

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 Ecologie et Environnement



Mémoire de fin d'études

En vue de l'obtention du diplôme de Master en
Ecologie et Environnement
Spécialité : Biodiversité et Ecologie Végétale

Thème

**Contribution à l'étude de la biométrie foliaire
de *Calicotome spinosa* de deux stations de la
wilaya de Tizi-Ouzou :
Draâ El Mizan et Ait Yahia Moussa**

Réalisé par : M^{elle} KAMOUR Chahira

Soutenu devant le jury :

Présidente : M ^{me} BERRACHED R.	M.C.B	U.M.M.T.O
Promotrice : M ^{me} SAADOUN N.	Professeur	U.M.M.T.O
Examineur : M ^r OUDJIANE A.	M.A.A	U.M.M.T.O

Année universitaire : 2021/2022



Remerciements



*Tout d'abord, Je remercie le **Dieu** le tout puissant de m'avoir donné la volonté et le courage pour mener à terme ce modeste travail.*

*Je tiens à exprimer mes sincères remerciements et ma profonde gratitude à ma promotrice **M^{me} SAADOUN .N**, professeur à l'**UMMTO** d'avoir accepté d'encadrer ce travail et je salue également sa patience, sa rigueur, et surtout pour sa grande disponibilité pour mon travail, ainsi que pour sa compréhension et les encouragements qu'elle m'a apportées tout au long de ce travail.*

*J'adresse également mes profonds remerciements à **M^{me} BERRACHED .R** de m'avoir fait le grand honneur d'accepter de présider le jury de ce mémoire.*

*J'exprime aussi mes profonds remerciement à **M^r OUDJIANE.A** pour avoir accepté d'examiner et d'évaluer mon travail.*

*Je remercie également **M^{elle} MECHIAH.F** pour son soutien et le partage du savoir et des informations, et pour l'aide qu'elle m'a apportée, et pour sa confiance.*

Et je tiens à remercie toute personne qui m'a aidé de près ou de loin à réaliser ce modeste travail.

Je remercie également l'ensemble des enseignants que m'ont accompagné depuis ma scolarisation jusqu'à ce jour.





Dédicaces



Je dédie ce modeste travail en guise d'amour, de respect et de reconnaissance à :

Ceux qui ont donné un sens à mon existence, en m'offrant une éducation digne de confiance, ceux qui ont attendu avec patience les fruits de leur bonne éducation à mes très chers parents que j'aime beaucoup : ma très chère mère Ouiza qui m'a toujours apportée son amour et son affection ; et mon très cher père Tahar à qui je dois tout et je ne rendrais jamais assez, que dieu les protègent pour nous.

A mes chères sœurs : Hanane, Sihem, Sarah, Sabrina.

A mes chères frères : Sofiane, Brahim.

A mes chères amies : Sihem, Malika.

A mes chers grand-père, et grand-mère : Said et baya ; Slimane et Tassadit.

A mes cousins et mes cousines : Farida, Sadia, Malika, Yamina, Hocine , Hamid, Amar, Rachid, Slimane et Nadia, Abdellah , Djilali.

A mes chers enseignants.

A tous ce qui m'aiment et qui sont les plus chères pour moi.

Chahira



Liste des abréviations

DEM : Draâ El Mizan

AYM : Ait Yahia Moussa

Tigz : Tigzirt

Matks : Maâtkas

TNT : Tala N'Tazert

AAL : 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 folioles

ACP : Analyse en composantes principales

ANOVA : Analyse de la variance

Liste des figures

Figure 1 : photo de l'espèce étudiée (personnel).....	4
Figure 2 : analyse en composantes principales des 4 stations.....	13
Figure 3 : situation géographique de Draâ El Mizan et Ait Yahia Moussa (Google maps , 2017)	15
Figure 4 : site d'étude au niveau de la station de Draâ El Mizan (personnel).....	16
Figure 5 : site d'étude au niveau de la station d'Ait Yahia Moussa (personnel).....	17
Figure 6 : diagramme ombrothermique de la station de Draâ El Mizan	22
Figure 7 : diagramme ombrothermique de la station d'Ait Yahia Moussa	23
Figure 8 : paramètres mesurés de la feuille	25
Figure 9 : pied à coulisse numérique.....	25
Figure 10 : distribution des paramètres mesurés des feuilles pour la station de Draâ El Mizan.....	29
Figure 11 : distribution des paramètres mesurés pour la station d'Ait Yahia Moussa.....	34
Figure 12 : distribution des paramètres mesurés en fonction des stations	42
Figure 13 : distribution des paramètres mesurés en fonction des stations	44
Figure 14 : analyse en composantes principales des 6 stations.....	48

Liste des tableaux

Tableau 1 : Description de <i>Calicotome spinosa</i>	6
Tableau 2 : précipitation mensuelles de la station de Tizi– Ouzo de 2005 à 2016 (O N M)	18
Tableau 3 : températures minimales (m), maximales (M) et moyennes (M + m /2) mensuelles de la station de Tizi -Ouzo de 2005 à 2016 (O N M)	18
Tableau 4 : précipitations mensuelles extrapolées pour la station de Draâ El Mizan.....	19
Tableau 5 : précipitations mensuelles estimées pour la station d’Ait Yahia Moussa	20
Tableau 6 : températures maximales, minimales et moyennes mensuelles estimées pour la station de Draaâ El Mizan	21
Tableau 7 : températures maximales, minimales et moyennes mensuelles estimées pour la station d’Ait Yahia moussa	21
Tableau 8 : dimensions moyennes des feuilles pour la station de Draâ El Mizan.....	28
Tableau 9 : résultats du test de Newman et Keuls pour la longueur des feuilles des sujets de Draâ El Mizan	30
Tableau 10 : résultats du test de Newman et Keuls pour la largeur des feuilles des sujets de Draâ El Mizan	30
Tableau 11 : résultats du test de Newman et Keuls pour la longueur du pétiole des sujets de Draâ El Mizan	31
Tableau 12 : résultats du test de Newman et Keuls pour la longueur de la foliole terminale des sujets de Draâ El Mizan	32
Tableau 13 : résultats du test de Newman et Keuls pour la largeur de la foliole terminale des sujets de Draâ El Mizan.....	33
Tableau 14 : dimensions moyennes des feuilles pour la station d’Ait Yahia Moussa	34
Tableau 15 : résultats du test de Newman et Keuls pour la longueur de la feuille des sujets d’Ait Yahia Moussa.....	35

Tableau 16 : résultats du test de Newman et Keuls pour la largeur de la feuille des sujets d'Ait Yahia Moussa.....	36
Tableau 17 : résultats du test de Newman et Keuls pour la longueur du pétiole des sujets d'Ait Yahia Moussa.....	37
Tableau 18 : résultats du test de Newman et Keuls pour la longueur de la foliole terminale des sujets d'Ait Yahia Moussa	38
Tableau 19 : résultats du test de Newman et Keuls pour la largeur de la foliole terminale des sujets d'Ait Yahia Moussa.....	39
Tableau 20 : résultats du test de Newman et keuls pour le nombre de folioles des sujets d'Ait Yahia Moussa	40
Tableau 21 : dimensions moyennes des feuilles pour les 2 stations étudiées	41
Tableau 22 : Valeurs de P pour chaque variable concernant les deux stations étudiées....	43
Tableau 23 : dimensions moyennes des feuilles pour les 6 stations étudiées	43
Tableau 24 : résultats du test de Newman et Keuls pour la longueur de la feuille des six stations.....	45
Tableau 25 : résultats du test de Newman et Keuls pour la largeur de la feuille des six stations.....	45
Tableau 26 : résultats du test de Newman et Keuls pour la longueur de la foliole terminale des six stations.....	46
Tableau 27 : résultats du test de Newman et Keuls pour la largeur de la foliole terminale des six stations	46
Tableau 28 : résultats du test de Newman et Keuls pour la longueur du pétiole des six stations	47
Tableau 29 : résultats du test de Newman et Keuls pour le nombre de folioles des six stations	47

Sommaire

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

Chapitre 1 : présentation de l'espèce étudiée : *Calicotome spinosa*.

1-introduction.....	4
2-Description de <i>Calicotome spinosa</i>	5
2-1-Noms communs.	5
2-2-Classification de l'espèce	5
2-3-Description botanique.....	5
2-4-Composition chimique.....	6
3-Utilisations	7
4- Aire de répartition.....	7

Chapitre 02 : Biométrie foliaire.

1-introduction.....	9
2-Travaux sur la biométrie foliaire des plantes dans différents bioclimats en Algérie	10

Chapitre 03 : Matériel et méthodes.

1-Description des sites étudiés.	15
1-1-Situation géographique	15
1-1-1-Draâ El Mizan.	15
1-1-2-Ait Yahia Moussa.....	16
2-Etude bioclimatique	17
2-1-Extrapolation des précipitations	18
2-1-1-Station de Draâ El Mizan.	19

2-1-2-Station d’Ait Yahia Moussa.	19
2-2-Températures.	20
2-2-1-Station de Draâ El Mizan.	20
2-2-2-Station d’Ait Yahia Moussa	21
2-3-Diagrammes ombrothermiques de Bagnouls et Gausse.	22
3-Echantillonnage.....	23
4-paramètres mesurés.	24
5-Analyse statistiques.....	26

Chapitre 04 : Résultats et discussion.

1-Variation intrapopulation.	28
1-1-Résultats.....	28
1-1-1- Station de Draâ El Mizan.	28
1-1-2- Station d’Ait Yahia Moussa	33
1-2-Discussion.....	40
2- Variation interpopulation.....	41
2-1- Résultats pour les 2 stations étudiées.	41
2-2- Résultats pour les six stations	43
Conclusion générale et des perspectives.....	52
Références bibliographiques	56



Introduction

La végétation des rivages méditerranéens a fait l'objet multiples et importantes recherches. La famille des Fabacées est une famille de plantes Eedicotylédones, aussi appelée couramment Légumineuses, et les Fabacées constituent la 3ème famille la plus importante du monde végétale. L'espèce *Calicotome spinosa*, appartient à cette famille, est un arbrisseaux ,de 1 à 2 mètres. 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 utilisées comme premiers caractères dans la classification du genre (Abdelmalek, 2013).

Calicotome spinosa est abondant dans les régions méditerranéennes de l'Algérie notamment la Kabylie, qui abritent une végétation adaptée aux conditions de vie extrêmes en altitude et à l'exposition aux radiations lumineuses intenses (Kofidis et *al.*, 2003).

C'est dans ce contexte que nous avons voulu étudier la biométrie foliaire de *Calicotome spinosa* au niveau de deux stations en Kabylie différentes de part leurs altitudes, à savoir : Draâ El Mizan et Ait Yahia Moussa, appartenant à la wilaya de Tizi Ouzou. Ce travail rentre dans le cadre des archivités de recherche du laboratoire Ressources Naturelles de l'Université de Mouloud Mammeri de Tizi Ouzou (UMMTO). Il fait suite à un premier travail fait par Kaci Aissa (2021) sur d'autres stations de la wilaya de Tizi Ouzou, localisées le long d'un gradient altitudinal.

Pour donner une plus ample lumière sur ce sujet, il s'avère essentiel de traiter les quatre chapitres présentés ci-dessous.

