

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou
Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques
Département des Sciences Biologiques



Mémoire de MASTER

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Ecologie et Environnement

Option : Biodiversité et Ecologie végétale



Thème

**Contribution à l'étude de la biométrie foliaire de
Calicotome spinosa (Cytise épineux) de quatre
stations de la wilaya de Tizi Ouzou :
Tigzirt, Maâtkas, Tala N'Tazert et Ait Alloua**

Réalisé par : M^{elle} : KACI AISSA GHANIA

Soutenu le 12/12/2021 Devant le jury :

Présidente : M^{me} Guechaoui-Mestar N.

UMMTO

Promotrice : M^{me} Smail-Saadoun N.

UMMTO

Examineur : M. Oudjiane A.

UMMTO

Année universitaire : 2020 - 2021

Remerciements

Je remercie d'abord Allah, le Puissant de m'avoir donné la santé, le courage et la patience, la force nécessaire et la volonté pour bien mener ce travail.

À travers ce modeste travail, je tiens à remercier vivement ma promotrice Mme SMail N., pour l'intéressante documentation qu'elle a mise à ma disposition, pour ses conseils précieux et pour toutes les commodités et l'assistance qu'elle m'a apportée durant notre étude et réalisation de ce travail.

Nos remerciements les plus vifs s'adressent aussi à Mme Guechaoui N. et M. Oudjiane A, d'avoir accepté d'examiner et d'évaluer mon travail.

J'exprime également ma gratitude à tous mes enseignants qui ont collaboré à ma formation depuis mon premier cycle d'étude jusqu'à la fin de mon cursus universitaire.

À tous mes collègues d'université et mes camarades du laboratoire, je leur suis redevable des meilleures moments qu'on a passé ensemble.

Je termine en pensant, sans les nommer, à tous ceux que m'ont ont croisé mon chemin et qui ont contribué à rendre possible notre parcours.

Ghanía

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail :

A mes très chers parents

Qui sont à l'origine de tous ce que je suis aujourd'hui, Et qui ont sacrifié leur vie pour moi.

A toute la famille «kaci Aïssa»

A mes frères.

A mes très chères sœurs.

A tous mes amies

A tous mes camarades

A mes enseignants

Et pour toute personne qui me connaît et qui m'aime.

ghanía

Liste des abréviations

- **Tigz**= Tigzirt
- **Matk**=Maatkas
- **TNT**=Tala N'tazert
- **AAAL** = Ait Alloua
- **O.N.M** = Source Office Nationale de Météorologie de Tizi-Ouzou.
- **Fig** = Figure
- **Tab** = Tableau
- **LF** = longueur de la feuille
- **IF** = largeur de la feuille
- **Lft** = longueur de la foliole terminale
- **lft** = largeur de la foliole terminale
- **LP** = longueur du pétiole
- **Nf**= nombre de foliole
- **ACP** = l'analyse en composantes principales

Liste des figures

Figure 1 : structure d'une feuille jeune de prunier (Camefort, 1986)	3
Figure 2 : différentes structures du limbe (Prat et Rubinstein, 2012)	4
Figure 3 : schéma d'une coupe transversale dans le limbe d'une feuille de Houx (<i>Ilex aquifolium</i>) (Camefort, 1977)	5
Figure 4 : stomate aérifère en coupe transversale. Les deux cellules de garde (G) ménagent un ostiole (O) débouchant sur une chambre sous-stomatique (C.S.) (Gorenflot, 1980)	6
Figure 5 : stomates aquifères d'une feuille de chou (Camefort, 1977)	6
Figure 6 : coupe transversale passant par la nervure médiane (Raven et <i>al.</i> , 2007)	9
Figure 7 : Morphologie de la plante <i>calicotome spinosa.</i> (Damerdji A. et Djeddid A. (2012)	14
Figure 8 : situation géographique de Tizirt (Google maps, 2017)	16
Figure 9 : site d'étude au niveau de la station de tizirt (personnel).....	17
Figure 10 : situation géographique de maatkas (Google maps ,2017)	17
Figure 11 : site d'étude au niveau de la station de Maatkas (personnel).....	18
Figure 12 : situation géographique de tala n'tazert (Google maps ,2017)	18
Figure 13 : site d'étude au niveau de la station de tala n'tazert (personnel).....	19
Figure 14 : situation géographique de ait alloua (Google maps ,2017)	19
Figure 15 : site d'étude au niveau de la station de ait alloua (personnel)	20
Figure 16 : diagramme ombrothermique de la station de Tizirt.....	27
Figure 17 : diagramme ombrothermique de la station de Maatkas	28
Figure 18 : diagramme ombrothermique de la station de Tala n'tazert	28
Figure 19 : diagramme ombrothermique de la station d'Ait Alloua	29
Figure 20 : paramètres mesurés de la feuille.....	30
Figure 21 : pied à coulisse numérique.....	31
Figure 22 : distribution des paramètres mesurés des feuilles pour la station de Tizirt	33
Figure 23 : distribution des paramètres mesurés des feuilles pour la station de Maatkas.....	37
Figure 24 : distribution des paramètres mesurés des feuilles pour la station de Tala n'tazert..	41
Figure 25 : distribution des paramètres mesurés des feuilles pour la station d'Ait Alloua.....	45
Figure 26 : distribution des stations en fonction des paramètres mesurés	50
Figure 27 : analyse en composantes principales des 4 stations.....	52

Liste des tableaux

Tableau 1 : précipitations mensuelles de la station de Tizi-Ouzou de 2005 à 2016(ONM)	21
Tableau 2 : températures minimales (m), maximales (M) et moyennes (M+m/2) mensuelles de la station de Tizi-Ouzou de 2005 à 2016 (ONM).....	21
Tableau 3 : précipitations mensuelles extrapolées pour la station de Tizirt.....	22
Tableau 4: précipitations mensuelles estimées pour la station de Maatkas	22
Tableau 5 : précipitations mensuelles estimées pour la station de Tala n'tazert.....	23
Tableau 6 : précipitations mensuelles estimées pour la station de Ait Alloua	24
Tableau 7:températures maximales, minimales et moyennes mensuelles estimées pour la station Tizirt	25
Tableau 8 : températures maximales, minimales et moyennes mensuelles estimées pour la station Maatkas.....	25
Tableau 9 : températures maximales, minimales et moyennes mensuelles estimées pour la station de Tala n'tazert.....	29
Tableau 10: températures maximales, minimales et moyennes mensuelles estimées pour la station d'Ait Alloua	27
Tableau 11 : dimensions moyennes des feuilles pour la station de Tizirt	32
Tableau 12 : résultats du test de Newman et Keuls pour la longueur des feuilles des sujets de Tizirt	33
Tableau 13 : résultats du test de Newman et Keuls pour la largeur des feuilles des sujets de Tizirt	34
Tableau 14 : résultats du test de Newman et Keuls pour la longueur du pétiole des sujets de Tizirt	34
Tableau 15 : résultats du test de Newman et Keuls pour la longueur de la foliole terminale des sujets de Tizirt.	35
Tableau 16 : résultats du test de Newman et Keuls pour la largeur de la foliole terminale des sujets de Tizirt	35

Tableau 17 : résultats du test de Newman et Keuls pour le nombre de folioles des sujets de Tizirt	36
Tableau 18 : dimensions moyennes des feuilles des sujets de Maâtkas.....	37
Tableau 19 : résultats du test de Newman et Keuls pour la longueur de la feuille des sujets de Maâtkas	38
Tableau 20 : résultats du test de Newman et Keuls pour la largeur de la feuille des sujets de Maâtkas	38
Tableau 21 : résultats du test de Newman et Keuls pour la longueur du pétiole des sujets de Maâtkas	39
Tableau 22: résultats du test de Newman et Keuls pour la longueur de la foliole terminale des sujets de Maâtkas	39
Tableau 23 : résultats du test de Newman et Keuls pour la largeur de la foliole terminale des sujets de Maâtkas	40
Tableau 24 : dimensions moyennes des feuilles pour les individus de la station de Tala N'Tazert	41
Tableau 25 : résultats du test de Newman et Keuls pour la longueur de la feuille des sujets de Tala N'Tazert	42
Tableau 26 : résultats du test de Newman et Keuls pour la largeur de la feuille des sujets de Tala N'Tazert	42
Tableau 27 : résultats du test de Newman et Keuls pour la longueur du pétiole des sujets de Tala N'Tazert	43
Tableau 28 : résultats du test de Newman et Keuls pour la longueur de la foliole terminale des sujets de Tala N'Tazert.....	43
Tableau 29 : résultats du test de Newman et Keuls pour la largeur de la foliole terminale des sujets de Tala N'Tazert.....	44
Tableau 30 : dimensions moyennes des feuilles pour individus de la station d'Ait Alloua.....	45
Tableau 31 : résultats du test de Newman et Keuls pour la longueur de la feuille des sujets d'Ait Alloua.....	46
Tableau 32 : résultats du test de Newman et Keuls pour la largeur de la feuille des sujets d'Ait Alloua	46

Tableau 33 : résultats du test de Newman et Keuls pour la longueur du pétiole des sujets d'Ait Alloua	47
Tableau 34 : résultats du test de Newman et Keuls pour la longueur de la foliole terminale des sujets d'Ait Alloua	47
Tableau 35 : résultats du test de Newman et Keuls pour la largeur de la foliole terminale des sujets d'Ait Alloua	48
Tableau 36 : dimensions moyennes des feuilles pour les 4 stations étudiées	50
Tableau 37 : résultats du test de Newman et Keuls pour la largeur de la feuille des quatre stations.....	51
Tableau 38 : résultats du test de Newman et Keuls pour la longueur du pétiole des quatre stations.....	51
Tableau 39 : résultats du test de Newman et Keuls pour la largeur de la foliole terminale des quatre stations.....	52

SOMMAIRE

Introduction générale.....	2
-----------------------------------	----------

Chapitre 1: description de la feuille

1-Introduction.....	3
2-Morphologie externe de la feuille	3
2.1 .Limbe	4
2.2. Pétiole	4
3. Organisation anatomique.....	5
3.1 .Epiderme	5
3.1.1 .Stomates	5
3.1.2. Trichomes	7
3.2. Mésophylle	7
3-3.Tissus conducteurs	8
4- Biométrie foliaire	9

Chapitre 2 : présentation de l'espèce

1. Généralités	13
2. Caractères généraux de <i>Calicotome spinosa</i>	13
3. Classification de <i>Calicotome spinosa</i>	14
4. Distribution	15
5. Intérêts de <i>Calicotome spinosa</i>	15

Chapitre 3 : Matériel et méthode

1-Description des sites étudiés	16
1-1-Situation géographique	16
1-1-1-Tigzirt	16

1-1-2- Maâtkas	17
1-1-3- Tala N'Tazert	18
1-1-4- Ait Alloua	19
2-Etude bioclimatique	20
2-1- Extrapolation des précipitations	21
2-1-1- Station de Tigzirt	21
2-1-2- Station de Maâtkas	22
2-1-3- Station Tala N'Tazert	23
2-1-4- Station Ait Alloua	23
2-2-2- Températures	24
2-2-2-1- Station de Tigzirt	24
2-2-2-2- Station de Maâtkas	25
2-2-2-3- Station Tala N'Tazert	26
2-2-4- Station Ait Alloua	26
2-2- Diagrammes ombrothermiques de Bagnouls et Gausсен	27
3- L'échantillonnage	29
4- Paramètres mesurés.....	29
5- Analyses statistiques	30

Chapitre 4 : Résultats et discussion

1-Variation intra population	32
1-1-Résultats.....	32
1-1-1- Station de Tigzirt.....	32
1-1-2- Station de Maâtkas	36
1-1-3- Station de Tala N'Tazert	40
1-1-4-Station de Ait Alloua.....	44
1-2- Discussion	48

2-Variation interpopulation	49
2-1- Résultats.....	49
2-2- Discussion	53
Conclusion générale et des perspectives.....	56
Références bibliographiques	59

Introduction

Les régions montagneuses, notamment la Kabylie, abritent une végétation adaptée aux conditions de vie extrêmes en altitude et à l'exposition aux radiations lumineuses intenses (**Kofidis et al., 2003**). Ces caractéristiques rendent l'étude de la flore d'un grand intérêt écologique (**Zellagui et al., 2011**).

Parmi les familles de plantes importantes qui constituent le couvert végétal, se trouve la famille des Fabaceae. Cette dernière constitue la troisième famille la plus importante du règne végétal. Elle est très importante sur le plan écologique, par le fait que les racines de ces représentants établissent des symbioses avec des bactéries fixatrices d'azote et que cela enrichit le sol en cet élément.

En Algérie, nous pouvons citer comme exemple *Calicotome spinosa*. C'est un arbuste épineux, caractéristique des maquis méditerranéens, avec ses fleurs jaunes apparaissant au printemps (**Quézel et Santa, 1963**). La morphologie de la feuille de cette espèce, 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 (**Damerdji et Djeddid, 2012; Abdelmalek, 2013**).

Selon notre recherche bibliographique, aucune étude biométrique de cette plante n'a été rapportée en Algérie. Nous avons entrepris le présent travail au niveau du laboratoire Ressources Naturelles de l'Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou (U.M.M.T.O). Notre étude est une approche de la biométrie foliaire de *Calicotome spinosa* au niveau de quatre sites en Kabylie, différents de part leur altitude et l'orientation de leur versant, à savoir : Tizirt, Maâtkas, Tala N'Tazert et Ait Alloua, dans la wilaya de Tizi Ouzou.

Ce travail est subdivisé en quatre chapitres, en plus d'une introduction et d'une conclusion.

Le premier chapitre consiste en une description générale de la feuille.

Le deuxième chapitre est consacré à la présentation de l'espèce *Calicotome spinosa*.

Le troisième chapitre est consacré aux matériels et méthodes utilisés.

Enfin le dernier chapitre a été consacré à une discussion et une synthèse des résultats auxquels nous avons abouti.

Nous avons terminé le travail par une conclusion générale et des perspectives.

Chapitre 1.

Description de la feuille

1. Introduction

Les feuilles sont des organes végétatifs, généralement aplatis, portés latéralement par les tiges (Camefort, 1986). La feuille est décrite comme étant une surface permettant et facilitant les échanges du végétal avec son environnement. Elles assurent à la plante les échanges avec l'atmosphère, via les échanges de gaz : CO_2 et O_2 essentiellement et d'eau, au cours des processus de photosynthèse, transpiration et respiration, les échanges de lumière par réflexion et transmission d'une partie des photons incidents (vert en particulier) et absorption d'autres radiations nécessaires à la photosynthèse (bleu et rouge). Elles sont aussi considérées comme source, en produisant des sucres et des acides aminés exportés vers les puits de l'organisme. Elles peuvent également être un carrefour de la circulation des sèves, grâce à l'important réseau de petites nervures. Ceci est dû aux cellules photosynthétiques, qui assurent premièrement l'export des sucres et des acides aminés dans le phloème et deuxièmement, la transpiration qui crée un appel d'eau issue de la sève brute (Meyer et *al.*, 2004).

2. Morphologie de la feuille

C'est l'organe aplati qui présente une symétrie bilatérale de couleur verte. La feuille possède deux faces, une supérieure et une autre inférieure appelée limbe, différente d'une plante à une autre. Elle est reliée à la tige par une partie étroite d'une longueur variable appelée pétiole (Benadjaoud, 2015), qui peut porter une gaine et des stipules. Les prolongements du pétiole dans le limbe sont appelés nervures principales et secondaires, où se situent les tissus conducteurs de sève (Fig.1).

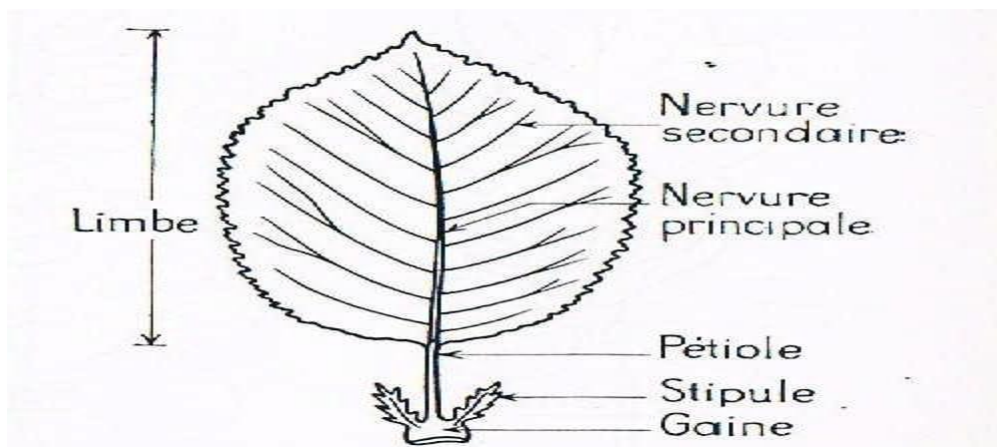


Fig. 1 : structure d'une feuille jeune de prunier (Camefort, 1986).

2.1. Limbe

Le limbe est une structure large et mince, considérée comme une surface d'échange avec l'environnement. Il est impliqué dans la nutrition et la signalisation (Meyer *et al.*, 2004). Il est parcouru par une nervure principale, prolongeant le pétiole et d'où partent des nervures secondaires, entre lesquelles se forment de fines nervures, formant un réseau aux mailles serrées à l'intérieur du limbe (Camefort, 1986).

Le limbe des feuilles peut être simple. La feuille simple possède un seul limbe et la feuille composée en est différente, par un limbe divisé en unités séparées appelées folioles. Ces dernières peuvent diverger d'un seul point (palmé) ou être disposées le long d'un axe (penné). La forme et la marge du limbe peuvent varier. (Lamontagne et Boucher, 2009)(Fig.2).

