

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
جامعة عمار تليجي - الأغواط -
UNIVERSITE AMAR TELIDJI LAGHOUAT
كلية العلوم
FACULTE DES SCIENCES
DEPARTEMENT DE BIOLOGIE



Mémoire de MASTER

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Ecologie et Environnement

Option : Ecologie végétale: Steppe et Oasis

Thème

**Contribution à une étude de la biométrie foliaire
du pistachier de l'Atlas (*Pistacia atlantica* Desf.),
cas de trois dayas de la wilaya de Laghouat :
(El Gouffa, Timzerth et Tilghemt).**

Présenté par : M^{me} BOUKAÏS Amel ép. BELKEBIR

Le 28 septembre 2014

Soutenu publiquement devant le jury composé de :

M. AÏT SALAH B., M.A.A.

M. OUINTEN M., M.C.A.

Mme. SMAÏL SAADOUN N., Pr.

Président

Examinateur

Promotrice

SEPTEMBRE 2014

Liste des tableaux

Tableau 1 : intervalles de pH des sols sous pistachier de l'Atlas précédemment étudiés	13
Tableau 2 : taux de matière organique obtenus dans différents sols sous pistachier précédemment étudiés.....	13
Tableau 3 : taux de calcaire total obtenus dans différents sols sous pistachier précédemment étudiés.....	14
Tableau 4 : précipitations moyennes mensuelles (mm).....	20
Tableau 5 : températures moyennes mensuelles pour les 02 stations (°C).....	20
Tableau 6 : caractéristiques biométriques des feuilles de <i>Pistacia atlantica</i> Desf.....	28
Tableau 7 : moyennes et écarts types des variables de chaque dayas étudiées populations étudiées.....	30
Tableau 8 : moyennes et écarts types des variables des trois populations étudiées.....	30
Tableau 9 : fréquences des classes de longueur de la feuille pour El Gouffa.....	32
Tableau 10 : fréquences des classes de largeur de la feuille pour El Gouffa.....	33
Tableau 11 : fréquences des classes de longueur de la foliole terminale pour El Gouffa.....	34
Tableau 12 : fréquences des classes de largeur de la foliole terminale pour El Gouffa.....	34
Tableau 13 : fréquences des classes du nombre de paires de folioles pour EL Gouffa.....	35
Tableau 14 : analyse de la variance (LF).....	36
Tableau 15 : analyse de la variance (IF).....	36
Tableau 16 : analyse de la variance (Lf).....	36
Tableau 17 : analyse de la variance (lf).....	36
Tableau 18 : analyse de la variance (NPF).....	36
Tableau 19 : Test de corrélation de Pearson entre les différentes variables de la population d'El Couffa.....	37
Tableau 20 : fréquences des classes de longueur de la feuille pour Timzerth.....	39
Tableau 21 : fréquences des classes de largeur de la feuille pour Timzerth.....	40
Tableau 22 : fréquences des classes de longueur de la foliole terminale pour Timzerth.....	40
Tableau 23 : fréquences des classes de largeur de la foliole terminale pour de Timzerth.....	41
Tableau 24 : fréquences des classes du nombre de paires de folioles pour Timzerth.....	41
Tableau 25 : analyse de la variance (LF).....	42
Tableau 26 : analyse de la variance (IF).....	42
Tableau 27 : analyse de la variance (Lf).....	42

Tableau 28 : analyse de la variance (lf).....	42
Tableau 29 : analyse de la variance (NPF).....	43
Tableau 30 : matrice de corrélation de Pearson.....	43
Tableau 31 : fréquences des classes de longueur de la feuille pour Tilghemt.....	45
Tableau 32 : fréquences des classes de largeur de la feuille pour Tilghemt.....	46
Tableau 33 : fréquences des classes de longueur de la foliole terminale pour Tilghemt.....	46
Tableau 34 : fréquences des classes de largeur de la foliole terminale pour Tilghemt.....	47
Tableau 35 : fréquences des classes du nombre de paires de folioles pour Tilghemt.....	47
Tableau 36 : analyse de la variance (LF).....	48
Tableau 37 : analyse de la variance (IF).....	48
Tableau 38 : analyse de la variance (Lf).....	48
Tableau 39 : analyse de la variance (lf).....	48
Tableau 40 : analyse de la variance (NPF).....	49
Tableau 41 : matrice de corrélation de Pearson.....	49
Tableau 42 : analyse de la variance (LF) des trois dayas.....	53
Tableau 43 : analyse de la variance (IF) des trois dayas.....	54
Tableau 44 : analyse de la variance(Lf) des trois dayas.....	54
Tableau 45 : analyse de la variance (lf) des trois dayas.....	54
Tableau 46 : analyse de la variance (NPF) des trois dayas.....	54
Tableau 47 : matrice de corrélation de Pearson.....	55
Tableau 48 : matrice de corrélation de Pearson.....	57

Liste des figures

Fig. 1 : pistachier de l'Atlas (Laghouat 2014).....	05
Fig. 2 : feuilles du pistachier de l'Atlas.....	07
Fig. 3 : les différentes formes de feuilles chez le genre <i>Pistacia</i>	09
Fig. 4 : fruits à mi-maturité du pistachier de l'Atlas.....	10
Fig. 5 : carte géographique de l'Algérie.....	15
Fig. 6 : carte administrative de la wilaya de Laghouat.....	15
Fig. 7 : localisation satellite des trois stations d'étude.....	17
Fig. 8 : vue aérienne et photographie de la daya de Timzerth.....	18
Fig. 9 : vue aérienne et photographie de la Daya de Tilghemt.....	18
Fig. 10 : vue aérienne et photographie de la Daya d'El Gouffa.....	19
Fig. 11 : diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausse pour Laghouat.....	21
Fig. 12 : diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausse pour Hassi R'mel.....	21
Fig. 13 : longueur et largeur de la feuille du pistachier de l'Atlas.....	26
Fig. 14 : longueur et largeur de la foliole terminale du pistachier de l'Atlas.....	26
Fig. 15 : histogramme des fréquences de la longueur de la feuille pour El Gouffa.....	32
Fig. 16 : histogramme des fréquences de la largeur de la feuille El Gouffa.....	33
Fig. 17 : histogramme des fréquences de longueur de la foliole terminale El Gouffa.....	34
Fig. 18 : histogramme des fréquences de largeur de la foliole terminale pour El Gouffa.....	34
Fig. 19 : histogramme des fréquences du nombre de paires de folioles pour El Gouffa.....	35
Fig. 20 : analyse en composantes principales (ACP 01).....	38
Fig. 21 : histogramme des fréquences de la longueur de la feuille pour Timzerth.....	39
Fig. 22 : histogramme des fréquences de la largeur de la feuille pour Timzerth.....	40
Fig. 23 : histogramme des fréquences de longueur de la foliole terminale pour Timzerth.....	40
Fig. 24 : histogramme des fréquences de largeur de la foliole terminale pour la station Timzerth.....	41

Fig. 25 : histogramme des fréquences du nombre de paires de folioles pour Timzerth.....	41
Fig. 26 : analyse en composantes principales (ACP 02).....	44
Fig. 27 : histogramme des fréquences de la longueur de la feuille pour Tilghemt.....	45
Fig. 28 : histogramme des fréquences de la largeur de la feuille pour Tilghemt.....	46
Fig. 29 : histogramme des fréquences de longueur de la foliole terminale pour Tilghemt.....	46
Fig. 30: histogramme des fréquences de largeur de la foliole terminale pour Tilghemt.....	47
Fig. 31 : histogramme des fréquences du nombre de paires de folioles terminales pour Tilghemt.....	47
Fig. 32: analyse en composantes principales (ACP 03).....	50
Fig. 33 : histogramme récapitulatif des fréquences de la longueur de la feuille pour les trois stations étudiées.....	51
Fig. 34 : histogramme récapitulatif des fréquences de la largeur de la feuille pour les trois stations étudiées.....	51
Fig. 35 : histogramme récapitulatif des fréquences de Longueur de la foliole terminale pour les trois stations étudiées.....	52
Fig. 36: histogramme récapitulatif des fréquences de largeur de la foliole terminale pour les trois stations étudiées.....	52
Fig. 37 : histogramme récapitulatif des fréquences du nombre de paires de folioles pour les trois stations étudiées.....	53
Fig. 38 : analyse en composantes principales (ACP 04).....	56
Fig. 39 : analyse en composantes principales (ACP 05).....	58

SOMMAIRE

Introduction générale	01
Chapitre 01 : présentation de l'espèce	04
1-Introduction.....	04
2- Caractéristiques botaniques du pistachier de l'Atlas.....	05
3- Caractéristiques écologiques du pistachier de l'Atlas.....	09
Chapitre 02 : présentation de la zone d'étude	13
1-Situation géographique et climatique.....	14
2-Présentation des stations d'étude : dayas d'El Gouffa, Timzerth et Tilghemt).....	15
3-Situations climatiques des dayas échantillonnées.....	19
Chapitre 03 : biométrie foliaire	21
1-Introduction.....	22
2-Biométrie foliaire.....	23
3-Matériel et méthodes.....	24
3-1- Echantillonnage et mesures biométriques.....	24
4-Résultats et discussions.....	27
4-1- Longueur de la feuille.....	28
4-2- Largeur de la feuille	28
4-3- Longueur de la foliole terminale.....	28
4-4- Largeur de la foliole terminale.....	28
4-5- Nombre de paires de folioles	28
4-6- Présence de la foliole terminale et présence de la gaine.....	28
5-Analyses statistiques	29
5-1 EL-Gouffa.....	31
5-1-1 Histogrammes des fréquences.....	31
5-1-2 Analyse de la variance.....	35
5-1-3 Analyse en composantes principales (A.C.P.).....	36

5-2 Timzerth.....	38
5-2-1 Histogrammes des fréquences.....	38
5-2-2 Analyse de la variance.....	41
5-2-3 Analyse en composantes principales (A.C.P.).....	42
5-3 Tilghemt.....	44
5-3-1 Histogrammes des fréquences.....	44
5-3-2 Analyse de la variance.....	47
5-3-3 Analyse en composantes principales (A.C.P.).....	48
5-4 Analyse globale.....	50
5-4-1 Histogrammes des fréquences.....	50
5-4-2 Analyse de la variance.....	52
5-4-3 Analyse en composantes principales (A.C.P.).....	54
6-Synthèse des résultats.....	56
Conclusion.....	60
Références bibliographiques.....	61

Introduction générale

Plusieurs plantes sont capables de modifier leurs caractéristiques morphologiques sous des conditions diverses de l'environnement. Ces changements pourraient être une réponse adaptative face aux facteurs climatiques et édaphiques. En général dans ces situations où la contrainte hydrique est importante, les végétaux ont tendance à développer des feuilles dont les caractères morpho-anatomiques sont typiques aux xérophytes, qui présentent des feuilles de petite taille garnis de poils et de cires, avec des stomates enfoncés, denses et de petite taille (Aït Saïd, 2010).

Malgré les conditions de xéricité dans lesquelles elle vit, le Pistachier de l'Atlas développe des dimensions dendrométriques impressionnantes ; jusqu'à 25 m de hauteur et 2 m de diamètre au tronc (Nègre, 1962). Selon Quezel et Médail, (2003), elle est caractéristique des régions arides, elle possède une amplitude écologique et une plasticité remarquable très large, allant du cœur du Sahara jusqu'aux régions subhumides. Le bétoum est un arbre endurent dont les bourgeons éclosent, fleurissent et portent leur fruits durant la période coïncidant avec la partie la plus chaude de l'année (mars à septembre) (Limane *et al.*, 2014) b. Ozenda (2004) lui donne un avantage majeur dans la réussite de sa fixation.

Cette espèce est polytypique, au complexe stomatique à potentialité évolutive accusé, s'adaptant efficacement au gradient de xéricité croissant (Kadi-Bennane *et al.*, 2005) ceci confirme sa plasticité exceptionnelle vis-à-vis de la sécheresse atmosphérique décrite par Monjauze (1980).

Etant donné l'intérêt que présente le pistachier de l'Atlas que Monjauze en 1967, qualifiait d'«arbre à la fois protecteur et productif» ; il serait important de le sauvegarder, en effet la présence de cette espèce dans des régions où les conditions deviennent de plus en plus extrêmes demeure une énigme à élucider.

La morphologie de la feuille du pistachier de l'Atlas, notamment la forme, le nombre, la taille et l'orientation des folioles, ainsi que la forme du pétiole, ont été utilisés comme premiers caractères dans la classification du genre *Pistacia* par Zohary (1952).

Le présent travail consiste en une contribution à une étude de l'adaptation du pistachier de l'Atlas, par le biais de la morphologie et de la biométrie foliaire. Pour cela nous avons choisi une espèce endémique de la région d'étude qui est en voie de disparition et pour connaître les stratégies d'adaptation de la partie aérienne de cette espèce nous avons procédé à

une étude biométrique des feuilles activités de recherche du laboratoire « Ressources Naturelle de l'université Mouloud MAMMERI l'université de Tizi-Ouzou.

Pour cela, nous nous sommes intéressés dans le premier chapitre à la présentation de l'espèce *Pistacia atlantica* Desf. Le deuxième chapitre est consacré à la zone d'étude. Le dernier quand à lui, concerne la biométrie des feuilles, l'analyse graphique des résultats, ainsi que l'analyse de la variance, mais aussi des analyses en composantes principales (ACP), suivies des discussions et de la conclusion de cette étude.

Chapitre I :

Présentation de l'espèce

1-Introduction

Le pistachier de l'Atlas : *Pistacia atlantica* Desf. qui porte les noms vernaculaires de bétoum ou botma en arabe et iggh en berbère, a été décrit pour la première fois par le botaniste Français René Louiche Desfontaines (Fig. 1).

C'est une espèce circumméditerranéenne méridionale et irano-touranienne, elle est présente surtout en bioclimat semi-aride (Quézel et Médail, 2003) Monjauze (1980) et Ozenda (2004) la décrivent comme endémique de l'Afrique du Nord.

En Algérie, elle est considérée comme une espèce steppique par excellence, elle peut cependant pénétrer profondément jusqu'aux régions sahariennes (Kadi-Bennane et *al.*, 2005).



Fig. 1 : pistachier de l'Atlas (Laghouat 2014)

2- Caractéristiques botaniques du pistachier de l'Atlas

Pistacia atlantica Desf. est un arbre puissant à couronne volumineuse arrondie, il peut atteindre 15 à 20 mètres de haut (Emberger, 1938 in Quézel et Médail 2003) ; assez grand et très massif, ressemblant au frêne (Lapie et Maige, 1914) ; il est spectaculaire et non épineux (Monjauze, 1968).

Selon l'Angiosperm Phylogeny Group (2003, in Spichiger & al., 2004), le pistachier de l'Atlas appartient à :

l'ordre : **Sapindales**

la famille : **Anacardiacees**

au genre : ***Pistacia***

l'espèce : ***atlantica* Desf.**

Le pistachier de l'Atlas présente un système racinaire vigoureux. Au stade juvénile, l'espèce développe un pivot pour se fixer au sol et s'alimenter, celui-ci se développe et se lignifie au stade adulte, comme il peut disparaître et laisser place aux racines secondaires, qui donnent par la suite un système racinaire à extension latérale ou superficielle. Les deux types de racines peuvent aussi se développer pour donner le type généralisé (racines à extension verticale et latérale) (Aït Slimane, 2004 ; Tahrou, 2005 ; Kebci, 2008 et Limane, 2009).

Selon Limane et al. (2014)b, le système racinaire du pistachier de l'Atlas est opportuniste. Dans des conditions de climat semi-aride, il développe principalement un système racinaire superficiel suffisant pour ses besoins en hydrominéraux importants ; avec l'augmentation de l'aridité climatique et édaphique, la plante adopte une stratégie phréatophytique, en accroissant la longueur et l'épaisseur des racines profondes, en contact avec les niveaux d'humidité profonds, protégés de l'évapotranspiration durant les saisons sèches. En effet, le pistachier de l'Atlas, réussit à coloniser des niches écologiques inaccessibles à d'éventuels concurrents augmentant ainsi à la fois, sa propre valeur sélective et l'élasticité des biotopes qu'il colonise.

Le bois du pistachier de l'Atlas est lourd, peu résilient et de bonne conservation. Son aubier jaunâtre peu épais succède à un bois de cœur brun flammé, considéré aussi comme bois

d'artisanat, pouvant remplacer l'ébène. Il est surtout un excellent bois de chauffage et de carbonisation (Monjauze, 1980).

Un autre caractère des pistachiers, et plus particulièrement des bétoums, tient à la production de résine par leur écorce. Cette résine peut être distillée, mais exsude naturellement par temps chaud et elle est d'autant plus abondante que la station est plus favorable par sa température. C'est une résine mastic, en quelque sorte un ancêtre méditerranéen du chewing-gum, dont les populations locales faisaient autrefois quelques usages et dont la pharmacie s'est longtemps servi pour la fabrication d'onguents (Monjauze, 1980).

Les jeunes rameaux sont couverts de nombreux points en saillie plus clairs que l'écorce (Lapie et Maige, 1914).

Les feuilles sont composées, imparipennées, alternes, ovales, sessiles avec une foliole terminale ayant un rachis non ou finement ailé (Négre, 1962) ; Monjauze (1980) évoque que les feuilles sont un peu coriaces de 3 à 4 paires de folioles, d'une forme lancéolée à ovoïde, oblongue. Elles sont obscurément rhomboïdales avec leur plus grande largeur au tiers inférieur du limbe, dépourvues de toute dentelure à leurs extrémités, avec le mucron apical très petit, voire en position surbaissé ou tout à fait absent (Fig. 2).



Fig. 2 : feuilles du pistachier de l'Atlas.

Zohary (1996) décrit les feuilles comme peu coriaces, composées de 3 à 4 paires de folioles. Quand à Ozenda (2004), il décrit des feuilles comportant 7 à 8 folioles, à pétiole un peu ailé.

Selon Boulos (2000), les feuilles mesurent 8 à 20 cm de longueur. À l'exception des autres espèces de ce genre qui sont glabres, les feuilles du pistachier de l'Atlas sont ciliées sur les marges et recouvertes de poils glanduleux sur le reste du limbe (Alyafi, 1979).

Zohary (1952) a utilisé comme premier caractère dans la classification du genre *Pistacia* la morphologie de la feuille, notamment la forme, le nombre, la taille et l'orientation des folioles, il a également utilisé la forme du pétiole, les caractéristiques du fruit et de la graine (Fig. 3).

Les feuilles du pistachier de l'Atlas sont adaptées à la sécheresse atmosphérique. En effet, les travaux de Smaïl-Saadoun (2005) ont mis en évidence chez les populations étudiées, une absence totale de stomates au niveau de la face supérieure. À l'inverse les épidermes de la face inférieure montrent une densité stomatique élevée. Les travaux de Kadi-Bennane et *al.*, (2005) ont conclu que cette essence est polytypique, l'épiderme foliaire renferme des stomates à potentialités évolutives accusés ; son adaptation aux milieux arides se traduit par une forte densité stomatique.