- Le premier chapitre évoque la présentation de l'espèce étudiée : *Calicotome spinosa*.
- Le deuxième chapitre décrit la biométrie foliaire.
- Le troisième chapitre expose le matériel et les méthodes utilisés lors du travail expérimental.
- Le quatrième chapitre comporte l'ensemble des résultats obtenus avec leurs discussions.

Enfin notre mémoire se termine par une conclusion générale assortie de perspectives.

Chapitre 1

Présentation de l'espèce étudiée :

Calicotome spinosa

1- Introduction

Calicotome spinosa est une plante vivace, appartenant à la grande famille des Fabacées (Fig. 1). Cette famille doit son nom à son fruit, appelé gousse ou légume, d'où l'autre dénomination de Légumineuses, sous laquelle cette famille est plus connue.

Les Fabacées constituent une des plus grandes familles des plantes à fleurs, avec plus de 730 genres et 19400 espèces. Réparties aussi bien en milieu tempéré que tropical, les formes arborescentes prédominent dans les pays chauds et les formes herbacées dans les régions tempérées (Mokhtari, 2012).



Fig. 1 : photo de l'espèce étudiée .

2- Description de *Calicotome spinosa*

2-1- Noms communs

Calicotome spinosa possède plusieurs noms communs, comme les suivants :

- ❖ Nom vernaculaire : genêt épineux ou calycotome épineux (Hamlat et Hadji, 2016).
- ❖ Nom arabe : guendoul (Damerdji et Djeddid, 2012).
- ❖ Nom amazighe : azezzu ou ouzzou (Ait youcef, 2006)

2-2- Classification de l'espèce

La position systématique de cette espèce est la suivante (Fournier, 2001) :

- **Règne** : Plantes
- **Sous règne** : Tracheobionta
- **Division** : Magnoliophyta
- **Classe** : Magnoliopsida
- **Sous classe** : Rosidae
- **Ordre** : Fabales
- **Famille** : Fabaceae
- **Sous famille** : Faboideae
- **Genre** : *Calicotome*
- **Espèce** : *Calicotome spinosa* L. (Link).

2-3- Description botanique

Le *Calicotome* est présent sous forme d'un arbuste épineux pouvant atteindre 1 et même 2 m de hauteur.

Tableau 1. Description de *Calicotome spinosa* (Quèzel et Santa, 1963).

Partie de la plante	Description
Racine	Porte habituellement des nodosités.
Rameaux	Gris courts se terminant en fortes épines, couverts d'un duvet pulvérulent, fortement imbriqués.
Tiges	dressées, parcourues par 13-16 fines côtes longitudinales
Feuilles	Assez longuement pétiolées, comportant 3 folioles ovales, subsessiles, obtuses, glabres en dessus, à poils appliqués en dessous, stipules très petites.
Fleurs	jaunes de 12 à 18 mm de long, solitaires ou fasciculées par 2-4 ; pédicelles 2-3 fois plus longs que le calice, portant au sommet une bractée bi-trifide, ordinairement plus longue que large. Fleurs hermaphrodites, papilionacées (+18 mm), au calice glabre ovoïde possédant 5 sépales soudés, corolle à 5 pétales libres, androcée à 10 étamines et un ovaire formé d'un seul carpelle, celui-ci est supère et surmonté d'un style et d'un stigmate.
Fruit	Gousse oblongue, étroite et comprimée, la taille est de 25 à 40 mm de long sur 6-8 mm de large, glabre, aplatie, villeuse, à ailes de la suture ventrale très courtes, luisante et noir à maturité, à suture supérieure à bord droit.
Graines	3-8 graines non caronculées.

2-4- Composition chimique

Calicotome spinosa se distingue des autres espèces par sa teneur en matière azotée totale élevée (33,7%). La teneur en matière sèche des feuilles des arbustes est comprise entre 28,20% et 63,57% de la matière organique (Mebirouk-Boudechiche, 2014).

Cette plante est l'espèce la plus riche en composés phénoliques et en tanins totaux, avec 119,43 et 83,68 g équivalent acide tannique/ kg MS , respectivement pour les deux composés (Mebirouk-Boudechiche, 2014).

3- Utilisations

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 pourtant évitent cette plante, à cause de ses épines (Mokhtari, 2012).

Le genêt épineux est utilisé dans la phytothérapie (Hamlat et Hadji, 2016). Dans les indications thérapeutiques, il est utilisé comme un anti-ictérique (Sari, 2013). Les fleurs et les feuilles de *Calicotome spinosa* sont riches en flavonoïdes et sont utilisées dans le traitement des maladies cardiovasculaires, des cas de cancer et des ulcères gastroduodénaux. Le genêt épineux a des propriétés antioxydantes et anti-inflammatoires (Larit et al., 2012) et pour les soins des pathologies musculaires et squelettiques (rhumatismes, douleurs dorsales, insuffisance de moëlle osseuse, fatigue, etc..) (Meddour et al., 2009). Dans les utilisations médicinales, cette plante a été aussi signalée comme étant agent antitumoral (Hartwel, 1982 ; Djeddi, 2015). Elle est efficace pour le traitement des furoncles, abcès cutanés et de l'engelure en Sicile (Lentini et al., 1993 ; Djeddi, 2015).

4- Aire de répartition

Calicotome spinosa est courant dans les régions méditerranéennes des pays comme la France, l'Espagne, l'Italie, le Portugal et l'Algérie. Ses fleurs ornent la plante entre les mois de mars et mai et sont généralement observées sur les pentes arides, les buissons, les sols rocheux et surtout, dans ceux qui ont souffert de brûlures récentes (Lourdes Sarmiento, 2022).



Chapitre 2
Biométrie foliaire

1- Introduction

La feuille est en morphologie végétale, l'organe spécialisé dans la photosynthèse chez les plantes vasculaires. Elle est insérée sur les tiges des plantes au niveau des nœuds. C'est aussi le siège de la respiration et de la transpiration, les feuilles peuvent se spécialiser, notamment pour stocker des éléments nutritifs et de l'eau (Huber, 2005).

Pour accomplir son rôle, une feuille est généralement formée d'une lame plate et fine aérienne : le limbe, qui lui permet d'exposer à la lumière un maximum de surface. Mais, il existe aussi des feuilles transformées, pour lesquelles le limbe est très réduit et ne joue plus le rôle photosynthétique, elles sont transformées en vrilles, cataphylles, écailles sur les bourgeons aériens (épines, aiguilles de conifères), ou souterrains (comme dans les bulbes et les cormes), ou en feuilles succulentes (Wohlleben, 2017).

Le mot "biométrie" est tiré du grec (Bio = vie + métrie = mesure). La biométrie signifie l'étude quantitative des êtres vivants. C'est la reconnaissance et l'identification des individus, en utilisant des informations étroitement liées à leurs caractéristiques. Comme les organismes vivants diffèrent généralement de manière sensible les uns les autres, tant dans leur taille et dans leur forme que dans leurs fonctions, l'étude de ces variations nécessite l'utilisation de méthodes statistiques, de sorte que le mot biométrie est souvent considéré comme un synonyme du mot biostatistique (Jolicoeur, 1991).

L'étude de la variation intra ou interpopulation est souvent basée sur une étude des caractéristiques des appareils végétatifs et reproducteurs. Les caractères morphologiques concernent surtout la forme et les dimensions de diverses parties d'une plante (feuille, rameau, fruit, etc...). La feuille étant l'organe le plus exposé aux variations des facteurs environnementaux.

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 (Nevo et al., 2000). De nombreuses caractéristiques peuvent être déterminées, suite à la mesure des longueurs et largeurs des feuilles.

- **Le coefficient A (coef A) (%)** est défini comme le pourcentage des feuilles qui ont perdu leur apex, que celui-ci ait été cassé ou brouté (Giraud et al., 1979). Il peut être calculé comme suit :

$$\text{Coef A} = \frac{nb}{Tf}$$

Où : **nb** est le nombre de feuilles broutées et **Tf** est le nombre de feuilles totales.

- **La surface foliaire (SF) (cm² / faisceau)** correspond à la surface des limbes par faisceau de feuilles (Giraud et *al.*, 1979). Elle peut être estimée de la manière suivante :

$$\text{SF} = ((sLa) \times U_a) + ((sLi) \times U_i)$$

Où : **La** est la longueur des feuilles adultes, **Li** la longueur des feuilles intermédiaires, **U_a** la largeur moyenne des feuilles adultes et **U_i** la largeur moyenne des feuilles intermédiaires.

- **L'indice foliaire (IF) (m² / m²)** est aisément calculé grâce à la surface foliaire. Il représente la surface totale des feuilles par surface de substrat (Giraud et *al.*, 1979). Sa formule est la suivante :

$$\text{IF} = \text{SF} \times \text{densité foliaire}$$

- **La longueur maximale (Lmax) (cm)** (Giraud et *al.*, 1979) correspond à la longueur du plus grand des limbes d'un faisceau de feuille.

2- Travaux sur la biométrie foliaire de plantes dans différents bioclimats en Algérie

Une étude des paramètres foliaires mesurés sur l'oléastre (*Olea europea*) a été réalisée par Ben Kacimi (2016) sur sept arbres de la station "Tizi Rached". Le travail a été fait sur trente feuilles, mises en herbier pour chaque arbre échantillonné. Pour chaque feuille considérée, les mesures ont concerné la longueur et la largeur de la feuille, la longueur du pétiole et celle de la nervure principale. Cette opération est faite à l'aide d'une règle graduée.

Les résultats de cette étude sur l'oléastre ont révélé, que la longueur de la feuille varie de l'arbre 2, avec une valeur maximale de 4,48 cm à l'arbre 1, avec une valeur minimale de

1,42 cm. Cette variation est hautement significative selon les résultats de la variance au risque d'erreur de 5%. La largeur de la feuille varie de l'arbre 4, avec une valeur maximale de 1,05 cm à l'arbre 5 avec une valeur minimale de 0,68 cm. Cette variation est hautement significative selon les résultats de la variance au risque d'erreur de 5%. La longueur de la nervure principale est d'une valeur maximale de 4,48 cm pour l'arbre 2 et d'une valeur minimale de 1,42 cm pour l'arbre 1. Cette variation est hautement significative au risque d'erreur de 5%. La longueur du pétiole varie de l'arbre 2, avec une valeur maximale de 0,28 cm à l'arbre 1, avec une valeur minimale de 0,17 cm. Selon les résultats obtenus, la différence au risque d'erreur de 5% pour cette variable est hautement significative.

Une autre étude a été réalisée par Hocine (2017) sur quatre populations de *Pistacia lentiscus* de Bouira, situées dans les localités de Ath Hemmadh, Mekhchem, Achayvo et Thamourth ouzemour. Les mesures ont concerné 10 feuilles par sujet, à raison de 100 feuilles par station. A l'aide d'un pied à coulisse d'une précision d'un centième, les mesures ont concerné la longueur et la largeur des feuilles, la longueur du rachis et celle du pétiole.

Les résultats de la morphologie foliaire montrent clairement des différences significatives des variables longueur et largeur des feuilles en fonction des stations. Les moyennes sont de 7.5 et 4.57 cm, respectivement pour les deux variables. Les histogrammes de la distribution des fréquences révèlent que les classes (7-8) cm sont les plus représentatives de la longueur des feuilles. La même tendance est observée pour les classes (4-5) cm pour la variable largeur des feuilles.