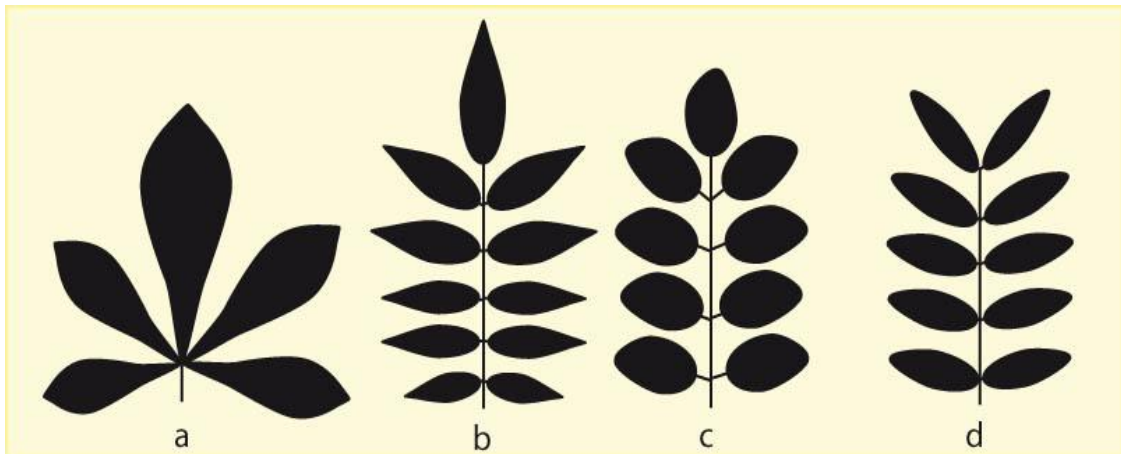


Fig. 2 : différentes structures du limbe (Prat et Rubinstein, 2012).

- Feuille composée palmée du Marronnier (a).
- Feuilles composées pennées à nombre impair (imparipennée) de folioles aiguës de la Glycine (b) ou arrondies de l'Acacia (c).
- Feuille composée pennée à nombre pair (paripennée) de folioles du pistachier lentisque (d).

2.2. Pétiole

Il est toujours étroit et peut être légèrement déprimé sur sa face supérieure. Il peut être à peu près cylindrique. Il peut être absent et dans ce cas, le limbe s'insère directement sur la tige : la feuille est donc sessile. Le limbe de ces dernières est généralement plus large que la tige et embrasse étroitement celle-ci (Camefort, 1986) (Fig.1).

3. Organisation anatomique

Le limbe des feuilles est constitué des tissus fondamentaux suivants : épiderme, mésophylle et système vasculaire (Camefort, 1977) (Fig. 3).

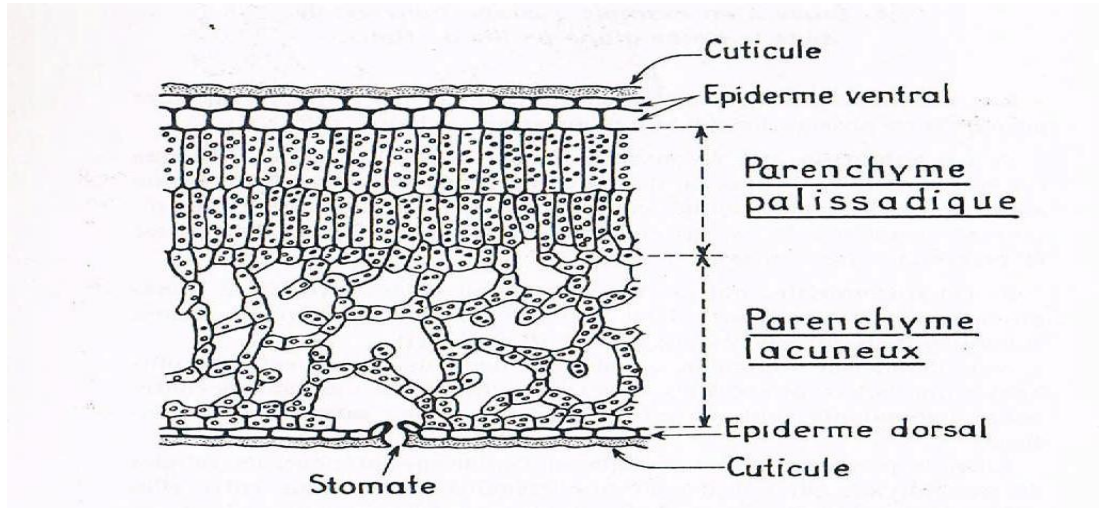


Fig. 3: schéma d'une coupe transversale dans le limbe d'une feuille de Houx (*Ilex aquifolium*) (Camefort, 1977).

3.1. Epiderme

Il est décrit comme la couche de cellules externes des feuilles, avant qu'ils ne subissent un épaissement secondaire considérable. Fonctionnellement et morphologiquement, les cellules épidermiques ne sont pas uniformes et parmi elles, indépendamment des cellules ordinaires, nous retrouvons divers types de poils et trichomes, des cellules stomatiques et d'autres cellules spécialisées (Fahn, 1967 *in* Belhadj, 2007).

L'épiderme est généralement simple, mais il peut aussi être composé, c'est-à-dire formé de 2 ou de 3 assises cellulaires superposées. Ces dernières proviennent de la division d'une assise épidermique, primitivement unique. Les cellules formant l'épiderme sont des cellules vivantes et peu différenciées. Elles sont dépourvues de chloroplastes (Camefort, 1986).

3.1.1. Stomates

Ils sont présents sur les parties aériennes des plantes, notamment sur les feuilles et les tiges (Fahn, 1967 *in* Belhadj, 2007). Leur répartition sur les deux faces du limbe est généralement inégale ; ils sont généralement dispersés au sein des cellules épidermiques ou groupés en plages stomatiques (Stace, 1965 *in* Belhadj, 2007). Leur taille et leur densité

peuvent varier selon les espèces et les conditions du milieu (Fahn, 1967; Tiercelin, 1998 *in* Belhadj, 2007).

Chaque stomate est constitué de deux cellules de garde réniformes, qui limitent entre elles une ouverture appelée «ostiole». Sous chaque stomate, les tissus sous-jacents réservent une vaste lacune appelée chambre sous-stomatique (Nultch, 1998). Il existe deux types de stomates. Les stomates aérifères permettent les échanges gazeux liés à la respiration et à la photosynthèse, ainsi que le rejet de la plus grande partie de la vapeur d'eau transpirée (Gorenflot, 1980 ; Gorenflot et De Foucault, 2005) (Fig.4).

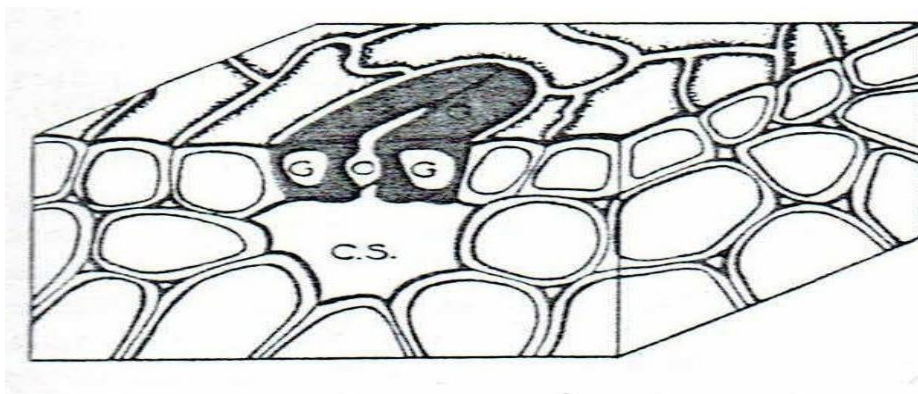


Fig. 4 : stomate aérifère en coupe transversale. Les deux cellules de garde (G) ménagent un ostiole (O) débouchant sur une chambre sous-stomatique (C .S.) (Gorenflot, 1980).

Les stomates aquifères sont situés sur les bords du limbe et assurent la sudation (ou guttation) : rejet d'eau à l'état liquide sous forme de gouttelettes (Gorenflot, 1980 ; Gorenflot et De Foucault, 2005) (Fig.5).

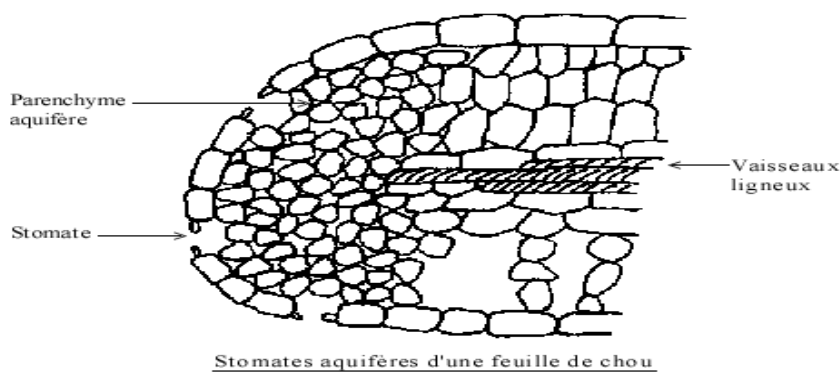


Fig. 5: stomates aquifères d'une feuille de chou (Camefort, 1977).

3.1.2. Trichomes

Les surfaces des organes végétaux sont souvent couvertes par divers trichomes glandulaires et non glandulaires. Ils sont caractérisés par leur importance fonctionnelle et taxonomique et sur l'utilité économique par leur production de certaines substances (Choi et Kim, 2013). Les trichomes sont des appendices épidermiques de diverses formes, structures et fonctions. Ils sont obtenus à partir des différentes cellules épidermiques des organes végétatifs, tels que la tige et la feuille. Ils sont considérés comme des barrières physiques contre les facteurs externes, tels que les animaux et les microbes pathogènes. Ils servent aussi à limiter les pertes d'eau, ou donner une protection contre les températures extrêmes et le rayonnement ultraviolet (Werker, 2000 *in* Choi et Kim, 2013). Les trichomes sont souvent classés comme étant glandulaires ou non glandulaires. Ceci correspond à leur fonctionnement comme des structures sécrétrices ou non (Peterson et Vermeer, 1984 *in* Choi et Kim, 2013). La plupart des trichomes non glandulaires sont simples, ramifiés ou en forme d'étoiles. Dans de nombreux cas, ces trichomes sont des cellules vivantes, alors que dans d'autres cas elles sont mortes et leur protoplasme est remplacé par des espaces d'air (Fahn, 1988). Les trichomes glandulaires sont généralement décrits comme des tissus fonctionnellement spécialisés et qui produisent divers métabolites secondaires, qui sont ensuite stockés ou volatilisés à la surface de la plante (Kim et Mahlberg, 1997). Beaucoup de plantes utilisent les trichomes glandulaires pour produire des composés, qui sont utilisés pour la pollinisation, la défense et la protection (Choi et Kim, 2013).

3.2. Mésophylle

C'est un parenchyme chlorophyllien. Il n'est pas homogène et est formé de deux sortes de parenchymes chlorophylliens superposés, caractéristiques des feuilles des Dicotylédones. Sous l'épiderme supérieur, nous observons des assises de cellules, plus hautes que larges, pressées les unes contre les autres. Ces cellules contenant d'abondants chloroplastes constituent le «parenchyme palissadique». Le nombre d'assises palissadiques est variable. L'importance du nombre d'assises cellulaires et donc l'importance du tissu palissadique varie d'une feuille à une autre, chez un même individu. Entre le parenchyme palissadique et l'épiderme inférieur, les cellules du mésophylle qui ont des formes irrégulières, réservent entre elles d'abondantes lacunes. Les cellules de ce parenchyme, moins riches en chloroplastes que celles du parenchyme palissadique, forment le «parenchyme lacuneux». Au niveau de chaque stomate de l'épiderme inférieur, c'est une de ces lacunes qui constitue

une chambre sous-stomatique et les lacunes y sont ordinairement 4 à 5 fois plus importantes que les cellules qui les limitent (Camefort, 1986) (Fig.6).

3.3. Tissus conducteurs

La nervure principale est située tout le long de l'axe de la feuille, reliée aux bords de cette dernière par des nervures secondaires (Corson, 2008). Les nervures secondaires sortent de la nervure centrale et sont appelées aussi nervilles. Ce sont de petites nervures qui forment un réseau dans le mésophylle (Raven et *al.*, 2000).

Dans les nervures, le xylème est toujours du côté de la face supérieure de la feuille. Par contre, le phloème est sur la face inférieure. Les nervures apportent un soutien mécanique à la feuille (Nabors, 2008). Le xylème (du grec xylon= bois) ou tissu ligneux, assure la circulation de la sève brute, solution minérale du sol ayant pénétré dans le végétal au niveau de l'assise pilifère (Gorenflot, 1980). Ses éléments caractéristiques sont les trachéides et les vaisseaux ; leurs parois secondaires sont discontinues dans les organes jeunes (Roland, 2001). Le phloème sert au transport des assimilats exportés à partir des feuilles (sève élaborée) et assure leur distribution dans la plante (Laberche, 1999). Le phloème des plantes à fleurs est composé de cellules appelées éléments criblés, à cause de leurs parois transversales percées de pores. Contrairement aux trachéides et aux éléments de vaisseaux, les éléments criblés sont des cellules vivantes. Empilées les unes au-dessus des autres pour former des tubes criblés, elles résultent de la différenciation de cellules méristématiques (Nabors, 2008).

Les faisceaux criblo-vasculaires du limbe constituent les nervures (Nabors, 2008). Les grosses nervures (nervure principale et nervures secondaires) forment des côtes saillantes. Ces dernières sont formées, en plus des tissus conducteurs, par un parenchyme homogène, pauvre en chloroplastes, au sein duquel se différencient souvent des tissus de soutien (Camefort, 1977) (Fig. 6).

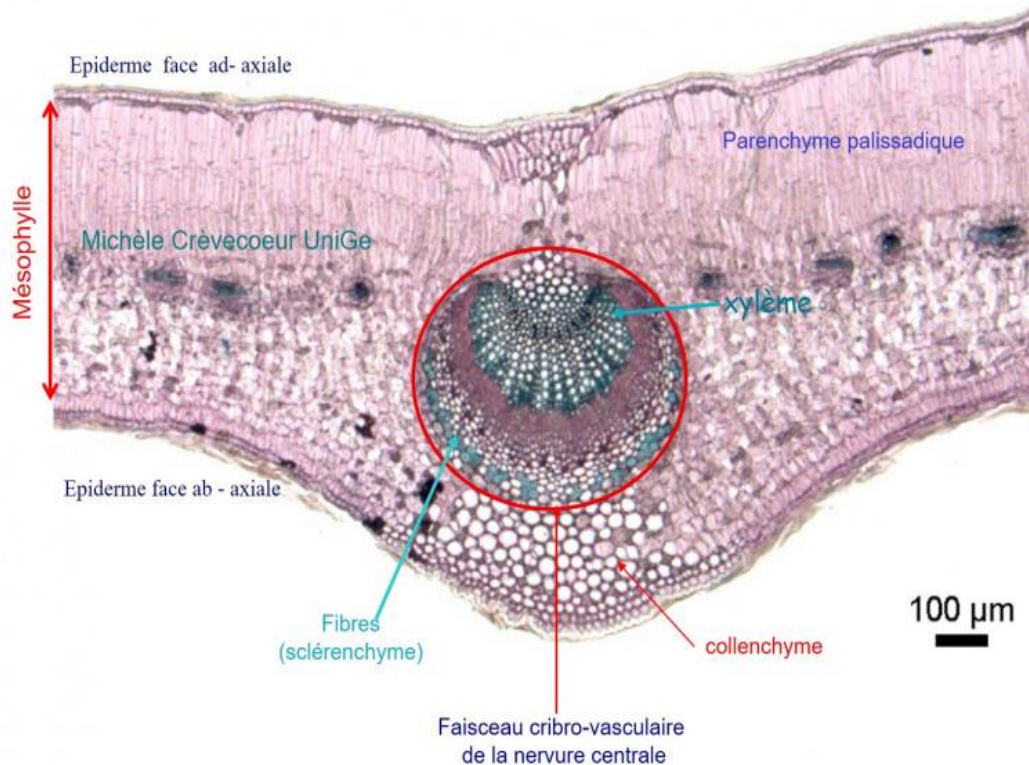


Fig. 6 : coupe transversale passant par la nervure médiane (Raven *et al.*, 2007).

4. Biométrie foliaire

La structure des feuilles d'Angiospermes diffère beaucoup en fonction de l'habitat. 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 *et al.*, 2007).

Le mot biométrie est tiré du grec (Bios : vie, métron : mesure) et signifie littéralement l'étude quantitative des phénomènes vitaux, comme les organismes vivants qui 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.

Selon Barbero et *al.* (1975), une grande variation biométrique est importante au sein d'une même espèce. Les travaux de Harouni (2000) sur le chêne vert ont montré qu'une variabilité à l'intérieur d'une population donnée est plus faible que celle qui se présente au sein d'un même individu. Cette différence peut être due aux graines dispersées par le vent et les oiseaux issus d'arbres présentant une variabilité génétique. 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 morphologiques 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, la salinité. Ce sont des facteurs principaux qui influent de manière significative sur la morphologie de la feuille. Ils jouent un rôle primordial dans la plasticité phénotypique d'une plante (Zhongqiangli Dan yu, 2009). Les caractères morphologiques concernent surtout la forme et les dimensions des diverses parties d'une plante (feuille, rameau, fruit...), la feuille étant l'organe le plus exposé aux variations des facteurs environnementaux (Nevo et *al.*, 2000).