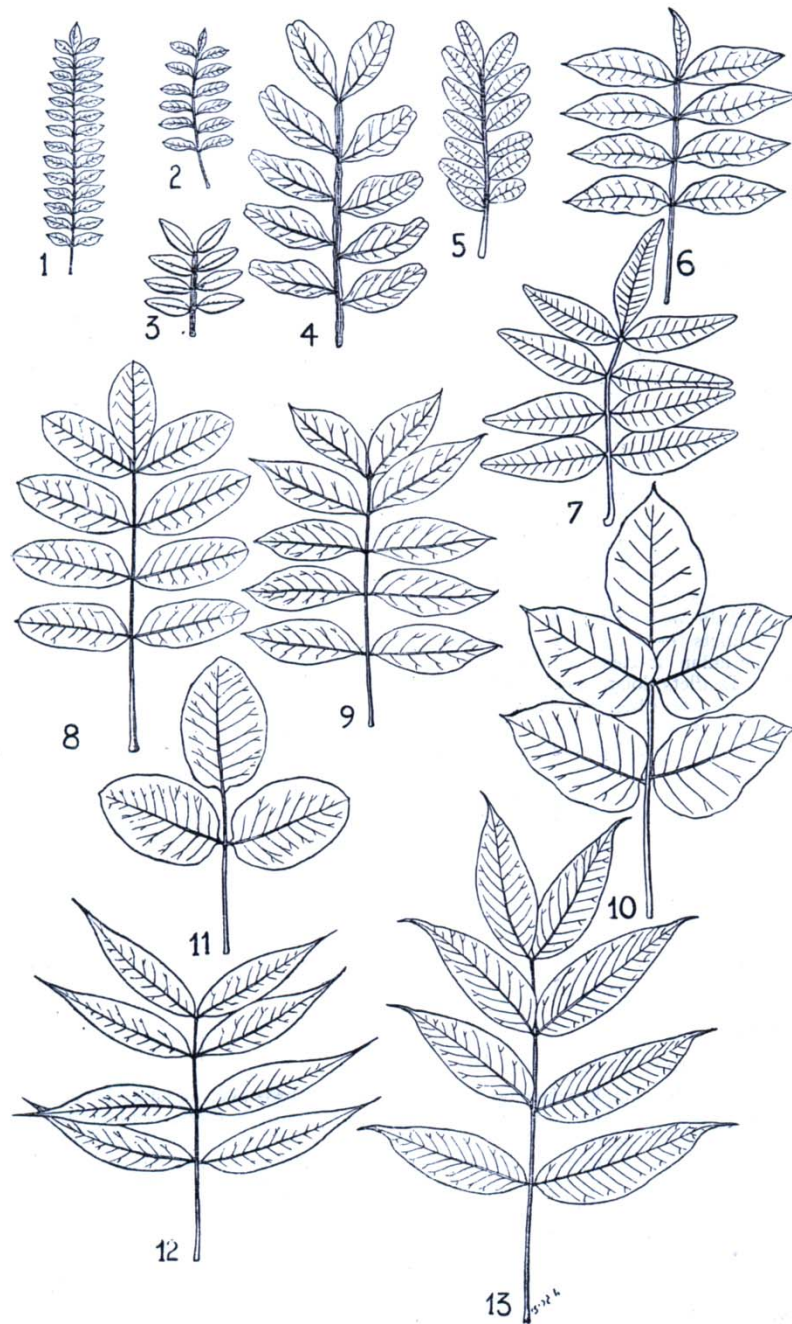


Fig. 3 : les différentes formes de feuilles chez le genre *Pistacia* (Zohary, 1952).

1 : *P. mexicana* H.B.K. ; 2 : *P. texana* Swingle ; 3 : *P. lentiscus* L. ; 4 : *P. lentiscus* L. var. *emarginata* Engl. ; 5 : *P. weinmannifolia* Poisson ; 6 : *P. saportae* Burnat ; 7 : *P. atlantica* Desf. ; 8 : *P. terebinthus* L. ; 9 : *P. palaestina* Bois. ; 10 : *P. khinjuk* Stocks ; 11 : *P. vera* L. ; 12 : *P. chinensis* Bge. ; 13. *P. chinensis* Bge. var. *integerrima* (Stewart) Zoh.

Le pistachier de l'Atlas est une espèce dioïque à fleurs nues (apétale) elle constitue une espèce particulière de la famille des Anacardiaceae (Gaussen et *al.*, 1982).

Son inflorescence mâle est une panicule, l'inflorescence femelle est une grappe, la pollinisation est anémophile (Alyafi, 1979).

Les fruits du pistachier de l'Atlas que les populations locales appellent « El khodiri » à cause de la prédominance de la couleur vert foncé à sa maturité (Limane, 2009). Ce sont des drupes de la grosseur d'un pois, légèrement ovales quelques fois plutôt allongées, plus rarement sensiblement trapues ou un peu aplaties, à épicarpe qui se ride en séchant sur un endocarpe induré, mais très mince abritant deux cotylédons exalbuminés, riche en huile et comestible (Monjauze, 1980) (Fig. 4).



Fig. 4 : fruits du pistachier de l'Atlas à mi-maturité

La semence du Bétoum est trop huileuse pour pouvoir se conserver longtemps dans la nature, même en cave et stratifiée dans du sable elle ne peut garder son pouvoir germinatif plus d'un printemps. En chambre froide, par Contre, ce pouvoir peut subsister plusieurs années. Les transports et semis exécutés sans précaution ont longtemps fait croire que cette semence était infertile. En réalité, il suffit, Pour que le semis lève, que les fruits soient cueillis à maturité et disséminés par l'homme et les animaux, sans retard et sous un microclimat aux facteurs amortis. Fraîcheur, aération, sable ou litière, couvert léger, sont des conditions difficiles à réunir en terrain nu, mais non pas en culture ou dans quelque broussailles. S'il a du métier, le reboiseur peut semer en plein ou par poquets ou, mieux encore, élever les semis

dans des tubes de plastique, à enlever à la plantation. Une main d'œuvre dont on n'est pas sûr ne permet pas le reboisement en Bétoum. De toute façon aucune garantie ne peut être apportée lorsque le gel est à craindre la première année, faute de couvert protecteur (Monjauze, 1980).

Le pistachier de l'atlas est un excellent porte-greffe d'une autre espèce de pistachier, le *Pistacia vera* (le pistachier vrai), qui est le producteur des fameuses graines de pistaches, renfermant environ 50 % de matières grasses composées à 83 % d'acides non saturés (essentiellement acide gras mono-insaturés type oméga 9), et environ 23 % de protéines et 13 % de glucides, excellente source de potassium, de cuivre et de magnésium, consommées dans le monde sous forme de graines grillées salées, ou dans les différents gâteaux. Des pays comme l'Iran détiennent 38% du marché mondial (Anonyme, 2005).

Selon Ghanem & Benhassaini (2008), les graines de bétoum sont très riches en lipides avec une grande teneur en acides gras mono-insaturés et en phytostérols, teneurs comparable à celle de l'huile d'olive, et qu'on commence à peine à entrevoir ces vertus thérapeutiques et nutritionnelles envers certaines pathologies.

3- Caractéristiques écologiques du pistachier de l'Atlas

D'après Monjauze (1980) du nord au sud, en Afrique du Nord, le pistachier de l'Atlas se mélange au chêne afarès et au cèdre de l'Atlas. Il enjambe le chêne zéen et le chêne liège puis se confond sur les bordures humides avec le frêne oxyphylle ; il accompagne l'arganier et le thuya de berberie dans les zones chaudes ; le climat du pin d'Alep ne lui est pas hostile ; il peut s'infiltrer dans les massifs du chêne vert dans leur pire froideur ; il dépasse au sud le genévrier rouge ; dans le désert, il ne se retrouve qu'à proximité des broussailles, dont il fait son lit, celles-ci sont les garanties de sa pérennité.

Le bétoum possède une amplitude écologique et une plasticité remarquables. On le trouve au cœur du Sahara jusqu'aux marges du bioclimat humide, on le rencontre sur les fentes des roches et des falaises, les terrains plats, sur sols profonds ou très rocailleux, les lits d'oueds ou les grandes dépressions temporairement humides (Quézel et Médail, 2003).

En bioclimat sub-humide, le pistachier de l'Atlas n'apparaît que de façon très discrète par individus isolés dans des communautés végétales dominées par les chênes sclérophylles.

Par contre en bioclimat semi-aride, il est souvent mélangé à des groupements comme *Olea europea*, *Ceratonia siliqua*, ou *Tetraclinis articulata* et *Juniperus turbinata*. En bioclimat aride, les peuplements se répartissent le plus souvent en bordure des lits d'oueds ou dans les dayas. Dans ces dernières, les pistachiers de l'Atlas sont de belles venues, ils constituent des peuplements assez denses. Le cortège floristique des pérennes est assez pauvre, mais *Ziziphus lotus* (jujubier) est toutefois bien développé en sous strate, avec parfois *Artemisia herba-alba* (Quézel et Médail, 2003). Selon Benhassâini et al. (2007) le cortège floristique du bétoum est très rudimentaire, l'espèce est soumise à de très fortes pressions biotiques et abiotiques, qui limitent énormément son expansion et son développement. Cette essence ne se développe en général que dans les points de concentration des eaux (talwegs) et uniquement sous forme éparse et isolée. Le bétoum se développe en général sous une pluviométrie de 250 à 500 mm/an (Khellil et Khellal, 1980) mais on le retrouve à sa limite septentrionale à l'ouest d'Alger et au versant nord du Zaccar, recevant 1000 mm/an (Morseli, 1992). Selon Kadi-Bennane (2004), le pistachier de l'Atlas peut survivre avec une moyenne de précipitation de 47.6 mm/an dans les régions montagneuses du Hoggar, où ses bourgeons, feuilles et fruits se développent paradoxalement, durant la saison sèche (mars à septembre).

Cette essence est selon Nègre (1962), indifférente au type de sol. Elle se développe sur les alluvions de plaines, où elle occupe tout le paysage par sa silhouette. D'après Seigue (1985), cette espèce préfère les terrains argileux et alluvions des plaines. Elle préférerait selon Khodja et Khaldi (1996), les sols limono-argileux, calcaires où les racines s'insinuent à l'intérieur des fissures. Zohary (1996) rapporte que le bétoum se retrouve sur différents types de sols. Il occupe des sols peu profonds ; c'est une espèce calcicole, elle supporte les sols caillouteux, calcaires, gypseux et même salés.

D'après Benhassâini et Belkhodja (2004), cette essence s'accommode à tous les sols, excepté au sable. Elle se contente d'une faible pluviométrie de 150 mm, parfois moins.

Le système racinaire du pistachier de l'Atlas est très puissant, il est fonction des caractéristiques physico-chimiques des sous sols occupés. Dans les sols à texture sablonneuse, l'arbre développe un système racinaire de faible profondeur. En sol alluvionneux, qui peut retenir une réserve d'eau durant la saison sèche, le pistachier de l'Atlas établit un système racinaire plus complexe, avec des racines puissantes et profondes, capables de creuser jusqu'au niveau inférieur. Il emploie une stratégie d'endurance avec son système racinaire. Il peut successivement coloniser des environnements autrement inhospitaliers pour les

phanérophytes de cette taille. Il a évolué pour réussir dans des biotopes tels que les dayas et oueds, en se garantissant un accès maximum aux ressources hydrominérales (Limane, et *al.* 2014) a.

Concernant le sol, les travaux réalisés au laboratoire Ressources Naturelles de l'Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou, sont résumés dans les tableaux 1, 2, et 3 :

Les exigences édaphiques du pistachier de l'Atlas se caractérisent par des pH neutres à basiques, ce qui concorde avec les résultats de Brown et *al.*, (1994).

Tableau 1 : intervalles de pH des sols sous pistachier de l'Atlas précédemment étudiés :

Population			Intervalle de pH
Teniet El Had	(Tisemsilt)	(Tsigouine, 2010)	6,17 – 7,52
Oued Besbes	(Médéa)	(Tahrour, 2005)	7,26 – 7,86
Boucédraia	(Djelfa)	(Bournine, 2007)	7,96 – 8,00
El Mergueb	(M'sila)	(Limane, 2009)	7,50 – 8,70
Timzerth	(Laghouat)	(Deguiche, 2008)	8,07 – 8,51
Timzerth	(Laghouat)	(Amroun, 2009)	8,16 – 8,89
Tilghemt (centre)	(Laghouat)	(Bounceur, 2009)	8,26 – 8,44
Tilghemt (périphérie)	(Laghouat)	(Ziamni, en cours)	7,70 – 8,18
Béni Ounif	(Béchar)	(Bournine, 2007)	8,09 – 8,46

Pour la matière organique, les résultats obtenus révèlent que les sols sous pistachier de l'Atlas en sont pauvres, ce qui corrobore les résultats de Brown et *al.*, (1994), qui signalent que cette espèce occupe une variété de sols qui se caractérisent par une pauvreté en matière organique.

Tableau 2 : taux de matière organique obtenus dans différents sols sous pistachier précédemment étudiés.

Population			MO (%)
Teniet El Had	(Tisemsilt)	(Tsigouine 2010)	0,79 – 5,02
Oued Besbes	(Médéa)	(Ziamni, en cours)	0,42 – 3,06
Boucédraia	(Djelfa)	(Bournine, 2007)	0,98 – 1,65
El Mergueb	(M'sila)	(Limane, 2009)	1,11 – 5,45
Timzerth	(Laghouat)	(Deguiche, 2008)	0,10 – 2,43
Tilghemt (centre)	(Laghouat)	(Bounceur, 2009)	0,50 – 1,69
Tilghemt (périphérie)	(Laghouat)	(Ziamni, en cours)	0,21 – 1,95
Béni Ounif	(Béchar)	(Bournine, 2007)	1,74 – 2,76

Pour ce qui est du calcaire total, le pistachier de l'Atlas se retrouve aussi bien dans des sols peu calcaires (Oued Besbes) que dans des sols, très fortement calcaires (Timzerth) en passant par des sols modérément et fortement calcaires ; son adaptabilité à cette composante chimique du sol le qualifie d'espèce « calcicole » comme le décrivait Zohary (1996).

Tableau 3 : taux de calcaire total obtenus dans différents sols sous pistachier précédemment étudiés.

	Population		CaCO₃ total (%)
Teniet El Had	(Tisemsilt)	(Tsigouine 2010)	7,18 – 32,18
Oued Besbes	(Médéa)	(Ziamni, en cours)	1,25 – 21,50
Boucédraia	(Djelfa)	(Bournine, 2007)	10,41 – 16,66
El Mergueb	(M'sila)	(Limane, 2009)	3,13 – 34,37
Timzerth	(Laghouat)	(Deguiche, 2008)	5,62 – 51,87
Tilghemt (centre)	(Laghouat)	(Bounceur, 2009)	7,81 – 32,81
Tilghemt (périphérie)	(Laghouat)	(Ziamni, en cours)	8,75 – 29,38
Béni Ounif	(Béchar)	(Bournine, 2007)	25 - 30

Chapitre II :

Présentation de la zone d'étude

1- Situation géographique et climatique

Les trois stations sur lesquelles a porté notre travail sont les dayas d'El Gouffa, de Timzerth et Tilghemt, qui sont toutes les trois situées dans la wilaya de Laghouat.

Située au cœur du pays à 400 km au sud de la capitale Alger, de par sa position géographique et ses caractéristiques climatiques, la wilaya de Laghouat fait partie du groupe des neuf wilayat pastorales du pays (Fig. 5)

Sa superficie est de 25 052 km² (Anonyme, 2008). Elle est traversée par la chaîne de l'Atlas Saharien (Anonyme, 2014) 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 (Fig. 6)

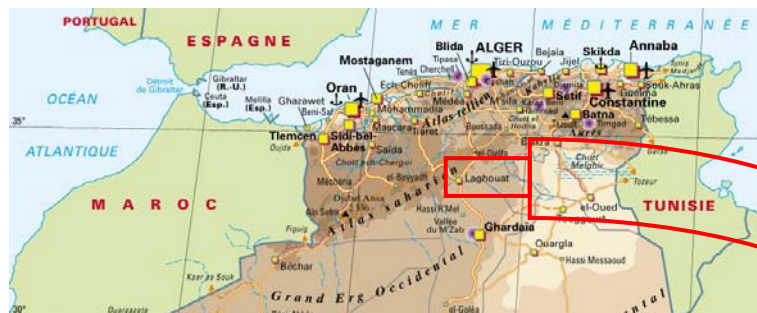


Fig. 5 : carte géographique de l'Algérie, source www.cartograf.fr

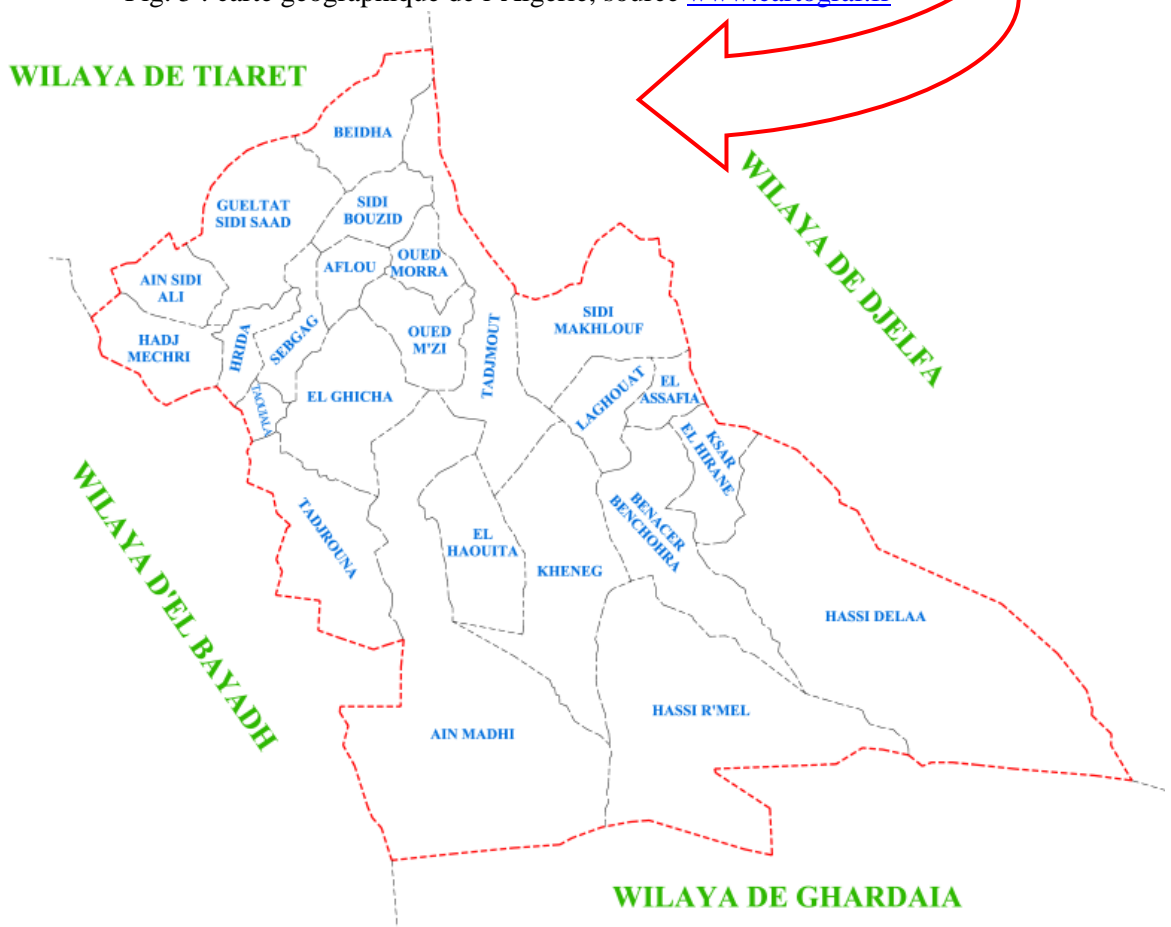


Fig. 6 : carte administrative de la wilaya de Laghouat (anonyme, 2013)

La wilaya de Laghouat se compose de deux zones distinctes (Anonyme 2013) :

- 1- la zone de l'Atlas Saharien caractérisée par des altitudes allant de 1.000 à 1.700 m avec des pentes de 12,5 à 25 % ; cette zone au nord-ouest de la wilaya (régions d'Aflou et Brida) est constituée de vieux massifs forestiers d'une superficie de 47.095 ha, de nappes alfatières couvrant une superficie de 315.125 ha, ainsi que de pacages et parcours d'une superficie de 1.531.766 ha ;
- 2- la zone des Hauts Plateaux et des Plateaux Sahariens caractérisée par des altitudes allant de 700 à 1.000 m et des pentes de 0 à 3 % ; cette zone est constituée de vastes étendues steppiques d'une superficie de 1.900.000 ha, dont une grande partie a été dégradée sous l'effet des sécheresses prolongées.

2 - Présentation des stations d'étude : dayas d'El Gouffa, Timzerth et Tilghemt)

Monjauze (1982) dans son article intitulé « Le pays des dayas et *Pistacia atlantica* Desf. dans le Sahara Algérien », considère que cette cuvette qu'on appelle daya, a un fond très plat. Elle accueille la végétation, se développe, puis tourne à la stérilité finale par infiltration généralisée.

Dans le dictionnaire en ligne (<http://www.le-dictionnaire.com/definition.php?mot=daya>) le mot daya est défini comme suite : nom féminin singulier (géographie) : petite cuvette dans laquelle se concentrent les eaux de pluie avant évaporation.

Les dayas sont localisées au sein d'un vaste territoire constituant un large front entre le monde méditerranéen et le monde saharien, à quelques 500 Km au sud de la Méditerranée. Ce territoire offre l'avantage d'héberger les ultimes vestiges d'une végétation forestière. Elles correspondent à des dépressions fermées, grossièrement circulaires et plus ou moins vastes (de quelques mètres à plusieurs centaines de mètres), au sein desquelles se déversent les eaux de ruissellement. Grâce à la conjonction de facteurs mésologiques favorables (géologiques, topographiques et édaphiques), ces sites représentent de rares havres de verdure rafraichissante, dans ces contrées pré-désertiques somme toute hostile à toute vie ; en effet l'accumulation des éléments les plus fins vers le centre de la daya permet la constitution d'un

sol relativement profond (plus de 1 m de profondeur) et par conséquent, le maintien d'un pourcentage appréciable d'humidité (Benkheira, 2005).