La longueur du rachis est en moyenne de 3,90 cm, avec une valeur maximale de 6.66 cm enregistrée à la station 4 et une valeur minimale de 1,76 cm à la station 3. La plus petite valeur de la moyenne par station est enregistrée à la station 1 (3.66 ± 0.96) cm et la plus grande valeur est enregistrée à la station 4 (4.25 ± 0.84) cm. L'histogramme de la distribution des feuilles par classe de longueur montre une distribution irrégulière des longueurs du rachis selon les classes. La classe la plus représentée est celle dont les valeurs sont comprises entre 3.3 – 3,88 cm.

La valeur moyenne de la longueur du pétiole est 1,34 cm. Les moyennes sont faibles à la station 03 ($1,26 \pm 0,21$) cm et élevée à la station 04 ($1,44 \pm 0,32$) cm. La classe (1,2- 1,6) cm est la plus représentée parmi les autres classes. Des différences sont enregistrées entre les stations 02 et 03 et les stations 03 et 03 et les stations 03 et 04.

Une étude a été réalisée par Kaci Aissa (2021) pour 4 stations de la wilaya de Tizi Ouzou, à savoir : Tizirt, Maâtkas, Tala N'Tazert et enfin Ait Alloua, sur quatre populations de *Calicotome spinosa*. Pour chaque population, 11 sujets ont été choisis. Sur chacun des sujets, 30 feuilles sont prélevées sur les quatre expositions, soit un total de 1320 feuilles par station. Ce travail concerne les mesures de différents paramètres foliaires, à savoir : longueur et largeur des feuilles, longueur et largeur de la foliole terminale, longueur du pétiole et nombre de folioles.

Cette comparaison a révélé une différence significative des paramètres biométriques entre les 4 stations étudiées. Concernant la variable longueur de la feuille, les individus de la station d'Ait Alloua montrent les feuilles les plus longues (16,92cm). 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 (18.57cm) 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 Tizirt (10.03cm), 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 (5,6cm), alors que la plus basse se retrouve au niveau de la station de Tizirt (3,34cm). Pour la variable longueur du pétiole, la plus importante est représentée chez les individus de la station de Tala N'Tazert (6.01cm), et la moins importante se retrouve chez les sujets de la station de Tizirt (2,14cm). Enfin, pour le nombre de folioles, il est le moins important dans la station de Tizirt (2,79). Les trois autres stations montrent des feuilles à 3 folioles.

Les quatre stations sont situées sur deux versants différents, un versant Sud (Maâtkas, Tala N'Tazert, Ait Alloua), et un versant Nord (Tizirt) ; ce qui explique l'influence de ce facteur sur la variation de la morphologie de la feuille, avec 63% de l'inertie du plan $\frac{1}{2}$ de l'analyse en composantes principales et ceci pour l'axe I (Fig. 2).

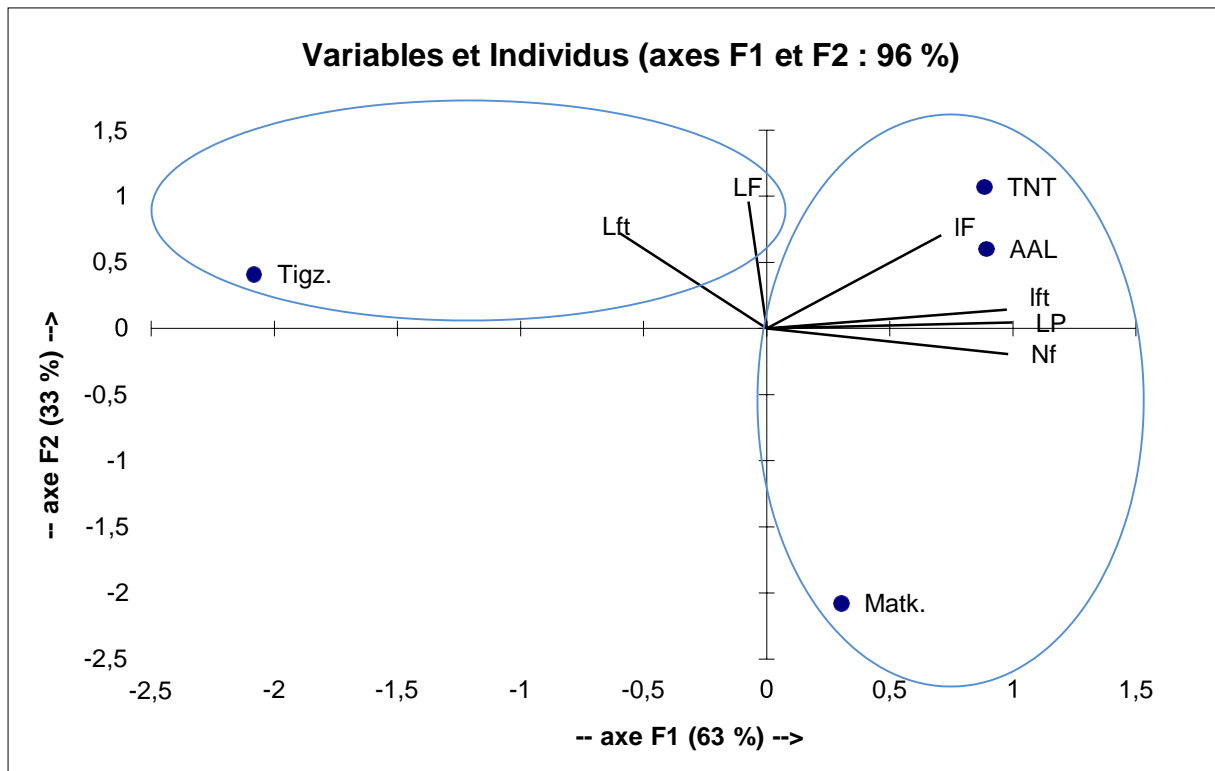


Fig. 2 : analyse en composantes principales des 4 stations.

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.



Chapitre 3

Matériels et méthodes

1- Description des sites étudiés

Notre échantillonnage a été réalisé dans deux stations de la wilaya de Tizi Ouzou, à savoir : Draâ El Mizan et Ait Yahia Moussa. Les stations sont sur des altitudes et des versants différents.

1-1 Situation géographique

1-1-1. Draâ El Mizan

Draâ El Mizan (en berbère : Drae Lmizan ou Tacentirt, en arabe : ذراع الميزان) est une commune de la wilaya de Tizi Ouzou en Algérie, située à 42 Km au sud-ouest de Tizi Ouzou et à 110 Km au sud-est d'Alger, dans la région de la grande Kabylie (Fig. 3).

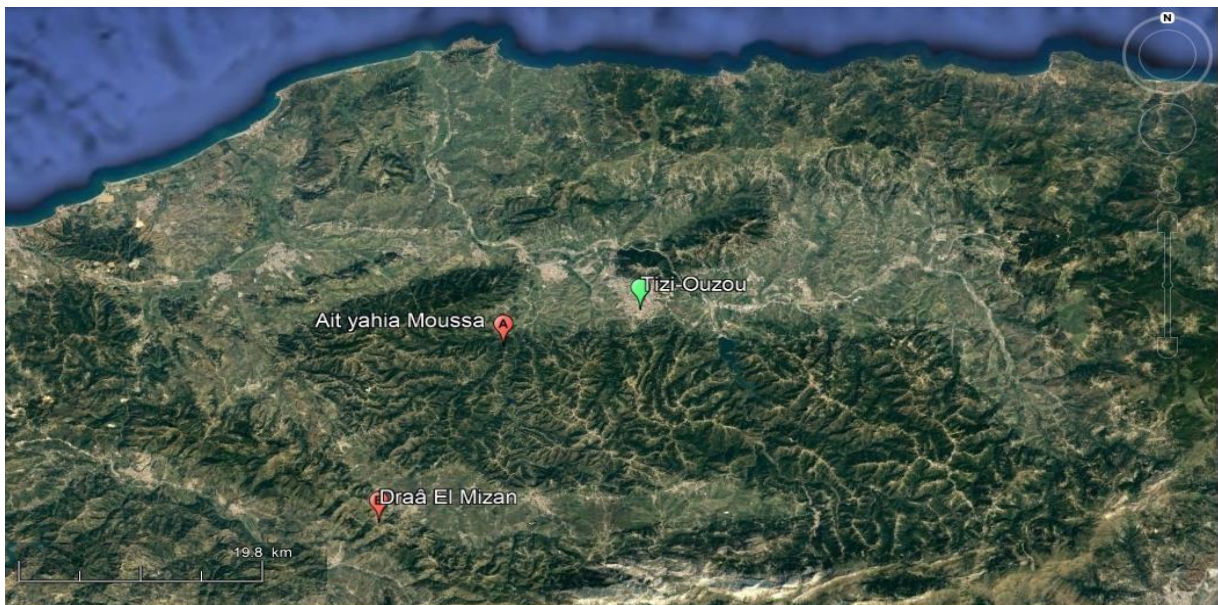


Fig. 3 : situation géographique de Draâ El Mizan Et Ait Yahia Moussa (google maps, 2017).

L'échantillonnage a été réalisé le 21/06/2022 dans la région de Draâ El Mizan (Fig. 4).

Les coordonnées sont les suivantes :

- ❖ **Altitude** : 613 m
- ❖ **Latitude** : 36° 31' 26" Nord.
- ❖ **Longitude** : 3° 48' 35" Est.



Fig. 4 : site d'étude au niveau de la station de Draâ El Mizan .

1-1-2. Ait Yahia Moussa

Ait Yahia Moussa (en berbère : Ath Yehya Musa, en arabe : أيت يحي موسى) anciennement "Oued Ksari" est une commune de la wilaya de Tizi Ouzou, dans la région de grande Kabylie en Algérie. Elle est située à 20 Km au sud- ouest de la ville de Tizi Ouzou et à 115 Km au sud- est d'Alger (Fig. 3).

L'échantillonnage a été réalisé le 24/06/2022 dans la région d'Ait Yahia Moussa (Fig.5)

Les coordonnées du site sont les suivantes :

- ❖ **Altitude** : 225m
- ❖ **Latitude** : 36° 40' 09 " Nord.
- ❖ **Longitude** : 3° 55' 20" Est.



Fig. 5 : site d'étude au niveau de la station d'Ait Yahia Moussa.

2- Etude bioclimatique

Le climat est défini comme l'état moyen sur une période d'au moins 30 ans de l'atmosphère en un lieu donné, en terme de températures et de précipitations ou encore d'humidité.

La détermination du climat est effectuée à l'aide de moyennes établies à partir de mesures annuelles et mensuelles sur des données atmosphériques locales : température, pression atmosphérique, précipitations, ensoleillement, humidité, vitesse du vent. Sont également pris en compte leur récurrence, ainsi que les phénomènes exceptionnels (Pagney, 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 : 188 m 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 2.

Les températures représentent un facteur limitant, car elles contrôlent l'ensemble de 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 3.

Tableau 2 : précipitations mensuelles de la station de Tizi – Ouzou de 2005 à 2016 (ONM).