La biométrie foliaire se base sur l'étude des caractères des feuilles ; ces caractères sont mesurés sur des individus de plusieurs populations de l'espèce étudiée. Un certain nombre d'études ont été réalisées sur la biométrie foliaire ; nous pouvons citer les travaux de Amour et Isli (2007) et celles de Bouchala et Loufi (2016) sur la biométrie foliaire de *Pistacia lentiscus*.

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. Concernant la largeur de la feuille, les populations étudiées montrent une moyenne de 6,6 cm, avec un écart type de 1,40. 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. Ces travaux donnent une moyenne de 4,30 paires de folioles, avec un écart type de 0,9.

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. La largeur moyenne des feuilles est de 5,71 cm, avec un écart type de 1,1. La longueur moyenne de la foliole terminale est de 2,81 cm, avec un écart type de 0,65. La largeur moyenne est de 0,80 cm, avec un écart type de 0,25. Le nombre moyen de paires de folioles est de 4,32 avec un écart type de 0,74.

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 aussi une analysebiométrique des feuilles du pistachier de l'Atlas selon un gradient d'aridité (Médéa, Laghouat, Béchar). Ils ont constaté que les feuilles et folioles des populations situées dans les régions les plus arides sont les plus petites. Cependant le nombre de paires de folioles augmente.

Concernant l'étude des paramètres foliaires mesurés sur l'oléastre (*Olea europea*) réaliser par Saber et Fellah (2016), dans les stations de Fréha et Tizi Rached , l'analyse de la variance a révélé des différences significatives entre les 10 arbres échantillonnés. Les dimensions des variables foliaires varient dans le même sens : l'augmentation de la longueur du limbe et du pétiole sont dû es à l'augmentation ou la diminution de la longueur de la feuille, contrairement à la largeur de la feuille qui n'est pas liée à ces trois paramètres.

Chapitre 2.

Présentation de l'espèce

1. Généralités

La famille des Fabaceae est une des plus importantes familles végétales qui fournit le plus grand nombre d'espèces utiles à l'homme, qu'elles soient alimentaires, industrielles ou médicinales (Bokhari et Taieb, 2016).

Le nom de la Famille des Fabaceae découle du nom de genre *Faba* (du latin faba, fève), anciennement *Faba vulgaris*, maintenant *Vicia faba*. La famille est aussi appelée couramment Légumineuses (Leguminosae) (Saoudi, 2007). Le terme Légumineuse vient du mot légume, qui désigne les aliments de l'homme d'origine végétale sous forme de graines sèches ou d'herbes fraîches.

La famille des Fabaceae contient environ 20000 espèces, la plaçant en seconde position après les Poaceae en termes de diversité (Bokhari et Taieb, 2016). Les plantes de la famille des Fabacées sont des plantes herbacées, arbustes, arbres ou plantes grimpantes à lianes volubiles (Spichiger et *al.*, 2004), possédant plusieurs caractères morphologiques en commun. On observe aussi dans cette famille de très nombreux types floraux, dues à plusieurs tendances évolutives, plus ou moins synchrones et en particulier, une réduction du nombre des étamines et la création d'une fleur zygomorphe. Les feuilles également des plantes de cette famille présentent une évolution morphologique (Morel, 2011).

2. Caractères généraux de *Calicotome spinosa*

Calicotome spinosa est épineux. Les rameaux sont fortement imbriqués, ce qui rend parfois les matorrals occupés par cette espèce difficilement pénétrable. Cette plante est fortement inflammable et contribue à la propagation des incendies. La racine porte habituellement des nodosités, renfermant des bactéries permettant la fixation de l'azote atmosphérique (Damerdji et Djeddid, 2012). Les genêts sont capables grâce aux nodosités sur leurs racines, de fixer l'azote atmosphérique et d'enrichir le sol en produits azotés. Les ruminants évitent cette plante à cause de ses épines (Abdelmalek, 2013). Cultivée comme plante ornementale, les abeilles récoltent un nectar très sucré, peu abondant à la base des tubes d'étamines. Il préfère les matorrals siliceux (Damerdji et Djeddid, 2012).

Calicotome spinosa est un arbrisseau de 1 à 2 m, à tige dressée, à rameaux épineux, divariqués, fortement striés, glabrescents ; feuilles noircissant par la dessiccation, à folioles subsessiles, obovales, obtuses, glabres en dessus, à poils appliqués en dessous; stipules très

petites (Fig. 7) ; fleurs solitaires ou fasciculées par 2-4 (Fig. 7) ; pédicelles 2-3 fois plus longs que le calice, portant au sommet une bractée bi-trifide ordinairement plus longue que large; carène aigue ; gousse de 30-40 mm sur 6-8 mm, glabre, luisante et noire à maturité, à suture supérieure seule un peu ailée, à bord droit; 3-8 graines. Lieux arides, surtout siliceux de la région méditerranéenne. Il est très commun en Algérie (Abdelmalek, 2013).



Fig. 7 : morphologie de *Calicotome spinosa*. (Damerdji et Djeddid, 2012).

3. Classification de *Calicotome spinosa*

La position systématique de cette espèce est d'après Damerdji et Djeddid (2012) et Abdelmalek (2013) : la suivante :

Embranchement: Spermaphytes

Sous Embranchement: Angiospermes

Classe : Eudicote

Sous Classe : Eurosidées

Ordre : Fabales

Famille : Fabacées

Genre : *Calicotome*

Espèce : *Calicotome spinosa* L.(Link)

4. Distribution

L'espèce est répandue dans les régions chaudes et tempérées, poussant sur des sols rocailloux, secs et légèrement acides, dans des zones où les précipitations sont modérées. Elle se trouve surtout dans les lieux siliceux de la région méditerranéenne, elle est très commune en Algérie (Parsons et Cuthbertson, 2001; Mokhtari, 2012; Damerdji, 2014).

5. Intérêts de *Calicotome spinosa*

- Malgré leur avantage qui réside dans leur capacité à fixer l'azote atmosphérique et enrichir le sol en produits azotés grâce aux nodosités sur leurs racines, le genêt épineux est utilisé dans la phytothérapie (Mokhtari, 2012).
- Dans les indications thérapeutiques, *Calicotome spinosa* est utilisé comme un anti-ictérique (Sari, 2013).
- Les fleurs et les feuilles de *Calicotome spinosa* sont riches en flavonoïdes, qui sont utilisées dans le traitement des maladies cardiovasculaires, des cas de cancer et des ulcères gastroduodénaux (Larit et al., 2012).
- Il est aussi utilisé pour les soins des pathologies musculaire et squelettique (rhumatismes, douleurs dorsales, insuffisance de moelle osseuse, fatigue, etc...) (Meddour et al., 2009).
- Le genêt épineux a des propriétés antioxydantes et anti inflammatoires (Larit et al., 2012).

Dans les utilisations médicinales, cette plante a été aussi signalée comme étant agent antitumoral (Hartwell, 1982 in Djeddi, 2015) et efficace pour le traitement de furoncle, abcès cutané et de l'engelure (Lentini et al, 1993 in Djeddi, 2015).

Chapitre 3.

Matériel et méthodes

1. Description des sites étudiés

Notre échantillonnage a été réalisé dans 4 stations de la wilaya de TiziOuzou, à savoir :Tigzirt, Maâtkas, Tala N'Tazert et enfin Ait Alloua.Les 4 stations sont sur des altitudes et des versants différents.

1.1. Situation géographique

1.1.1. Tigzirt

La commune de Tigzirt se situe au nord de la wilaya de TiziOuzou.Tigzirt (en berbère : Tigzirt, en arabe : تڨزيرت) est une commune de la wilaya de TiziOuzou, ville côtière de Kabylie (Fig. 8), située à 40 km au nord du chef lieu de la wilaya, à 120 km à l'est d'Alger et 116 km à l'ouest de Béjaïa.

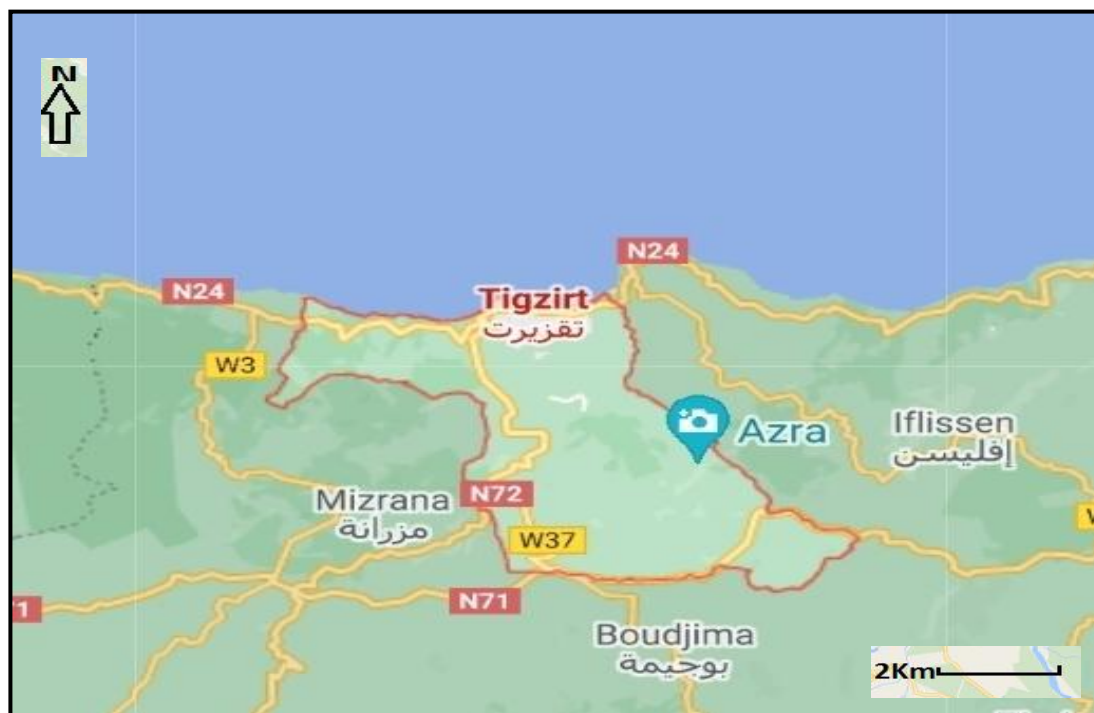


Fig. 8 : situation géographique de Tigzirt (Google maps, 2017).

L'échantillonnage a été réalisé le 15/06/2021 dans la région de Tigzirt (Fig. 9). Les coordonnées sont les suivantes :

altitude : 337 m ;

latitude : 36°53'35'' nord ;

longitude : 4°07'21'' est.



Fig. 9 : site d'étude au niveau de la station de Tizirt (juin,2021).

1.1.2. Maâtkas

La commune de Maâtkas est située au sud-ouest de la wilaya de TiziOuzou (Fig. 10). Maâtkas (en berbère : Mæetqa ou imaætuqen, en arabe : معاتقة) est une commune située à 20 km au sud-ouest du chef lieu de la wilaya.



Fig. 10 : situation géographique de Maâtkas (Google maps,2017).

L'échantillonnage a été réalisé le 24/06/2021 dans la région de Maâtkas (Fig. 11). Les coordonnées du site sont les suivantes :

altitude : 622 m ;

latitude : 36°36'43'' nord ;

longitude : 3°59'16'' est.



Fig. 11:site d'étude au niveau de la station de Maâtkas (juin, 2021).

1.1.3. Tala N'Tazert

Le village s'étend sur un plateau rocailleux, à plus de 700 m au-dessus du niveau de la mer, dominé à l'ouest par le Djurdjura. Le village est situé 45 km au sud du chef-lieu de la wilaya. C'est un des villages importants de la commune d'Iboudrarène, Daïra de Béni Yenni (Fig. 12).



Fig. 12 : situation géographique de tala N'Tazert (Google maps, 2017).

L'échantillonnage a été réalisé le 06/06/2021 dans la région de Tala N'Tazert (Fig. 13). Les coordonnées du site sont les suivantes :

altitude : 700 m ;

latitude : 36 °31'06'' nord ;

longitude : 4 °14'22'' est.



Fig. 13 : site d'étude au niveau de la station de Tala N'Tazert (juin, 2021).

1.1.4. Ait Alloua

C'est le neuvième village de la commune d'Iboudrarène. Il est situé à 60 km au sud-est du chef lieu de la wilaya. Il est niché à plus de 1000m d'altitude entre les flancs du Djurdjura (Fig. 14).



Fig. 14 : situation géographique de Ait Alloua (Google maps,2017).

L'échantillonnage a été réalisé le 25/06/2021 dans la région de Ait Alloua (Fig. 15). Les coordonnées du site sont les suivantes :

altitude : 1000 m ;

latitude : 36°31'06'' nord ;

longitude : 4°14'22'' est.



Fig. 15 : site d'étude au niveau de la station de Ait Alloua (juin, 2021).

2. Etude bioclimatique

Le climat est l'ensemble des caractéristiques météorologiques d'une région donnée. La nature du climat joue un rôle essentiel pour ajuster les caractéristiques écologiques des écosystèmes (Ramade, 1993). Considéré comme facteur prépondérant, le climat a une importante influence sur le comportement des espèces, notamment méditerranéennes. Faute de données climatiques (pluies et températures) pour chaque station étudiée, nous avons été contraints d'utiliser les données climatiques de la station météorologique de l'O.N.M de Tizi-Ouzou (Boukhalfa : 188m d'altitude), pour une extrapolation.

Les précipitations représentent un facteur écologique fondamental dans les écosystèmes terrestres, car elles conditionnent avec la température, la structure et la productivité primaire de ces derniers (Ramade, 1993). Les précipitations mensuelles utilisées pour la station de Tizi-Ouzou sont données dans le tableau 1. Les températures représentent un facteur limitant, car elles contrôlent l'ensemble des phénomènes métaboliques et conditionnent, de ce fait, la répartition de la totalité des espèces et des communautés des êtres

vivants dans la biosphère (Ramade, 1992). Les températures minimales, maximales et moyennes mensuelles utilisées pour la station de Tizi-Ouzou sont données dans le tableau 2.

Tableau 1 : précipitations mensuelles de la station de Tizi-Ouzou de 2005 à 2016(ONM).

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	total
P(mm)	112.9	114.63	111.38	77.8	63.53	14.5	2.68	5.29	38.03	66.72	117.54	113.78	838.77

Tableau 2 : températures minimales (m), maximales (M) et moyennes (M+m/2) mensuelles de la station de Tizi-Ouzou de 2005 à 2016 (ONM).

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
M (°C)	15.96	15.89	19.04	22.49	26.36	31.41	36.03	35.04	31.4	27.63	20.04	16.8
m (°C)	6.71	6.63	8.63	11.36	14.23	17.73	21.33	21.53	18.81	15.8	11.83	7.83
(M+m)/2 (°C)	11.34	11.26	13.84	16.93	20.3	24.57	28.29	28.29	25.11	21.72	15.94	12.32

2.1. Extrapolations des précipitations

Pour extrapoler les données climatiques des différentes stations échantillonnées, nous avons utilisé le gradient pluviométrique calculé par Seltzer (1946), pour les stations du versant norddu Djurdjura. Pour cet auteur, les précipitations augmentent de 40mm par 100m d'altitude.

2.1.1. Station de Tizirt

La différence d'altitude entre Tizi-Ouzou et Tizirt est de : $337-188=149\text{m}$

La correction pour les précipitations est donc comme suit :

$$X=149*40/100= 59.6 \text{ mm}$$

La pluviométrie annuelle pour la station de Tizi-Ouzou est de 838.77mm. La pluviométrie annuelle de la station d'échantillonnage serait donc :

$$P = 838.77+59.6=898.37\text{mm}$$

Pour l'extrapolation des précipitations pour chaque mois, nous avons calculé le coefficient K.

K : Pluviométrie annuelle estimée à Tizirt /Pluviométrie connue de Tizi-Ouzou

$$K=898.37/838.77=1.07$$

La valeur de ce coefficient est multipliée par les valeurs mensuelles des pluies de Tizi-Ouzou (Tableau 3).

Tableau 3: précipitations mensuelles extrapolées pour la station de Tizirt.

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total
P(mm)	120.80	122.65	119.18	83.25	67.98	15.51	2.87	5.6	40.69	71.39	125.77	121.74	897.43

Selon le tableau 3, la pluviométrie annuelle enregistrée pendant la période considérée(2005à 2016) est de 897.43mm. Les précipitations sont les plus importantes sont enregistrées au mois de novembre(125.77mm) et les plus faibles au mois de juillet (2.87mm).

2.1.2. Station de Maâtkas

La différence d'altitude entre Tizi-Ouzou et Maâtkas est de :622-188=434m

La correction pour les précipitations est donc comme suit :

$$X=434*40/100=173.6\text{mm}$$

La pluviométrie annuelle pour la station de Tizi-Ouzou est de 838.77mm.La pluviométrie annuelle de la station d'échantillonnage serait donc :

$$P = 838.77+173.6 =1012.37\text{mm}$$

Pour l'extrapolation des précipitations pour chaque mois, nous avons calculé le coefficient K.

K : Pluviométrie annuelle estimée à Maatkas /Pluviométrie connue de Tizi-Ouzou

$$K=1012.37/838.77=1.2$$

La valeur de ce coefficient est multipliée par les valeurs mensuelles des pluies de Tizi-Ouzou(Tableau 4).

Tableau 4: précipitations mensuelles estimées pour la station de Maâtkas.