Pour notre part, les trois dayas sur lesquelles a porté notre travail se localisent dans la wilaya de Laghouat, à des latitudes rapprochées, (Fig. 7) la daya d'El Gouffa a une superficie relativement moyenne par rapport aux autres dayas, c'est la plus septentrionale des trois, la daya de Timzerth, la plus petite des trois, est située à 50 Km au sud de la ville de Laghouat ; quand à la daya de Tilghemt, elle est la plus méridionale et la plus grande, dans laquelle la plus part des individus sont âgés, elle est localisée à environ 100 Km au sud de la ville de Laghouat dans la région de Hassi R'mel, de laquelle elle est distante de 27 Km.

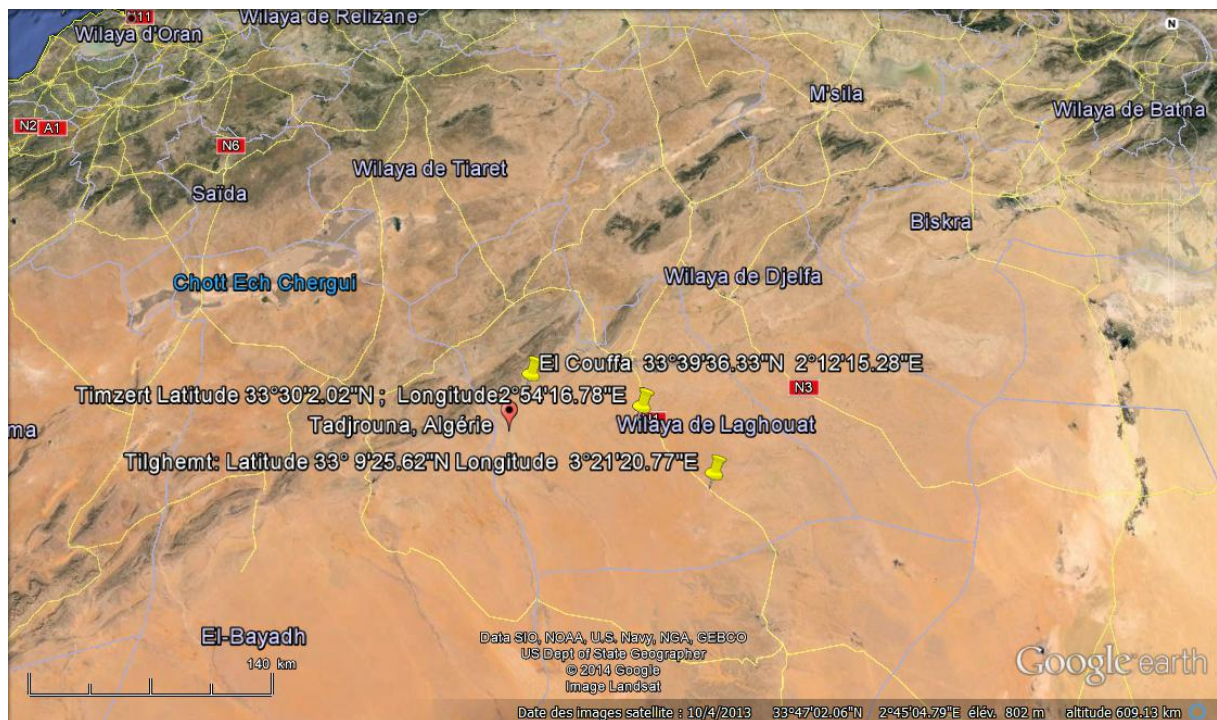


Fig. 7: localisation satellite des trois stations d'étude (Google earth)



Fig. 8 : vue aérienne et photographie de la daya de Timzerth (google earth)

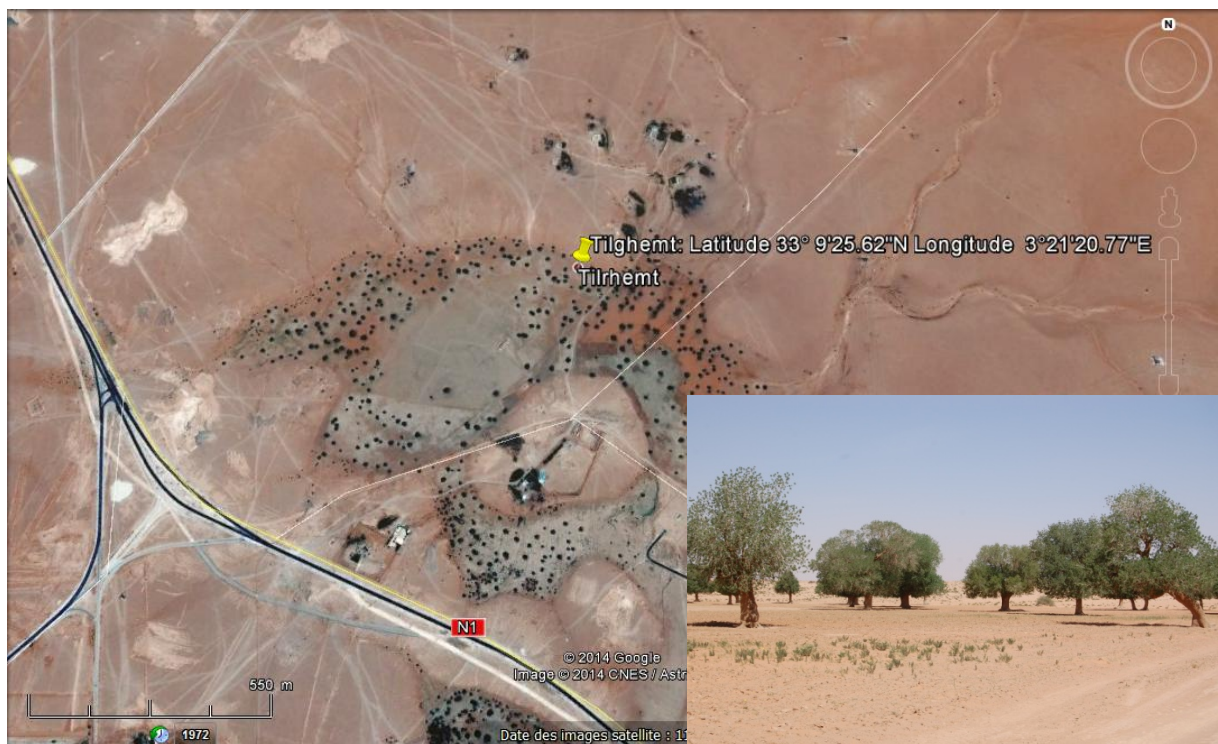


Fig. 9 : vue aérienne et photographie de la daya de Tilghemt (google earth)

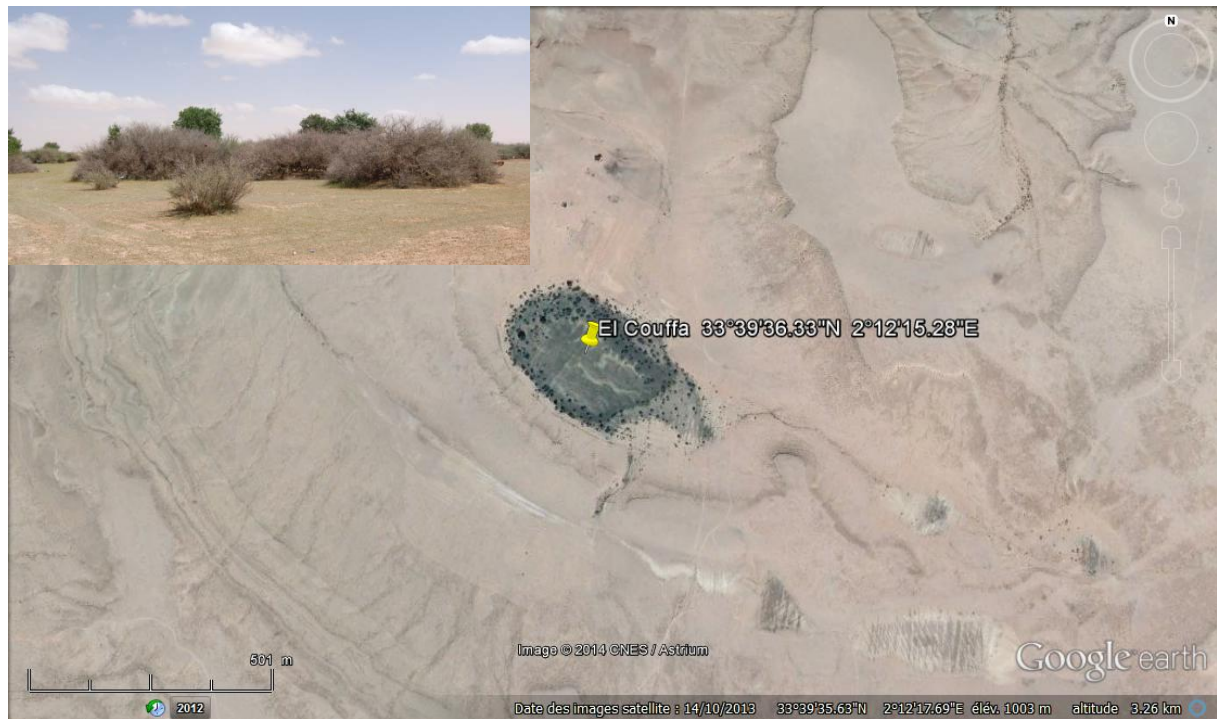


Fig. 10 : vue aérienne et photographie de la daya d'El Gouffa (google earth)

3- Situations climatiques des dayas échantillonnées

Les dayas échantillonnées sont comprises entre Laghouat et Hassi R'mel. Nous nous sommes intéressés aux données climatiques de ces deux stations.

Les données ci-dessous sont fournies par l'ONM sur une période de dix ans (2002-2012)

Tableau 4 : précipitations moyennes mensuelles (mm).

Mois	J	F	M	A	M	J	Jlt	A	S	O	N	D	Total
Laghouat	16,59	7,75	12,52	22,88	10,09	8,93	5,56	13,53	27,48	27,63	10,94	17,53	181,43
Hassi R'mel	16,79	5,99	7,80	12,07	5,93	9,91	2,79	12,78	32,43	18,41	7,59	8,89	141,38

(ONM : 2002 – 2012)

Tableau 5 : températures moyennes mensuelles pour les 02 stations (°C).

		J	F	M	A	M	J	Jlt	A	S	O	N	D
Laghouat	M	14,67	16,09	20,71	24,55	29,45	35,66	39,7	38,55	32,12	26,45	19,13	15
	m	2,03	3,04	6,46	9,96	14,8	19,69	23,86	40,89	18,04	12,9	6,3	3,04
	(M+m)/2	8,35	9,57	13,59	17,26	22,13	27,68	31,78	39,72	25,08	19,68	12,72	9,02
	M-m	12,64	13,05	14,25	14,59	14,65	15,97	15,84	-2,34	14,08	13,55	12,83	11,96
Hassi R'mel	M	15,38	17,69	22,33	26,87	30,93	35,08	38,22	35,99	29,89	26,21	19,33	15,19
	m	2,82	4,94	8,72	12,94	16,87	20,87	23,96	22,59	17,52	14,8	7,14	3,28
	(M+m)/2	9,10	11,32	15,53	19,91	23,90	27,98	31,09	29,29	23,71	20,51	13,24	9,24
	M-m	12,56	12,75	13,61	13,93	14,06	14,21	14,26	13,4	12,37	11,41	12,19	11,91

(ONM : 2002 – 2012)

Pour Bagnouls et Gausse (1953), si $P/T < 2$ alors le mois est «sec», avec P : précipitations mensuelles exprimées en millimètres et T : température moyenne mensuelle exprimée en degrés Celsius (Charre, 1997).

Le diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausse permet de dégager les périodes de sécheresse, qui correspondent aux mois où la courbe des températures passe par-dessus celle des précipitations.

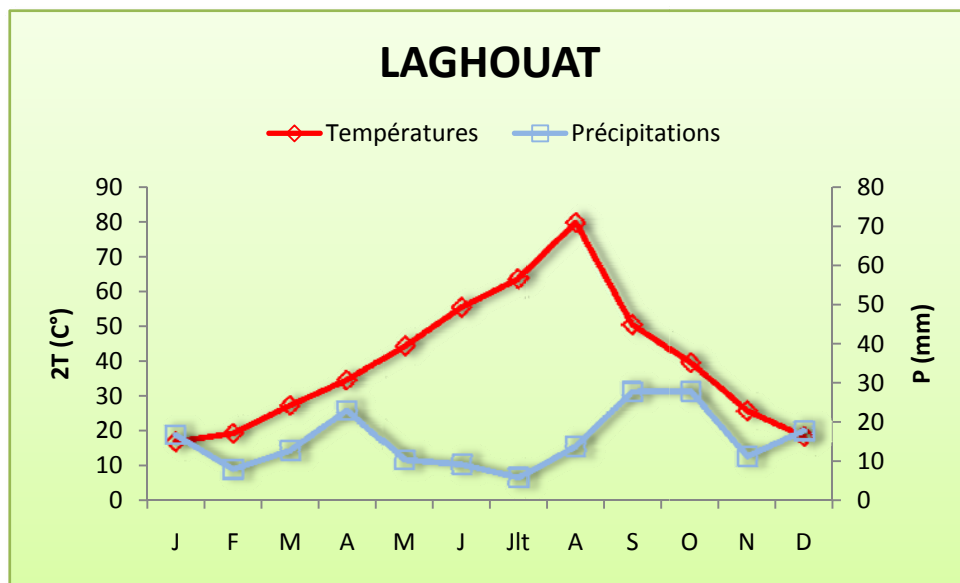


Fig. 11: diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausson pour Laghouat

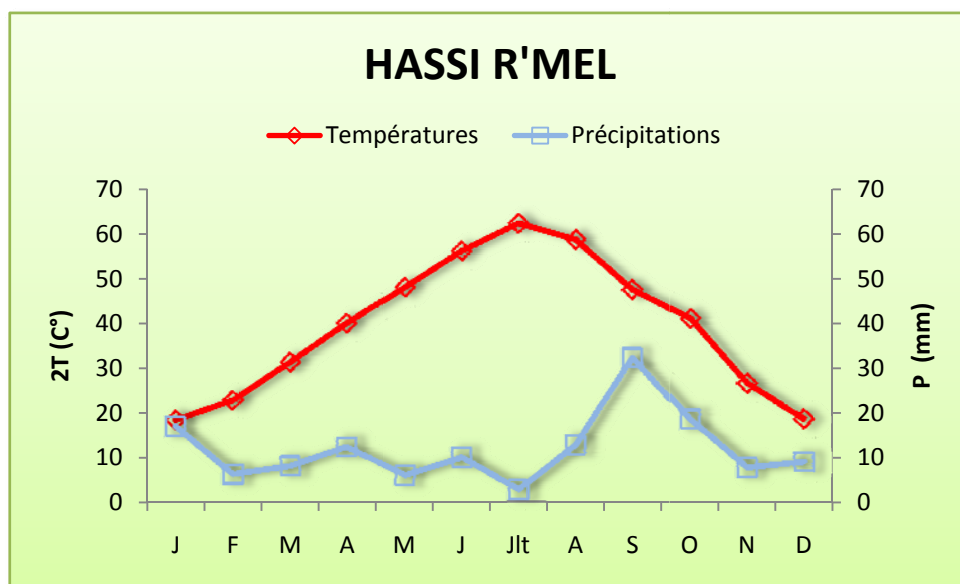


Fig. 12: diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausson pour Hassi R'mel

Ces deux diagrammes révèlent pour les trois stations échantillonnées, une longue période sèche, qui s'étale sur dix mois de l'année à Laghouat (Timzerth et El Gouffa) et onze mois à Hassi R'mel (Tilghemt).

Chapitre III :

Biométrie foliaire

1- Introduction

La structure des feuilles d'Angiospermes diffère beaucoup en fonction de l'habitat et de l'eau. Ce dernier est un facteur très important dans la détermination de leurs formes et de leurs structures. En fonction de leurs besoins et de leurs adaptations à l'égard de l'eau, on distingue :

- les espèces mésophytes (espèces recherchant des milieux moyennement humides) ;
- les espèces hydrophytes (espèces exigeant de grands apports d'eau) ;
- les espèces xérophytes (espèces adaptées aux milieux arides) (Raven, 2007).

Selon Camefort (1977), les xérophytes sont des espèces qui ont un appareil végétatif permanent, qui présente des adaptations morphologiques et physiologiques leur permettant de résister aux conditions du milieu désertique. Les feuilles des xérophytes sont souvent de petites tailles, étroites, parfois réduites à des écailles, elles présentent une organisation qui leur permet de limiter au maximum leur transpiration ; leur épiderme est fortement cutinisé, souvent revêtu d'une couche de cire imperméable et fréquemment doublé vers l'intérieur par un hypoderme lignifié. La pilosité des feuilles aussi est fréquente ; les poils jouent un rôle très important. En immobilisant de l'air, ils freinent le renouvellement de celui-ci au contact de la feuille et donc, sa transpiration. Selon le même auteur, la pression osmotique quand à elle est élevée chez les xérophytes, ce qui freine considérablement la perte d'eau par évaporation, ce caractère constitue donc une adaptation très efficace à la vie en milieu sec.

Une autre particularité des xérophytes est la présence de stomates, assez nombreux, parfois enfoncés dans l'épiderme ou groupés des cryptes pilifères, dispositif qui limite la transpiration stomatique (Camfort 1977).

2- Biométrie foliaire

Le mot biométrie est tiré du grec (Bios : vie, métron : mesure) et signifie littéralement l'étude quantitative des phénomènes vitaux, comme les organismes vivants diffèrent généralement de manière sensible les uns des autres, tant dans leur taille, dans leur forme que dans leur fonction, l'étude de ces variations nécessite l'utilisation de méthodes statistiques (Jolicoeur, 1991).

L'étude biométrique est considérée comme une méthode de travail qui permet de mettre en évidence plusieurs caractères, que nous appelons en analyse de données, les variables. Ces caractères sont mesurés sur des individus de plusieurs populations de l'espèce étudiée.

Selon Barbault (1992), la population est un ensemble d'individus de même espèce, occupant un même écosystème ; les écosystèmes sont composés de populations interconnectées et pouvant plus ou moins échanger des gènes entre eux.

Presque tous les individus d'une même espèce diffèrent légèrement l'un de l'autre. Selon Bidault (1971), deux variations peuvent affecter les végétaux :

- les variations héréditaires qui ont seules une importance taxonomique, ce sont les variations génotypiques ;
- les variations non héréditaires qui traduisent seules la plasticité du génotype, ce sont les variations phénotypiques.

La variation phénotypique observée dans les populations est essentiellement de type quantitatif, elle est déterminée par plusieurs gènes dont l'expression est sous l'influence de l'environnement. C'est ce type de variation qui est impliqué dans l'adaptation aux changements de l'environnement (Maxted et *al.*, 1997 in Belhadj 2007).

Quand la mesure de la variabilité génétique est basée sur la variation phénotypique, le biologiste a recours aux techniques statistiques traditionnelles d'analyse de la variance intra et inter population (Seutin, 1997 in Belhadj, 2007).

La plupart des études intra-spécifiques ont révélé que plusieurs caractéristiques morphologique et physiologiques des plantes peuvent changer dans des conditions de croissance différentes (Bissing, 1982 ; Woodward, 1983 ; Baas et *al.*, 1984 ; Waring, 1991 ; Karlsson, 1992 in Yosefzadeh et *al.*, 2009)

Les variations de la morphologie de la feuille sont des adaptations fonctionnelles à des facteurs environnementaux tels que la latitude, l'altitude, la longitude, le pH, la conductivité et la salinité. ce sont des facteurs principaux qui influent de manière significative sur la morphologie de la feuille dans les zones arides, ils jouent un rôle primordial dans la plasticité phénotypique d'une plante (Zhongqiangli Dan yu, 2009) .

3- Matériel et méthodes

3-1- Echantillonnage et mesures biométriques

Durant l'année 2014 au mois d'Avril et au niveau des trois dayas (Tilghemt et Timzerth et El Gouffa), les feuilles du pistachier de l'Atlas ont été récoltées aléatoirement sur dix individus par station, à raison de trente feuilles par arbre, soit un total de trois cent feuilles par station.