Mois	J	F	M	A	M	J	Jlt	A	S	O	N	D	Total
P (mm)	112,9	114,6 3	111,38	77,8	63,53	14,5	2,68	5,29	38,03	66,72	117,54	113,78	838,7 7

Tableau 3 : 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	Jlt	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. Extrapolation des précipitations

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

2-1-1. Station de Draâ El Mizan

La différence d'altitude entre Tizi – Ouzou et Draâ El Mizan est de $613 - 188 = 425\text{m}$

La correction pour les précipitations est donc comme suit :

$$X = (425 \times 40) / 100 = 170 \text{ mm}$$

La pluviométrie annuelle pour la station de Tizi – Ouzou est de 838,77 mm. La pluviométrie annuelle de la station d'échantillonnage serait donc :

$$P = 838,77 + 170 = 1008,77 \text{ mm}$$

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

K : pluviométrie annuelle estimée à Draâ El Mizan / pluviométrie connue de Tizi – Ouzou

$$K = 1008,77 / 838,77 = 1,20$$

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

Tableau 4 : précipitations mensuelles extrapolées pour la station de Draâ El Mizan.

Mois	J	F	M	A	M	J	Jlt	A	S	O	N	D
P (mm)	135,48	137,56	133,66	93,36	76,24	17,4	3,22	6,35	45,64	80,06	141,05	136,54

Les précipitations sont les plus importantes sont enregistrées au mois de novembre (141,05 mm) et les plus faibles au mois de juillet (3,22 mm).

2-1-2. Station d'Ait Yahia Moussa

La différence d'altitude entre Tizi – Ouzou et Ait Yahia Moussa est de : $225 - 188 = 37 \text{ m}$

La correction pour les précipitations est donc comme suit :

$$X = (37 \times 40) / 100 = 14,8 \text{ mm}$$

La pluviométrie annuelle pour la station de Tizi – Ouzou est de 838,77 mm, la pluviométrie annuelle de la station d'échantillonnage serait donc :

$$P = 838,77 + 14,8 = 853,57 \text{ mm}$$

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

K : pluviométrie annuelle estimé à Ait Yahia Moussa / pluviométrie connue de Tizi – Ouzou.

$$K = 853,57 / 838,77 = 1,02$$

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 d'Ait Yahia Moussa.

Mois	J	F	M	A	M	J	Jlt	A	S	O	N	D
P (mm)	115,16	116,92	113,61	79,36	64,80	14,79	2,73	5,39	38,79	68,05	119,89	116,05

Selon le tableau 5, les précipitations sont les plus importantes sont recensées au mois de novembre (119,89 mm) et les plus faibles au mois de juillet (2,73 mm).

2-2. Températures

Pour les températures, Seltzer (1946) a constaté une diminution des températures minimales (m) de 0,4 °C par 100 m d'altitude et 0,7 °C pour les températures maximales (M).

2-2-1. Station de Draâ El Mizan

Le calcul des températures maximales mensuelles (M) pour Draâ El Mizan est comme suit :

$$X = (425 \times 0,7) / 100 = 2,97$$

$$M' = M - 2,97$$

Le calcul des températures minimales mensuelles (m) pour Draâ El Mizan est comme suit :

$$X' = (425 \times 0,4) / 100 = 1,7$$

$$m' = m - 1,7$$

Les valeurs obtenues (températures minimales, maximales et moyennes) pour la station de Draâ El Mizan sont représentées dans le tableau 6.

Tableau 6 : températures maximales, minimales et moyennes mensuelles estimées pour la station de Draâ El Mizan.

Mois	J	F	M	A	M	J	Jlt	A	S	O	N	D
M (°C)	12,99	12,92	16,07	19,52	23,39	28,44	33,06	32,07	28,43	24,66	17,07	13,83
m (°C)	5,01	4,93	6,93	9,66	12,53	16,03	19,63	19,83	17,11	14,1	10,13	6,13
(M + m) / 2 (°C)	9	8,92	11,5	14,59	17,96	22,23	26,34	25,95	22,77	19,38	13,6	9,98

A partir de tableau 6 , nous pouvons noter que le mois le plus froid est le mois defévrier (m =4,93 °C) et le mois le plus chaud est le mois de juillet (M = 33, 06 °C).

2-2-2. Station d’Ait Yahia Moussa

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

$$X = (37 \times 0,7) / 100 = 0,26$$

$$M' = M - 0,26$$

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

$$X' = (37 \times 0,4) / 100 = 0,15$$

$$m' = m - 0,15$$

Les valeurs obtenues (températures minimales, maximales et moyennes) pour la station d’Ait Yahia Moussa sont représentées dans le tableau 7.

Tableau7 : températures maximales, minimales et moyennes mensuelles estimées pour la station d’Ait Yahia Moussa.

Mois	J	F	M	A	M	J	Jlt	A	S	O	N	D
M (°C)	15,7	15,63	18,78	22,23	26,1	31,15	35,77	34,78	31,14	27,37	19,78	16,54
m (°C)	6,56	6,48	8,48	11,21	14,08	17,58	21,18	21,38	18,66	15,65	11,68	7,68
(M + m) / 2 (°C)	11,13	11,05	13,63	16,72	20 ,09	24,36	28,47	28,08	24,9	21,51	15,73	12,11

A partir du tableau 7, nous pouvons remarquer que le mois le plus froid est février (m=6,48 °C) et le plus chaud est juillet (M = 35,77 °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 ($P = 2 T$). Le diagramme consiste à reporter en ordonnées les précipitations exprimées en mm et les températures en °C ; en abscisses sont reportés les mois de l'année. Les mois secs sont définis, quand la courbe des précipitations est située au-dessous de celle des températures moyennes.

La durée de la saison sèche est de 3 mois et demi pour les deux stations concernées par ce travail (Fig. 6 et Fig. 7).

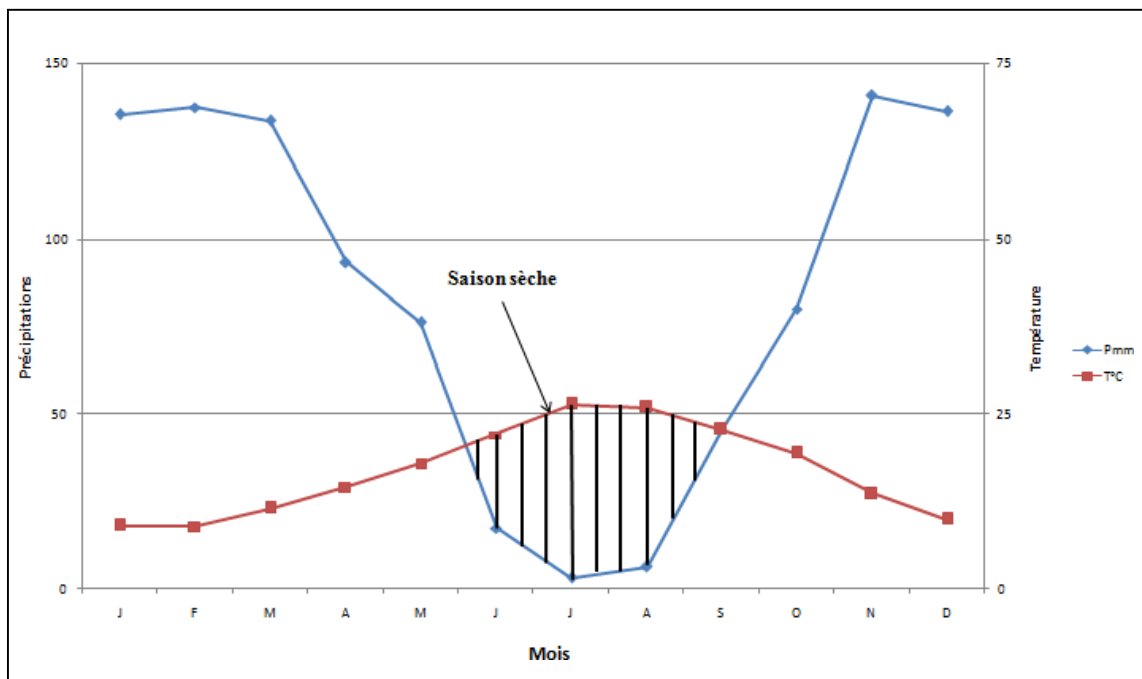


Fig. 6 : diagramme ombrothermique de la station de Draâ El Mizan.

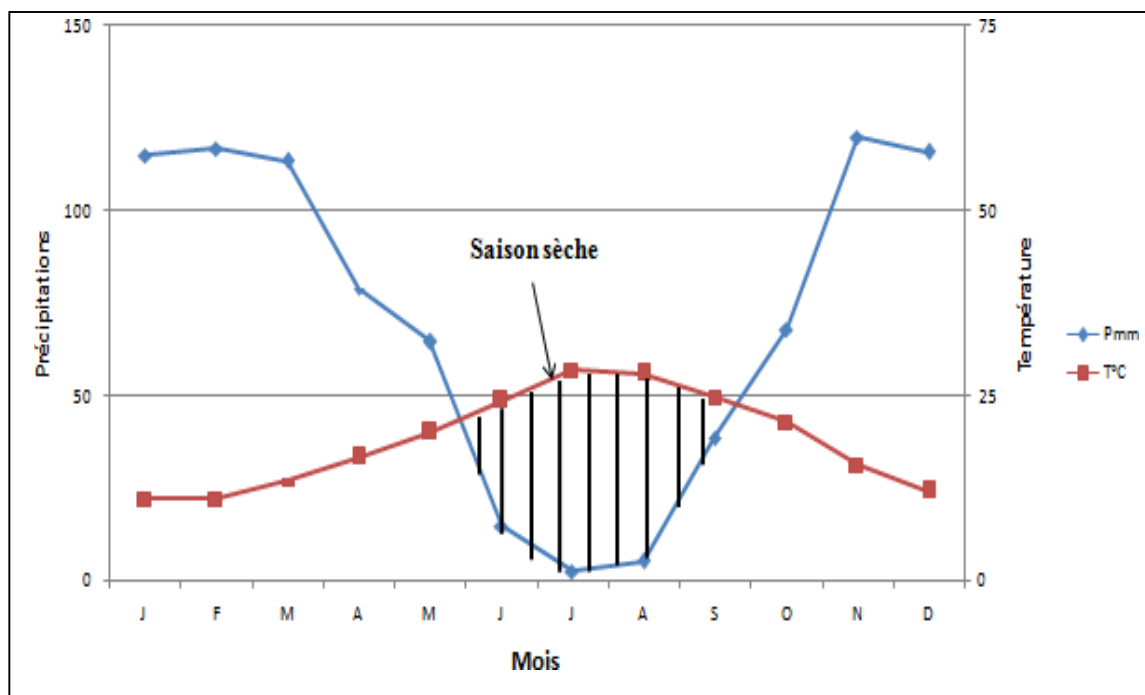


Fig. 7 : diagramme ombrothermique de la station d'Ait Yahia Moussa.

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, 11 sujets ont été choisis, la collecte du matériel végétal a été effectuée pendant le mois de juin 2022. Dans les 2 stations, sur chacun des sujets, 30 feuilles sont prélevées tout autour de la plante, sur 11 sujets choisis aléatoirement, soit un total de 330 feuilles par station.

Après la collecte, le matériel végétal est étalé et séché en herbier. 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 (**If**) de la foliole terminale, ainsi que la longueur du pétiole (**LP**) et le nombre de folioles (**Nf**) pour les 330 feuilles (Fig. 8). Après séchage des feuilles, les mesures des différents paramètres ont été faites à l'aide d'un pied à coulisse numérique (Fig. 9). Quand au dénombrement des folioles, il est fait à l'œil nu, en comptant le nombre de folioles de chaque feuille.