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	total
P(mm)	135.48	137.56	133.66	93.36	76.24	17.4	3.22	6.35	45.64	80.1	141.05	136.54	1006.6

Selon le tableau 4, la pluviométrie annuelle enregistrée pendant la période considérée (2005 à 2016) est de 1006.6mm. Les précipitations les plus importantes sont recensées au mois de novembre (141.05mm) et les plus faibles au mois de juillet (3.22mm).

2.1.3. Station de Tala N'Tazert

La différence d'altitude entre Tizi-Ouzou et Tala N'Tazert est de : $700-188=512\text{m}$.

La correction pour les précipitations est donc comme suit :

$$X=512*40/100=204.8\text{mm}$$

La pluviométrie annuelle pour la station de Tizi-Ouzou est de 838.77mm. La pluviométrie annuelle de la station d'échantillonnage serait donc :

$$P = 838.77+204.8 =1043.57\text{mm}$$

Pour l'extrapolation des précipitations pour chaque mois, nous avons calculé le coefficient K.

K : Pluviométrie annuelle estimée à Tala N'Tazert/Pluviométrie connue de Tizi-Ouzou

$$K=1043.57/838.77=1.24$$

La valeur de ce coefficient est multipliée par les valeurs mensuelles des pluies de Tizi-Ouzou (Tableau 5).

Tableau 5: précipitations mensuelles estimées pour la station de Tala N'Tazert.

Mois	J	F	M	A	M	J	J	O	S	O	N	D	total
P(mm)	139.99	142.14	138.11	96.47	78.78	17.98	3.32	6.56	47.16	82.73	145.75	141.09	1040.08

Selon le tableau 5, la pluviométrie moyenne annuelle enregistrée pendant la période considérée (2005 à 2016) est de 1040.08mm. Les précipitations les plus importantes au mois de novembre (145.75mm) et les plus faibles au mois de juillet (3.32mm).

2.1.4. Station d'Ait Alloua

La différence d'altitude entre Tizi-Ouzou et Ait Alloua est de : $1000-188=812\text{m}$.

La correction pour les précipitations est donc comme suit :

$$X=812*40/100=324.8\text{mm}$$

La pluviométrie annuelle pour la station de Tizi-Ouzou est de 838.77mm. La pluviométrie annuelle de la station d'échantillonnage serait donc :

$$P = 838.77 + 324.8 = 1163.57 \text{ mm}$$

Pour l'extrapolation des précipitations pour chaque mois, nous avons calculé le coefficient K.

K : Pluviométrie annuelle estimée à Ait Alloua / Pluviométrie connue de Tizi-Ouzou

$$K = 1163.57 / 838.77 = 1.39$$

La valeur de ce coefficient est multipliée par les valeurs mensuelles des pluies de Tizi-Ouzou (Tableau 6).

Tableau 6: précipitations mensuelles estimées pour la station de Ait Alloua.

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total
P(mm)	156.96	159.34	154.82	108.14	88.31	20.15	3.73	7.35	52.86	92.74	163.38	158.15	1165.93

Selon le tableau 6, la pluviométrie moyenne annuelle enregistrée pendant la période considérée (2005 à 2016) est de 1165.9 mm. Les précipitations sont les plus importantes au mois de novembre (163.38 mm) et les plus faibles au mois de juillet (3.73 mm).

2.2. Températures

Pour les températures, Seltzer (1946) a constaté une diminution des températures minimales (m) de 0.4°C par 100m d'altitude et 0.7°C pour les températures maximales (M).

2.2.1. Station de Tizirt

Le calcul des températures maximales mensuelles pour Tizirt est comme suit :

$$X = 149 * 0.7 / 100 = 1.04$$

$$M' = M - 1.04.$$

Le calcul des températures minimales mensuelles pour Tizirt est comme suit :

$$X' = 149 * 0.4 / 100 = 0.6$$

$$m' = m - 0.6.$$

Les valeurs obtenues (températures minimales, maximales et moyennes) pour la station de Tizirt sont représentées dans le tableau 7.

Tableau 7: températures maximales, minimales et moyennes mensuelles estimées pour la station de Tizirt.

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
M (°C)	14.92	14.85	18	21.45	25.32	30.37	34.99	34	30.36	26.59	19	15.76
m (°C)	6.11	6.57	8.03	10.76	13.63	17.13	20.73	20.93	18.21	15.2	11.23	7.23
(M+m)/2(°C)	10.51	10.71	13.01	16.1	19.47	23.75	27.86	21.46	24.3	20.9	15.11	11.49

A partir du tableau 7, nous pouvons noter que le mois le plus froid est le mois de janvier (m=6.11°C) et le mois le plus chaud juillet (M=34.99°C).

2.2.2. Station de Maâtkas

Le calcul des températures maximales mensuelles pour Maâtkas est comme suit :

$$X=434*0.7/100= 3.04$$

$$M' = M - 3.04.$$

Le calcul des températures minimales mensuelles pour Maatkas est comme suit :

$$X' = 434 * 0.4 / 100 = 1.74$$

$$m' = m - 1.74.$$

Les valeurs obtenues (températures minimales, maximales et moyennes) pour la station de Maatkas sont représentées dans le tableau 8.

Tableau 8: températures maximales, minimales et moyennes mensuelles estimées pour la station Maâtkas.

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
M (°C)	12.92	12.85	16	19.45	23.32	28.37	32.99	32	28.36	24.59	17	13.76
m (°C)	4.97	4.89	6.89	9.62	12.49	15.99	19.59	19.79	17.07	14.06	14.2	6.09
(M+m)/2(°C)	8.94	8.87	11.44	14.53	17.9	22.18	26.29	25.89	22.71	19.32	15.6	9.92

A partir du tableau 8, nous pouvons remarquer que le mois le plus froid est février ($m=4.86^{\circ}\text{C}$) et le plus chaud est juillet ($M=32.99^{\circ}\text{C}$).

2.2.3. Station Tala N'Tazert

Le calcul des températures maximales mensuelles pour Tala N'Tazert est comme suit :

$$X=512*0.7/100= 3.59$$

$$M' = M-3.59.$$

Le calcul des températures minimales mensuelles pour Tala N'Tazert est comme suit :

$$X'=512*0.4/100=2.05$$

$$m' = m-2.05.$$

Les valeurs obtenues (températures minimales, maximales et moyennes) pour la station de Tala N'Tazert sont représentées dans le tableau 9.

Tableau 9: températures maximales, minimales et moyennes mensuelles estimées pour la station de Tala N'Tazert.

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
M ($^{\circ}\text{C}$)	12.37	12.3	15.45	18.9	22.77	27.82	32.44	31.45	27.81	24.04	16.45	13.21
m ($^{\circ}\text{C}$)	4.66	4.58	6.58	9.31	12.18	15.68	19.28	19.48	16.76	13.75	9.78	5.78
(M+m)/2 ($^{\circ}\text{C}$)	8.51	8.44	11.01	14.1	17.47	21.75	25.86	25.46	22.28	18.89	13.11	9.49

A partir du tableau 9, nous pouvons remarquer que le mois le plus froid est celui de février ($m=4.58^{\circ}\text{C}$) et le mois le plus chaud est celui de juillet ($M=32.44^{\circ}\text{C}$).

2.2.4. Station d'Ait Alloua

Le calcul des températures maximales mensuelles pour Ait Alloua est comme suit :

$$X=812*0.7/100= 5.68$$

$$M' = M-5.68.$$

Le calcul des températures minimales mensuelles pour Ait Alloua est comme suit :

$$X'=812*0.4/100=3.25$$

$$m' = m-3.25.$$

Les valeurs obtenues (températures minimales, maximales et moyennes) pour la station d'Ait Alloua sont représentées dans le tableau 10.

Tableau 10 : températures maximales, minimales et moyennes mensuelles estimées pour la station d'Ait Alloua.

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
M (°C)	10.28	10.21	13.36	16.81	20.68	25.73	30.35	29.36	25.72	21.95	14.36	11.12
m (°C)	3.46	3.38	5.38	8.11	10.98	14.48	18.08	18.28	15.56	12.55	8.58	4.58
(M+m)/2(°C)	6.87	6.79	9.37	12.46	15.83	20.1	24.21	23.82	20.64	17.25	11.47	7.85

A partir du tableau 10, nous pouvons remarquer que le mois le plus froid est celui de février ($m=3.38^{\circ}\text{C}$) et le mois le plus chaud celui de juillet ($M=30.35^{\circ}\text{C}$).

2.3. Diagrammes ombrothermiques de Bagnouls et Gaussen

Le diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussen (1953) consiste à déterminer la durée et l'intensité de la saison sèche. Selon ces auteurs, la saison sèche est définie comme étant une période où les précipitations moyennes mensuelles sont inférieures ou égales au double des températures moyennes mensuelles ($P = 2T$). Le diagramme consiste à reporter en ordonnées les précipitations exprimées en mm et les températures en $^{\circ}\text{C}$; en abscisses sont reportés les mois de l'année.

La durée de la saison sèche est de 3 mois pour l'ensemble des stations concernées par ce travail (Fig. 16, Fig. 17, Fig. 18 et Fig. 19).

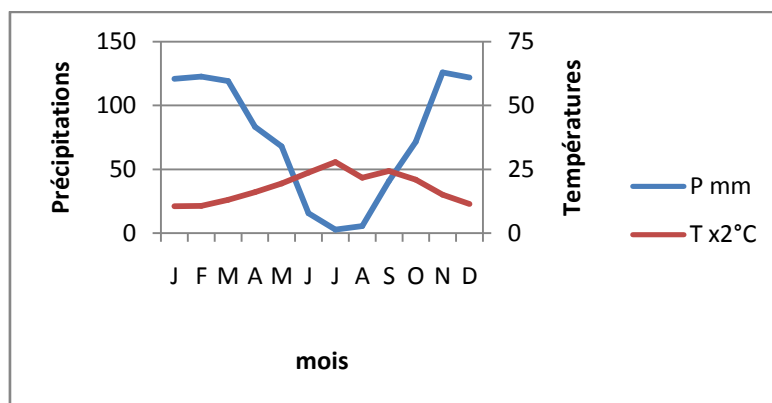


Fig. 16 : diagramme ombrothermique de la station de Tizirt.

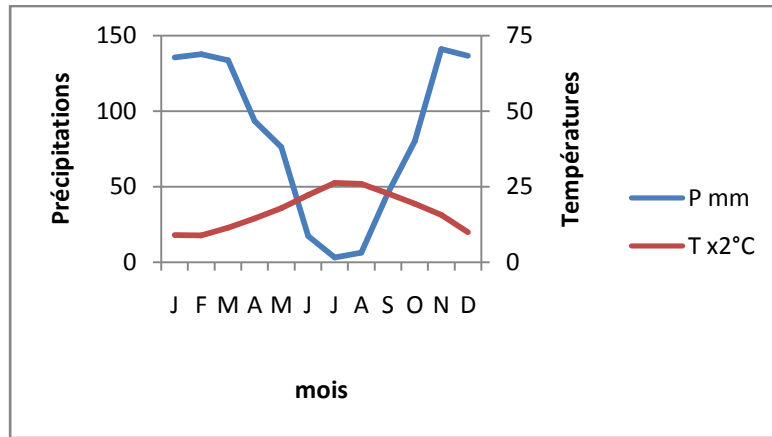


Fig. 17 : diagramme ombrothermique de la station de Maâtkas.

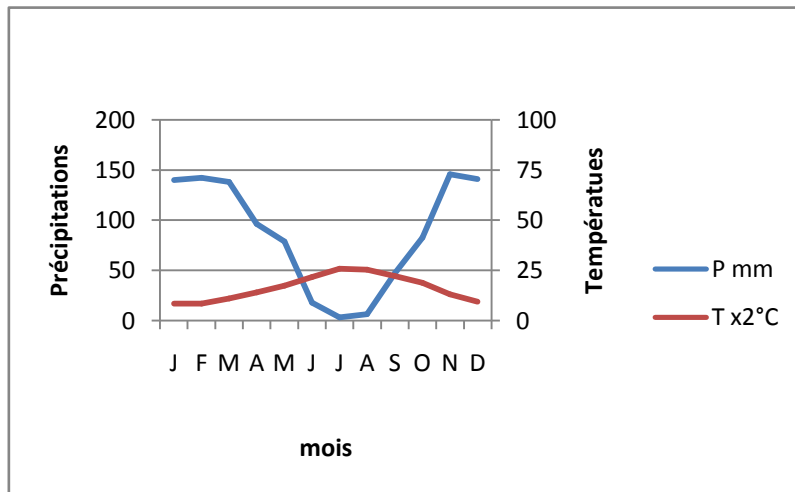


Fig. 18 : diagramme ombrothermique de la station de Tala N'Tazert

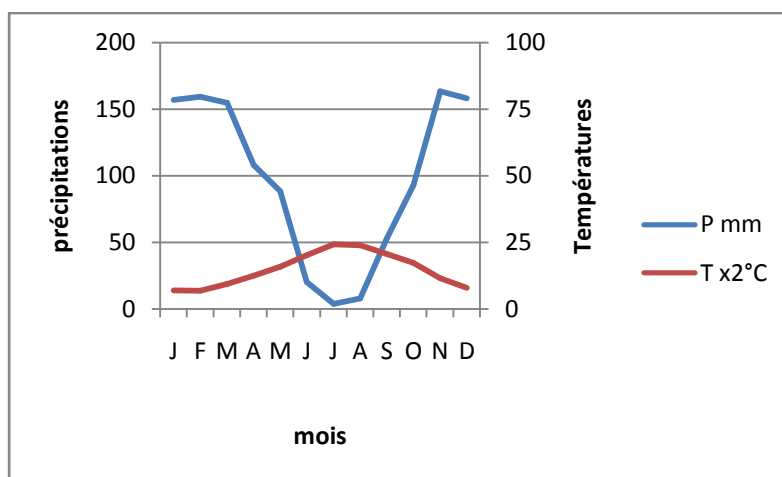


Fig. 19: diagramme ombrothermique de la station d'Ait Alloua.

3. Echantillonnage

L'échantillonnage représente l'ensemble des opérations qui ont pour but de prélever un certain nombre d'individus dans une population donnée.

Dans notre cas et pour chaque population choisie, 11 sujets ont été choisis. La collecte du matériel végétal a été effectuée pendant le mois du juin 2021 dans les 4 stations. Sur chacun des sujets, 30 feuilles sont prélevées sur les quatre expositions, soit un total de 1320 feuilles par station.

Après la collecte, le matériel végétal est étalé et séché entre les feuilles d'un journal. Pour éviter les moisissures au niveau des feuilles, les journaux sont changés chaque jour et ceci pendant 19 jours.

4. Paramètres mesurés

Les caractères biométriques considérés dans notre travail sont quantitatifs : longueur (LF) et largeur (IF) de la feuille, longueur (Lft) et largeur (lft) de la foliole terminale, ainsi que la longueur du pétiole (LP) et le nombre de folioles (Nf) pour les 1320 feuilles (Fig. 20). Après séchage des feuilles, les mesures des différents paramètres ont été faites à l'aide d'un pied à coulisse numérique (Fig. 21). Quand au dénombrement des folioles, il est fait à l'oeil nu, en comptant le nombre de folioles de chaque feuille.

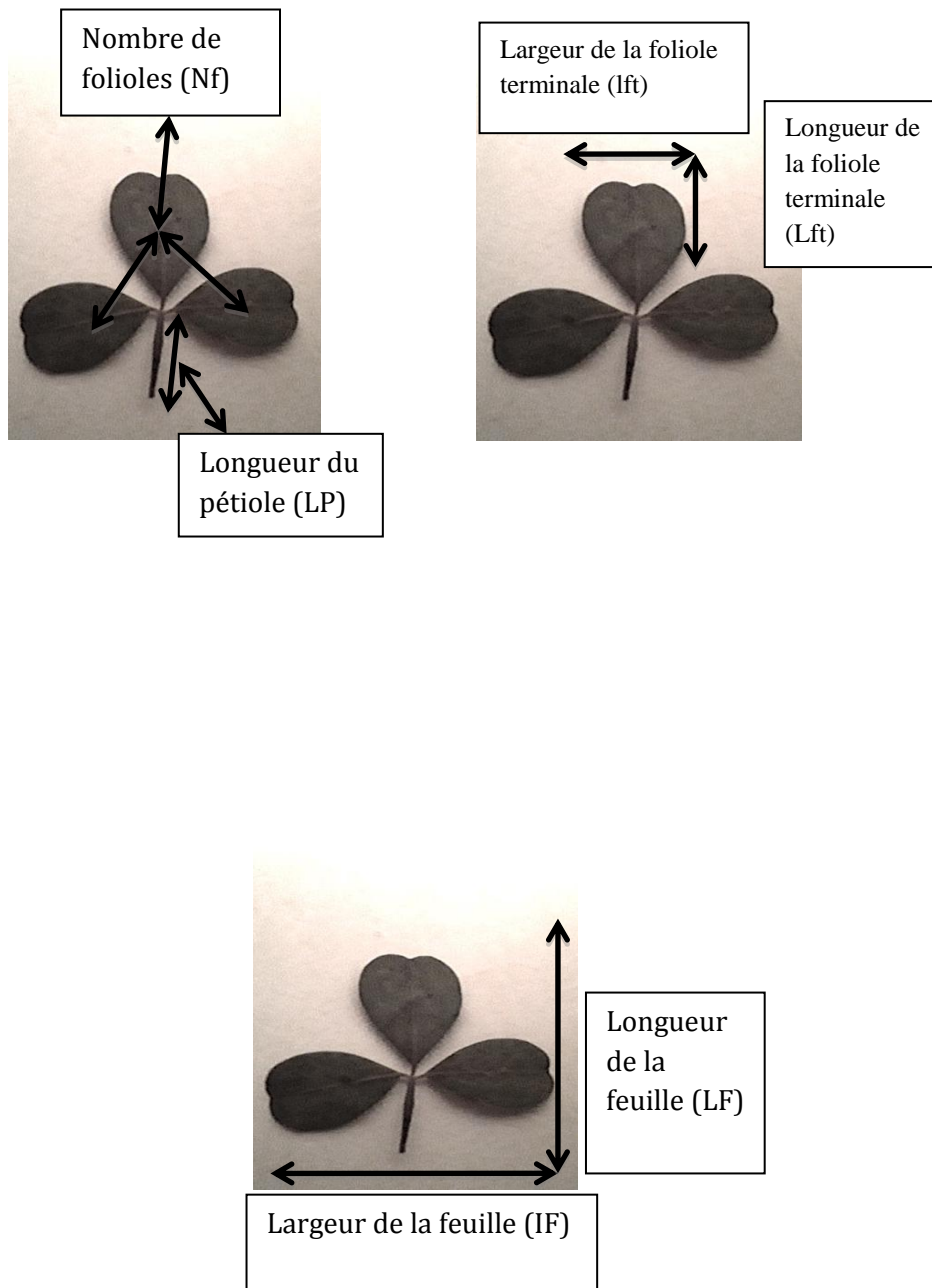


Fig. 20 : paramètres mesurés de la feuille.