Une fois récoltées, les feuilles sont séchées et conservées en herbier, avant de procéder à des mesures biométriques à l'aide d'un pied à coulisse numérique.

Les caractères biométriques considérés dans notre travail sont quantitatifs pour certains et qualitatif pour d'autres. Les caractères qualitatifs sont la présence ou l'absence de gaine sur le rachis et la forme de la foliole terminale. Les caractères quantitatifs sont la longueur et la largeur de la feuille, la longueur et la largeur de la foliole terminale. Quand au dénombrement des folioles, il est fait à l'œil nu, en comptant le nombre de paires de folioles de chaque feuille (Fig. 13 et Fig. 14).

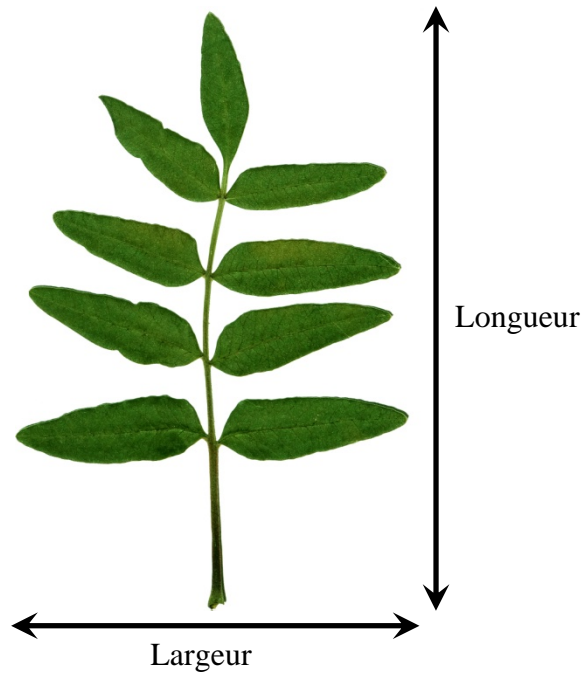


Fig. 13 : longueur et largeur de la feuille du pistachier de l'Atlas

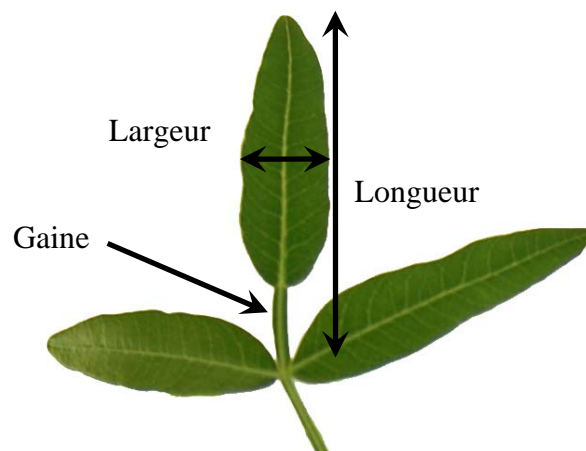


Fig. 14 : longueur et largeur de la foliole terminale du pistachier de l'Atlas

Nous avons calculé pour chaque paramètre une moyenne et un écart type, ensuite nous avons procédé à une analyse graphique, consistant à établir des histogrammes de fréquences ; cette analyse nous donne une idée sur l'aspect général de la distribution de notre échantillon (Dagnelie, 1975).

Nous avons aussi procédé à l'analyse de la variance (ANOVA), à un critère de classification, ou à un facteur (facteur : arbre pour l'analyse intra-population et facteur : population pour l'analyse inter-population.). Cette analyse a pour but de comparer les moyennes de plusieurs populations supposées normales et de même variance, à partir d'échantillons aléatoires, simples et indépendants les uns des autres (Dagnelie, 1975)

La troisième méthode statistique considérée est l'analyse en composantes principales ou (ACP) grâce à un logiciel approprié : Stat-Box 6.40. C'est une méthode statistique essentiellement descriptive, son objectif est de présenter sous forme graphique, le maximum de l'information contenue dans le tableau de données et aussi de réduire le nombre de variables et ceci en essayant de trouver des espaces de dimension plus petites, dans lesquelles il est possible d'observer au mieux le rapprochement ou l'éloignement entre individus (Benzecri, 1973).

4- Résultats et discussions

Les résultats obtenus expriment les valeurs moyennes pour chaque individu. Ils ont été rapportés dans le tableau 6 ; ce tableau est à deux dimensions, les lignes représentent les individus de chaque population et les colonnes représentent les variables quantitatives mesurées à savoir, la longueur et la largeur de la feuille, la longueur et la largeur de la foliole terminale, le nombre de paires de folioles, la présence ou l'absence de la foliole terminale et enfin la présence ou l'absence de la gaine.

Tableau 6 : caractéristiques biométriques des feuilles de *Pistacia atlantica* Desf. des populations étudiées (en centimètre)

	Arbres	LF	IF	Lf	If	NPF	G	ft
El Gouffa	Arbre01	9,18	6,69	3,40	0,94	4,30	+	+
	Arbre 02	7,41	4,92	1,95	0,73	5,03	+	+
	Arbre 03	7,04	4,99	2,14	0,65	5,20	+	+
	Arbre 04	7,69	4,19	2,60	0,64	4,80	+	+
	Arbre 05	5,71	4,21	2,08	0,59	4,27	+	+
	Arbre 06	7,42	4,55	2,23	0,65	4,80	+	+
	Arbre 07	11,03	6,71	3,19	0,79	4,20	+	+
	Arbre 08	9,61	5,83	3,06	0,74	5,03	+	+
	Arbre 09	8,08	4,98	2,14	0,75	5,55	+	+
	Arbre 10	8,51	5,86	2,40	0,74	4,83	+	+
Thimzerth	Arbre 01	7,72	5,38	2,54	0,68	4,57	+	+
	Arbre 02	6,57	4,83	2,59	0,78	3,90	+	+
	Arbre 03	9,90	6,49	3,21	0,85	4,93	+	+
	Arbre 04	6,87	4,63	2,29	0,77	4,30	+	+
	Arbre 05	8,57	5,11	2,20	0,76	4,50	+	+
	Arbre 06	4,47	3,19	1,68	0,51	4,13	+	+
	Arbre 07	8,62	5,47	2,61	0,80	4,50	+	+
	Arbre 08	9,13	6,17	3,00	0,61	4,50	+	+
	Arbre 09	5,85	4,41	2,23	0,68	4,13	+	+
	Arbre 10	7,62	5,81	2,93	0,82	3,30	+	+
Tilghemt	Arbre01	10,04	6,63	2,60	1,04	4,00	+	+
	Arbre 02	9,49	5,97	2,53	0,72	4,53	+	+
	Arbre 03	10,19	7,19	2,56	0,64	5,27	+	+
	Arbre 04	7,69	4,19	2,60	0,64	4,80	+	+
	Arbre 05	8,57	5,11	2,15	0,66	4,53	+	+
	Arbre 06	9,77	6,38	3,25	0,89	4,00	+	+
	Arbre 07	8,03	4,99	2,80	0,65	3,47	+	+
	Arbre 08	8,62	6,34	3,09	0,89	3,90	+	+
	Arbre 09	8,55	6,16	2,55	0,68	4,47	+	+
	Arbre 10	9,21	5,46	1,94	0,61	4,33	+	+

LF : longueur de la feuille ; IF : largeur de la feuille ; Lf : longueur de la foliole terminale ; lf : largeur de la foliole terminale ; Npf : nombre de paires de folioles ; G : Gaine ; ft : foliole terminale
+ : présence de la gaine et de la foliole terminale.

4-1- Longueur de la feuille

Nous remarquons que la feuille la plus longue se trouve chez les individus de la daya d'El Gouffa. Cette valeur est de 11,03 cm, la longueur la moins importante est de 4,47 cm ; elle est enregistrée au niveau des individus la daya de Timzerth.

4-2- Largeur de la feuille

Pour la largeur, la valeur la plus importante est de 7,19 cm, elle est enregistrée niveau des individus de Tilghemt ; alors que la plus petite largeur qui est de 3,19 cm, est notée pour les arbres de la station de Timzerth.

4-3- Longueur de la foliole terminale

Pour ce paramètre, la valeur la plus élevée est de 3,40 cm, enregistrée pour les sujets de la daya d'El Gouffa. Quant à la valeur la plus petite qui est de 1,68 cm, elle est notée pour les individus de Timzerth.

4-4- Largeur de la foliole terminale

La valeur la plus importante est enregistrée à Tilghemt ; elle est de 1,04 cm, alors que la plus petite qui est de 0,51 cm se retrouve à Timzerth.

4-5- Nombre de paires de folioles

Le nombre de paires de folioles le plus important est enregistré pour les sujets de la daya de Tilghemt, il est de 5,27; alors que la plus petite valeur qui est de 3,30 est notée dans la daya de Timzerth.

4-6- Présence de la foliole terminale et présence de la gaine

Pour le paramètre présence de la foliole terminale, nous avons remarqué sa présence dans quasiment toutes les feuilles échantillonnées, avec le même constat pour ce qui concerne le paramètre présence de la gaine.

A cet effet ces deux variables n'ont pas été prises en compte pour le traitement des données.

5- Analyses statistiques

Nous avons dans un premier temps établi les moyennes et les écarts types pour les variables considérées, à savoir la longueur et la largeur de la feuille, la longueur et la largeur de la foliole terminale, ainsi que le nombre de paires de folioles (Tableau 7).

Tableau 7 : moyennes et écarts types des variables de chaque dayas étudiées

		LF	IF	Lf	If	NPF
El Gouffa	Moyenne	8,17	5,29	2,52	0,72	4,80
	Écart-type	1,49	0,94	0,52	0,10	0,44
	Variance	22,30	8,75	2,71	0,10	0,19
Timzerth	Moyenne	7,53	5,15	2,53	0,73	4,28
	Écart-type	1,63	0,95	0,45	0,10	0,45
	Variance	26,69	9,09	2,04	0,11	0,20
Tilghemt	Moyenne	9,01	5,84	2,61	0,74	4,33
	Écart-type	0,85	0,90	0,39	0,15	0,51
	Variance	7,29	8,04	1,50	0,21	0,26

D'après ce tableau, nous remarquons que les moyennes les plus élevées concernant la largeur et la longueur des feuilles et folioles, se trouvent dans la daya de Tilghemt, la moyenne du paramètre nombre de paire de folioles est plus élevée dans la daya d'El Gouffa.

Nous avons calculé les moyennes et les écarts types des différentes variables étudiées pour l'ensemble des sujets échantillonnés (Tab. 08).

Tableau 8 : moyennes et écarts types des variables des trois populations étudiées

Variable	Moyenne	Ecart types
LF	8,24	1,33
IF	5,43	0,93
Lf	2,55	0,45
If	0,73	0,12
Npf	4,47	0,27

LF : longueur de la feuille

IF : largeur de la feuille

Lf : longueur de la foliole terminale

If : largeur de la foliole terminale

Npf : nombre de paires de folioles

Pour ce qui concerne notre travail, la longueur moyenne des feuilles du pistachier de l'Atlas est de 8,24 cm, avec un écart type de 1,33.

Une étude sur la variabilité morphologique a été faite par Belhadj et *al.* (2008). Cette dernière a concerné huit populations spontanées du pistachier de l'Atlas en Algérie, localisées sous différents bioclimats, à savoir : semi-aride frais et froid, aride tempéré et frais et saharien frais et tempéré. D'après ces auteurs, le pistachier de l'Atlas est une espèce très variable, la longueur moyenne des feuilles des populations étudiées par Belhadj et *al.* (2008) est de 9,25 cm avec un écart type de 2,00.

Une autre étude a été réalisée par Dehmous (2009) sur quatre populations de pistachier de l'Atlas, situées à : Boucédraia (Aïn Oussara), Messaad, Béni Ounif et la Taïssa (Tamanrasset). La longueur moyenne des feuilles pour ces populations est de 9,10 cm, avec un écart type de 1,27.

Concernant la largeur de la feuille, les populations étudiées par Belhadj et *al.* (2008) montrent une moyenne de 6,6 cm, avec un écart type de 1,40. Quand aux travaux de Dehmous (2009), la moyenne est de 5,71 cm, avec un écart type de 1,1.

Pour ce qui nous concerne, les populations que nous avons étudiées, montrent une largeur moyenne de 5,43 cm, avec un écart type de 0,93.

Pour ce qui concerne la longueur et la largeur de la foliole terminale, Belhadj et *al.* (2008) a dégagé une longueur moyenne de 2,79 cm, avec un écart type de 1,4 et une largeur moyenne de 0,82 cm, avec un écart type de 0,4. Quant à Dehmous (2009), la longueur moyenne de la foliole terminale est de 2,81 cm, avec un écart type de 0,65 ; et une largeur moyenne est de 0,80 cm, avec un écart type de 0,25.

Pour ce qui concerne notre travail, la longueur moyenne de la foliole terminale est de 2,55 cm, avec un écart type de 0,45 et une largeur moyenne de 0,73 cm, avec un écart type de 0,12.

Pour ce qui est relatif au nombre de paires de folioles, notre étude montre en moyenne 4,47 paires de folioles, avec un écart type de 0,47 ; les travaux de Belhadj et *al.* (2008) donnent une moyenne de 4,30 paires de folioles, avec un écart type de 0,9 ; pour les travaux

de Dehmous (2009), le nombre moyen de paires de folioles est de 4,32 avec un écart type de 0,74.

Dans un deuxième temps, nous avons examiné les résultats *daya par daya*.

5-1 EL-Gouffa

5-1-1 Histogrammes des fréquences

Après avoir établi les moyennes et les écarts types, nous procédons à l'élaboration des tableaux des classes de longueur et de largeur des feuilles, longueur et largeur des folioles terminales, ainsi que le nombre de paires de folioles.

Un histogramme de fréquences est une représentation graphique des variables. Pour notre étude, nous avons utilisé des variables quantitatives, dont le but est d'avoir un aspect général sur la distribution. Différentes classes ont été établies pour chaque variable, nous avons réalisé pour chacune d'elle un histogramme de fréquences dont l'amplitude des classes est constante.

a- Longueur de la feuille

Les effectifs par classe de longueur de la feuille pour la population d'El Gouffa sont donnés dans le tableau 9. L'amplitude (la longueur la plus grande moins la longueur la plus petite) de cette classe est de 5,3.

Tableau 9 : fréquences des classes de longueur de la feuille pour El Gouffa

Classe	Effectif	Pourcentage
[0 - 5,31[	0	0%
[5,31 -10,62[	8	80%
[10,62 - 15,93]	2	20%

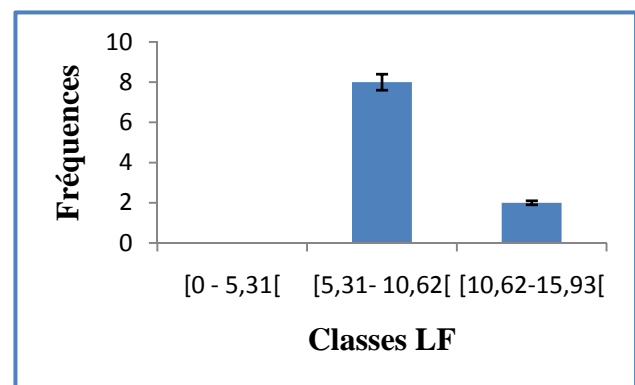


Fig. 15 : histogramme des fréquences de la longueur de la feuille pour El Gouffa

Le tableau 9 et la figure 15, illustrent la distribution de notre échantillon pour le facteur longueur de la feuille au sein de la population d'El Gouffa et montrent une tendance nette de

l'effectif dans la classe [5,31-10,62] avec 80 % de fréquence et une absence d'effectif dans la classe [0-5,31[.

b- Largeur de la feuille

Les effectifs par classe de largeur de la feuille pour la population d'El Gouffa sont donnés dans le tableau 10.

L'amplitude de cette classe est de 2,52.

Tableau 10 : fréquences des classes de largeur de la feuille pour El Gouffa.

Classe	Effectif	Pourcentage
[0-2,52[	0	0%
[2,52-5,04[	6	60%
[5,04 - 7,56[	4	40%

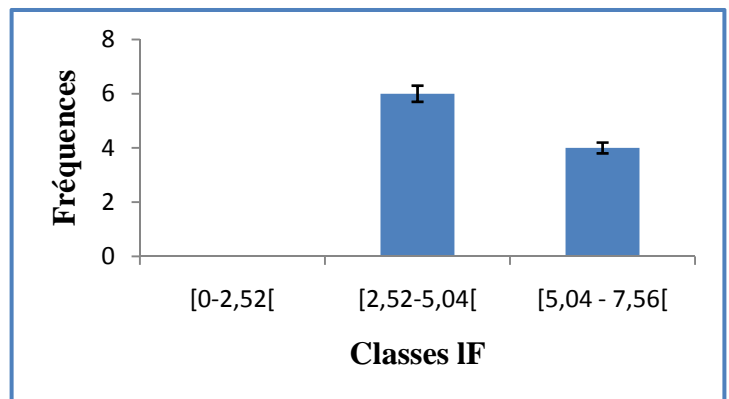


Fig. 16 : histogramme des fréquences de la largeur de la feuille El Gouffa

Le tableau 10 et la figure 16, illustrent la distribution de notre échantillon pour le facteur largeur de la feuille au sein de la population d'El Gouffa et montrent une tendance assez importante de l'effectif dans la classe [2,52-5,04[avec 60 % de fréquence contre 40 % pour la classe [5,04-7,56[et une absence d'effectif dans la classe [0-2,52[.

c- Longueur de la foliole terminale

Les effectifs par classe de largeur de la foliole terminale pour la population d'El Gouffa sont donnés dans le tableau 11.

L'amplitude de cette classe est de 1,45.

Tableau 11 : fréquences des classes de longueur de la foliole terminale pour El Gouffa.

Classe	Effectif	Pourcentage
[1,45 – 2,9[	7	70 %
[2,9 - 4,35[	3	30 %

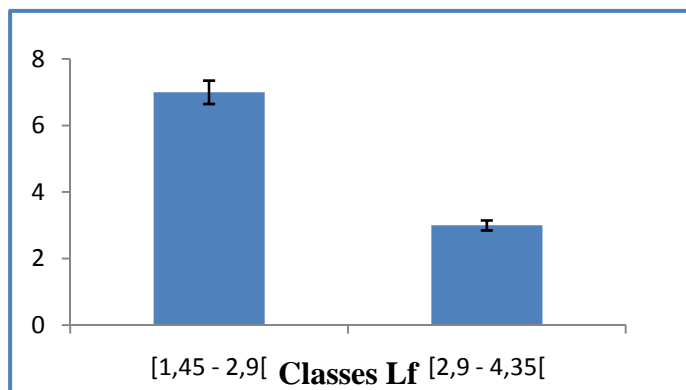


Fig. 17 : histogramme des fréquences de longueur de la foliole terminale El Gouffa

Le tableau 11 et la figure 17, illustrent la distribution de notre échantillon pour le facteur longueur de la foliole terminale au sein de la population d'El Gouffa et montrent une fréquence de 70 % de l'effectif dans la classe [1,45-2,9[contre 30 % pour la classe [2,9-4,35[.

d- Largeur de la foliole terminale

Les effectifs par classe de largeur de la foliole terminale pour la population d'El Gouffa sont donnés dans le tableau 12.

L'amplitude de cette classe est de 0,35.

Tableau 12 : fréquences des classes de largeur de la foliole terminale pour El Gouffa.

Classe	Effectif	Pourcentage
[0,35 – 0,7[	4	40 %
[0,7 – 1,05[	6	60 %

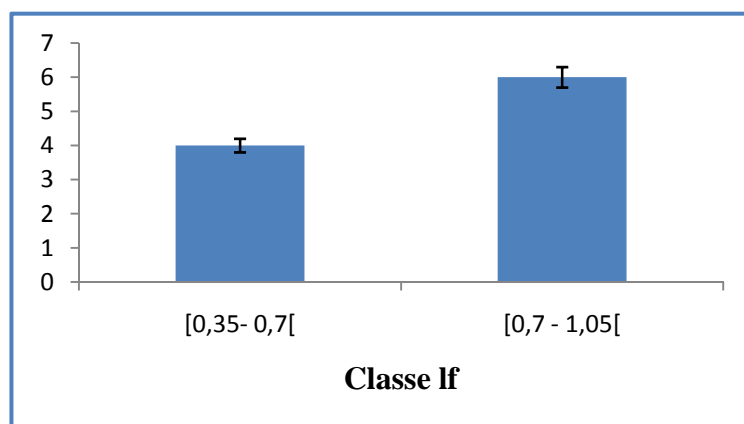


Fig. 18 : histogramme des fréquences de largeur de la foliole terminale pour El Gouffa

Le tableau 12 et la figure 18, illustrent la distribution de notre échantillon pour le facteur largeur de la foliole terminale au sein de la population d'El Gouffa et montrent une fréquence de 40 % de l'effectif dans la classe $[0,35-0,7[$ contre 60 % pour la classe $[0,7-1,05[$.

e- Nombre de paires de folioles

Les effectifs par classe de nombre de paires de folioles la population d'El Gouffa sont donnés dans le tableau 13.