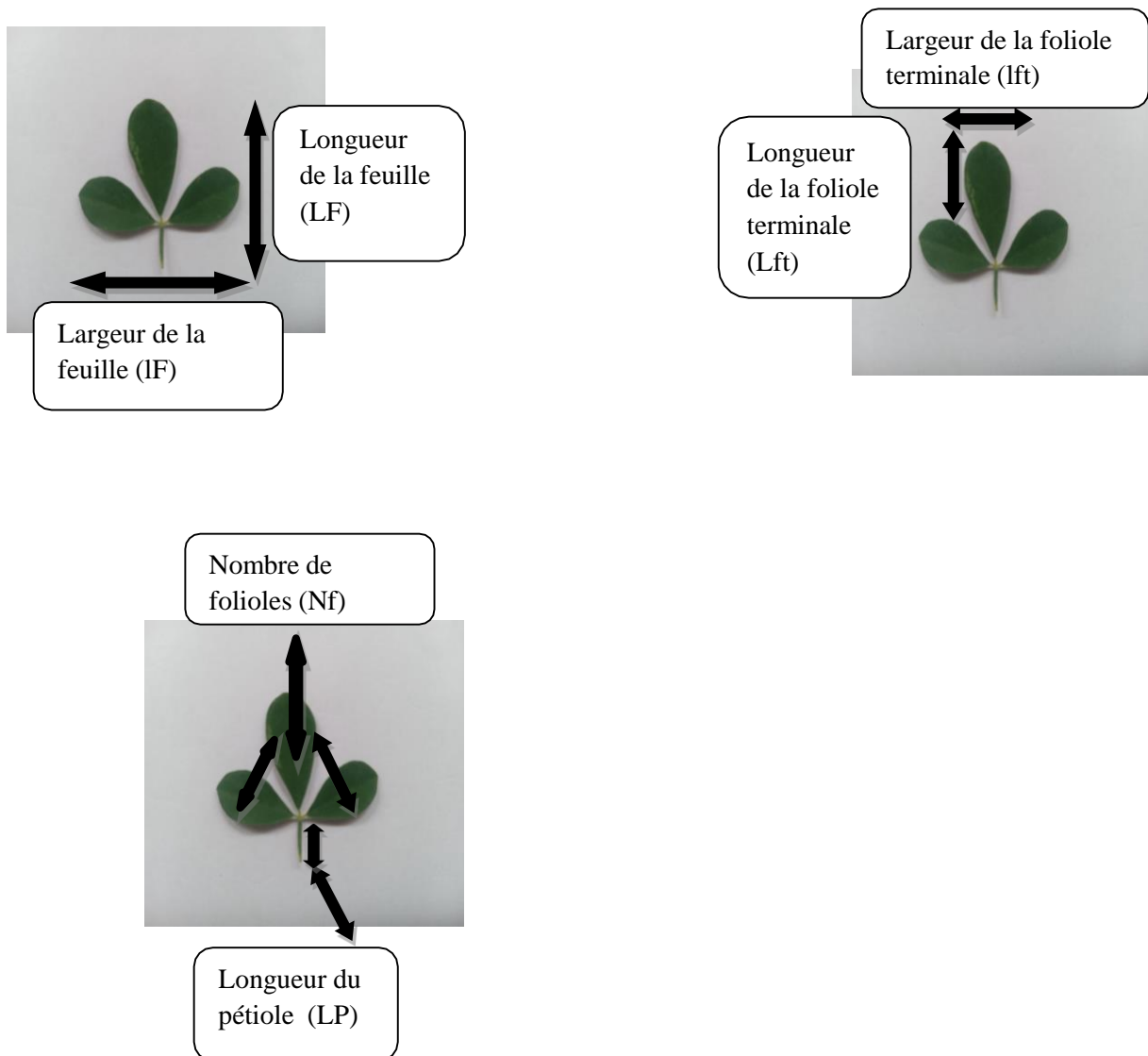


Fig. 8 : paramètres mesurés de la feuille.



Fig. 9 : 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 intrapopulation et facteur : population pour l'analyse interpopulation). 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. Elle est faite 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, 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 (Benzécriet coll, 1973).



Chapitre 4

Résultats et discussions

1- Variation intrapopulation

1-1. Résultats

1-1-1. Station de Draâ El Mizan

Le tableau 8 et la figure 10 montrent la distribution des paramètres mesurés des feuilles entre les individus pour la station de Draâ El Mizan. La longueur (LF) de la feuille du sujet 9 présente une valeur maximale, alors que le sujet 6 affiche la valeur minimale. La largeur (IF) de la feuille du sujet 9 présente une valeur maximale, alors que le sujet 8 affiche la valeur minimale. La longueur (Lft) de la foliole terminale du sujet 9 présente une valeur maximale, alors que le sujet 8 affiche la valeur minimale. La largeur (lft) de la foliole terminale du sujet 9 présente une valeur maximale, alors que le sujet 6 affiche la valeur minimale. La longueur du pétiole (LP) du sujet 5 présente une valeur maximale, alors que le sujet 6 affiche la valeur minimale. Le nombre de folioles (Nf) des sujets 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 9 et 10 représente une valeur maximale, alors que le sujet 8 affiche la valeur minimale.

Tableau 8 : dimensions moyennes des feuilles pour la station de Draâ El Mizan.

Sujets	LF (mm)	IF (mm)	Nf	Lft (mm)	lft (mm)	LP (mm)
DEM.1	18,6	18,1	3	11,21	5,85	7,88
DEM.2	22,68	25,28	3	13,8	6,33	8,49
DEM.3	19,97	21,08	3	12,66	5,61	6,87
DEM.4	19,58	20,42	3	12,25	5,33	6,69
DEM.5	23,27	22,45	3	13,16	5,99	9,52
DEM.6	14,88	18,95	3	10,84	4,73	3,43
DEM.7	20,02	22,92	3	13,48	6,2	6,25
DEM.8	17,09	17,59	2,93	10,7	5,27	5,94
DEM.9	25,71	27,23	3	15,79	7,18	9,48
DEM.10	20,57	23,85	3	13,85	7,07	5,87
DEM.11	21,08	23,37	2,96	13,02	6	7,23

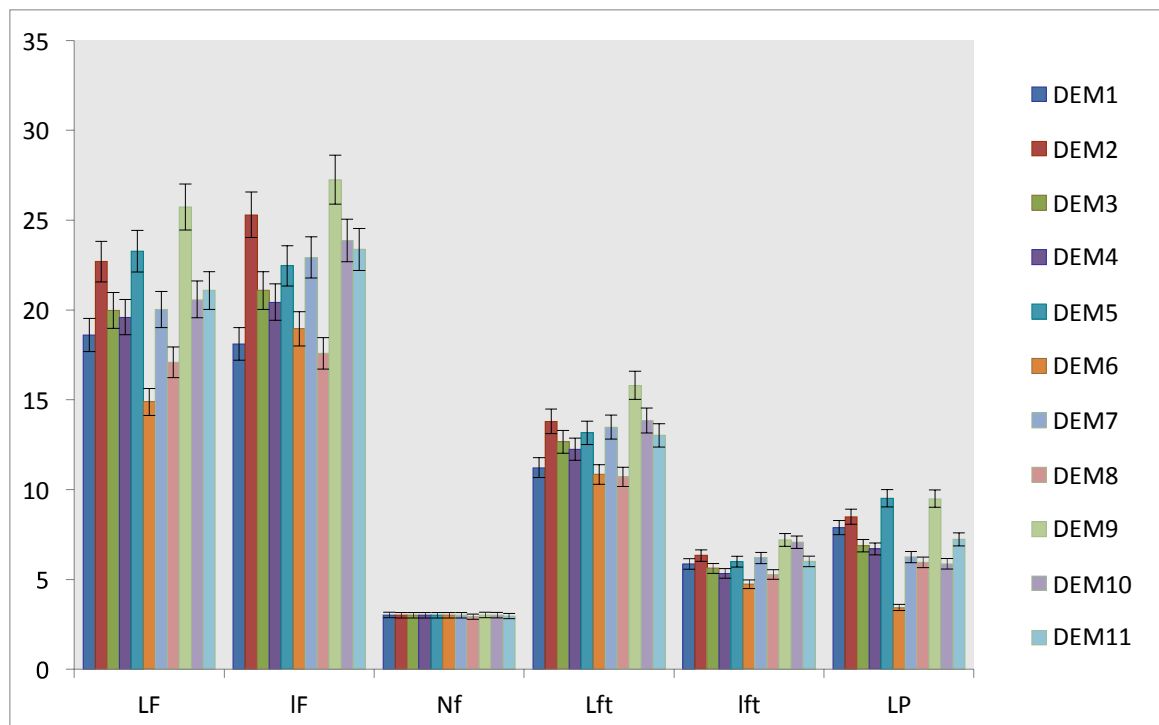


Fig. 10 : distribution des paramètres mesurés des feuilles pour la station de Draâ El Mizan.

Les résultats de l'anova ont montré qu'il y a une différence significative entre les 11 sujets pour les cinq paramètres mesurés (longueur et largeur de la feuille, longueur du pétiole, longueur et largeur de la foliole terminale.) 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 9, 10, 11, 12 et 13.

Tableau 9 : résultats du test de Newman et Keuls pour la longueur des feuilles des sujets de Draâ El Mizan.

Sujets	Groupe	Moyenne (mm)
Sujet 6	A	14,84
Sujet 8	AB	17,30
Sujet 1	BC	18,87
Sujet 4	BC	19,51
Sujet 3	BC	19,75
Sujet 7	CD	20,18
Sujet 11	CDE	20,80
Sujet 10	CDE	20,83
Sujet 2	DE	22,76
Sujet 5	E	22,91
Sujet 9		25,59

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

Tableau 10 : résultats du test de Newman et Keuls pour la largeur des feuilles des sujets de Draâ El Mizan.

Sujets	Groupe	Moyenne (mm)
Sujet 8	A	17,62
Sujet 1	AB	18,49
Sujet 6	ABC	18,90
Sujet 4	BCD	20,42
Sujet 3	CDE	21,20
Sujet 5	DEF	22,38
Sujet 7	DEFG	22,84
Sujet 11	EFG	23,43
Sujet 10	FG	23,97
Sujet 2	GH	25,26
Sujet 9	H	27,03

Selon le tableau ci-dessus, le sujet 8 constitue seul le groupe A. Le groupe AB compte le sujet 1. Le groupe ABC compte le sujet 6. Le groupe BCD compte le sujet 4. Le groupe CDE comporte le sujet 3. Le groupe DEF compte le sujet 5. Le groupe DEFG compte le sujet 7. Le groupe EFG compte le sujet 11. Le groupe FG compte le sujet 10. Le groupe GH compte le sujet 2. Le sujet 9 s'isole dans le groupe H.

Tableau 11 : résultats du test de Newman et Keuls pour la longueur du pétiole des sujets de Draâ El Mizan.

Sujets	Groupe	Moyenne (mm)
Sujet 6	A	3,47
Sujet 8	B	6,00
Sujet 10	B	6,04
Sujet 7	B	6,34
Sujet 4	BC	6,80
Sujet 3	BC	6,89
Sujet 11	BC	7,10
Sujet 1	BC	7,41
Sujet 2	CD	8,23
Sujet 9	D	9,28
Sujet 5	D	9,55

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

Tableau 12 : résultats du test de Newman et Keuls pour la longueur de la foliole terminale des sujets de Draâ El Mizan.