Fig. 21 : pied à coulisse numérique.

5. Analyses statistiques

Nous avons calculé pour chaque paramètre une moyenne. 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 : sujet 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).

Chapitre 4.

Résultats et discussion

1. Variation intrapopulation

1.1. Résultats

1.1.1. Station de Tizirt

Le tableau 11 et la figure 22 montrent la distribution des paramètres mesurés des feuilles entre les individus pour la station de Tizirt. La longueur (LF) et la largeur de la feuille (IF) du sujet 2 présente une valeur maximale, alors que le sujet 11 affiche la valeur minimale. La longueur (Lft) de la foliole terminale du sujet 8 présente une valeur maximale, alors que le sujet 5 affiche la valeur minimale. La largeur (lft) de la foliole terminale du sujet 2 présente une valeur maximale, alors que le sujet 5 affiche la valeur minimale. La longueur du pétiole (LP) du sujet 2 présente une valeur maximale, alors que le sujet 3 affiche la valeur minimale. Le nombre de folioles (Nf) des sujets 1, 2, 8 et 11 représente une valeur maximale, alors que le sujet 5 affiche la valeur minimale.

Tableau 11 : dimensions moyennes des feuilles pour la station de Tizirt.

Sujets	LF (cm)	IF (cm)	Nf (cm)	Lft (cm)	lft (cm)	LP (cm)
Tigz. 1	17,48	17,92	3	10,76	4,74	5,92
Tigz. 2	20,64	22,51	3	12,46	5,53	7,25
Tigz. 3	14,84	10,62	2,7	7,86	2,8	0,53
Tigz. 4	17,01	13,32	2,7	10,46	3,53	0,73
Tigz. 5	16,2	9,84	2,3	4,43	1,2	1,1
Tigz. 6	16,03	14,13	2,83	11,33	3,62	0,74
Tigz. 7	16,03	10,03	2,5	6,59	1,86	1,01
Tigz. 8	17	11,23	3	14,57	3,42	0,65
Tigz. 9	14,8	12,27	2,9	10,75	3	0,92
Tigz. 10	17	11,57	2,86	11,77	3,63	0,88
Tigz. 11	14,12	9,34	3	9,39	3,43	3,84

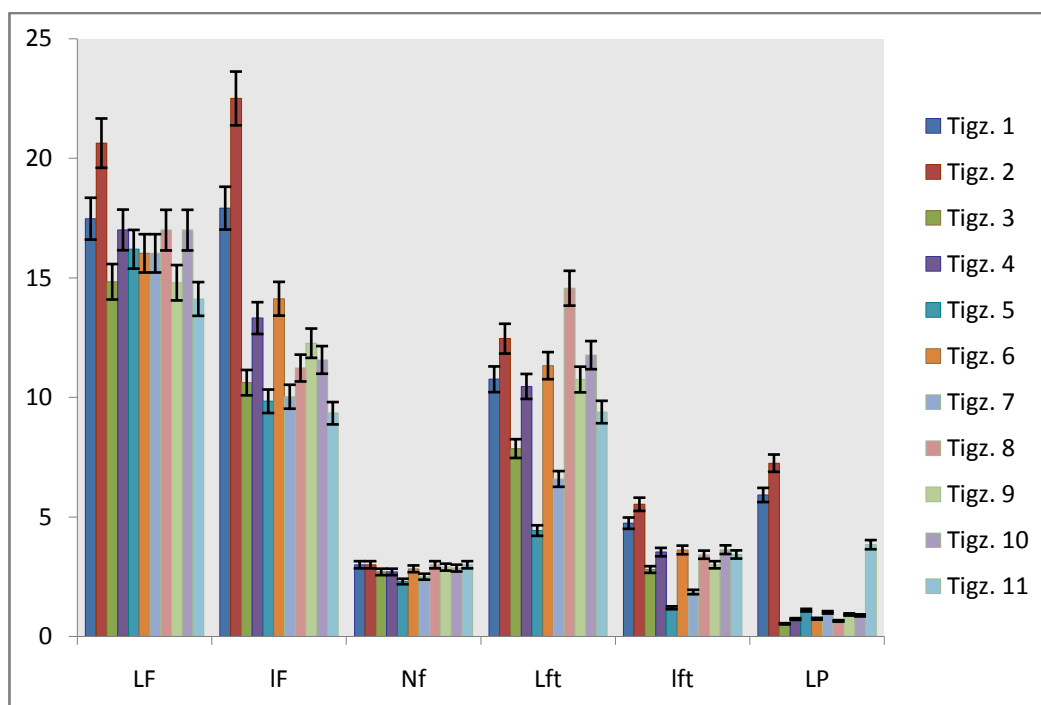


Fig. 22 : distribution des paramètres mesurés des feuilles pour la station de Tizirt.

Selon l’anova, les résultats ont montré qu’il y a une différence significative entre les 11 sujets pour les six paramètres mesurés, au risque d’erreur de 5% ($P=0,00$). Les groupes homogènes obtenus par le biais du test de Newman et Keuls sont donnés dans les tableaux 12, 13, 14, 15, 16 et 17.

Tableau 12 : résultats du test de Newman et Keuls pour la longueur des feuilles des sujets de Tizirt.

Sujets	Groupe	Moyenne (cm)
Sujet 11	A	14,13
Sujet 9	AB	14,80
Sujet 3	AB	14,86
Sujet 7	ABC	16,03
Sujet 6	ABC	16,04
Sujet 5	ABC	16,21
Sujet 10	BC	17,00
Sujet 8	BC	17,01
Sujet 4	BC	17,01
Sujet 1	C	17,48
Sujet 2		20,64

Selon le tableau ci-dessus, le sujet 11 constitue seul le groupe A. Le groupe AB englobe les sujets 3 et 9. Les sujets 5, 6 et 7 se regroupent dans le groupe ABC. Le groupe BC compte les sujets 4, 8 et 10. Le sujet 1 s'isole dans le groupe C. Le sujet 2 se retrouve aussi dans un groupe à part.

Tableau 13 : résultats du test de Newman et Keuls pour la largeur des feuilles des sujets de Tizirt.

Sujets	Groupe	Moyenne (cm)
Sujet 11	A	9,34
Sujet 5	A	9,85
Sujet 7	A	10,04
Sujet 3	AB	10,62
Sujet 8	ABC	11,24
Sujet 10	ABC	11,58
Sujet 9	ABC	12,27
Sujet 4	BC	13,32
Sujet 6	C	14,14
Sujet 1	D	17,93
Sujet 2		22,51

Selon le tableau ci-dessus, le sujet 3 constitue seul le groupe AB. Le groupe A englobe les sujets 5, 7 et 11. Les sujets 8, 9 et 10 se regroupent dans le groupe ABC. Le groupe BC compte le sujet 4. Le sujet 6 s'isole dans le groupe C. Le sujet 1 et 2 se retrouvent aussi dans des groupes à part.

Tableau 14 : résultats du test de Newman et Keuls pour la longueur du pétiole des sujets de Tizirt.

Sujets	Groupe	Moyenne (cm)
Sujet 3	A	0,54
Sujet 8	A	0,66
Sujet 4	A	0,74
Sujet 6	A	0,75
Sujet 10	A	0,88
Sujet 9	A	0,93
Sujet 7	A	1,01
Sujet 5	A	1,11
Sujet 11	B	3,85
Sujet 1	C	5,93
Sujet 2		7,26

Selon le tableau ci-dessus, le sujet 11 constitue seul le groupe B. Les sujets 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, et 10 se regroupent dans le groupe A. Le sujet 1 s'isole dans le groupe C. Le sujet 2 se retrouve aussi dans un groupe à part.

Tableau 15 : résultats du test de Newman et Keuls pour la longueur de la foliole terminale des sujets de Tizirt.

Sujets	Groupe	Moyenne (cm)
Sujet 5	A	4,43
Sujet 7	AB	6,60
Sujet 3	ABC	7,87
Sujet 11	BCD	9,39
Sujet 4	BCDE	10,46
Sujet 9	BCDE	10,76
Sujet 1	BCDE	10,77
Sujet 6	CDE	11,33
Sujet 10	CDE	11,78
Sujet 2	DE	12,46
Sujet 8	E	14,57

Selon le tableau ci-dessus, le sujet 5 constitue seul le groupe A. Le groupe CDE englobe les sujets 6 et 10. Les sujets 1, 4 et 9 se regroupent dans le groupe BCDE. Le groupe AB compte le sujet 7. Le sujet 2 s'isole dans le groupe E. Les sujets 3, 8 et 11 se retrouvent aussi dans des groupes à part.

Tableau 16 : résultats du test de Newman et Keuls pour la largeur de la foliole terminale des sujets de Tizirt.

Sujets	Groupe	Moyenne (cm)
Sujet 5	A	1,20
Sujet 7	AB	1,86
Sujet 3	BC	2,81
Sujet 9	BC	3,06
Sujet 8	CD	3,38
Sujet 11	CD	3,44
Sujet 4	CD	3,54
Sujet 6	CD	3,63
Sujet 10	CD	3,64
Sujet 1	DE	4,75
Sujet 2	E	5,54

Selon le tableau ci-dessus, le sujet 5 constitue seul le groupe A. Le groupe BC englobe les sujets 3 et 9. Les sujets 4, 6,8 ,10 et 11 se regroupent dans le groupe CD. Le groupe AB compte le sujet 7. Le sujet 1 s'isole dans le groupe DE. Le sujet 2 se retrouve aussi dans un groupe à part (E).

Tableau 17 : résultats du test de Newman et Keuls pour le nombre de folioles des sujets de Tizirt.

Sujets	Groupe	Moyenne (cm)
Sujet 5	A	2,30
Sujet 7	AB	2,50
Sujet 3	BC	2,70
Sujet 4	BC	2,70
Sujet 6	CD	2,83
Sujet 10	CD	2,87
Sujet 9	CD	2,90
Sujet 1	D	3,00
Sujet 2	D	3,00
Sujet 11	D	3,00
Sujet 8	D	3,00

Selon le tableau ci-dessus, le sujet 5 constitue seul le groupe A. Le groupe BC englobe les sujets 3 et 4. Les sujets 6, 9 et 10 se regroupent dans le groupe CD. Le groupe AB compte le sujet 7. Les sujets 1, 2 ,8 et 11 s'isolent dans le groupe D.

1.1.2. Station de Maâtkas

Le tableau 18 et la figure 23 montrent la distribution des paramètres mesurés des feuilles entre les individus pour la station de Maâtkas. La longueur de la feuille du sujet 1 présente une valeur maximale, alors que le sujet 10 affiche la valeur minimale. La largeur de la feuille du sujet 3 présente une valeur maximale, alors que le sujet 10 affiche la valeur minimale. La longueur de la foliole terminale du sujet 4 présente une valeur maximale, alors que le sujet 8 affiche la valeur minimale. La largeur de la foliole terminale du sujet 1 présente une valeur maximale, alors que le sujet 11 affiche la valeur minimale. La longueur du pétiole du sujet 9 présente une valeur maximale, alors que le sujet 10 affiche la valeur minimale. Le nombre de folioles représente une valeur stable chez tous les sujets.

Tableau 18 : dimensions moyennes des feuilles des sujets de Maâtkas.

Sujets	LF (cm)	IF (cm)	Nf (cm)	Lft (cm)	lft (cm)	LP (cm)
Matk. 1	18,07	14,54	3	9,72	5,8	7,36
Matk. 2	16,34	15,72	3	10,56	4,91	4,58
Matk. 3	15,95	15,77	3	10,08	4,85	4,29
Matk. 4	16,08	13,76	3	10,64	4,9	4,04
Matk. 5	16,21	13,05	3	10,16	4,97	4,84
Matk. 6	14,41	13,59	3	9,06	4,7	3,9
Matk. 7	15,42	12,47	3	9,43	4,72	5,1
Matk. 8	15,58	11,17	3	7,67	3,94	6,21
Matk. 9	17,59	12,4	3	9,02	5,47	7,54
Matk. 10	12,13	9,06	3	8,03	4,09	3,33
Matk. 11	13,09	9,61	3	7,81	3,8	4,41

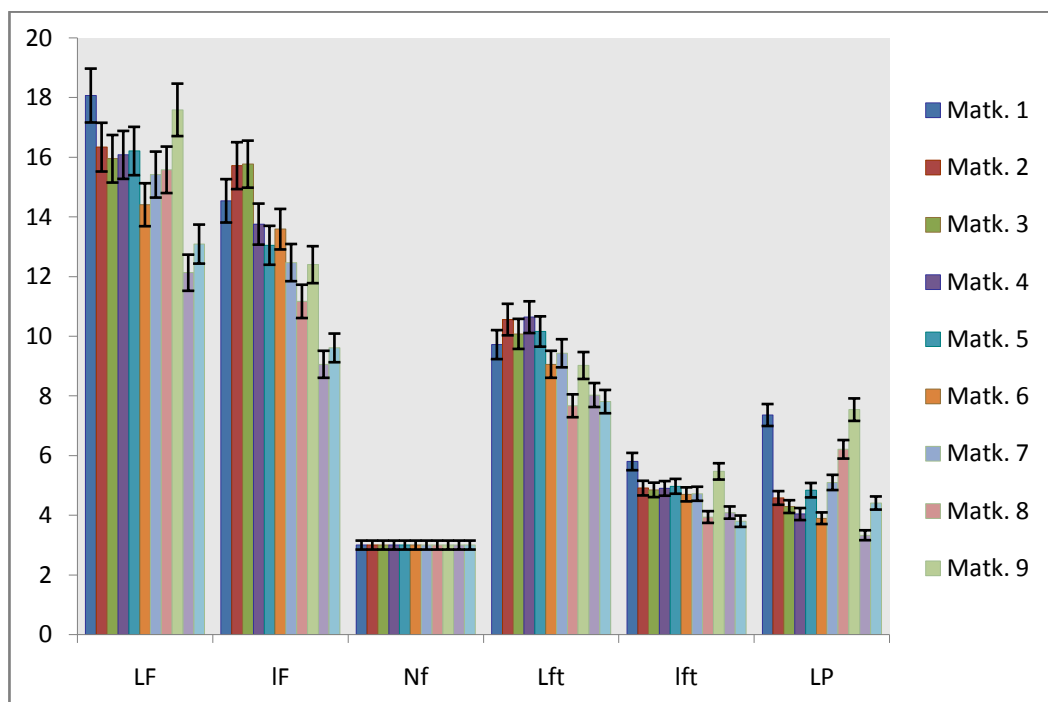


Fig. 23 : distribution des paramètres mesurés pour la station de Maâtkas.

Les résultats de l’anova ont montré qu’il y a une différence significative entre les 11 sujets pour cinq paramètres mesurés au risque d’erreur 5%, à savoir longueur et largeur de la feuille, longueur du pétiole et longueur et largeur de la foliole terminale. Les groupes

homogènes obtenus par le biais du test de Newman et Keuls sont donnés dans les tableaux 19, 20, 21, 22 et 23.

Tableau 19: résultats du test de Newman et Keuls pour la longueur de la feuille des sujets de Maâtkas.

Sujets	Groupe	Moyenne (cm)
Sujet 10	A	12,13
Sujet 11	AB	13,10
Sujet 6	BC	14,42
Sujet 7	C	15,42
Sujet 8	CD	15,59
Sujet 3	CD	15,96
Sujet 4	CDE	16,09
Sujet 5	CDE	16,21
Sujet 2	CDE	16,34
Sujet 9	DE	17,59
Sujet 1	E	18,08

Selon le tableau ci-dessus, le sujet 10 constitue seul le groupe A. Le groupe CD englobe les sujets 3 et 8. Les sujets 2, 4 et 5 se regroupent dans le groupe CDE. Le groupe AB compte le sujet 11. Le sujet 9 s'isole dans le groupe DE. Les sujets 1, 6 et 7 se retrouvent aussi dans des groupes à part.

Tableau 20 : résultats du test de Newman et Keuls pour la largeur de la feuille des sujets de Maâtkas.

Sujets	Groupe	Moyenne (cm)
Sujet 10	A	9,07
Sujet 11	A	9,61
Sujet 8	AB	11,17
Sujet 9	BC	12,40
Sujet 7	BC	12,48
Sujet 5	BC	13,05
Sujet 6	CD	13,58
Sujet 4	CD	13,77
Sujet 1	CD	14,54
Sujet 2	D	15,72
Sujet 3	D	15,77

Selon le tableau ci-dessus, le sujet 8 constitue seul le groupe A. Le groupe A englobe les sujets 10 et 11. Les sujets 5, 7 et 9 se regroupent dans le groupe BC. Le groupe CD compte les sujets 1, 4 et 6. Les sujets 2 et 3 s'isolent dans le groupe D.