L'amplitude de cette classe est de 1,35.

Tableau 13: fréquences des classes du nombre de paires de folioles pour EL Gouffa

Classe	Effectif	Pourcentage
$[2,7 - 4,05[$	0	0 %
$[4,05 - 5,40[$	9	90 %
$[5,40 - 6,75[$	1	10 %

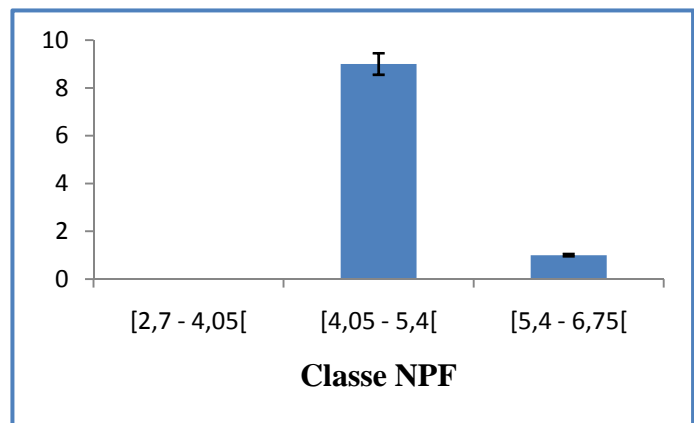


Fig. 19 : histogramme des fréquences du nombre de paires de folioles pour El Gouffa

Le tableau 13 et la figure 19, illustrent la distribution de notre échantillon pour le facteur nombre de paires de folioles au sein de la population d'El Gouffa et montrent une tendance nette de l'effectif dans la classe $[4,05-5,40[$ avec 90 % de fréquence contre 10 % dans la classe $[5,40-6,75[$ et une absence d'effectif dans la classe $[2,7-4,05[$.

5-1-2 Analyse de la variance

D'après cette analyse nous distinguons que Les différences entre les individus au sein de la population d'EL-Couffa est significative, au seuil de probabilité $P < 0,05$ (tableaux 14, 15, 16,17 et 18).

Tableau 14: analyse de la variance (LF)

	ddl	SC	CM	F	Proba
arbre	8,00	61767,10	7720,89	4,33	0,00
Var.résiduelle	224,00	399428,71	1783,16		
Total	232,00	461210,69			

Tableau 15: analyse de la variance (IF)

	ddl	SC	CM	F	Proba
arbre	8,00	16817,60	2102,20	25,08	0,00
Var.résiduelle	224,00	18773,81	83,81		
Total	232,00	35596,29			

Tableau 16 : analyse de la variance (Lf)

	ddl	SC	CM	F	Proba
arbre	8,00	6414,82	801,85	30,96	0,00
Var.résiduelle	224,00	5801,07	25,90		
Total	232,00	12216,45			

Tableau 17 : analyse de la variance (lf)

	ddl	SC	CM	F	Proba
arbre	8,00	210,15	26,27	7,97	0,00
Var.résiduelle	224,00	738,30	3,30		
Total	232,00	948,60			

Tableau 18 : analyse de la variance (NPF)

	Ddl	SC	CM	F	Proba
arbre	8,00	51,90	6,49	11,19	0,00
Var.résiduelle	224,00	129,84	0,58		
Total	232,00	181,76			

5-1-3 Analyse en composantes principales (A.C.P.)

Afin d'établir d'éventuelles corrélations entre les différentes caractéristiques des feuilles étudiées, nous leur avons fait subir une analyse en composantes principales, en utilisant le logiciel Stat Box 6.40. Cette ACP rassemble les variables et individus de la population d'El Couffa.

Tableau 19 : Test de corrélation de Pearson entre les différentes variables de la population d'El Couffa.

	LF	IF	Lf	Lf	NPF
LF	1				
IF	0,86	1			
Lf	0,82	0,79	1		
lf	0,70	0,86	0,71	1	
NPF	-0,21	-0,34	-0,52	-0,21	1

En gras, valeurs significatives (hors diagonale) au seuil $\alpha=0,05$ (test bilatéral)

Au seuil de signification totale $\alpha = 0,05$, on peut rejeter l'hypothèse nulle d'absence de corrélation significative entre les variables. Autrement dit, la corrélation entre les variables est significative.

Nous constatons une forte corrélation positive entre les variables suivantes :

- La longueur et la largeur de la feuille.
- La longueur de la feuille avec la longueur de la foliole terminale.
- La longueur de la feuille avec la largeur de la foliole terminale.
- La largeur de la feuille avec longueur de la foliole terminale.
- La largeur de la feuille avec la largeur de la foliole terminale.
- La longueur et la largeur de la foliole terminale.

Nous remarquons aussi des corrélations négatives non significatives entre le nombre de paires de folioles avec la longueur de la feuille, la largeur de la feuille, la longueur de la foliole terminale, la largeur de la foliole terminale.

Le plan 1/2 de l'ACP (Fig. 20) explique 89% de l'inertie totale, l'axe F_1 explique la majorité de cette inertie (71%) et l'axe F_2 explique 18% seulement.

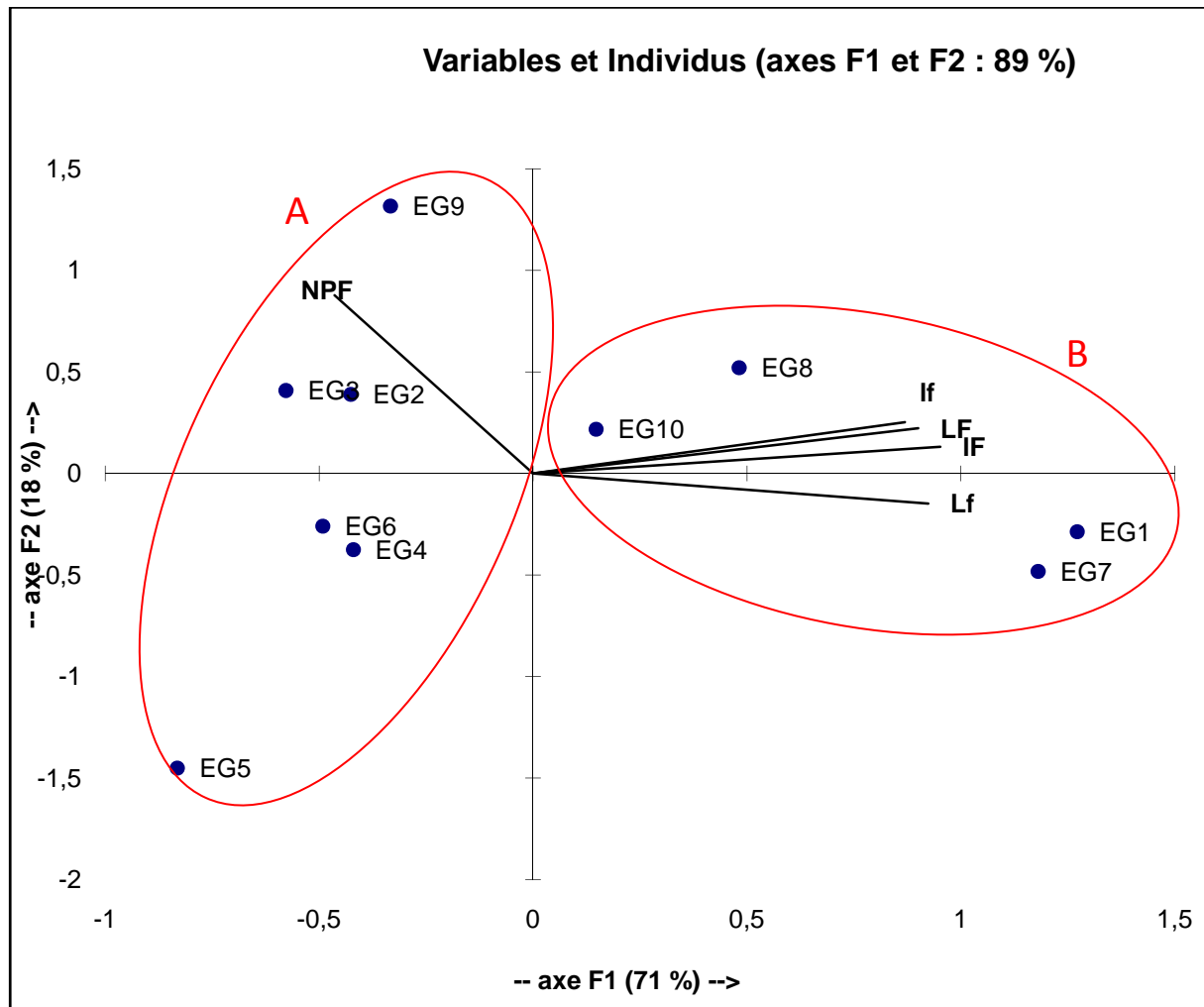


Fig. 20 : analyse en composantes principales (ACP 01)

Deux groupes semblent s'individualiser au niveau de ce plan factoriel (figure 20)

Le groupe A concerne les individus ayant le nombre de paires de folioles élevé (sujets 2, 3, 5, 4, 6, 9)

Le groupe B concerne les individus ayant une longueur et largeur de la feuille et de la foliole terminale élevées (sujets 1, 7, 8, 10).

L'axe 1 semble être un axe de mensuration des feuilles et folioles ainsi que la foliole terminale. Plus les feuilles et sont importante en taille, plus le nombre de paires de foliole est réduit.

5-2 Timzerth

5-2-1 Histogrammes des fréquences

a- Longueur de la feuille

Les effectifs par classe de longueur de la feuille pour la population de la daya de Timzerth sont donnés dans le tableau 20.

L'amplitude de cette classe est de 5,3.

Tableau 20 : fréquences des classes de longueur de la feuille pour Timzerth.

Classe	Effectif	Pourcentage
[0 - 5,31[	1	10 %
[5,31 - 10,62[	8	80 %
[10,62 - 15,93]	1	10 %

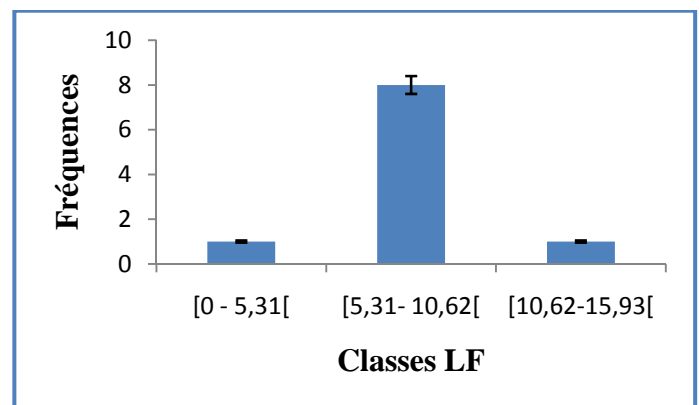


Fig. 21 : histogramme des fréquences de la longueur de la feuille pour Timzerth

Le tableau 20 et la figure 21, illustrent la distribution de notre échantillon pour le facteur longueur de la feuille au sein de la population de Timzerth et montrent une tendance nette de l'effectif dans la classe [5,31-10,62[avec 80 % et une distribution identique de 10 % chacune dans les classes [0-5,31[et [10,62-15,93[.

b- Largeur de la feuille

Les effectifs par classe de largeur de la feuille pour la population de Timzerth sont donnés dans le tableau 21.

L'amplitude de cette classe est de 2,52.

Tableau 21 : fréquences des classes de largeur de la feuille pour Timzerth.

Classe	Effectif	Pourcentage
[0-2,52[	0	0 %
[2,52-5,04[	4	40 %
[5,04 - 7,56[	6	60 %

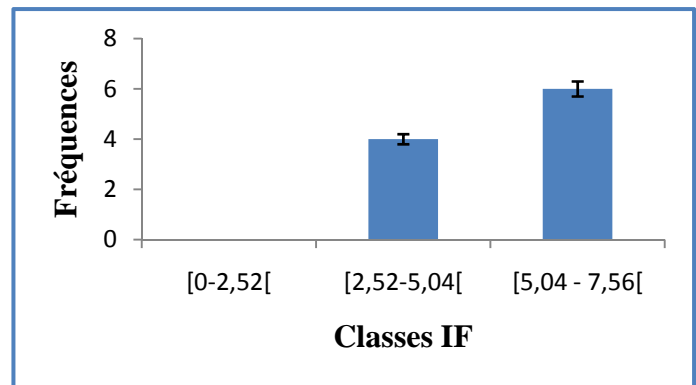


Fig. 22 : histogramme des fréquences de la largeur de la feuille pour Timzerth

Le tableau 21 et la figure 22, illustrent la distribution de notre échantillon pour le facteur largeur de la feuille au sein de la population de Timzerth et montrent une fréquence de 40 % de l'effectif dans la classe [2,52-5,04[contre 60 % pour la classe [5,04-7,56[.

c- Longueur de la foliole terminale

Les effectifs par classe de largeur de la foliole terminale pour la population de Timzerth sont donnés dans le tableau 22.

L'amplitude de cette classe est de 1,45.

Tableau 22 : fréquences des classes de longueur de la foliole terminale pour Timzerth.

Classe	Effectif	Pourcentage
[1,45 – 2,9[	8	80 %
[2,9 - 4,35[	2	20 %

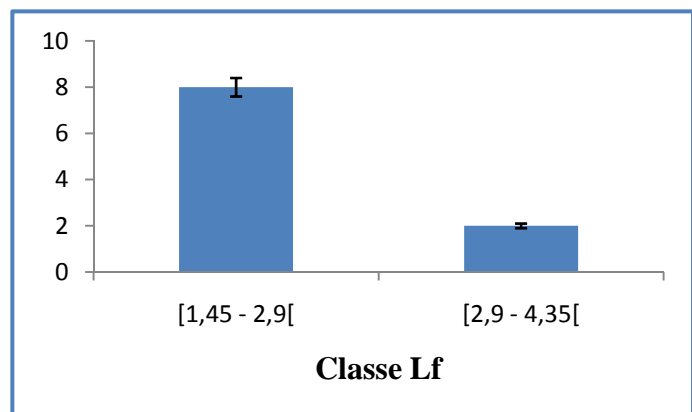


Fig. 23 : histogramme des fréquences de longueur de la foliole terminale pour Timzerth

Le tableau 22 et la figure 23, illustrent la distribution de notre échantillon pour le facteur longueur de la foliole terminale au sein de la population de Timzerth et montrent une fréquence de 80 % de l'effectif dans la classe [1,45-2,9[contre 20 % pour la classe [2,9-4,35[.

d- Largeur de la foliole terminale

Les effectifs par classe de largeur pour les trois populations sont donnés dans le tableau 23.

L'amplitude de cette classe est de 0,35.

Tableau 23 : fréquences des classes de largeur de la foliole terminale pour de Timzerth.

Classe	Effectif	Pourcentage
[0,35 – 0,7[	4	40 %
[0,7 – 1,05[	6	60 %

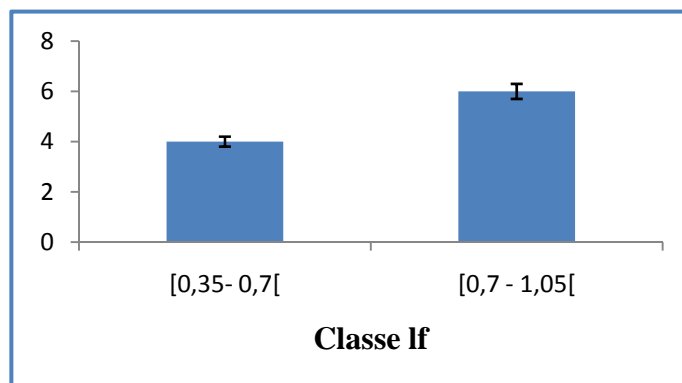


Fig. 24 : histogramme des fréquences de largeur de la foliole terminale pour la station Timzerth

La distribution de notre échantillon pour le facteur largeur de la foliole terminale au sein de la population de Timzerth comme l'illustrent le tableau 23 et la figure 24, montre une fréquence de 40 % de l'effectif dans la classe [0,35-0,7[et 60 % pour la classe [0,7-1,05[.

e- Nombre de paires de folioles

Les effectifs par classe de nombre de paires de folioles pour les trois populations sont donnés dans les tableaux 24.

L'amplitude de cette classe est de 1,35.

Tableau 24 : fréquences des classes du nombre de paires de folioles pour Timzerth.

Classe	Effectif	Pourcentage
[2,7 – 4,05[	2	20 %
[4,05 - 5,40[	8	80 %
[5,40 – 6,75[	0	0 %

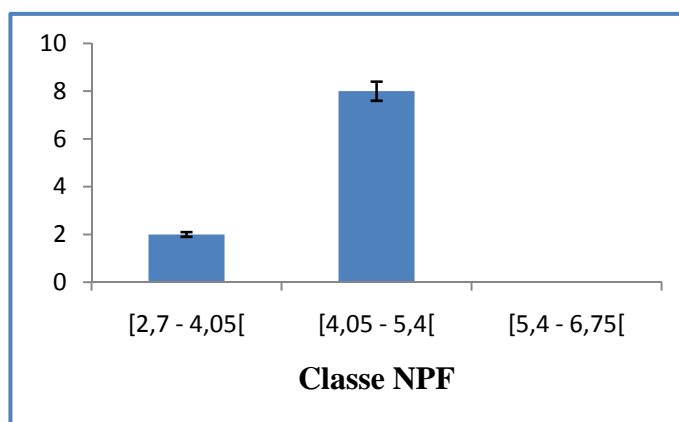


Fig. 25 : histogramme des fréquences du nombre de paires de folioles pour Timzerth

Le tableau 24 et la figure 25, illustrent la distribution de notre échantillon pour le facteur nombre de paires de folioles au sein de la population de Timzerth et montrent une tendance nette de l'effectif dans la classe [4,05-5,40[avec 80 % de fréquence contre 20 % dans la classe [2,7-4,05[et une absence d'effectif dans la classe [5, 40-6,75 [.

5-2-2 Analyse de la variance

D'après cette analyse nous distinguons que Les différence entre les individus au sein de la population Timzerth est significative, au seuil de probabilité $P < 0,05$

Tableau 25 : analyse de la variance (LF)

	ddl	SC	CM	F	Proba
arbre	9,00	64177,96	7130,88	59,79	0,00
Var.résiduelle	263,00	31366,55	119,26		
Total	272,00	95544,58			

Tableau 26 : analyse de la variance (IF)

	ddl	SC	CM	F	Proba
arbre	9,00	22832,07	2536,90	27,28	0,00
Var.résiduelle	263,00	24455,53	92,99		
Total	272,00	47287,61			

Tableau 27 : analyse de la variance (Lf)

	ddl	SC	CM	F	Proba
arbre	9,00	4992,57	554,73	16,36	0,00
Var.résiduelle	263,00	8918,94	33,91		
Total	272,00	13911,76			

Tableau 28 : analyse de la variance (lf)

	ddl	SC	CM	F	Proba
arbre	9,00	266,43	29,60	1,82	0,06
Var.résiduelle	263,00	4272,84	16,25		
Total	272,00	4539,28			

Tableau 29 : analyse de la variance (NPF)

	ddl	SC	CM	F	Proba
arbre	9,00	45,97	5,11	11,25	0,00
Var.résiduelle	263,00	119,40	0,45		
Total	272,00	165,37			

5-2-3 Analyse en composantes principales (A.C.P.)

Afin d'établir d'éventuelles corrélations entre les différentes caractéristiques des feuilles étudiées, nous leur avons fait subir des analyses en composantes principales, en utilisant le logiciel Stat Box 6.40. Cette ACP rassemble les variables et individus de la population de Timzerth.

Tableau 30 : matrice de corrélation de Pearson.