Sujets	Groupe	Moyenne (mm)
Sujet 8	A	10,55
Sujet 6	AB	10,90
Sujet 1	ABC	11,18
Sujet 4	BCD	12,26
Sujet 3	CDE	12,54
Sujet 5	DE	13,07
Sujet 11	DE	13,19
Sujet 7	DE	13,44
Sujet 2	DE	13,70
Sujet 10	E	14,05
Sujet 9		15,73

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

Tableau 13 : résultats du test de Newman et Keuls pour la largeur de la foliole terminale des sujets de Draâ El Mizan.

Sujets	Groupe	Moyenne (mm)
Sujet 6	A	4,70
Sujet 8	AB	5,24
Sujet 4	ABC	5,35
Sujet 3	BCD	5,56
Sujet 1	BCD	5,90
Sujet 5	BCD	5,94
Sujet 11	BCD	5,98
Sujet 7	CD	6,14
Sujet 2	DE	6,31
Sujet 10	EF	7,08
Sujet 9	F	7,28

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

1 -1- 2. Station d'Ait Yahia Moussa

Le tableau 14 et la figure 11 montrent la distribution des paramètres mesurés des feuilles entre les individus pour la station d'Ait Yahia Moussa. La longueur de la feuille du sujet 11 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 1 affiche la valeur minimale. La longueur de la foliole terminale du sujet 2 présente une valeur maximale, alors que le sujet 1 affiche la valeur minimale. La largeur de la foliole terminale du sujet 2 présente une valeur maximale, alors que le sujet 1 affiche la valeur minimale. La longueur du pétiole du sujet 11 présente une valeur maximale, alors que le sujet 1 affiche la valeur minimale. Le nombre de folioles des sujets 1, 3, 4, 5, 6, 7, 8 et 10 représente une valeur maximale, alors que le sujet 2 affiche la valeur minimale.

Tableau 14 : dimensions moyennes des feuilles pour la station d'Ait Yahia Moussa.

Sujets	LF (mm)	Lf (mm)	Nf	Lft (mm)	Lft (mm)	LP (mm)
AYM.1	16,32	18,35	3	10,82	5,15	4,81
AYM.2	22,44	21,55	2,8	14,39	7,78	7,46
AYM.3	22,32	22,6	3	13,12	6,79	8,28
AYM.4	19,28	21,26	3	13,36	5,46	5,56
AYM. 5	19,58	22,36	3	13,98	6,21	6,37
AYM.6	19,56	22,04	3	12,45	6,06	6,87
AYM. 7	17,21	18,75	3	11,62	5,67	5,44
AYM. 8	17,05	20,34	3	11,53	5,63	5,53
AYM.9	19,62	20,07	2,93	13,24	6,06	5,83
AYM. 10	16,31	19,92	3	10,99	5,34	5,62
AYM. 11	23,44	19,83	2,9	12,1	5,45	10,86

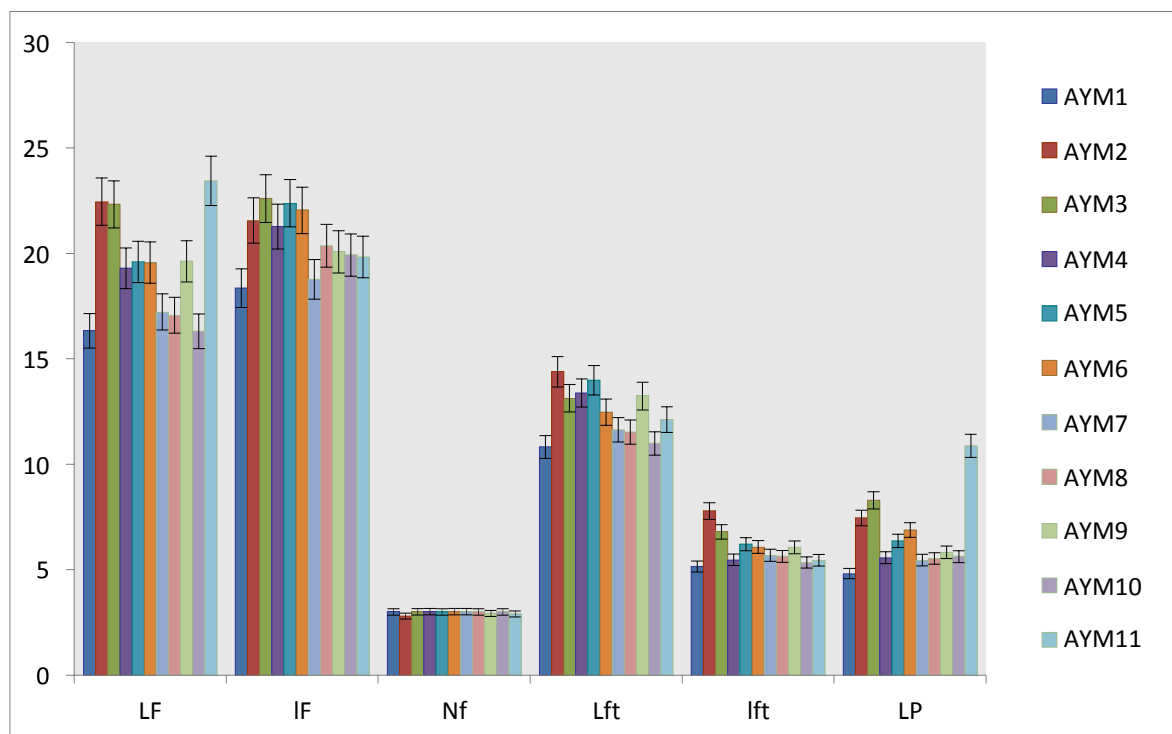


Fig. 11 : distribution des paramètres mesurés pour la station d'Ait Yahia Moussa.

Les résultats de l'anova ont montré qu'il y a une différence significative entre les 11 sujets pour les six 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, et le nombre de folioles. Les groupes homogènes obtenus par le biais du test de Newman et Keuls sont donnés dans les tableaux 15, 16, 17, 18, 19 et 20.

Tableau 15 : résultats du test de Newman et Keuls pour la longueur de la feuille des sujets d'Ait Yahia Moussa.

Sujets	Groupe	Moyenne (mm)
Sujet 1	A	16,40
Sujet 10	AB	17,26
Sujet 7	AB	17,26
Sujet 8	AB	17,34
Sujet 4	AB	19,15
Sujet 9	BC	19,60
Sujet 6	BC	19,73
Sujet 5	BC	19,90
Sujet 3	CD	22,24
Sujet 2	CD	22,26
Sujet 11	D	23,27

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

Tableau 16 : résultats du test de Newman et Keuls pour la largeur de la feuille des sujets d'Ait Yahia Moussa.

Sujets	Groupe	Moyenne (mm)
Sujet 1	A	18,21
Sujet 7	AB	18,80
Sujet 11	ABC	19,90
Sujet 10	ABC	19,98
Sujet 9	ABC	19,99
Sujet 8	ABC	20,60
Sujet 4	BC	21,49
Sujet 6	BC	21,53
Sujet 2	C	21,78
Sujet 5	C	22,37
Sujet 3	C	22,69

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

Tableau 17 : résultats du test de Newman et Keuls pour la longueur du pétiole des sujets d'Ait Yahia Moussa.

Sujets	Groupe	Moyenne (mm)
Sujet 1	A	4,85
Sujet 7	AB	5,46
Sujet 4	AB	5,54
Sujet 8	AB	5,57
Sujet 9	AB	5,91
Sujet 10	ABC	5,97
Sujet 5	ABC	6,35
Sujet 6	BCD	6,74
Sujet 2	CD	7,62
Sujet 3	D	8,33
Sujet 11		10,59

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

Tableau 18 : résultats du test de Newman et Keuls pour la longueur de la foliole terminale des sujets d'Ait Yahia Moussa.

Sujets	Groupe	Moyenne (mm)
Sujet 10	A	10,82
Sujet 1	AB	10,88
Sujet 8	ABC	11,35
Sujet 7	ABCD	11,60
Sujet 11	ABCDE	12,09
Sujet 6	BCDE	12,53
Sujet 9	CDEF	13,00
Sujet 3	DEF	13,10
Sujet 4	DEF	13,23
Sujet 5	EF	13,52
Sujet 2	F	14,31

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

Tableau 19 : résultats du test de Newman et Keuls pour la largeur de la foliole terminale des sujets d'Ait Yahia Moussa.

Sujets	Groupe	Moyenne (mm)
Sujet 1	A	5,17
Sujet 10	AB	5,35
Sujet 11	ABC	5,49
Sujet 4	ABC	5,52
Sujet 8	ABC	5,53
Sujet 7	ABC	5,62
Sujet 6	BCD	6,01
Sujet 9	CD	6,19
Sujet 5	CD	6,23
Sujet 3	D	6,66
Sujet 2		7,88

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

Tableau 20 : résultats du test de Newman et keuls pour le nombre de folioles des sujets d'Ait Yahia Moussa.

Sujets	Groupe	Moyenne
Sujet 2	A	2,80
Sujet 11	AB	2,90
Sujet 9	AB	2,93
Sujet 1	B	3,00
Sujet 3	B	3,00
Sujet 10	B	3,00
Sujet 6	B	3,00
Sujet 5	B	3,00
Sujet 8	B	3,00
Sujet 4	B	3,00
Sujet 7	B	3,00

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

1-2. Discussion

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

Les botanistes ont montré que les plantes appartenant à une même espèce ne sont pas exactement semblables les unes aux autres (Bidault, 1971). Ceci est confirmé aussi pour nos résultats sur *Calicotome spinosa*. Les résultats des travaux de Kaci Aissa (2021) sur quatre populations de *Calicotome spinosa* de 4 stations de la wilaya de Tizi Ouzou, à savoir : Tizirt, Maâtkas, Tala N'Tazert et Ait Alloua montrent une variation intrapopulation significative. En effet, l'échantillonnage a été fait dans différentes régions et les quatrestations 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. Les travaux faits sur les caractères foliaires ont montré que les paramètres biométrique sont corrélés négativement avec le facteur 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. Concernant cette étude, les valeurs de taille des feuilles les plus importants sont relevées dans les stations de Tala N'tazert et Ait Alloua (altitude plus élevée) et exposées sud. Les valeurs les plus faibles sont celles de Maâtkas, exposées nord et avec l'altitude la moins importante. Et pour les résultats de notre travail sur les 2 stations étudiées de la wilaya de Tizi Ouzou, à savoir : Draâ EL Mizan et Ait Yahia Moussa montrent aussi une variation intrapopulation significative.

Selon Hocine (2017). La variation biométrique est importante selon leur résultat. Concernant l'étude biométrique des paramètres foliaires mesurés sur *Pistacia lentiscus* et réalisée par Hocine (2017), dans 4 stations de la région de M'chedallah (Bouira), l'analyse de la variance a révélé des différences significatives entre les 10 arbustes étudiés. Les résultats de la morphologie foliaire montrent clairement des différences significatives des variables longueur et largeur des feuilles, longueur du pétiole, la longueur du rachis et nombre de folioles. Néanmoins, il n'y a pas de différences significatives pour la teneur en eau des feuilles.

2- Variation interpopulation

2-1. Résultats pour les 2 stations étudiées

Le tableau 21 et la figure 12 représentent la variation des paramètres mesurés sur les 2 sites étudiés.