Tableau 21 : résultats du test de Newman et Keuls pour la longueur du pétiole des sujets de Maâtkas.

Sujets	Groupe	Moyenne (cm)
Sujet 10	A	3,34
Sujet 6	AB	3,90
Sujet 4	AB	4,05
Sujet 3	AB	4,30
Sujet 11	AB	4,42
Sujet 2	AB	4,59
Sujet 5	B	4,83
Sujet 7	BC	5,10
Sujet 8	CD	6,21
Sujet 1	DE	7,37
Sujet 9	E	7,54

Selon le tableau ci-dessus, le sujet 10 constitue seul le groupe A. Le groupe AB englobe les sujets 2 , 3, 4, 6 et 11. Le groupe B compte le sujet 5. Le sujet 7 s'isole dans le groupe BC. Les sujets 1, 8 et 9 se retrouvent aussi dans des groupes à part.

Tableau 22 : résultats du test de Newman et Keuls pour la longueur de la foliole terminale des sujets de Maâtkas.

Sujets	Groupe	Moyenne (cm)
Sujet 8	A	7,68
Sujet 11	AB	7,82
Sujet 10	AB	8,04
Sujet 9	BC	9,03
Sujet 6	BC	9,07
Sujet 7	CD	9,44
Sujet 1	CD	9,72
Sujet 3	CD	10,09
Sujet 5	CD	10,16
Sujet 2	D	10,57
Sujet 4	D	10,64

Selon le tableau ci-dessus, le sujet 8 constitue seul le groupe A. Le groupe AB englobe les sujets 10 et 11. Les sujets 1, 3 ,5 et 7 se regroupent dans le groupe CD. Le groupe BC compte les sujets 6 et 9. Les sujets 2 et 4 s'isolent dans le groupe D.

Tableau 23 : résultats du test de Newman et Keuls pour la largeur de la foliole terminale des sujets de Maâtkas.

Sujets	Groupe	Moyenne (cm)
Sujet 11	A	3,80
Sujet 8	AB	3,95
Sujet 10	ABC	4,09
Sujet 6	BCD	4,70
Sujet 7	BCD	4,72
Sujet 3	CD	4,85
Sujet 4	CD	4,91
Sujet 2	CD	4,92
Sujet 5	DE	4,97
Sujet 9	DE	5,47
Sujet 1	E	5,80

Selon le tableau ci-dessus, le sujet 11 constitue seul le groupe A. Le groupe BCD englobe les sujets 6 et 7. Les sujets 2, 3 et 4 se regroupent dans le groupe CD. Le groupe AB compte le sujet 8. Les sujets 5 et 9 s'isolent dans le groupe DE. Les sujets 1 et 10 se retrouvent aussi dans deux groupes à part .

1.1.3. Station de Tala N'Tazert

Le tableau 24 et la figure 24 montrent la distribution des paramètres mesurés des feuilles entre les individus pour la station de Tala N'Tazert. La longueur de la feuille du sujet 1 présente une valeur maximale, alors que le sujet 6 affiche la valeur minimale. La largeur de la feuille du sujet 8 présente une valeur maximale, alors que le sujet 6 affiche la valeur minimale. La longueur de la foliole terminale du sujet 8 présente une valeur maximale, alors que le sujet 6 affiche la valeur minimale. La largeur de la foliole terminale du sujet 1 présente une valeur maximale, alors que le sujet 7 affiche la valeur minimale. La longueur du pétiole du sujet 1 présente une valeur maximale, alors que le sujet 5 affiche la valeur minimale. Le nombre de folioles représente une valeur stable chez tous les sujets.

Tableau 24 : dimensions moyennes des feuilles pour les individus de la station de Tala N'Tazert.

Sujets	LF (cm)	IF (cm)	Nf	Lft (cm)	lft (cm)	LP (cm)
TNT 1	22,92	23,18	3	12,46	7,85	9,22
TNT 2	18,32	18,93	3	9,82	4,98	7,6
TNT 3	13,88	15,99	3	8,56	5,89	4,84
TNT 4	15,9	18,76	3	9,27	5,94	6,08
TNT 5	13,12	15,74	3	9	5,38	3,64
TNT 6	13,02	14,76	3	7,77	5,11	4,88
TNT 7	16,44	19,18	3	9,81	3,95	5,61
TNT 8	22,84	26,81	3	14,86	7,42	6,99
TNT 9	15,9	16,16	3	8,62	5,24	6,29
TNT 10	14,01	15,61	3	8,43	4,76	4,61
TNT 11	17,21	19,22	3	9,93	5,08	6,38

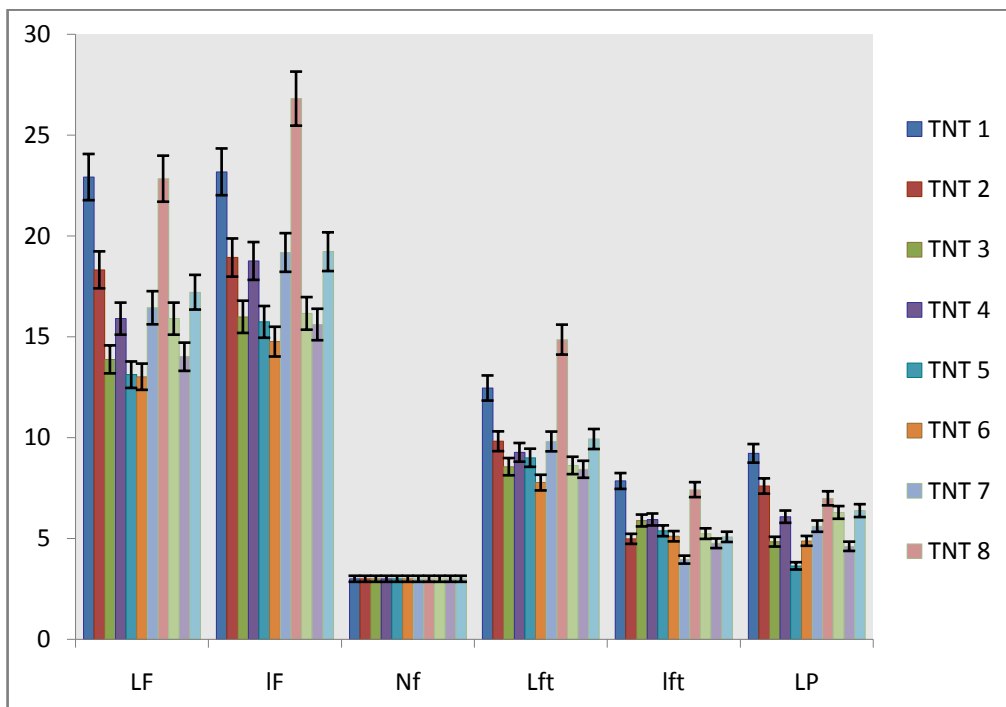


Fig. 24: distribution des paramètres mesurés des feuilles pour la station de Tala N'Tazert.

Les résultats de l’anova ont montré qu’il ya une différence significative entre les 11 sujets pour cinq paramètres mesurés au risque d’erreur 5%, à savoir longueur et largeur de la feuille, longueur du pétiole et longueur et largeur de la foliole terminale. Les groupes homogènes obtenus par le biais du test de Newman et Keuls sont donnés dans les tableaux 25, 26, 27, 28 et 29.

Tableau 25 : résultats du test de Newman et Keuls pour la longueur de la feuille des sujets de Tala N’Tazert.

Sujets	Groupe	Moyenne (cm)
Sujet 6	A	13,02
Sujet 5	A	13,12
Sujet 3	AB	13,88
Sujet 10	AB	14,02
Sujet 9	BC	15,90
Sujet 4	BC	15,91
Sujet 7	BC	16,45
Sujet 11	C	17,22
Sujet 2	C	18,33
Sujet 8	D	22,84
Sujet 1	D	22,93

Selon le tableau ci-dessus, les sujets 5 et 6 constituent le groupe A. Le groupe AB englobe les sujets 3 et 10. Les sujets 4, 7 et 9 se regroupent dans le groupe BC. Le groupe C compte les sujets 2 et 11. Les sujets 1 et 8 se retrouvent aussi dans un groupe à part (D).

Tableau 26 : résultats du test de Newman et Keuls pour la largeur de la feuille des sujets de Tala N’Tazert.

Sujets	Groupe	Moyenne (cm)
Sujet 6	A	14,77
Sujet 10	A	15,62
Sujet 5	A	15,75
Sujet 3	A	15,99
Sujet 9	A	16,16
Sujet 4	B	18,76
Sujet 2	B	18,93
Sujet 7	B	19,19
Sujet 11	B	19,22
Sujet 1	C	23,18
Sujet 8		26,82

Selon le tableau ci-dessus, le sujet 1 constitue seul le groupe C. Le groupe A englobe les sujets 3, 5, 6, 9 et 10. Les sujets 2, 4, 7 et 11 se regroupent dans le groupe B. Le sujet 8 se retrouve aussi dans un groupe à part.

Tableau 27 : résultats du test de Newman et Keuls pour la longueur du pétiole des sujets de Tala N'Tazert.

Sujets	Groupe	Moyenne (cm)
Sujet 5	A	3,65
Sujet 10	AB	4,62
Sujet 3	ABC	4,85
Sujet 6	ABC	4,89
Sujet 7	BCD	5,61
Sujet 4	BCDE	6,08
Sujet 9	CDE	6,29
Sujet 11	CDE	6,38
Sujet 8	DE	7,00
Sujet 2	E	7,61
Sujet 1		9,23

Selon le tableau ci-dessus, le sujet 5 constitue seul le groupe A. Le groupe ABC englobe les sujets 3 et 6. Les sujets 9 et 11 se regroupent dans le groupe CDE. Le groupe AB compte le sujet 10. Le sujet 2 s'isole dans le groupe E. Les sujets 1, 4 et 7 se retrouvent aussi dans des groupes à part.

Tableau 28 : résultats du test de Newman et Keuls pour la longueur de la foliole terminale des sujets de Tala N'Tazert.

Sujets	Groupe	Moyenne (cm)
Sujet 6	A	7,77
Sujet 10	AB	8,44
Sujet 3	ABC	8,57
Sujet 9	ABC	8,62
Sujet 5	ABC	9,00
Sujet 4	BC	9,27
Sujet 7	BC	9,82
Sujet 2	BC	9,82
Sujet 11	C	9,93
Sujet 1	D	12,47
Sujet 8		14,87

Selon le tableau ci-dessus, le sujet 6 constitue seul le groupe A. Le groupe ABC englobe les sujets 3, 5 et 9. Les sujets 2, 4 et 7 se regroupent dans le groupe BC. Le groupe C compte le sujet 11. Le sujet 1 s'isole dans le groupe D. Le sujet 8 se retrouve aussi dans un groupe à part.

Tableau 29 : résultats du test de Newman et Keuls pour la largeur de la foliole terminale des sujets de Tala N'Tazert.

Sujets	Groupe	Moyenne (cm)
Sujet 7	A	3,95
Sujet 10	AB	4,77
Sujet 2	B	4,98
Sujet 11	BC	5,08
Sujet 6	BC	5,08
Sujet 9	BCD	5,24
Sujet 5	BCD	5,40
Sujet 3	CD	5,89
Sujet 4	D	5,94
Sujet 8	E	7,42
Sujet 1	E	7,86

Selon le tableau ci-dessus, le sujet 7 constitue seul le groupe A. Le groupe BC englobe les sujets 6 et 11. Les sujets 5 et 9 se regroupent dans le groupe BCD. Le groupe E compte les sujets 1 et 8. Le sujet 4 s'isole dans le groupe D. Les sujets 2,3 et 10 se retrouvent aussi dans des groupes à part.

1.1.4. Station d'Ait Alloua

Le tableau 30 et la figure 25 montrent la distribution des paramètres mesurés des feuilles entre les individus pour la station d'Ait Alloua. La longueur de la feuille du sujet 4 présente une valeur maximale, alors que le sujet 7 affiche la valeur minimale. La largeur de la feuille du sujet 4 présente une valeur maximale, alors que le sujet 3 affiche la valeur minimale. La longueur de la foliole terminale du sujet 9 présente une valeur maximale, alors que le sujet 3 affiche la valeur minimale. La largeur de la foliole terminale du sujet 1 présente une valeur maximale, alors que le sujet 3 affiche la valeur minimale. La longueur du pétiole du sujet 4 présente une valeur maximale, alors que le sujet 7 affiche la valeur minimale. Le nombre de folioles représente une valeur stable chez tous les sujets.

Tableau 30 : dimensions moyennes des feuilles pour individus de la station d'Ait Alloua.

Sujets	LF (cm)	IF (cm)	Nf	Lft (cm)	lft (cm)	LP (cm)
AAL 1	15,38	17,88	3	9,23	6,1	5,16
AAL 2	17,32	17,08	3	9,6	5,19	6,24
AAL 3	13,34	14,09	3	6,33	3,66	4,04
AAL 4	20,18	20,58	3	10,49	5,94	7,89
AAL 5	16,41	18,81	3	10,19	5,29	4,77
AAL 6	19,39	20,44	3	10,8	5,91	7,57
AAL 7	12,43	16,04	3	8,06	4,53	3,36
AAL 8	18,85	18,55	3	9,75	5,56	7,68
AAL 9	17,71	19,78	3	10,65	5,1	5,77
AAL 10	16,9	17,89	3	10,19	4,78	5,51
AAL 11	18,23	16,82	3	9,09	4,78	7,33

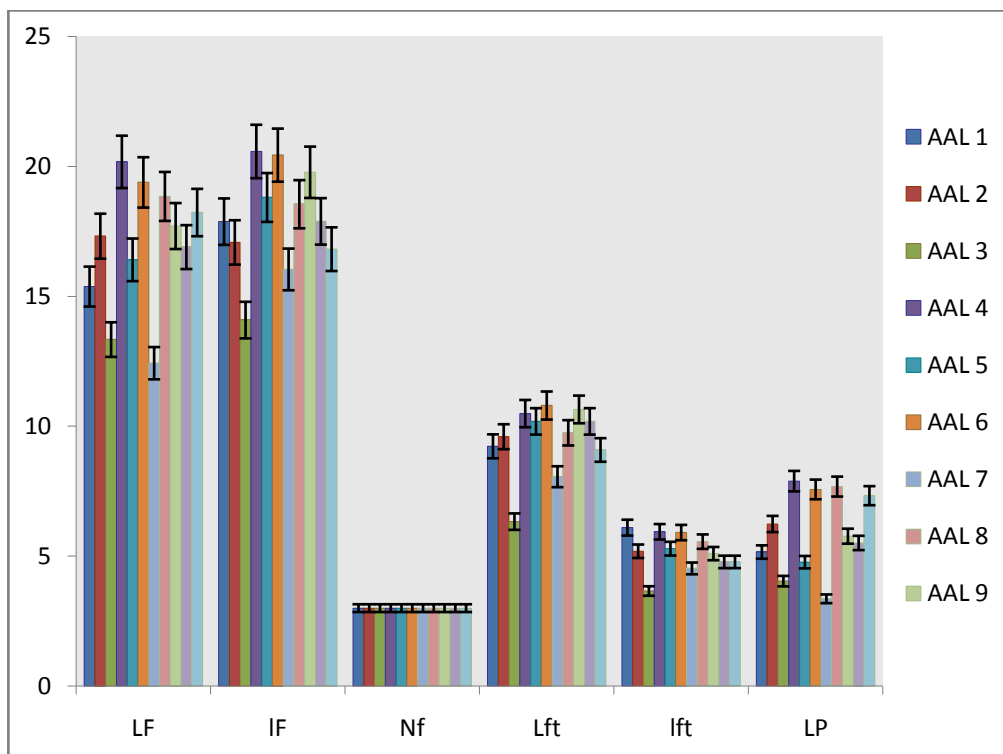


Fig. 25 : distribution des paramètres mesurés des feuilles pour la station d'Ait Alloua.

Les résultats de l’anova ont montré qu’il y a une différence significative entre les 11 sujets pour cinq paramètres mesurés au risque d’erreur de 5%, à savoir longueur et largeur de la feuille, longueur du pétiole et longueur et largeur de la foliole terminale. Les groupes

homogènes obtenus par le biais du test de Newman et Keuls sont donnés dans les tableaux 31, 32, 33, 34 et 35.

Tableau 31 : résultats du test de Newman et Keuls pour la longueur de la feuille des sujets d'Ait Alloua.

Sujets	Groupe	Moyenne (cm)
Sujet 7	A	12,44
Sujet 3	A	13,35
Sujet 1	AB	15,38
Sujet 5	BC	16,42
Sujet 10	BC	16,90
Sujet 2	BCD	17,33
Sujet 9	BCD	17,72
Sujet 11	BCD	18,24
Sujet 8	CD	18,86
Sujet 6	CD	19,39
Sujet 4	D	20,19

Selon le tableau ci-dessus, le sujet 1 constitue seul le groupe AB. Le groupe A englobe les sujets 3 et 7. Les sujets 5 et 10 se regroupent dans le groupe BC. Le groupe BCD compte les sujets 2, 9 et 11. Le sujet 4 s'isole dans le groupe D. Les sujets 6 et 8 se retrouvent aussi dans un groupe à part.

Tableau 32 : résultats du test de Newman et Keuls pour la largeur de la feuille des sujets d'Ait Alloua.