	LF	IF	Lf	If	NPF
LF	1				
IF	0,93	1			
Lf	0,80	0,95	1		
If	0,56	0,59	0,58	1	
NPF	0,51	0,28	0,13	-0,03	1

En gras, valeurs significatives (hors diagonale) au seuil $\alpha=0,05$ (test bilatéral)

- Nous constatons une forte corrélation positive entre longueur et largeur de la feuille.
- La variable longueur de la foliole est fortement corrélée avec les variables longueur et largeur de la feuille.
- Nous remarquons aussi une corrélation positive entre la variable nombre de paires de folioles avec la largeur et la longueur de la feuille, ainsi qu'avec la longueur de la foliole terminale.
- Il y a une corrélation positive de la largeur de la foliole terminale avec toutes les variables.

Le plan 1/2 de l'ACP (Fig. 26) explique 89% de l'inertie totale, l'axe F₁ explique la majorité de cette inertie (67%) et l'axe F₂ explique 22% seulement.

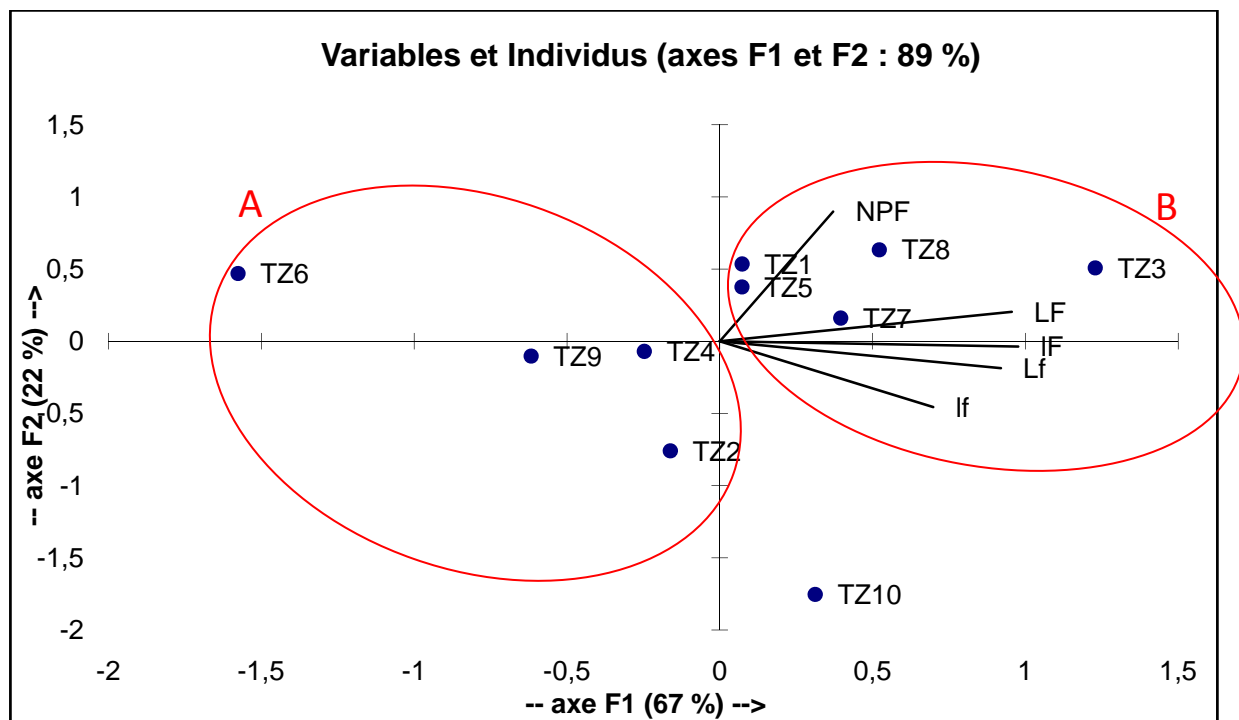


Fig. 26 : analyse en composantes principales (ACP 02)

L'axe 1 est aussi dans ce cas un axe de mensuration des feuilles et des folioles terminales.

Toutes les corrélations significatives sont positives. Mais dans ce cas l'augmentation de la longueur et de la largeur de la feuille, ainsi que la longueur de la foliole terminale s'accompagne d'une augmentation du nombre de paires de folioles.

On distingue deux groupes :

Groupe « A » qui englobe les individus 01, 03, 05, 07 et 08 qui semblent s'investir dans tous les paramètres, contrairement au groupe « B » qui englobe les individus 02, 04, 06 et 09.

5-3 Tilghemt

5-3-1 Histogrammes des fréquences

a- Longueur de la feuille

Les effectifs par classe de longueur de la feuille pour la population de la daya de Tilghemt sont donnés dans le tableau 31.

L'amplitude de cette classe est de 5,31.

Tableau 31 : fréquences des classes de longueur de la feuille pour Tilghemt.

Classe	Effectif	Pourcentage
[0 - 5,31[	0	0 %
[5,31 - 10,62[	7	70 %
[10,62 - 15,93]	3	30 %

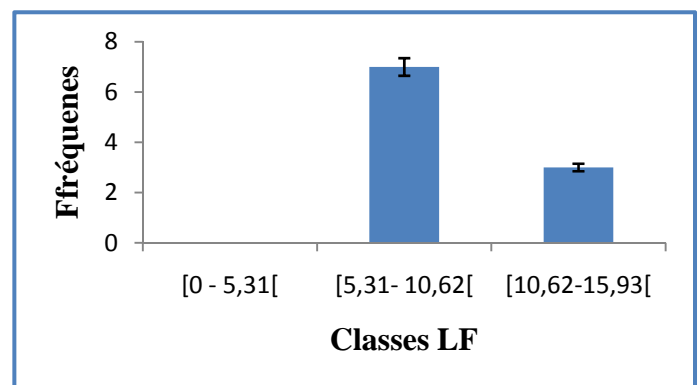


Fig. 27 : histogramme des fréquences de la longueur de la feuille pour Tilghemt

La distribution de notre échantillon pour le facteur longueur de la feuille au sein de la population de Tilghemt comme l'illustrent le tableau 31 et la figure 27, montre une fréquence de 70 % de l'effectif dans la classe [5,31-10,62[et 30 % pour la classe [10,62-15,93[.

b-Largeur de la feuille

Les effectifs par classe de largeur de la feuille pour la population de Tilghemt sont donnés dans le tableau 32.

L'amplitude de cette classe est de 2,52.

Tableau 32 : fréquences des classes de largeur de la feuille pour Tilghemt.

Classe	Effectif	Pourcentage
[0-2,52[	0	0 %
[2,52-5,04[	2	20 %
[5,04 - 7,56[	8	80 %

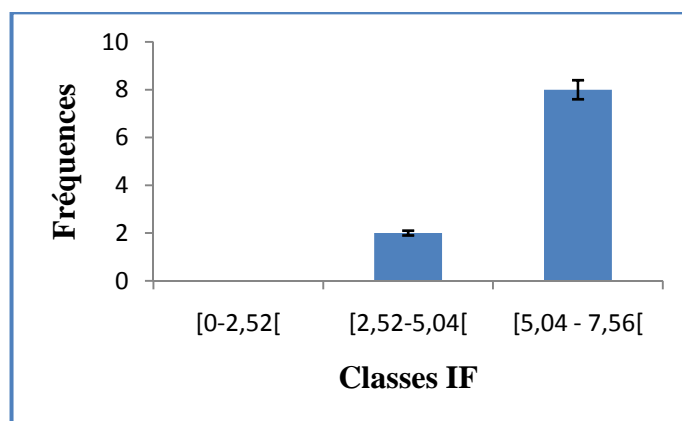


Fig. 28 : histogramme des fréquences de la largeur de la feuille pour Tilghemt

Le tableau 32 et la figure 28, illustrent la distribution de notre échantillon pour le facteur largeur de la feuille au sein de la population de Tilghemt et montrent une tendance nette de l'effectif dans la classe [5,04-7,56[avec 80 % de fréquence contre 20 % dans la classe [2,52-5,04[et une absence d'effectif dans la classe [0-2,52 [.

c- Longueur de la foliole terminale

Les effectifs par classe de largeur de la foliole terminale pour la population de Tilghemt sont donnés dans le tableau 33.

L'amplitude de cette classe est de 1,45.

Tableau 33 : fréquences des classes de longueur de la foliole terminale pour Tilghemt.

Classe	Effectif	Pourcentage
[1,45 - 2,9[	8	80 %
[2,9 - 4,35[	2	20 %

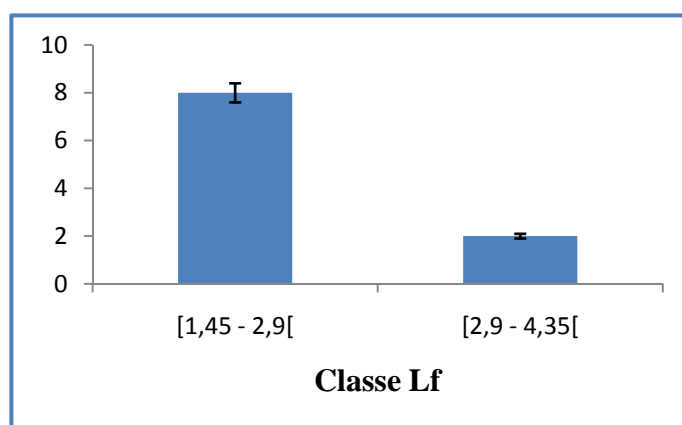


Fig. 29 : histogramme des fréquences de longueur de la foliole terminale pour Tilghemt

La distribution de notre échantillon pour le facteur longueur de la foliole terminale au sein de la population de Tilghemt comme l'illustrent le tableau 33 et la figure 29, montre une fréquence de 80 % de l'effectif dans la classe [1,45-2,9[et 20 % pour la classe [2,9-4,35[.

d- Largeur de la foliole terminale

Les effectifs par classe de largeur de la foliole terminale pour la population de la daya de Tilghemt sont donnés dans le tableau 34.

L'amplitude de cette classe est de 0,35.

Tableau 34 : fréquences des classes de largeur de la foliole terminale pour Tilghemt.

Classe	Effectif	Pourcentage
[0,35 – 0,7[	6	60 %
[0,7 – 1,05[	4	40 %

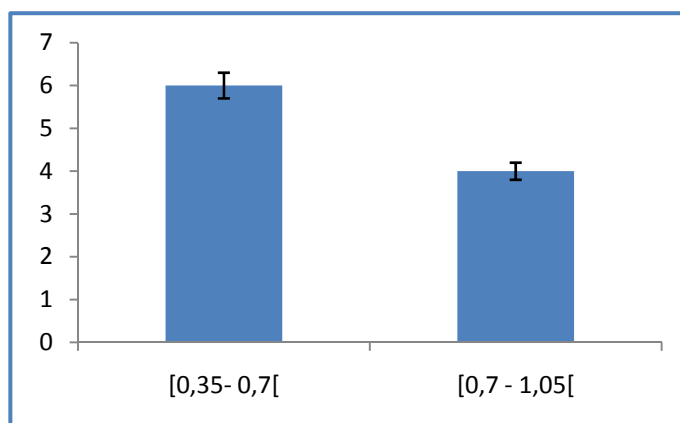


Fig. 30: histogramme des fréquences de largeur de la foliole terminale pour Tilghemt

La distribution de notre échantillon pour le facteur longueur de la foliole terminale au sein de la population de Tilghemt comme l'illustrent le tableau 34 et la figure 30, montre une fréquence de 60 % de l'effectif dans la classe [0,35-0,7[et 40 % pour la classe [0,7-1,05[.

e- Nombre de paires de folioles

Les effectifs par classe de nombre de paires de folioles pour la daya de Tilghemt sont donnés dans le tableau 35.

L'amplitude de cette classe est de 1,35.

Tableau 35 : fréquences des classes du nombre de paires de folioles pour Tilghemt.

Classe	Effectif	Pourcentage
[2,7 – 4,05[	4	40 %
[4,05 - 5,40[	6	60 %
[5,40 – 6,75[	0	0 %

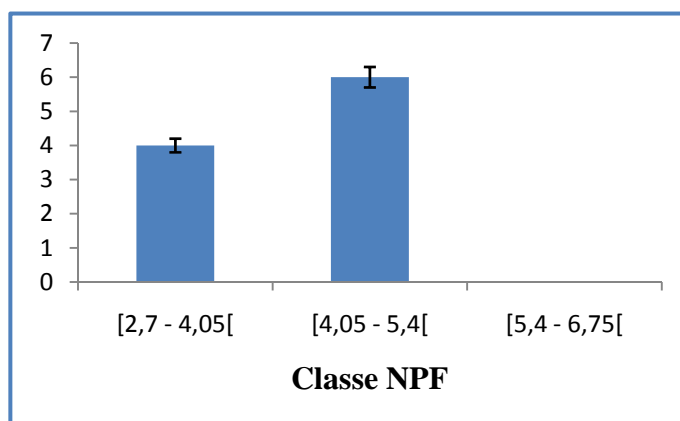


Fig. 31 : histogramme des fréquences du nombre de paires de folioles terminales pour Tilghemt

La distribution de notre échantillon pour le facteur longueur de la foliole terminale au sein de la population de Tilghemt comme l'illustrent le tableau 35 et la figure 31, montre une fréquence de 60 % de l'effectif dans la classe [4,05-5,40[et 40 % pour la classe [2,7-4,05[et une absence d'effectif dans la classe [5,40-6,75[.

5-3-2 Analyse de la variance

D'après cette analyse nous distinguons que Les différence entre les individus au sein de la population Tilghemt est significative, au seuil de probabilité $P < 0,05$

Tableau 36 : analyse de la variance (LF)

	ddl	SC	CM	F	Proba
arbre	9,00	21680,65	2408,96	20,48	0,00
Var.résiduelle	268,00	31527,48	117,64		
Total	277,00	53235,29			

Tableau 37 : analyse de la variance (IF)

	ddl	SC	CM	F	Proba
arbre	9,00	20861,61	2317,96	36,10	0,00
Var.résiduelle	268,00	17208,80	64,21		
Total	277,00	38112,34			

Tableau 38 : analyse de la variance (Lf)

	ddl	SC	CM	F	Proba
arbre	9,00	3902,06	433,56	7,37	0,00
Var.résiduelle	268,00	15756,34	58,79		
Total	277,00	19658,96			

Tableau 39 : analyse de la variance (lf)

	ddl	SC	CM	F	Proba
arbe	9,00	532,39	59,15	2,18	0,02
Var.résiduelle	268,00	7257,00	27,08		
Total	277,00	7789,51			

Tableau 40 : analyse de la variance (NPF)

	ddl	SC	CM	F	Proba
arbre	9,00	62,55	6,95	17,36	0,00
Var.résiduelle	268,00	107,27	0,40		
Total	277,00	169,82			

5-3-3 Analyse en composantes principales (A.C.P.)

Afin d'établir d'éventuelles corrélations entre les différentes caractéristiques des feuilles étudiées, nous leur avons fait subir une analyse en composantes principales, en utilisant le logiciel Stat Box 6.40. Cette ACP rassemble les variables et individus de la population de Tilghemt.

Tableau 41 : matrice de corrélation de Pearson.

	LF	IF	Lf	If	NPF
LF	1				
IF	0,84	1			
Lf	0,04	0,30	1		
If	0,45	0,51	0,56	1	
NPF	0,22	0,12	-0,42	-0,45	1

En gras, valeurs significatives (hors diagonale) au seuil $\alpha=0,05$ (test bilatéral)

- Il existe une seule corrélation positive significative, entre la largeur et la longueur de la feuille.
- Présence de corrélation positive entre la variable longueur de la foliole terminale avec toutes les variables, même constat pour la variable largeur de la foliole terminale.
- Présence de corrélations négatives non significative du paramètre nombre de paires de folioles avec la longueur et la largeur de la foliole terminale, ainsi que des corrélations positives du même paramètre avec la largeur et la longueur de la feuille.

Le plan 1/2 de l'ACP (Fig. 29) explique 82% de l'inertie totale, l'axe F₁ explique 49% de l'inertie et l'axe F₂ explique 33%.

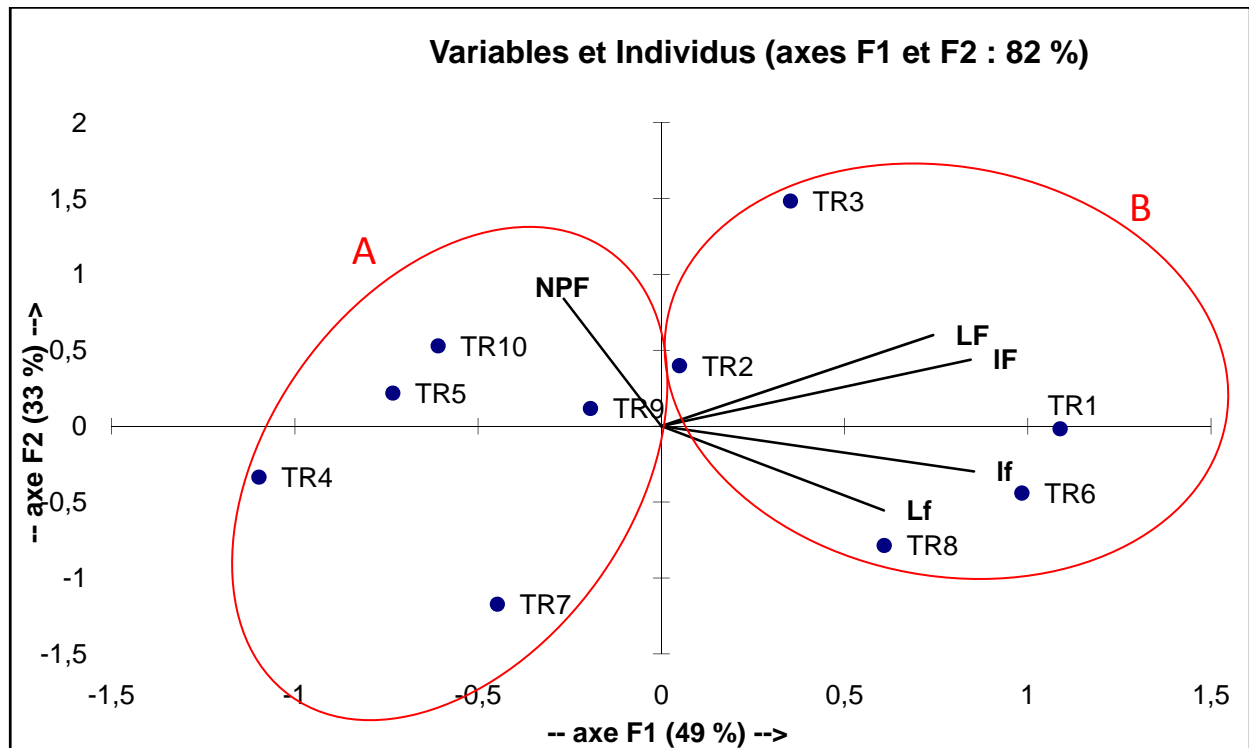


Fig. 32: analyse en composantes principales (ACP 03)

Nous pouvons distinguer deux groupes : le groupe A qui concerne les individus possédant un nombre de paires de folioles élevés (sujets 4, 5, 7, 9 et 10) et le groupe B qui concerne les individus possédant une longueur et largeur de la feuille et de la foliole terminale élevées (sujets 1, 2, 3, 6 et 8).

L'axe 1 est un axe de mensuration des feuilles et de la foliole terminale. Il y a lieu de noter une opposition par rapport à l'axe 2 entre le nombre de paires de folioles et la longueur et la largeur de la foliole terminale.

5-4 Analyse globale

5-4-1 Histogrammes des fréquences

Pour le paramètre longueur de la feuille, on remarque que (Fig. 33)

- l'effectif le plus important correspond à la classe $[5,31 - 10,62[$ cm, pour toutes les dayas ;
- aucun effectif important n'est recensé dans la première classe $[0 - 5,31[$ cm ;
- les différences d'effectif entre les trois classes de longueur est très importante et ceci les 3 dayas étudiées.