Tableau 21 : dimensions moyennes des feuilles pour les 2 stations étudiées.

Station	LF (mm)	lF (mm)	Nf	Lft (mm)	lft (mm)	LP (mm)
Draâ El Mizan (DEM)	20,31	21,93	2,99	12,79	5,96	7,05
Ait Yahia Moussa (AYM)	19,37	20,64	2,96	12,5	5,96	6,6

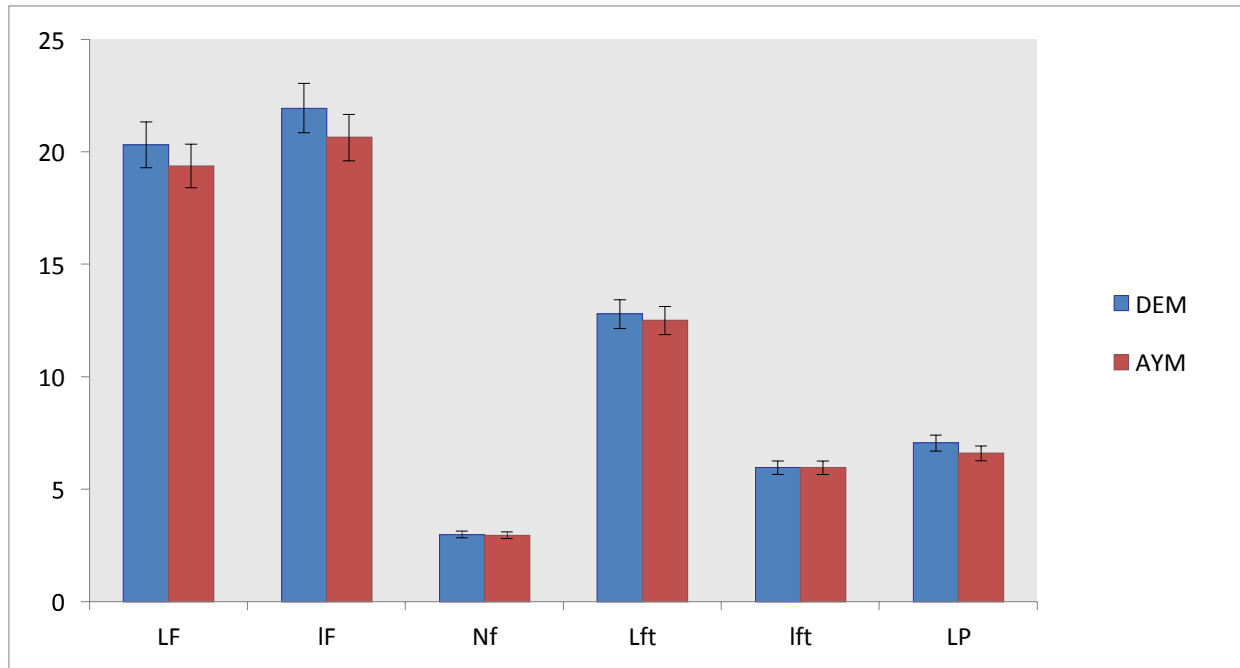


Fig. 12 : distribution des paramètres mesurés en fonction des stations.

Les paramètres mesurés évoluent de la même manière dans les 2 stations étudiées. Concernant la variable longueur de la feuille, les individus de la station de Draâ El Mizan montrent les feuilles les plus longues (20,31 mm). Les feuilles les moins longues sont celles des individus de la station d'Ait Yahia Moussa (19,37 mm). Pour la largeur de la feuille, la plus importante est notée pour les sujets de la station de Draâ El Mizan (21,93 mm) et la plus basse est notée pour ceux de la station d'Ait Yahia Moussa (20,64 mm). La longueur de la foliole terminale la plus élevée est représentée par les individus de Draâ El Mizan (12,79 mm), la plus basse est recensée dans la station d'Ait Yahia Moussa (12,5 mm). La largeur de la foliole terminale est la même dans les deux stations Draâ El Mizan et Ait Yahia Moussa (5,96 mm). Pour la variable longueur du pétiole, la plus importante est notée les individus de la station de Draâ El Mizan (7,05 mm) et la moins importante se retrouve chez les sujets de la station d'Ait Yahia Moussa (6,6 mm). Enfin le nombre de folioles, il est le plus important pour la station de Draâ El Mizan (2,99) et le moins important se retrouve chez les sujets de la station d'Ait Yahia Moussa (2,96).

Selon les résultats de l'anova, il n'y a pas une différence significative entre les deux stations ($p > 0,05$) pour tous les paramètres mesurés (la longueur de la feuille, la largeur de la feuille, la longueur du pétiole, la longueur de la foliole terminale, la largeur de la foliole terminale, et le nombre de folioles) (Tableau 22).

Tableau 22 : valeurs de P pour chaque variable mesurée concernant les deux stations étudiées.

Variabes	Valeurs de P
LF	0.43
IF	0.22
LP	0.55
Lft	0.63
lft	0.99
Nf	0.27

2-2 Résultats pour les six stations

Le tableau 23 et la figure 13 représente la variation des paramètres mesurés sur les 6 sites étudiés : Draâ El Mizan, Ait Yahia Moussa, Tigzirt, Maâtkas, Tala N'tazert et Ait Alloua faits par nos soins et ceux de Kaci Aissa (2021).

Tableau 23 : dimensions moyennes des feuilles pour les 6 stations étudiées.

Station	LF (mm)	IF (mm)	Nf	Lft (mm)	Lft (mm)	LP (mm)
Draâ El Mizan (DEM)	20,31	21,93	2,99	12,79	5,96	7,05
Ait Yahia Moussa (AYM)	19,37	20,64	2,96	12,5	5,96	6,6
Tigzirt (Tigz)	16,7	12,98	2,79	10,03	3,34	2,14
Maâtkas (Matk)	15,41	12,83	3	9,28	4,74	5,05
Tala N'Tazert (TNT)	16,68	18,57	3	9,86	5,6	6,01
Ait Alloua	16,92	17,99	3	9,48	5,16	5,93

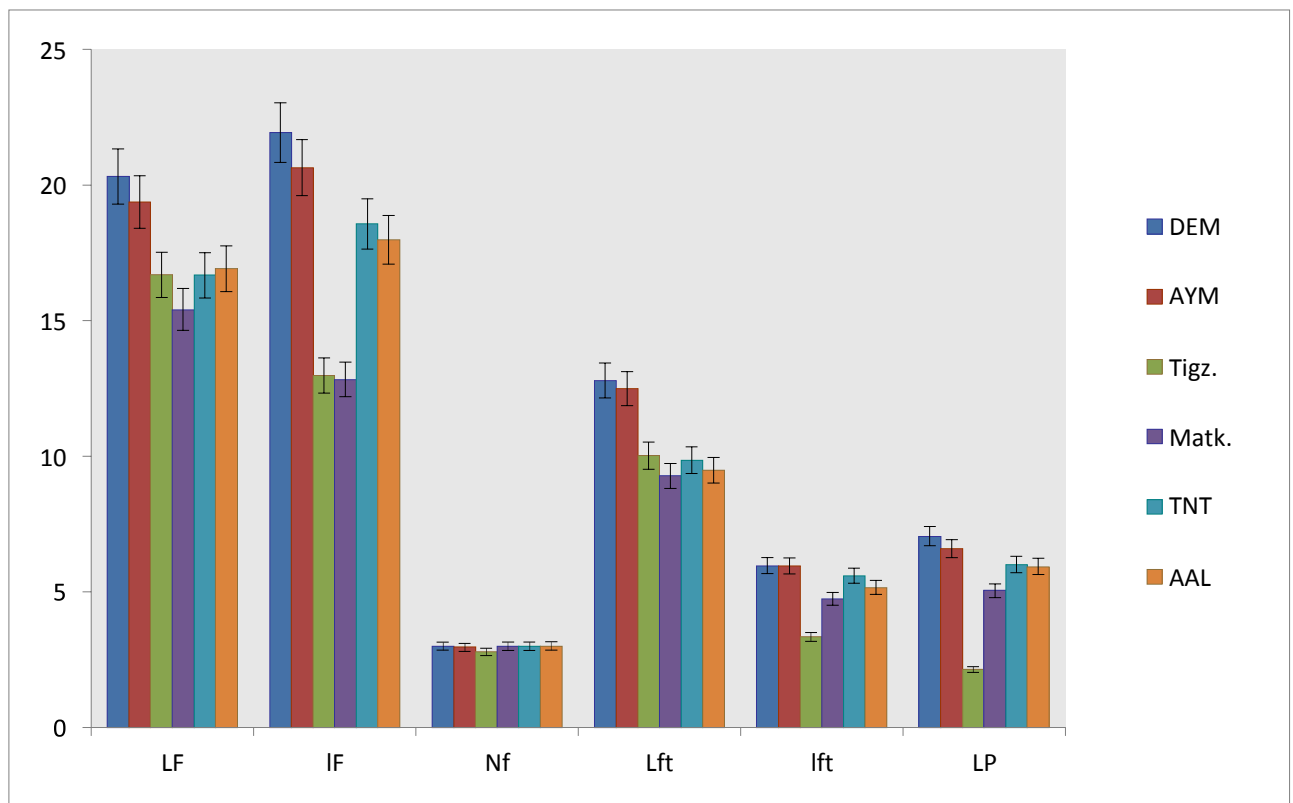


Fig. 13 : distribution des paramètres mesurés en fonction des stations.

Les paramètres évoluent différemment selon les six stations étudiées. Concernant la variable longueur de la feuille, les individus de la station de Draâ El Mizan montrent les feuilles les plus longues (20,31 mm). Les feuilles les moins longues sont celles des individus de la station de Maâtkas (15,41 mm), pour la largeur de la feuille, la plus importante est notée pour les sujets de la station de Draâ El Mizan (21,93 mm) et la plus basse est notée chez ceux de la station de Maâtkas (12,83 mm), la longueur de la foliole terminale la plus élevée est représentée par les individus de Draâ El Mizan (12,79 mm), la plus basse est recensée dans la station de Maâtkas (9,28 mm). La largeur de la foliole terminale la plus importante est retrouvée aussi dans la station de Draâ El Mizan (5,96 mm), alors que la plus basse se retrouve au niveau de la station de Tigzirt (3,34 mm). Pour la variable longueur du pétiole, la plus importante est représentée chez les individus de la station de Draâ El Mizan (7,05 mm), et la moins importante se retrouve chez les sujets de la station de Tigzirt (2,14 mm). Enfin le nombre de folioles, il est le plus important dans les 3 stations : Maâtkas, Tala N'Tazert et Ait Alloua qui montrent des feuilles à 3 folioles et le moins important dans la station de Tigzirt (2,79).

Selon les résultats de l'anova, il y a une différence significative entre les six stations ($p = 00$) pour tous les paramètres mesurés : La longueur de la feuille, la largeur de la feuille, la longueur de la foliole terminale, la largeur de la foliole terminale, la longueur du pétiole et le nombre de folioles (Tableaux 24, 25, 26, 27, 28, et 29).

Tableau 24 : résultats du test de Newman et Keuls pour la longueur de la feuille des six stations.