Sujets	Groupe	Moyenne (cm)
Sujet 3	A	14,09
Sujet 7	AB	16,04
Sujet 11	ABC	16,98
Sujet 2	BC	17,08
Sujet 10	BCD	17,71
Sujet 1	BCD	17,88
Sujet 8	BCD	18,55
Sujet 5	BCD	18,82
Sujet 9	CD	19,74
Sujet 6	D	20,44
Sujet 4	D	20,58

Selon le tableau ci-dessus, le sujet 3 constitue seul le groupe A. Le groupe BCD englobe les sujets 1,5,8 et 10. Les sujets 4 et 6 se regroupent dans le groupe D. Le groupe BC compte

le sujet 2. Le sujet 7 s'isole dans le groupe AB. Les sujets 11 et 9 se retrouvent aussi dans deux groupes à part.

Tableau 33 : résultats du test de Newman et Keuls pour la longueur du pétiole des sujets d'Ait Alloua.

Sujets	Groupe	Moyenne (cm)
Sujet 7	A	3,37
Sujet 3	AB	4,05
Sujet 5	ABC	4,77
Sujet 1	ABC	5,16
Sujet 10	BCD	5,52
Sujet 9	BCDE	5,78
Sujet 2	CDEF	6,25
Sujet 11	DEF	7,34
Sujet 6	EF	7,57
Sujet 8	EF	7,68
Sujet 4	F	7,90

Selon le tableau ci-dessus, le sujet 7 constitue seul le groupe A. Le groupe ABC englobe les sujets 1 et 5. Les sujets 6 et 8 se regroupent dans le groupe EF. Le groupe BCD compte le sujet 10. Le sujet 4 s'isole dans le groupe F. Les sujets 2, 3, 9 et 11 se retrouvent aussi dans des groupes à part.

Tableau 34 : résultats du test de Newman et Keuls pour la longueur de la foliole terminale des sujets d'Ait Alloua.

Sujets	Groupe	Moyenne (cm)
Sujet 3	A	6,34
Sujet 7	B	8,07
Sujet 11	BC	9,09
Sujet 1	BCD	9,24
Sujet 2	BCD	9,61
Sujet 8	CD	9,76
Sujet 10	CD	10,19
Sujet 5	CD	10,19
Sujet 4	CD	10,49
Sujet 9	CD	10,66
Sujet 6	D	10,81

Selon le tableau ci-dessus, le sujet 3 constitue seul le groupe A. Le groupe CD englobe les sujets 8,10, 5,4 et 9. Les sujets 1 et 2 se regroupent dans le groupe BCD. Le groupe BC

compte le sujet 11. Le sujet 7 s'isole dans le groupe B. Le sujet 6 se retrouve aussi dans un groupe à part.

Tableau 35 : résultats du test de Newman et Keuls pour la largeur de la foliole terminale des sujets d'Ait Alloua.

Sujets	Groupe	Moyenne (cm)
Sujet 3	A	3,66
Sujet 7	AB	4,53
Sujet 10	BC	4,78
Sujet 11	BC	4,78
Sujet 9	BCD	5,10
Sujet 2	BCDE	5,19
Sujet 5	BCDE	5,30
Sujet 8	CDE	5,57
Sujet 6	DE	5,91
Sujet 4	DE	5,95
Sujet 1	E	6,11

Selon le tableau ci-dessus, le sujet 3 constitue seul le groupe A. Le groupe BC englobe les sujets 10 et 11. Les sujets 2, 5 se regroupent dans le groupe BCDE. Le groupe DE compte les sujets 4 et 6. Le sujet 7 s'isole dans le groupe AB. Le sujet 9 se retrouve seul dans le groupe BCD .le sujet 1 se trouve aussi dans un groupe à part(E).

1.2. Discussion

Pour l'ensemble des caractères biométriques étudiés, l'analyse de la variance a révélé des différences significatives entre les arbres au risque d'erreur de 5%. Le nombre de folioles ne varie significativement que pour les individus de la station de Tizirt.

Les botanistes ont montré que les plantes appartenant à une même espèce ne sont pas exactement semblables les unes aux autres (Bidault, 1971). Selon Barbero *et al.* (1975), une grande variation biométrique est importante au sein d'une même espèce. Ceci est confirmé par nos résultats sur *Calicotome spinosa*, ainsi que les travaux sur l'oléastre, le pistachier de l'Atlas réalisés par Belhadj *et al.* (2008), Dehmous (2009) et par et les travaux de Harouni(2000) sur le chêne vert. Cette différence peut être due aux graines dispersées par le vent et les oiseaux issus d'arbres présentant une variabilité génétique.

Les travaux de Harouni (2000) sur le chêne vert ont montré qu'une variabilité à l'intérieur d'une population donnée est plus faible que celle qui se présente au sein d'un même individu. 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).

Dehmous (2009) a noté sur quatre populations de pistachier de l'Atlas, situées à Boucédraia (Aïn Oussara), Messaad, Béni Ounif et la Taïssa (Tamanrasset), 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 les longueur et largeur de la feuille avec le nombre de paires de folioles.

Concernant l'étude d'ensemble des paramètres foliaires mesurés des caractères biométriques étudiés sur l'oléastre (*Olea europea*) réalisé par Saber et Fellah (2016), dans les stations de Fréha et Tizi Rached, l'analyse de la variance a révélé des différences significatives entre les 10 arbres étudiés. Les dimensions des variables foliaires varient dans le même sens : l'augmentation de la longueur du limbe et du pétiole sont dû à l'augmentation ou la diminution de la longueur de la feuille, contrairement à la largeur de la feuille qui n'est pas liée à ces trois paramètres.

2. Variation interpopulation

2.1. Résultats

Le tableau 36 et la figure 26 représente la variation des paramètres mesurés sur les 4 sites étudiés.

Station	Altitude	versant	LF (cm)	IF (cm)	Nf	Lft (cm)	lft (cm)	LP (cm)
Tigzirt (Tigz.)	337 m	Nord	16,7	12,98	2,79	10,03	3,34	2,14
Maâtkas (Matk.)	622 m	Sud	15,41	12,83	3	9,28	4,74	5,05
TalaN'Tazert (TNT)	700 m	Sud	16,68	18,57	3	9,86	5,6	6,01
AitAlloua (AAL)	1000 m	Sud	16,92	17,99	3	9,48	5,16	5,93

Tableau 36 : dimensions moyennes des feuilles pour les 4 stations étudiées.

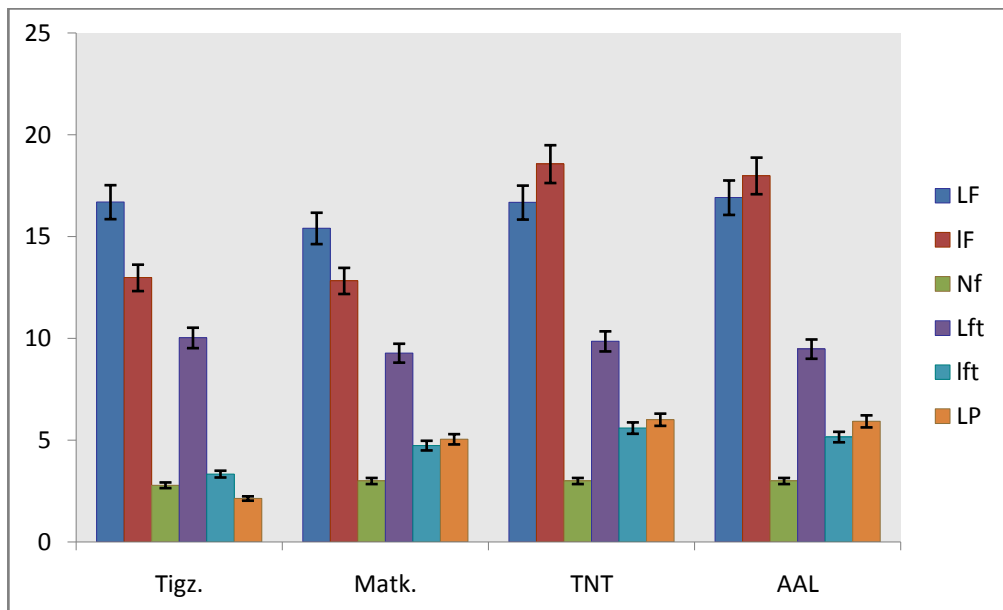


Fig. 26 : distribution des stations en fonction des paramètres mesurés.

Les paramètres évoluent différemment selon les stations étudiées. Concernant la variable longueur de la feuille, les individus de la station d'Ait Alloua montrent les feuilles les plus longues (16.92 cm). Les feuilles les moins longues sont celles des individus de la station de Maâtkas (15.41cm). Pour la largeur de la feuille, la plus importante est notée pour les sujets de la station de Tala N'Tazert (18.57 cm) et la plus basse est notée chez ceux de la station de Maâtkas (12.83cm). La longueur de la foliole terminale la plus élevée est représentée par les individus de Tizgirt (10.03 cm), la plus basse est recensée dans la station de Maâtkas (9.28cm). La largeur de la foliole terminale la plus importante est retrouvée dans la station de Tala N'Tazert (5.6 cm), alors que la plus basse se retrouve au niveau de la station de Tizgirt (3.34cm).

Pour la variable longueur du pétiole, la plus importante est représentée chez les individus de la station de Tala N'Tazert (6.01 cm), et la moins importante se retrouve chez les sujets de la station de Tizgirt (2.14cm). Enfin le nombre de folioles, il est le moins important dans la station de Tizgirt (2.79). Les trois autres stations montrent des feuilles à 3 folioles.

Selon les résultats de ANOVA, il y a une différence significative entre les quatre stations pour la largeur de la feuille, la longueur du pétiole et la largeur de la foliole terminale

(Tableaux 37, 38 et 39). Les différences concernant la longueur de la feuille, la longueur de la foliole terminale et le nombre de folioles ne sont pas significatives.

Tableau 37 : résultats du test de Newman et Keuls pour la largeur de la feuille des quatre stations.

Stations	Groupe	Moyenne (cm)
Tigzirt	A	9,34
Maâtkas	AB	12,83
Tigzirt	AB	13,34
Ait Alloua	B	18,00
Tala N'Tazert	B	18,58

Selon le tableau ci-dessus, les individus se placent dans le groupe A et le groupe AB dans lequel il s'associent aux sujets de la station de Maatkas. Les stations de Ait Alloua et Tala N'Tazert s'isolent dans le groupe B.

Tableau 38 : résultats du test de Newman et Keuls pour la longueur du pétiole des quatre stations.

Stations	Groupe	Moyenne (cm)
Tigzirt	A	1,97
Tigzirt	AB	3,84
Maâtkas	AB	5,05
Ait Alloua	B	5,94
Tala N'Tazert	B	6,01

Selon le tableau, la station de Tigzirt se retrouve aussi dans le groupe A et AB. Les stations Ait Alloua, Tala N'Tazert se regroupent dans le groupe B. Le groupe AB compte aussi la station de Maatkas.

Tableau 39 : résultats du test de Newman et Keuls pour la largeur de la foliole terminale des quatre stations.

Stations	Groupe	Moyenne (cm)
Tigzirt	A	3,33
Tigzirt	A	3,43
Maâtkas	AB	4,74
Ait Alloua	AB	5,17
Tala N'Tazert	B	5,60

Selon le tableau ci-dessus, la station de Tala N'tazert constitue seul le groupe B. Le groupe AB englobe les stations Maatkas et Ait Alloua. La station de Tizgirt s'isole dans le groupe A.

Une analyse en composantes principales a été réalisée (Fig. 27).

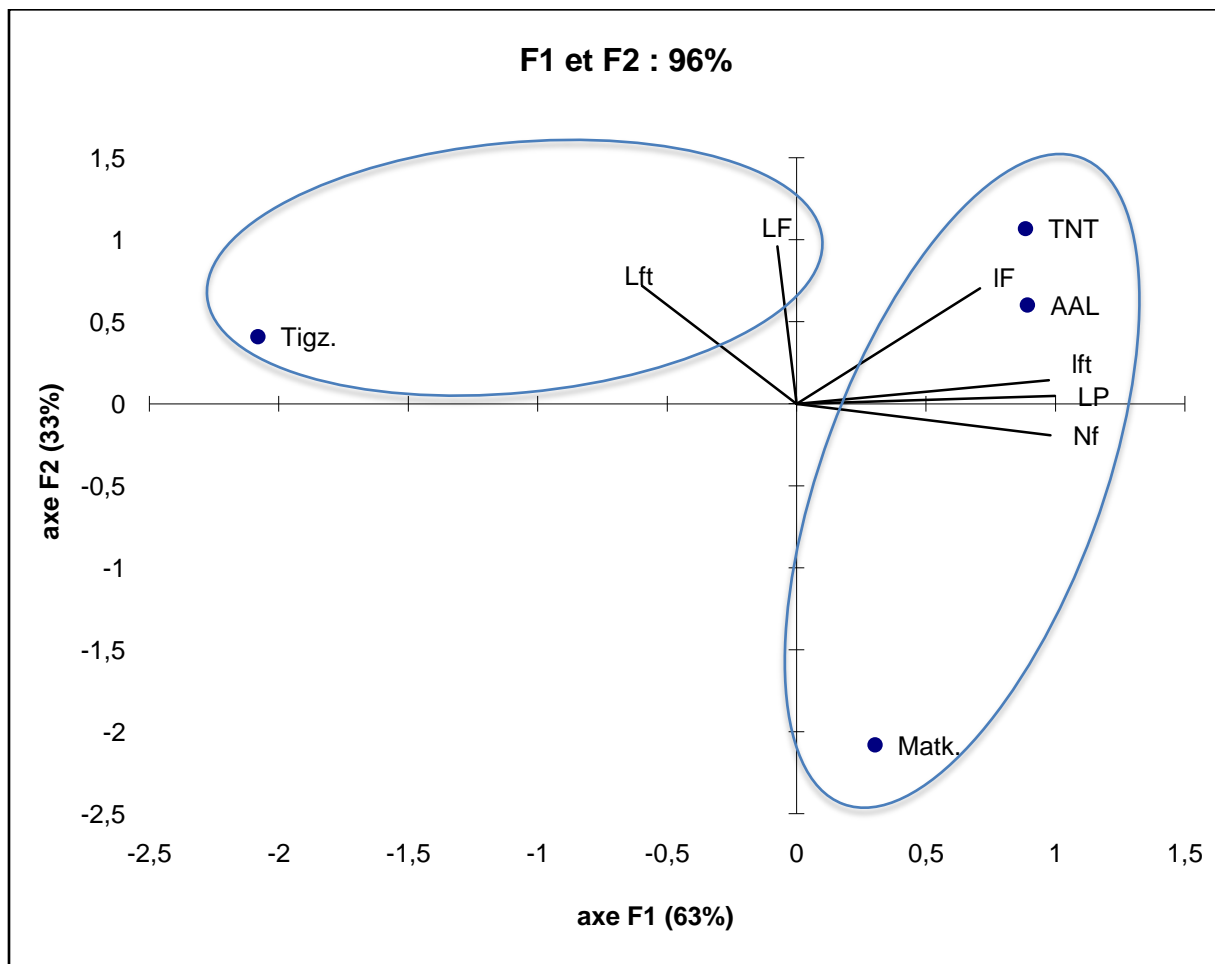


Fig. 27 : analyse en composantes principales des 4 stations.

Le plan 1/2 de l'ACP explique 96% de l'inertie totale, la plus grande valeur de l'inertie est apportée par l'axe F1(63%) et l'axe F2 explique (33%) seulement.

Les quatre stations sont situées sur deux versants différents, un versant sud (Matks, TNT, AAL) et un versant nord (Tigz), ce qui explique l'influence de ce facteur sur la variation de la morphologie de la feuille avec 63% de l'inertie pour l'axe1. Les travaux faits sur les caractères foliaires ont montré que les paramètres biométriques sont corrélés négativement avec d'orientation et le facteur d'altitude. Cela signifie que l'augmentation de

l'altitude est accompagnée d'une réduction des dimensions des feuilles. Par contre, les résultats auxquels nous avons abouti ont montré une corrélation positive entre les paramètres mesurés et l'altitude, c'est-à-dire que les dimensions de la feuille varient linéairement avec l'altitude. Ceci peut s'expliquer par le fait que cette dernière est sur un versant chaud exposé sud est. *Calicotome spinosa* est un arbuste qui cherche la chaleur et la lumière. Cette dernière représente donc un facteur très important pour le développement de cette espèce (Anonyme, 2016).

2.2. Discussion

Belhadj et *al.* (2008) ont noté pour les populations du pistachier de l'Atlas, 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. 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). Ils ont 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). Concernant notre étude, les valeurs de taille des feuilles les plus importantes sont relevées dans les stations de Tala N'Tazert et Ait Alloua (altitude la plus élevée) et exposées sud. Les valeurs les plus faibles sont celles de Maatkas et exposée nord et avec l'altitude la moins importante.

Les résultats des travaux de Boukais (2014) sur le pistachier de l'Atlas obtenus pour trois dayas de Laghouat ne montrent pas de variations interpopulations significatives. En effet, l'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 des bioclimats différents montre que suivant un gradient d'aridité croissant, la morphologie foliaire, tant vers une diminution de la taille des feuilles et des folioles terminales.