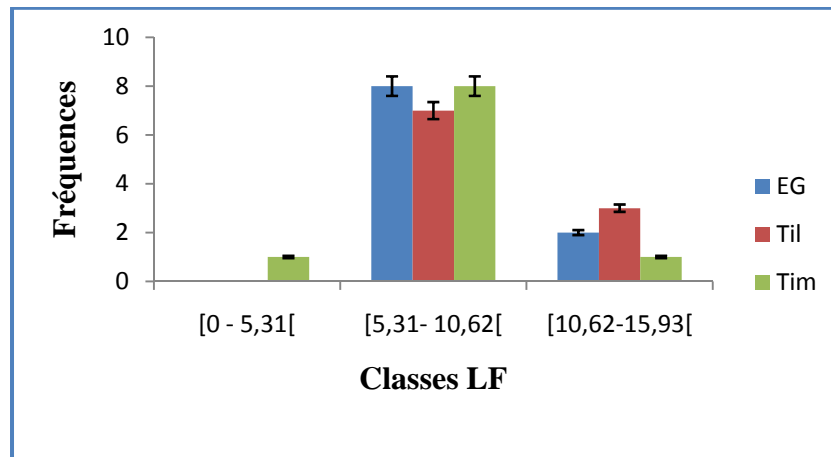


Fig. 33 : histogramme récapitulatif des fréquences de la longueur de la feuille pour les trois stations étudiées.

Pour le paramètre largeur de la feuille, on remarque que (Fig.34)

- l'effectif le plus important correspond à la classe $[2,52 - 5,04[$ cm pour la station El Gouffa et $[5,04 - 7,56[$ pour Timzerth et Tilghemt ;
- absence d'effectif dans la première classe.

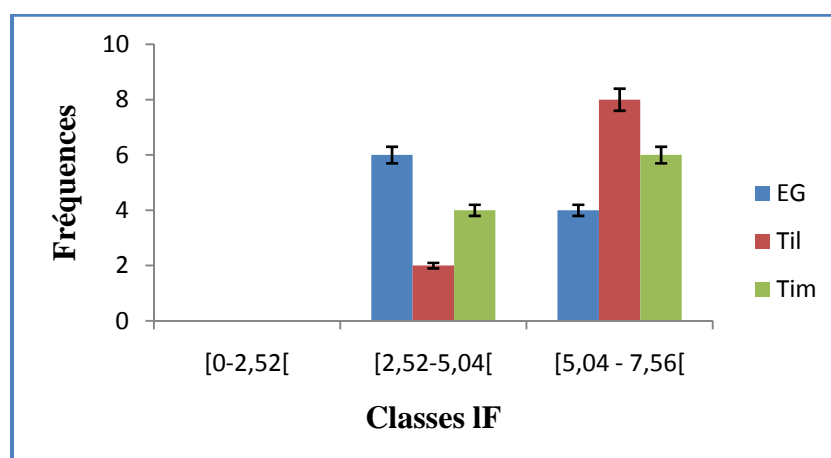


Fig. 34 : histogramme récapitulatif des fréquences de la largeur de la feuille pour les trois stations étudiées.

Pour le paramètre longueur de la foliole terminale (Fig. 35), on distingue deux classes et on remarque que la première classe $[1,45 - 2,9[$ présente le plus grand effectif pour les trois stations.

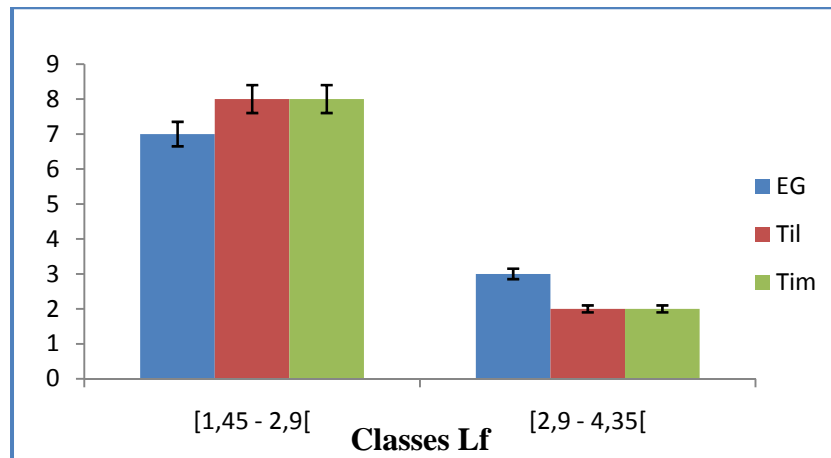


Fig. 35 : histogramme récapitulatif des fréquences de Longueur de la foliole terminale pour les trois stations étudiées.

Pour le paramètre largeur de la foliole terminale (Fig. 36), nous distinguons aussi deux classes et nous remarquons que pour la station Tilghem, l'effectif est plus élevé dans la classe $[0,35-0,7[$ [contrairement aux deux autres stations pour lesquelles les effectifs sont plus importants dans la classe $[0,7-1,05[$.

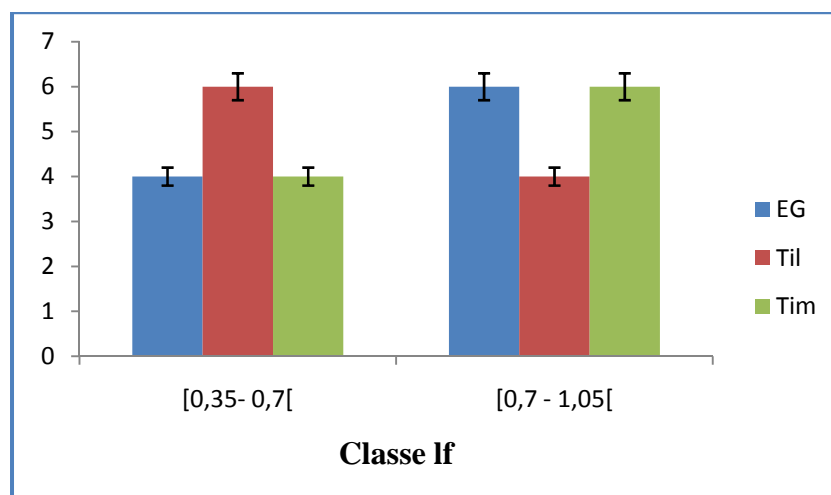


Fig. 36: histogramme récapitulatif des fréquences de largeur de la foliole terminale pour les trois stations étudiées.

Pour le paramètre nombre de paires de folioles (Fig.), nous distinguons trois classes, mais les effectifs les plus élevés pour les trois stations se retrouvent dans la classe [4,05-5,40].

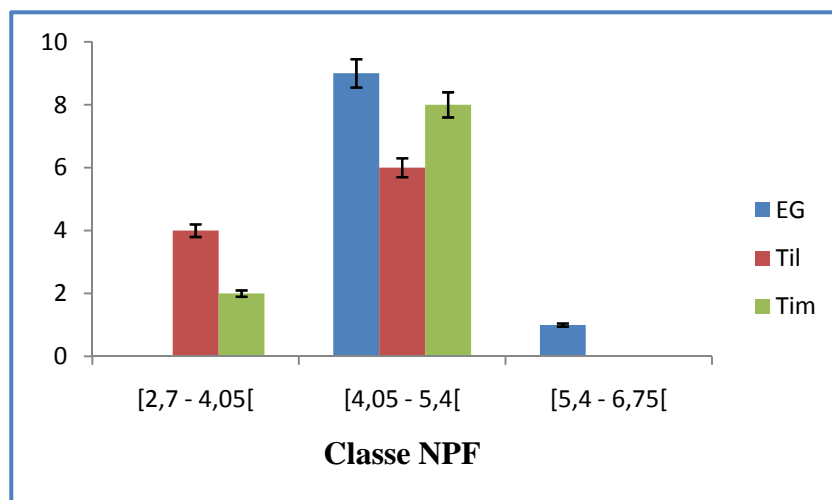


Fig. 37 : histogramme récapitulatif des fréquences du nombre de paires de folioles pour les trois stations étudiées.

5-4-2 Analyse de la variance

a- Longueur de la feuille pour les trois stations

L'analyse de la variance inter-population pour la variable longueur de la feuille, indique l'absence de différence significative, ($P > 0,05$) (Tableau 42).

Tableau 42 : analyse de la variance (LF) des trois dayas

	ddl	SC	CM	F	Proba
population	2,00	1108,30	554,15	2,95	0,07
Var.résiduelle	27,00	5065,13	187,60		
Total	29,00	6173,43			

b- Largeur de la feuille pour les trois stations

L'analyse de la variance inter-population pour la variable largeur de la feuille, indique l'absence de différence significative, ($P > 0,05$) (Tableau 43).

Tableau 43 : analyse de la variance (IF) des trois dayas

	ddl	SC	CM	F	Proba
population	2,00	265,96	132,98	1,54	0,23
Var.résiduelle	27,00	2329,67	86,28		
Total	29,00	2595,63			

c- Longueur de la foliole terminale pour les trois stations

L'analyse de la variance inter-population pour la variable longueur de la foliole terminale, indique l'absence de différence significative, ($P > 0,05$) (Tableau 44).

Tableau 44 : analyse de la variance(Lf) des trois dayas

	ddl	SC	CM	F	Proba
population	2,00	4,87	2,43	0,12	0,89
Var.résiduelle	27,00	562,81	20,84		
Total	29,00	567,68			

d- Largeur de la foliole terminale pour les trois stations

L'analyse de la variance inter-population pour la variable largeur de la foliole terminale, indique l'absence de différence significative, ($P > 0,05$) (Tableau 45).

Tableau 45 : analyse de la variance (lf) des trois dayas

	ddl	SC	CM	F	Proba
population	2,00	0,24	0,12	0,09	0,92
Var.résiduelle	27,00	38,23	1,42		
Total	29,00	38,47			

e- Paramètre nombre de paires de folioles pour les trois stations

L'analyse de la variance inter-population pour la variable nombre de paires de folioles, indique la présence d'une différence significative, ($P < 0,05$) (Tableau 46).

Tableau 46 : analyse de la variance (NPF) des trois dayas

	ddl	SC	CM	F	Proba
populatoin	2,00	1,67	0,84	3,84	0,03
Var.résiduelle	27,00	5,88	0,22		
Total	29,00	7,55			

5-4-3 Analyse en composantes principales (A.C.P.)

Afin d'établir d'éventuelles corrélations entre les différentes caractéristiques des feuilles étudiées, nous leur avons fait subir une analyse en composantes principales, en utilisant le logiciel Stat Box 6.40. Cette ACP rassemble les moyennes de tous les paramètres mesurés pour toutes les stations de Laghouat (El Gouffa, Timzerth et Tilghemt).

Tableau 47 : matrice de corrélation de Pearson.

	LF	IF	Lf	lf	NPF
LF	1				
IF	0,87	1			
Lf	0,63	0,69	1		
lf	0,50	0,61	0,59	1	
NPF	0,14	-0,01	-0,26	-0,26	1

En gras, valeurs significatives (hors diagonale) au seuil $\alpha=0,05$ (test bilatéral)

Au seuil de signification total $\alpha = 0,05$, on peut rejeter l'hypothèse nulle d'absence de corrélation significative entre les variables. Autrement dit, la corrélation entre les variables est significative. La majorité des variables sont fortement corrélées entre elles. Il y'a absence de corrélation significative avec la variable nombre de paires de folioles.

Le plan 1/2 de l'ACP (figure. 38) explique 83% de l'inertie totale. L'axe F_1 à lui seul explique 60% de cette inertie, l'axe F_2 23%.

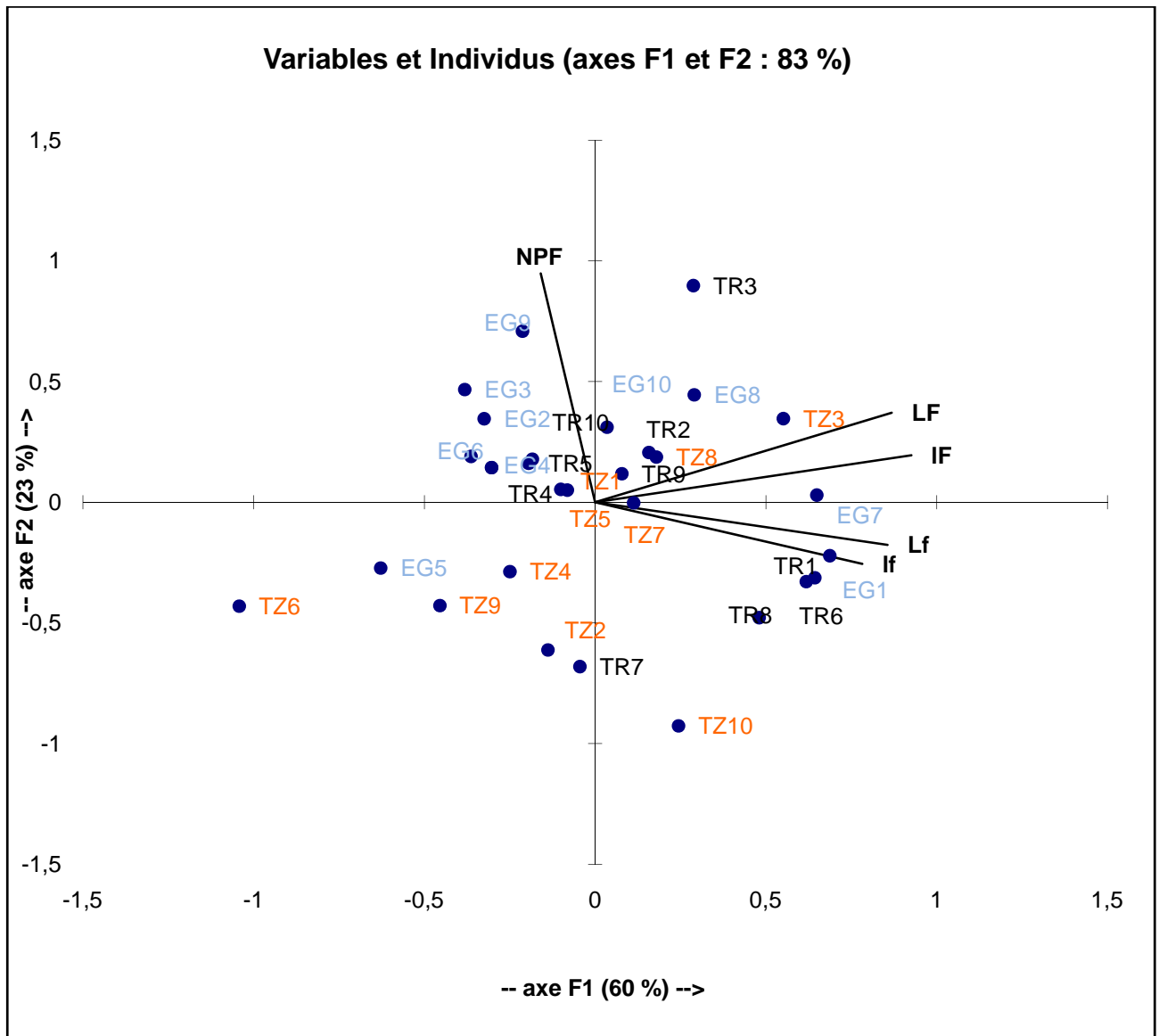


Fig. 38 : analyse en composantes principales (ACP 04)

De cette ACP, aucune population ne semble s'individualiser. Leurs données sont assez proches. En effet, notre échantillonnage a été fait dans la même région. Les longueurs et largeurs de la feuille et de la foliole terminale les plus importantes se trouvent à El Gouffa et Tilghemt. Même constat pour le nombre de paires de folioles. Les valeurs les plus réduites se retrouvent au niveau des individus de Timzerth.

6-Synthèse des résultats

Comme il n'y a pas de différences significatives entre les dayas étudiées, nous avons fait les moyennes pour les trois populations (El Gouffa, Timzerth et Tilghemt) et nous avons considéré cela comme la population de Laghouat.

L'ACP suivante rassemble toutes les variables mesurées pour toutes les populations étudiées (El Gouffa, Timzerth et Tilghemt) avec les variables mesurées par Dehmous (2009) au niveau de plusieurs populations, à savoir : Aïn Oussara (Boucédraïa), Messaad, Béni Ounif, et la Taïssa, ces dernières étant situées sur un gradient croissant d'aridité.

Tableau 48 : matrice de corrélation de Pearson

	LF	IF	Lft	lft	NPF
LF	1				
IF	0,63	1			
Lft	0,63	0,72	1		
lft	0,53	0,57	0,85	1	
NPF	0,11	-0,16	-0,48	-0,42	1

En gras, valeurs significatives (hors diagonale) au seuil $\alpha=0,05$ (test bilatéral)

- Il existe une forte corrélation positive entre les variables longueur et largeur de la feuille et foliole.
- Il y'a lieu de noter des corrélations négatives entre les variables longueur et largeur de la foliole terminale et le nombre de paires de folioles.

Le plan 1/2 de l'ACP (Fig.39) explique 85% de l'inertie totale, l'axe F_1 explique la majorité de cette inertie (62%) et l'axe F_2 explique 23% seulement.

L'axe 1 est un axe d'adaptation à l'aridité croissante, par une réduction de la taille de la feuille et de la foliole terminale.

Pour l'axe 2, il semble expliquer l'opposition entre le nombre de paires de folioles et la longueur et la largeur de la foliole terminale. Plus la foliole terminale est longue et large, plus le nombre de paires de folioles est bas.

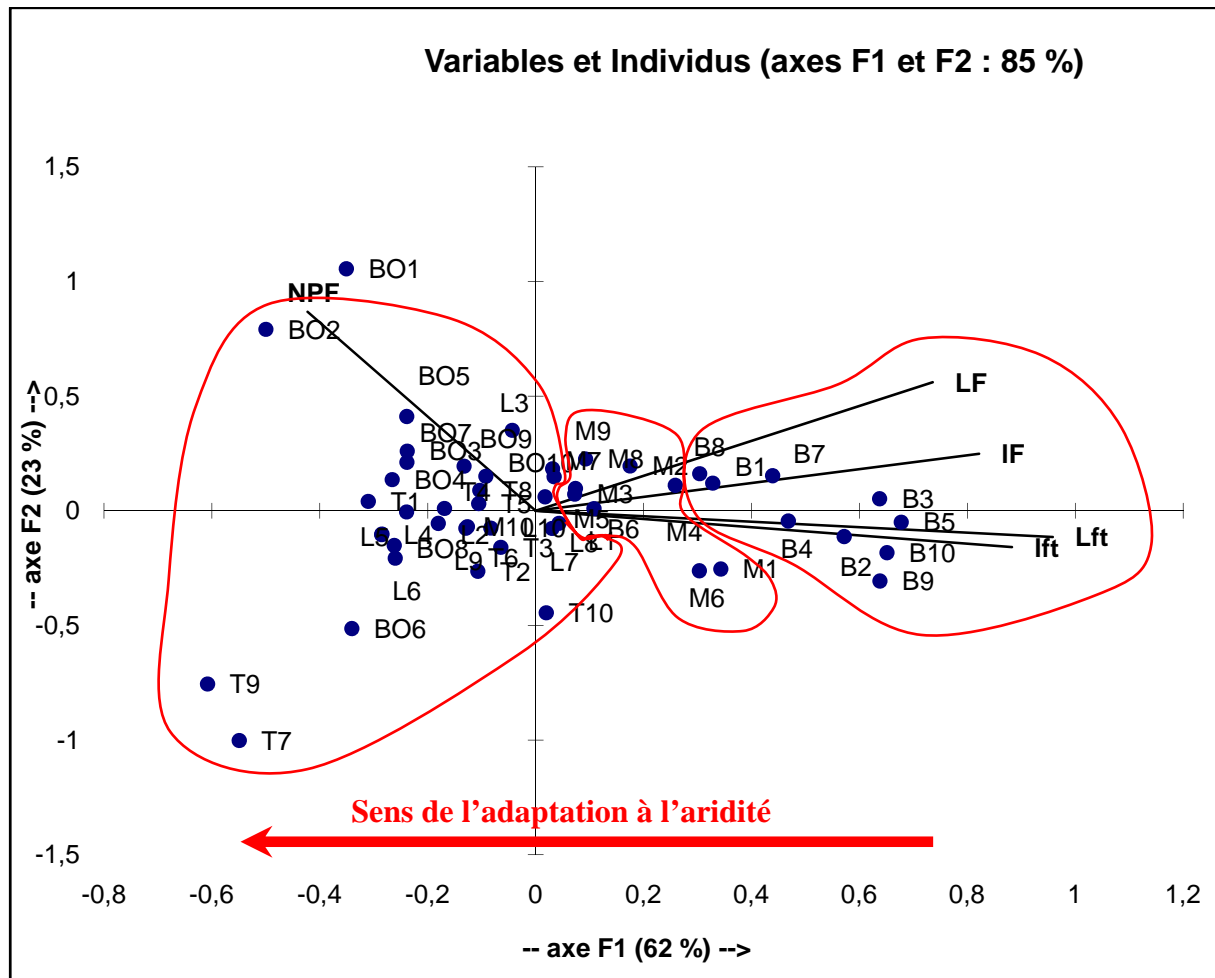


Fig. 39 : analyse en composantes principales (ACP 05)

Nous remarquons que les sujets des populations de Boucédraïa (Aïn Oussara) s'investissent plus dans les largeurs et longueurs de la feuille, ainsi que dans les largeurs et longueurs de la foliole terminale. Les individus de Messad voient la taille de la feuille se réduire. Cette réduction continue chez les sujets de Laghouat, Béni Ounif et la Taïssa. Les individus de Béni Ounif et de Laghouat montrent un nombre de paires de folioles plus élevé que celui des sujets de la Taïssa.

