (2005). Contribution à l'étude de la densité somatique et de la croissance de semis issus de différentes populations de *Pistacia atlantica Desf.* Mémoire d'Ingénieur d'Etat en Agropastoralisme. Université Ziane Achour de Djelfa.

Smail-Saadoun N., (2005). Types stomatiques du genre *Pistacia*: *Pistacia atlantica Desf. ssp. atlantica* et *Pistacia lentiscus L.* Options méditerranéennes, série A, 63: 69-71

Somon E., (1987). Arbre, arbustes et arbrisseaux en Algérie. O.P.U. Alger. 586 p.

Spina P, et Pennisi F., (1957). La culture du pistachier en Sicile. Riv. Ortoflorofrutticult. Ital. 19: 533-557p.

Wood roof J.G., (1979). The nuts, production processing products, vol. III, 2nd Edition, The AVI Publishing comp., Inc., Westport Connecticut.

Yaaqobi A., El Hafid L. et Haloui B., (2009). Etude biologique de *Pistacia atlantica Desf.* De la région orientale du Maroc, Biomatec Echo, Volume 3, N° 6, pp 39 – 49.

Zahzah A., (2016). Contribution à une étude comparative de développement du pistachier de l'atlas planté dans la région de Laghouat. Mémoire Master en Amélioration des plantes. Université de Laghouat. 48p.

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

Résumé

Le pistachier de l'atlas est une espèce rustique qui s'observe sur plusieurs formations géomorphologiques (dayas, oueds et lignes de crêtes), cette espèce s'adapte bien par ses caractères morphologiques impressionnants. Notre étude est réalisée en novembre 2018 dans trois dayas situés au sud de Laghouat, nous sommes particulièrement intéressés à la mise en évidence des caractéristiques dendrométriques de l'arbre et des caractéristiques biométriques des feuilles. A cet effet, nous avons mesuré la hauteur des arbres qui a présenté une moyenne de $5,58 \pm 1,94$ m; le diamètre à 130cm avec un moyen de 40 ± 24 cm, largeur du houppier avec un moyen de $7,10 \pm 3,52$ et le nombre des branches de la première ramification du tronc qui compte entre 1-4 branches et pour la biométrie des feuilles nous avons ciblé des paramètres d'importance tels que la longueur des feuilles avec un moyen de $10,93 \pm 1,63$ et $7,34 \pm 1,34$ de largeur et $3,61 \pm 0,56$ pour la longueur moyenne de la foliole terminale et $1,05 \pm 0,23$ de largeur moyenne de la foliole terminale.

L'étude comparative entre les trois sites montre des mensurations importantes enregistrées dans le daya de Ksar Hirene et de point de vue statistique, il existe une corrélation positive et statistiquement significative entre les paramètres dendrométriques et les paramètres biométriques de feuille.

Mots clés : Le pistachier de l'Atlas. Laghouat, Paramètres dendrométriques, paramètres biométriques, dayas.

Title : Contribution to the study of the foliar morphology of the atlas pistachio in the dayas of Laghouat.

The Atlas pistachio is a rustic species that is observed on several geomorphological formations (dayas, wadis and ridges), this species adapts well in its impressive morphological characters. Our study is conducted in November 2018 in three dayas located south of Laghouat. In particular, we focused on the development of the dendrometric characteristics of the tree and the biometric characteristics of the leaves. For this purpose we measured tree height which averaged 5.58 ± 1.94 m; the diameter of the trunk at 130cm with a mean of 40 ± 24 cm, the width of the crown with an average of 7.10 ± 3.52 m and the number of branches of the first branch of the trunk that oscillates between 1-4 branches and for leaf biometry, we targeted important parameters such as leaf length with a mean of 10.93 ± 1.63 cm and 7.34 ± 1.34 cm width and an average of 3.61 ± 0.56 cm for the length of the terminal leaflet and 1.05 ± 0.23 cm of average width of the terminal leaflet.

We observed several correlations between the biometric parameters of trees and leaves. Our results are discussed in light of available national and international literature.

Abstract : Atlas Pistachio, laghouat ,dendrométric parameters, Biométric foliar, dayas.

العنوان: المساهمة في دراسة مورفولوجيا الاوراق للبطم الاطلسي في ضايات الاغواط

شجرة البطم الأطلسي هي نوع متحمل يتم ملاحظته على العديد من التكوينات الجيومورفولوجي(الضايات، الوديان والتلال) وهذا النوع يتكيف بشكل جيد من خلال صفاته المورفولوجية الرائعة. أجريت دراستنا في نوفمبر 2018 في ثلاثة ضايات تقع جنوب الأغواط. ، ركزنا بشكل خاص على التوصيف الدندرومترى للشجرة والخصائص الحيوية للأوراق. لهذا الغرض قمنا بقياس ارتفاع الشجرة الذي بلغ متوسطه 5.58 ± 1.94 م ؛ قطر الجذع عند 130 سم بمتوسط 40 ± 24 سم ، وعرض التاج بمتوسط 7.10 ± 3.52 م وعدد فروع الاولى للجذع الذي يتذبذب بين 1-4 فروع وكذلك القياسات الحيوية للأوراق ، استهدفنا معلومات مهمة مثل طول الورقة بمتوسط 10.93 ± 1.63 سم وعرض 7.34 ± 1.34 سم و بمتوسط 3.61 ± 0.56 سم

لطول الوريقة الطرفية و 1.0 ± 0.23 سم كعرض للوريقة الطرفية.

لاحظنا الكثير من الارتباطات بين القياسات البيومترية للأشجار و الاوراق. نتائجا نوقشت على ضوء الادب الوطني و الدولي المتاح.

كلمات البحث: البطم الاطلسي، الاغواط، القياسات الدندرومترية، القياسات الورقية، ضاية.