Aucune d'études n'est faite sur la biométrie foliaire de *Calicotome spinosa*. Les travaux de Amour et Isli (2007) et ceux de Bouchala et Loufi (2016) concernent la biométrie foliaire de *Pistacia lentiscus*. C'est une espèce qui accompagne *Calicotome spinosa* dans les maquis méditerranéens. Les travaux faits sur les caractères foliaires de cette espèce ont montré que les paramètres biométriques sont corrélés négativement avec le facteur altitude. Cela signifie que l'augmentation en altitude est accompagnée d'une réduction des dimensions des feuilles. Par contre, les résultats auxquels nous avons abouti ont montré une corrélation positive entre les paramètres mesurés et l'altitude, c'est-à-dire que les dimensions de la feuille varient linéairement avec l'altitude. Ceci peut s'expliquer par le fait que cette dernière est sur un versant chaud exposé sud est. *Calicotome spinosa* est un arbuste qui cherche la lumière. Cette dernière représente donc un facteur très important pour le développement de cette espèce (Anonyme, 2016). C'est probablement pour cette raison que les dimensions des feuilles sont plus importantes sur ce versant, bien orienté au soleil. L'exposition opposée des deux sites a montré l'influence des radiations lumineuses sur le développement des feuilles de 3 stations Maâtkas, Ait Alloua et Tala N'Tazert, par rapport à celles de Tigzirt.

Calicotome spinosa préfère des sols rocailloux et siliceux (Parsons et Cuthbertson, 2001; Mokhtari, 2012; Damerджи, 2014). En plus de la différence d'exposition, les 4 stations reposent probablement sur des sols différents. Par conséquent, la différence des caractères foliaires de cette espèce est également expliquée par la nature de son sol, qui est caractérisé par le manque d'aération et le phosphore qui ralentissent la croissance racinaire, qui limite la capacité d'explorer le sol pour trouver les éléments minéraux, qui est visualisé directement sur la morphologie foliaire (Boudiaf Nait Kaci, 2014).

Conclusion

Au terme de notre travail concernant les mesures des différents paramètres foliaires, à savoir longueur et largeur des feuilles, longueur et largeur de la foliole terminale, longueur du pétiole et nombre de folioles de *Calicotome spinosa*, nous sommes arrivés aux conclusions citées ci-dessous.

Il y a lieu de noter des différences significatives pour l'ensemble des paramètres foliaires mesurés entre les individus de chaque station.

Pour comprendre le comportement de notre espèce, nous avons choisi 4 stations, à savoir Tigzirt (Tigz), Maâtkas (Matk), Tala N'Tazert (TNT) et Ait Alloua (AAL), dans le but de faire une comparaison entre des sites différents sur le plan écologie : altitude et versant.

Tous les paramètres sont les plus importants dans les stations de Matk , TNT et AAL. Cette différence est due au fait que les stations sont sur un versant chaud exposé sud, qui est un versant bien orienté vers le soleil, ce qui a permis à l'espèce un bon développement de ses paramètres foliaires.

Afin de d'approfondir ce travail, il serait souhaitable :

- d'étudier la variabilité des caractères stomatiques et racinaires de *Calicotome spinosa*.
- d'élargir cette étude sur d'autres espèces de Fabacées de différentes régions d'Algérie.

Références bibliographiques

- 1-Ait Saïd S. 2011, stratégies adaptatives de deux espèces du genre *Pistacia* (*P. lentiscus* L. et *P. atlantica* Désf.) aux conditions d'altitude, de salinité et d'aridité : approche morphoanatomiques, phytochimiques et écophysiologiques. Thèse de doctorat d'état, Université Mouloud Mammeri, Tizi-Ouzou, 160 p
- 2-Amour. M, Isli. H., 2007.Etude écophysiologique d'une espèce dioïque (*Pistacia lentiscus* .L) dans les stations d'iffliessen et Fréha (Kabylie). Approche anatomique et biométrie foliaire. Mémoire de d'ingénieur Agronomie.Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques.UMMTO.75p.
- 3-Anonyme, 2016. Caractéristiques de l'olivier.
- 4-Bagnouls .F, Gaussen.H., 1953.Saison sèche et indice xérothermique. Documents pour les cartes de projection végétale, (1).3 : 1-22.
- 5-BOKHARI H .TAIEB B ;mémoire doctorat extraction, dosage et analyse des polysaccharides pariétaux des racines de retama raetam ; université mohamed boudiaf ORAN ; p6 ; 2016 .
- 6-Bouchala.D, Loufi. F., 2016. Biométrie foliaire de *Pistacia lentiscus*.L de trois populations (Azeffoun, Tizi Ghenif et Timezrit). Mémoire de master. Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques.UMMTO.54p.
- 7-Barbero.M ;Loisel.A ; Quezel.P., 1975.Phytosociologie et taxonomie en région méditerranéenne.In flore du bassin méditerranéen :Essai de systématique synthétique .C.N.R.S.235 :469-479.
- 8- Bidault M., 1971. Variation et spécialisation chez les végétaux supérieurs. Notions fondamentales de systématique moderne, Ed. Doin, 145 p.
- 9-Belhadj S., Derridj A., Aigouy T., Gers C., Gauquelin T.,Mevy A.P. 2007. Comparative Morphology of Leaf Epidermis in Eight Populations of Atlas Pistachio (*Pistacia atlantica*Desf.,Anacardiaceae).Microscopy Research And Technique. Vol (70) : 837-846.
- 10-Belhadj, S. 2007. Etude Eco-Botanique de *Pistacia atlantica*Desf. (Anacardiaceae) en Algérie, préalable à la conservation des ressources génétiques de l'espèce et à savoir savalorisation. Thèse de doctorat en Sciences Agronomiques. Option: Ecologie Végétale. Facultédes Sciences Biologiques et Agronomiques. UMMTO. 183 p.

- 11-Barbault R., 1992 Ecologie des peuplements structure, dynamique et évolution. Ed. Masson.
- 12- Benadjaoud, A (2015). Morphologie et Anatomie de la feuille. Morphologie et anatomie de l'appareil végétatif des spermatophytes feuilles faculté des sciences de a nature et de la vie. pp 16-17.
- 13-Boudiaf Nait Kaci. M., 2014.Biodisponibilité du phosphore dans la rhizosphère de l'olivier (*Olea europaea*. L). Thèse de doctorat. Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques.UMMTO.256p.
- 14-Ben Kacimi. T., 2016. Contribution à l'étude biométrique de l'oléastre (*Olea europaea* L.sylvestris) : cas d'un verger dégradé dans la région de Tizi Rached W. Tizi-Ouzou. Mémoire de master. Faculté des Sciences Biologiques et Des Sciences Agronomiques.UMMTO. 48p.
- 15-BOUKAÏS Amel. ,2014. 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). *Mémoire de MASTER*. FACULTE DES SCIENCES. UNIVERSITE AMAR TELIDJI LAGHOUAT.
- 16-Belhadj S ., Derridj. A., Yves Auda., Gers. C et Gauquelin. T., 2008. Analyse de la variabilité morphologique chez huit populations spontanée de *Pistacia atlantica* en Algérie, Botany, 86 : 520-532.
- 17-Camefort H. 1986. Morphologie des végétaux vasculaires: cytologie. anatomie. adaptations.Doin Editeurs. Paris, France. Pp 248-300.
- 18- Choi J.S., Kim E.S. 2013. Structural Features of Glandular and Non-glandular Trichomes.
- 19-Camefort H., 1977. Morphologie des Végétaux Vasculaires .2eme édition. Doin – Paris, 60 p.
- 20-Corson F., 2008. Quelques aspects physiques du végétal. Thèse de Doctorat de l'Université Pierre et Marie Curie, Spécialité : physique. Ecole Doctorale de physique de la Région Parisienne, 146 p.
- 21-Dagnelie P., 1975. Théories et méthodes statistiques. Vol 2. Applications agronomiques. Ed. les presses agronomiques de Gembloux, 463 p.

- 22- Damerdji A (2014). Diversité orthoptérologique sur différentes plantes dans la région de Tlemcen. Actes AFPP Dixième Conférence Internationale sur les Ravageurs en Agriculture. Montpellier 25-26 et 27 Octobre 2011.8 pages
- 23-Djeddi S., Djahoudi A.G., Benchalia N. et Himour H., (2015). Antibacterial activity of *Calicotum villosa* (Poiret) Link extracts. 3(1): 13-18.
- 24-Damerdji A. et Djeddid A. (2012). Les orthoptéroïdes associés à une plante xérophile (*Calicotome spinosa* L. (Link) (Fabacees) dans la région de tlemcen (nord-ouest algérien) Université Aboubekr Belkaid-Tlemcen. (Algerie). 111 – 123
- 25-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.
- 26- Fahn A. 1988. Secretory tissues in vascular plants. *New phytologist*. Vol (108) : 229-257.
- 27-Gorenflot R., 1980. Biologie végétale, plantes supérieures, 1- appareil végétatif. Ed. Masson, Paris.
- 28-Gorenflot R et De Foucault., 2005. Biologie végétale, les cormophytes. 7eme edition.
- 29- Hartwell J.L. (1982). *Plants Used Against Cancer. A survey, USA7*. Lawrence, MA: Quarterman Publications.
- 30-Harouni. F., 2000. Contribution à l'étude de la variabilité des caractères foliaires et stomatiques du chene vert (*Quercus rotundifolia* Lamk) d'Algérie : approche taxinomique. Mémoire de Magister. Faculté des Sciences de l'ingénieur .UMMTO. 85p.
- 31-Jolicoeur ., P .,1991. Introduction à la biometrie. Ed. Masson. 300 p.
- 32- Kim E.S., Mahlberg P.G. 1997. Immunochemical localization of tetrahydrocannabinol (The)in cryofixed glandular trichomes of *Cannabis*(Cannabaceae). *American Journal of Botany*.Vol(84) n°3 : 336-342.
- 33- Kofidis.G ; Bosabalidis.A ;Moustakas.M.,2003. Contemporary seasonal and altitudinal variations of leaf structural features in oregano (*Origanum vulgare*

L).Annals of Botany.92:635-645.

34-Lamontagne M., Boucher J.F. 2009. «Botanique, physiologie et écophysiologie forestières »,dans ordre des ingénieurs forestiers du Québec, Manuel de foresterie, 2eéd. Ouvrage collectif,Éditions Multi Mondes, Québec. Pp. 359-396

35-Laberche J.C., 1999. Biologie végétale. Dunod Paris. 2eme édition.

36-Larit F., Benyahla S., Benayache S., Benayache F., Leon F., Brouard I., Bermijo J. (2012). Flavonoïdes From *Calicotome spinosa* L. Lnk.Int. J. Med.Arom. Plants,. 2(1): 34-37.

37-Lentini F., Aleo M. et Amenta R., (1993). L'uso popolare delle piantenelle Isole Egadi (Sicilia). Giorn Bot Ital. 127 (3): 702.

38-Morel S. (2011). Etude phytochimique et évaluation biologique de *Derris ferruginea* Benth. (Fabaceae). Thèse de doctorat. Université d'Angers.

39-Mokhtari M. (2012). Etude phytochimique de la plante *calicotome spinosa*. link. ChimieOrganique. Université El-Hadj Lakhdar. Batna. Algérie. p : 15.

40-Meddour R., Mellal H., Meddour O., Derridj A. (2009). La flore médicinale et ses usages actuels en kabylie (wilaya de tiziouzou, algérie) : quelques résultats d'une etude ethnobotanique , Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques, UniversitéMouloud Mammeri, BP 17 RP, 15 000 TiziOuzou, Algérie *Revue des Régions Arides, Spécial, pp :181-201*.

41-Meyer S. Reeb C. Bosdeveix R. 2004.Botanique et physiologie végétale. Edition Maloine.Paris, France.

42-mokhtari mouna.,2011. etude phytochimique de la plante *calicotome spinosa*.link.mémoire de magister. faculte des sciences. universite el-hadj lakhdar batna.

43-Nultch W., 1998. Botanique générale. De Boeck Université. Paris, Bruxelles. 208-515.

44-Nabors M., 2008. Biologie végétale, structure, fonctionnement, écologie du Mississippi (Etat-Unis), publiée par Pearson éducation française.

45-Nevo.E; Pavlíek.T; Beharav.A; Bolshakova.M ; Martyn. G; Musatenko.L; Sytnik. K.2000. Drought and light anatomical adaptive leaf strategies in three woody species caused by microclimatic selection at "evolution canyon".Israel journal of plant sciences. 48:1, 33-46.

46-Prat R., Rubinstein J.P. 2012. La forme des feuilles. Disponible sur<<http://www.snv.jussieu.fr/bmedia/arbres/i-feuilles.htm>>.

- 47- Parsons WT et Cuthbertson EG (2001). Noxious Weeds of Australia. Ed. Csiro Publishing.
- 48-Quèzel P. et Santa S., (1963). Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales, Tome2, Ed. Centre nationale de la recherche scientifique, Paris. pp.935-936.
- 49-Raven, P.H., Evert, E., et Eichorn, 2007. Biologie végétale. Editions de Boeck. 2^{ème} édition.
- 50-Roland J. C., 2001. Biologie végétale 2. Organisation des plantes à fleurs. Dunod, Paris, 8^{ème} édition.
- 51- Raven P.H., Evert R.F. and Echhorn S.E., 2000. Biologie végétale. Ed de Boeck, Paris, 944 p.
- 52- Ramade. F., 1992.Précis d'écotoxicologie. Ed. Masson, Paris, 758p.
- 53- Ramade. F., 1993.Dictionnaire encyclopédique de l'écologie et des Sciences de l'Environnement. Ed. E discience international, Paris, 882p.
- 54-Seltzer.P.,1946. Le climat de l'Algérie.inst.Météo.phys.Globe de l'Algérie.Univ.d'Algérie.Ed.Carbohel, 219p.
- 55- Sari M., Hendel N., Sarri D., Boudjelal A., Benkhaled A. (2013). Ethnobotanical study Of medicinal Flora used by the people of the Forest El Haourane-Msila(Alegria). Journal Of Ecoagritourism,. 9(2): 27.
- 56-SAOUDI Mouna (2007) Les Bactérie ondulant les légumineuses;Caractérisation des bactéries associées aux nodules de la légumineuse Astragalus Armatus,Thèse de magister ,Université Mentouri de Constantine ,27p.
- 57-SPICHIGER R.E., SALVLAIMEN V., FIGEAT M., JAMMONOB D., 2004-Botanique systématique des plantes à fleurs .éd :press polytechnique et universitaire romande,203-206p in Bouredje.n, 2005, étude anatomique et biochimique des protéines et des acides aminés.
- 58-SABER Nawal et FELLAH Ourida.,2016.Contribution à l'étude de l'influence des facteurs de l'environnement sur la biométrie foliaire d'*Olea europea ssp sylvestris* (oléastre) cas de deux stations : Fréha et Tizi Rached W. Tizi-Ouzou. Mémoire de master.Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques. Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou.
- 59- 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.

60-Ulrich Luttge., Manfred Kluge., Gabriela Bauer., 2002. Botanique. 3^édition. TEC et DOC.

61- Werker E., 2000. Trichome diversity and development. Advances in Botanical Research, 31: 1±35.

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

63-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.

64-Zellagui A., Gherraf N., Kaabache M. et Rhouati S. (2011). Phytochemical and biological survey from two endemic Species: *genista microcephala* coss. et dur. and filago PomelliBatt. et Trab. Plant Sciences Feed; 1(11): 190-193.

Résumé

Les régions montagneuses, notamment la Kabylie abritent une végétation adaptée aux conditions de vie extrêmes en altitude et l'exposition aux radiations lumineuses intenses. Parmi ces espèces, *Calicotome spinosa* qui appartient à la famille des Fabacées. Elle est répandue dans les régions chaudes et tempérées, poussant sur des sols rocailloux, secs et légèrement acides de la région méditerranéenne, dans des zones où les précipitations sont modérées. Elle est très commune en Algérie. L'objectif de cette étude est l'étude des caractères biométriques foliaires de cette essence dans quatre stations, sur un gradient altitudinal et des versants différents. 30 feuilles ont été échantillonnées pour chaque station, au niveau de 11 sujets différents, au niveau de Tizirt (337m d'altitude versant nord), Maâtkas (622m), Tala N'Tazert (700m) et Ait Alloua (1000m), toutes les trois versant sud, dans la wilaya de TiziOuzou. Les résultats obtenus par l'ANOVA montrent que les caractères foliaires (longueur et la largeur de la feuille, nombre de folioles, longueur du pétiole et longueur et largeur de la foliole terminale) sont différents entre les individus, ceci peut être due aux caractéristiques génétiques. Le facteur orientation des feuilles au sein du même arbre ne semble pas influencer sur les dimensions des paramètres foliaires. L'analyse factorielle des correspondances a montré une nette variation des paramètres étudiés en fonction des versants et de l'altitude. Les feuilles échantillonnées sur versant sud sont de plus grandes dimensions par rapport à celles du versant nord.

Mots clés : *Calicotome spinosa*, biométrie foliaire, exposition, altitude, Tizi Ouzou.

Summary

Mountainous regions, particularly Kabylia, are home to vegetation adapted to extreme living conditions at altitude and exposure to intense light radiation. Among these species, *Calicotome spinosa*, which belongs to the Fabaceae family. It is widespread in warm and temperate regions, growing on rocky, dry and slightly acidic soils of the Mediterranean region, in areas with moderate rainfall. It is very common in Algeria. The objective of this study is the study of the biometric foliar characters of this species in four stations, on an altitudinal gradient and different slopes 30 leaves were sampled for each station, at the level of 11 different subjects, at the level of Tizirt (337m above sea level on the northern side), Maâtkas (622m), Tala N'Tazert (700m) and Ait Alloua (1000m), all three southern slopes, in the wilaya of TiziOuzou. by ANOVA show that the foliar characters (length and width of the leaf, number of leaflets, length of the petiole and length and width of the terminal leaflet) are different between individuals, this may be due to genetic characteristics. The factor of orientation of the leaves within the same tree does not seem to influence the dimensions of the leaf parameters. The factorial analysis of the correspondences showed a clear variation of the studied parameters according to the slopes and the altitude. The leaves sampled on the southern slope are larger in size compared to those on the northern slope.

Key words: *Calicotome spinosa*, leaf biometry, exposure, altitude, Tizi Ouzou.