En effet, L a majorité des individus de la Taïssa (Tamanrasset) ont un nombre de paires de folioles bas, ainsi qu'une longueur et largeur de la feuille et foliole terminale réduites.

L'adaptation de la morphologie foliaire vers une aridité de plus en plus importante correspond à une diminution de la taille de la feuille et de la foliole terminale au niveau des stations les plus arides. Le comportement du pistachier de l'Atlas est variable concernant le

nombre de paires de folioles. Au niveau de Béni Ounif, ce nombre augmente. Pour la Taïssa, il diminue.

Belhadj *et al.*, (2008) ont noté pour les populations de Guerrara, Berriane, Brezina, El Hamel, Messaad, Aïn Oussara, Aflou et Oued Safène des corrélations entre la longueur et la largeur de la feuille et de la foliole terminale avec le nombre de paires de folioles. A cet effet, plusieurs corrélations sont significatives et positives à savoir :

- longueur de la feuille – longueur de la foliole terminale : $r = 0,93$;
- largeur de la foliole terminale – longueur de la foliole terminale : $r = 0,98$;
- longueur de la feuille – nombre de paires de folioles : $r = 0,88$;
- longueur de la foliole terminale – nombre de paires de folioles : $r = 0,93$;
- largeur de la foliole terminale – nombre de paires de folioles : $r = 0,91$;

Ces corrélations significatives ont été rapportées aussi par Dehmous (2009), qui a noté des corrélations négatives entre les variables, longueur et largeur de la foliole terminale avec le nombre de paires de folioles ainsi que l'absence de corrélation entre la longueur et la largeur de la feuille avec le nombre de paires de folioles.

Aït Saïd *et al.* (2011) ont fait une analyse selon un gradient d'aridité (Médéa, Laghouat, Béchar), il a constaté que la taille des feuilles et folioles des populations situées dans les régions les plus arides sont les plus petites. Cependant le nombre de paires de folioles augmente.

Les plantes s'adaptent au stress hydrique en développant les caractères xéromorphiques, principalement axés sur la réduction de la taille des feuilles (Trubat *et al.*, 2006).

Conclusion

Au terme de ce travail, les enseignements dégagés montrent que les dimensions de la feuille et de la foliole terminale, ainsi que le nombre de paires de folioles sont influencées par l'aridité du milieu.

En ce qui concerne la longueur et la largeur de la feuille du pistachier de l'Atlas, nous avons constaté que plus le milieu est aride, plus la surface foliaire est réduite. La variation de la longueur et de la largeur de la foliole terminale, semble aussi être affectée par l'aridité.

Le comportement du pistachier de l'Atlas est variable concernant le paramètre nombre de paires de folioles.

Dans toutes les dayas échantillonnées, nous avons constaté la présence de la gaine et de la foliole terminale. Ces deux paramètres ne semblent pas être affectés par ce phénomène d'aridité. Ces paramètres ne semblent pas être influencés par l'âge des arbres.

Nos résultats obtenus pour les trois dayas ne montrent pas de variations inter-populations significatives. En effet notre échantillonnage a été fait dans la même région et surtout sous le même bioclimat. Par contre la comparaison avec d'autres études, réalisées dans des stations sous d'autres bioclimats montre que suivant un gradient d'aridité croissant, la morphologie foliaire, tant vers une diminution de la taille des feuilles et des folioles terminales.

Le pistachier de l'Atlas est une espèce menacée de disparition, pour cela elle doit recevoir toutes les attentions nécessaires. Il faudra la protéger et cela en approfondissant les études relatives aux stratégies adaptatives vis-vis des stress environnementaux.

Il serait intéressant aussi d'élargir cette étude sur d'autres stations situées dans d'autres étages bioclimatiques. Nous pouvons aussi poursuivre cette étude en effectuant d'autres travaux concernant le pollen et le fruit. Cela nous permettra de connaître beaucoup mieux les exigences de cette espèce face aux conditions d'adaptation à l'aridité et d'assurer une meilleure extension de cette ressource naturelle dans des surfaces qu'elle occupait autrefois.

Références bibliographiques

Anonyme, 2014. 9^{ème} Rencontre d'Analyse Mathématiques et ses Applications RAMA'9, université Amar TELIDJI, Laghouat 5, 6 et 7 Mai 2014.

Anonyme, 2013. Invest in Algeria, wilaya de Laghouat, document de l'agence nationale du développement et de l'investissement (ANDI).

Anonyme, 2010. Présentation de la wilaya de Laghouat, Source : monographie D.P.A.T.2010.

Anonyme 2005. www.Faostat.fao.org.

Ait Saïd S. 2011, stratégies adaptatives de deux espèces du genre *Pistacia* (*P. lentiscus* L. et *P. atlantica* Desf.) aux conditions d'altitude, de salinité et d'aridité : approche morpho-anatomiques, phytochimiques et écophysiologicals. Thèse de doctorat d'état, Université Mouloud Mammeri, Tizi-Ouzou, 160 p.

Ait Saïd S., Fernandes C., Greff S., Derridj A., Gauquelin T., Mevy J-P., 2010. Inter-population variability of leaf morpho-anatomical and terpenoid patterns of *Pistacia atlantica* Desf. ssp. *atlantica* growing along an aridity gradient in Algeria .

Ait Slimane L., 2004. Architecture racinaire et adaptation du pistachier de l'Atlas (*Pistacia atlantica* Desf. subsp. *atlantica*) à la sécheresse : cas de la population de Béni Ounif (wilaya de Béchar). Mémoire d'ingénieur Agronome, Département des Sciences Agronomiques, Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques, Université Mouloud Mammeri de Tizi Ouzou

Alyafi J., 1979. Approche systématique et écologie du genre *Pistacia* dans la région méditerranéenne. Thèse de Doctorat de 3^{ème} cycle. Faculté des sciences et techniques. St Jérôme, Marseille, 42p.

AMROUN R., 2013. Caractérisation de propriétés physiques et chimiques des sols sous *Pistacia atlantica* Desf.) : cas de la daya de Timzerth (Wilaya de Laghouat). Mémoire Ing, Département des Sciences Agronomiques, Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques, Université Mouloud Mammeri de Tizi Ouzou, 75 p.

Bagnouls F., Gaussen H., 1953 – Sèche et indice xérothermique Bulletin de la Société d'Histoire Naturelle de Toulouse, 88 : 193-239.

Barbault R., 1992 Ecologie des peuplements structure, dynamique et évolution. Ed. Masson.

- 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. 184 p.
- Belhadj S., Derridj. A., Yves Auda., Gers. C et Gauquelin. T., 2008.** Analyse de la variabilité morphologique chez huit populations spontanées de *Pistacia atlantica* en Algérie, Botany, 86 : 520-532.
- Benhassaini H., Mehdadi Z., Hamel L., Belkhodja M., 2007.** Phytoécologie de *Pistacia atlantica* Desf. Subsp. atlantica dans le Nord-ouest algérien. Sécheresse, 18 (3) : 199-205.
- Benhassaini H., Belkhodja M., 2004.** Le pistachier de l'Atlas en Algérie : Entre survie et disparition. La feuille et l'aiguille 2004, 54 : 1-2.
- Benkeira., 2005 :** www.naturevivante.org
- Bidault M., 1971.** Variation et spécialisation chez les végétaux supérieurs. Notions fondamentales de systématique moderne, Ed. Doin, 145 p.
- Boulos L., 2000.** Flora of Egypt. Geraniaceae-Boraginaceae. Al Hadara Publishing 2, 75-77
- Bournine K., 2007 –** Caractérisation physique et chimique des sols rhizosphériques et globaux sous pistachier de l'Atlas dans les régions de Ain Oussera (wilaya de Djelfa) et Béni Ounif (wilaya de Béchar). Mémoire Ing. Agro., Département des Sciences Agronomiques, Université Mouloud Mammeri, Tiz-Ouzou, 109 p.
- Brown P.H., Zhang Q., Fergusson L., 1994 –** Influence of rootstock on nutrient Acquisition by Pistachio. Journal of plant nutrition, 17 : 1137 – 1148.
- Camefort H., 1977.** Morphologie des végétaux vasculaires. Cytologie. Anatomie. Adaptations Ed. Doin, 2^{ème} édition, 432 P.
- Charre J., 1997.** Dessine-moi un climat, que penser du diagramme ombrothermique? Mappemonde, 2 : 29-31.
- Dagnelie P., 1975.** Théories et méthodes statistiques. Vol 2. Applications agronomiques. Ed. les presses agronomiques de Gembloux, 463 p.

Deguiche M., 2008 - Caractérisation des sols sous pistachier de l'Atlas (*Pistacia atlantica* Désf) : cas de la daya de Timzerth (wilaya de Laghouat). Mémoire ingénieur agronome, département des sciences agronomiques, université Mouloud Mammeri, Tizi-Ouzou.

Dehmous M., 2009. Approche adaptative de *Pistacia atlantica* Desf. Par le biais de la biométrie des feuilles : cas de quatre populations Ain Oussara, Messaad (Djelfa), Beni Ounif (Béchar) et la Taissa (Tamenrasset). Mémoire D.E.S. en biologie, département de biologie animale et végétale, faculté des sciences agronomiques, université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou, 60 p.

Gausсен H., Leroy J.F. et Ozenda P., 1982. Précis de Botanique .Tome II. Les végétaux supérieurs. Ed. Masson, 579 p.

Ghanem B.R. et Benhassaini H., 2008. Etude des phytostérols et acides gras de pistachier de l'Atlas et vrai. Revue des régions arides ISSN 0330-7956 n°21, pp. 250-254.

Jolicoeur ., P ., 1991. Introduction à la biometrie. Ed. Masson. 300 p.

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, 112 p.

Kadi-Bennane S., Ait Said S. et Smail Saadoun N., 2005. Etude adaptative de trois populations de *Pistacia atlantica* Desf. subsp *atlantica* (Ain Oussera- Messaad-Taissa), par le biais du complexe stomatique. Options Méditerranéennes, Série A, 63 : 365-368.

Kebeçi S., 2008. Approche de l'adaptation de l'architecture racinaire du pistachier de l'Atlas (*Pistacia atlantica* Desf. subsp. *atlantica*) à la sécheresse : cas de la population de Tilrhemt (wilaya de Laghouat). Mémoire d'ingénieur Agronome, Département des Sciences Agronomiques, Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques, Université Mouloud Mammeri de Tizi Ouzou, 118 p.

Khalidi A., Khouja M.K., 1996. Atlas pistachio (*Pistacia atlantica* Desf.) in North Africa : taxonomy , geographical distribution, utilization and conservation. In Padulosi, Caruso and Barone, Project on underutilized mediterranean species : Taxonomy, distribution, conservation and uses of *Pistacia* genetic ressources. Report of a workshop IPGRI, 29-30 june 1995 Palermo, Italy.

- Khellil A. et Khellal H., 1980.** Possibilités de délimitation des zones à vocation pistachier en Algérie, 35(3) : 137-202.
- Lapie G. et Maige A., 1914.** Flore forestière de l'Afrique. Ed. Masson et cie, 359 p.
- Limane A., 2009.** Approche de l'architecture racinaire du pistachier de l'Atlas (*Pistacia atlantica* Desf.) de la réserve d'El Mergueb (wilaya de M'sila). Mémoire de Magister, Université Mouloud Mammeri Tizi-Ouzou, 157 p.
- Limane A., Smail-Saadoun N., and Thomas Gradziel ., 2014a.** Root architecture of Atlas pistachio in relation to underlying soil properties under arid conditions. African Journal of Agricultural Research, 9(6) : 620-626 pp.
- Limane A., Smail-Saadoun N., Belkebir-Boukais A., Kissoum-Hamdini K., 2014b.** Root architecture adaptation of *Pistacia atlantica* subsp. *atlantica* according to an increasing climatic and edaphic gradient : cas of a north-south transect in Algeria. Turkish Journal of Botany, 38 : 536-549.
- Monjauze A., 1967.** Note sur la régénération du bétoum par semis naturels dans la place d'essais de Kef Lefaa .Bul. Soc. Hist. Nat. Afr. du Nord. 57: 59-65.
- Monjauze A., 1968.** Répartition et écologie de *Pistacia atlantica* Desf. en Algérie. Bulletin de la Société d'histoire naturelle de l'Afrique du Nord, 56 : 128 p.
- Monjauze A., 1980.** Connaissanc du bétoum (*Pistacia atlantica* Desf.). Biologie et forêt, XXXII-(4) 357-383.
- Monjauze A., 1982 .** Le pays des dayas et *Pistacia atlantica* Desf. dans le Sahara algérien. Revue Forestière Française, 4 : 277-289.
- Nègre R., 1962.** Petite flore des régions arides du Maroc occidental. Tome II. Ed. C.N.R.S., 55 p.
- Ozenda P., 2004.** Flore et végétation du Sahara. 2e éd. CNRS, Paris, 624 p.
- Quézel P. et Médail F., 2003.** Ecologie et biogéographie des forêts du bassin méditerranéen. Ed. Elsevier, Paris, 573 p.

Raven., Evert., Ehorn., 2007. Ouvrage Biologie Végétale. Ed. de boeck, 2ème Edition, 733P

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

Smail-Saadoun N., 2005. Types stomatiques du genre *Pistacia atlantica* Desf subsp atlantica et *Pistacia lentiscus* L., Options Méditerranéennes, Série A, 63 : 369-371.

Spichiger R.E., Savolainen V.V., Figeat M. & Jeanmonod D., 2004. Botanique systématique des plantes à fleurs : une approche phylogénétique nouvelle des Angiospermes des régions tempérées et tropicales. Troisième édition revue et corrigée, Presses Polytechniques et Universitaire Romandes. 413 p.

Tahrour A., 2005. Architecture racinaire et adaptation du pistachier de l'Atlas (*Pistacia atlantica*) à la sécheresse : cas de la population de Oued Bèsbès (Wilaya de Médéa). Mémoire d'ingénieur Agronome, Département des Sciences Agronomiques, Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques, Université Mouloud Mammeri de Tizi Ouzou, 101 p.

Tisgouine Z., 2010 – Approche de caractéristiques physiques et chimiques des sols sous pistachier de l'Atlas de la forêt de Thniet El Had (wilaya de Tissemsilt). Mémoire ingénieur agronome, Département des Sciences Agronomiques, Université Mouloud Mammeri, Tizi–Ouzou, 68 p.

Tubat R., Cortina J., and Vilagrosa A., 2006. Plants morphology and root hydraulics are altered by nutrient deficiency in *Pistacia lentiscus* L. *Trees*, 20 : 334-339

Yosefzadeh H., Tabari M., Espahbodi K., Gholam Ali Jalali., Bussotti F.,Abdi E., 2009. Inter-and intrapopulation variation of leaf morphological in natural stands of *Boxus hyrcana* (Pojark.) in caspian forests (Iran), *Pol. J. Ecol.* (57) 2 291–301.

Zhongqiang Li . Dan Yu., 2009. Factors affecting leaf morphology : a case study of *Ranunculus natans* C.A.Mey (Ranunculaceae) in the arid zone of northwest china. *Ecol Res* (2009) 24: 1323–1333.

Ziamni F., (en cours) – Caractéristiques des sols sous pistachier de l'Atlas : cas des populations de oued Bèsbès (wilaya de Médéa) et Tilghemt (wilaya de Laghouat). Mémoire

d'ingénieur agronome, Département des Sciences Agronomiques, Université Mouloud Mammeri, Tizi-Ouzou.

Zohary M ., 1952. A monographic study of genus *Pistacia*. Pal.J. Bot., 5 :187-228

Zohary D., 1996. The genus *Pistacia* L.. In Taxonomy, distribution, conservation and uses of *Pistacia* genetic resources. Report of workshop, 29-30 June 1995. Palermo, Italy, pp 1-11.

Résumé

Pistacia atlantica Desf. est le seul arbre spontané de la steppe nord-africaine. Malgré les conditions d'aridité, cette espèce réussit à s'adapter en développant des caractères morphologiques impressionnants. Dans cette étude, nous nous sommes intéressés particulièrement à la partie aérienne dans une étude biométrique foliaire, sur trois populations localisées dans la wilaya de Laghouat, à savoir : El Gouffa, Timzerth et Tilghemt. A cet effet, nous avons pris les mensurations des feuilles et des folioles terminales et procédé au comptage du nombre de paires de folioles, puis nous avons réalisé des analyses statistiques (histogrammes des fréquences, analyse de la variance, analyse en composantes principales). Nous avons dégagé des résultats que nous avons comparés à des résultats d'autres études réalisées sur des populations appartenant à d'autres bioclimats. La longueur et la largeur des feuilles et des folioles terminales sont affecté par l'aridité du milieu, nous avons constaté une variabilité à l'intérieur de chaque daya mais pas entre les dayas étudiées. Nos résultats ont été comparés avec des résultats obtenus sur des populations situées sous d'autres bioclimats et nous avons déduits que selon un gradient d'aridité croissant, la morphologie foliaire tant vers une diminution de la taille des feuilles et des folioles terminales. Concernant le nombre de paires de folioles, le comportement du pistachier de l'Atlas est variable. La variabilité morphologique de cette espèce est due aux conditions écologiques.

Mots clés : *Pistacia atlantica* Désf., Feuilles, biométrie, adaptation, aridité, Laghouat.

Abstract:

Pistacia atlantica Desf. is the only spontaneous tree of North African steppe. Despite the arid conditions, this species successfully adapt by developing impressive morphological characters. In this study, we were interested particularly in the aerial part in a leaf biometric study, three populations located in the province of Laghouat, namely: El Gouffa, Timzerth and Tilghemt. Thus, we took the measurements of leaves and terminal leaflets and proceeded to count the number of pairs of leaflets, and then we performed statistical analyzes (frequency histograms, analysis of variance, principal component analysis). We generated the results we have compared the results of other studies conducted in populations from other bioclimates. The length and width of leaves and terminal leaflets are affected by the aridity of the environment; we found variability within each daya but not between Dayas studied. Our results were compared with results obtained in populations located in other bioclimates and we deduced that a gradient increasing aridity, leaf morphology as to a decrease in the size of leaves and terminal leaflets. Regarding the number of pairs of leaflets, the behavior of pistachio Atlas is variable. The morphological variability of this species is due to environmental conditions.

Keywords: *Pistacia atlantica* Desf., Leaves, biometrics, adaptation, aridity, Laghouat.

ملخص:

البطم الأطلسية هي الشجرة الوحيدة التلقائية في سهوب شمال أفريقيا على الرغم من الظروف القاحلة، استطاع هذا النوع على التكيف بنجاح من خلال تطوير صفات مورفولوجية معجبة. في هذه الدراسة اهتمنا بشكل خاص بالجزء الجوي في دراسة بيومترية لأوراق لثلاث فيآت تقع في ولاية الأغواط، وهي: القفة، تيمزرت وتيلغمت لهذه الغاية، اتخذنا قياسات الأوراق والوريقات الطرفية وشرعنا لحساب عدد أزواج الوريقات، ثم أجرينا تحليلات إحصائية (رسوم بيانية تردد، تحليل التباين، تحليل المكون الرئيسي) قارننا النتائج التي توصلنا إليها مع نتائج دراسات أخرى أجريت في فيآت تقع في مناخات الأخرى. يتأثر طول وعرض الأوراق والوريقات النهائية من الجفاف، وجدنا تباين داخل كل دايا ولكن ليس بين الدايات وتمت مقارنة نتائجنا مع نتائج التي تم الحصول عليها فيفيآت تقع في مناخات أخرى واستنتجنا أن التدرج في زيادة الجفاف، يؤدي إلى نقص في حجم الأوراق والوريقات الطرفية. فيما يتعلق بعدد أزواج الوريقات وسلوك البطم الأطلسية فهو متغير ويرجع ذلك إلى الظروف الإيكولوجية .

كلمات البحث: البطم الأطلسية ، أوراق، القياسات الحيوية، والتكيف، الجفاف، الأغواط.