Stations	Groupe	Moyenne (mm)
Tigzirt	A	14,12
Maâtkas	AB	15,53
Tala N'Tazert	AB	16,69
Tigzirt	AB	16,70
Ait Alloua	AB	16,92
Ait Yahia Moussa	AB	19,38
Draâ El Mizan	B	20,31

Selon le tableau ci-dessus, la station de Tigzirt se retrouve dans le groupe A et AB. Les stations de Maâtkas, Tala N'Tazert, Ait Alloua et Ait Yahia Moussa se regroupent dans le groupe AB. La station de Draâ El Mizan s'isole dans le groupe B.

Tableau 25 : résultats du test de Newman et Keuls pour la largeur de la feuille des six stations.

Stations	Groupe	Moyenne (mm)
Tigzirt	A	9,34
Maâtkas	AB	12,83
Tigzirt	AB	13,34
Ait Alloua	BC	18,00
Tala N'Tazert	BC	18,58
Ait Yahia Moussa	C	20,64
Draâ El Mizan	C	21,93

Selon le tableau 24, la station de Tizirt se retrouve aussi dans le groupe A et AB. Le groupe AB compte aussi la station de Maâtkas. Les stations Ait Alloua, Tala N'Tazert se regroupent dans le groupe BC. La station d'Ait Yahia Moussa et Draâ El Mizan s'isolent dans le groupe C.

Tableau 26 : résultats du test de Newman et Keuls pour la longueur de la foliole terminale des six stations.

Stations	Groupe	Moyenne (mm)
Maâtkas	A	9,29
Tizirt	A	9,39
Ait Alloua	A	9,49
Tala N'Tazert	A	9,87
Tizirt	A	10,10
Ait Yahia Moussa	A	12,51
Draâ El Mizan	A	12,80

Selon le tableau ci-dessus, toutes les stations : Maâtkas, Tizirt, Ait Alloua, Tala N'Tazert, Ait Yahia Moussa et Draâ El Mizan se regroupent dans le groupe A.

Tableau 27 : résultats du test de Newman et Keuls pour la largeur de la foliole terminale des six stations.

Stations	Groupe	Moyenne (mm)
Tizirt	A	3,33
Tizirt	A	3,43
Maâtkas	AB	4,74
Ait Alloua	AB	5,17
Tala N'Tazert	B	5,60
Draâ El Mizan	B	5,96
Ait Yahia Moussa	B	5,96

Selon le tableau ci-dessus, la station de Tizgirt constitue seule le groupe A. Le groupe AB englobe les stations de Maâtkas et Ait Alloua. Les stations de Tala N'Tazert, Draâ El Mizan et Ait Yahia Moussa se retrouvent dans le groupe B.

Tableau 28 : résultats du test de Newman et Keuls pour la longueur du pétiole des six stations.

Stations	Groupe	Moyenne (mm)
Tizgirt	A	1,97
Tizgirt	AB	3,84
Maâtkas	AB	5,05
Ait Alloua	B	5,94
Tala N'Tazert	B	6,01
Ait Yahia Moussa	B	6,60
Draâ El Mizan	B	7,06

Selon le tableau ci-dessus, la station de Tizgirt se retrouve dans le groupe A et AB. Le groupe AB compte aussi la station de Maâtkas. Les stations de Ait Alloua, Tala N'Tazert, Ait Yahia Moussa et Draâ El Mizan se regroupent dans le groupe B.

Tableau 29 : résultats du test de Newman et Keuls pour le nombre de folioles des six stations.

Stations	Groupe	Moyenne
Tizgirt	A	2,78
Ait Yahia Moussa	AB	2,97
Draâ El Mizan	B	2,99
Maâtkas	B	3,00
Tala N'Tazert	B	3,00
Tizgirt	B	3,00
Ait Alloua	B	3,00

Selon le tableau ci-dessus, la station de Tigzirt se retrouve dans le groupe A et B. La station d'Ait Yahia Moussa s'isole dans le groupe AB. Les stations de Draâ El Mizan, Maâtkas, Tala N'Tazert et Ait Alloua se regroupent dans le groupe B.

Une analyse en composantes principales a été réalisée (Fig. 14).

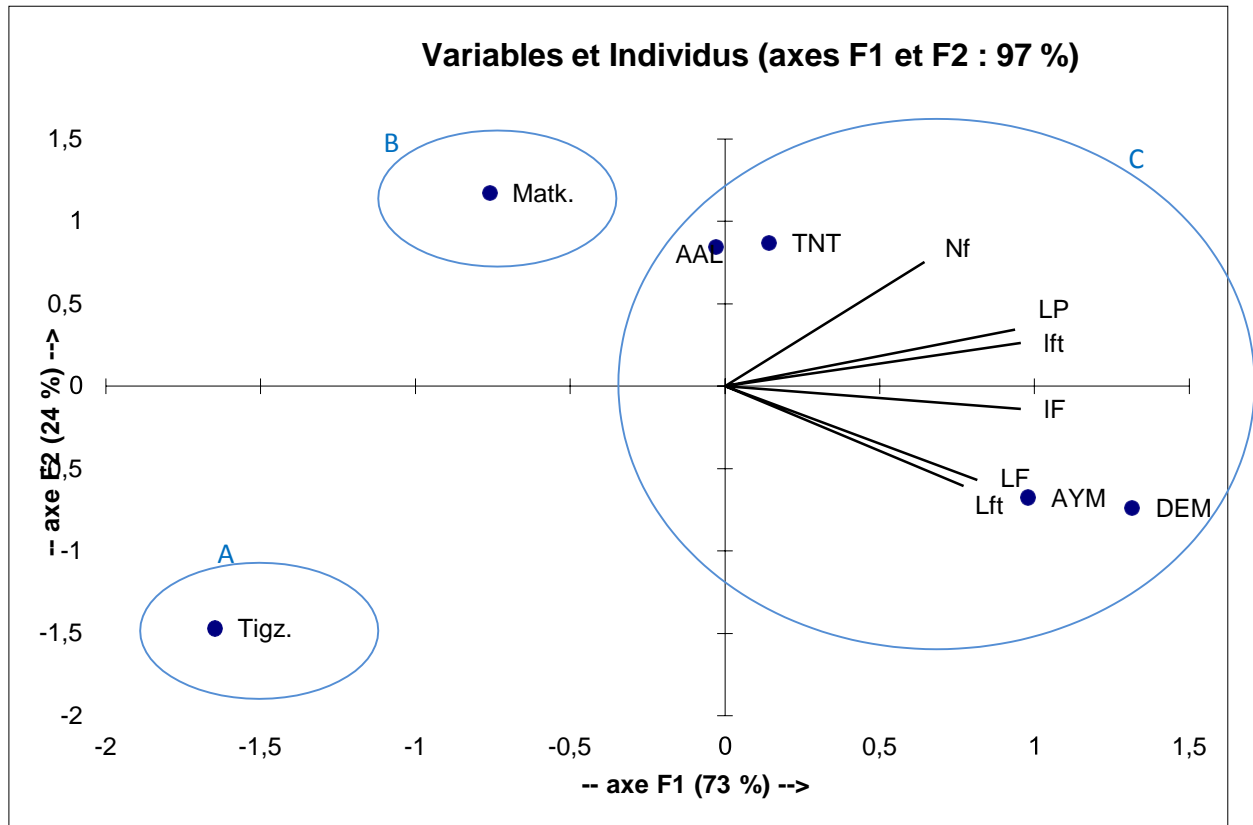


Fig. 14 : en composantes principales 6 stations.analyse des 6 stations.

Le plan 1/2 de l'ACP explique 97% de l'inertie totale ; la plus grande valeur de l'inertie est apportée par l'axe F₁ (73%) ; l'axe F₂ explique (24%) seulement. Les feuilles les plus longs, concernant la longueur et largeur de la feuille et la longueur de foliole terminale (groupe C) les plus importants sont retrouver dans la station de Draâ El Mizan et Ait Yahia Moussa. Par opposition à la station de Maâtkas et Ait Alloua (groupe B) qui représentent des valeurs moins importantes et des petites feuilles.La station de Tala N'Tazert représente des meilleurs valeurs de la taille des feuilles concernant la longueur du pétiole ,la largeur de la foliole terminale et le nombre de folioles (groupe C), par opposition à la station de Tigzirt qui représente des faibles valeurs de longueur du pétiole et largeur de la foliole terminale et le nombre de folioles (groupe A).

Les deux stations étudiées (Draâ El Mizan et Ait Yahia Moussa) sont situées sur le même versant, un versant sud.

Les six stations sont situées sur deux versants différents, un versant sud (DEM, AYM, 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. Les travaux faits sur les caractères foliaires de *Calicotome spinosa* par Kaci Aissa (2021) et 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. Draâ El Mizan est la station qui est située la plus au sud avec une altitude plus élevée 613m c'est pour cela on y retrouve les grandes valeurs de la taille des feuilles mesurés. Ceci peut s'expliquer par le fait de cette station 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).

Concernant notre étude, les valeurs de taille des feuilles les plus importantes sont relevées dans les stations de Draâ El Mizan, et Ait Yahia Moussa et Ait Alloua et Tala N'Tazert (Altitude la plus élevée) et exposées sud. Les valeurs les plus faibles sont celles de Maâtkas et Tigzirt et exposées nord avec l'altitude la moins importante. Pour les deux stations étudiées (Draâ El Mizan, Ait Yahia Moussa), les valeurs de la taille des feuilles les plus importantes sont relevées dans la station de Draâ El Mizan (Altitude plus élevée) et les plus faibles sont celle d'Ait Yahia Moussa (Altitude moins importante), donc parmi ces six stations Draâ El Mizan représente la station la plus au sud qui est sur un versant bien orienté au soleil, ce qui explique que : *Calicotome spinosa* est un arbuste qui cherche la chaleur et la lumière. Les plantes s'adaptent au stress hydrique en développant les caractères xéromorphiques, principalement axés sur la réduction de la taille des feuilles (Tubat et al., 2006).

Les travaux de Hocine (2017) concernant la biométrie foliaire de *Pistacia lentiscus*, qui est une espèce qui accompagne *Calicotome spinosa* dans les maquis méditerranéens ont montré que les paramètres biométriques de la feuille 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 de Kaci Aissa (2021) sur *Calicotome spinosa*

ont montré une corrélation positive entre les paramètres mesurés et l'altitude. C'est la même chose pour les résultats auxquels nous avons abouti et qui 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).

Calicotome spinosa préfère des sols rocailloux et siliceux (Mokhtari, 2012 ; Damerджи, 2014). En plus de la différence d'exposition, les 6 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 d'après Boudiaf Nait Kaci (2014), par le manque d'aération et des taux faibles de 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.



Conclusion

A propos 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 suivantes.

Pour comprendre le comportement de notre espèce, nous avons choisi 2 stations, à savoir Draâ El Mizan (DEM) et Ait Yahia Moussa (AYM), dans le but de l'étude des caractères biométriques foliaires de cette espèce et de faire une comparaison entre ces 2 sites et les 4 sites étudiées par Kaci Aissa (2021) à savoir Tizirt (Tigz), Maâtkas (Matks), Tala N'Tazert (TNT), et Ait Alloua (AAL), qui sont différents sur le plan écologique : Altitude et versant. Dans notre cas, pour chaque population 11 sujets ont été choisis, dans les 2 stations, sur chacun des sujets, 30 feuilles sont prélevées, soit un total de 330 feuilles par station.

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

- Concernant les variables des feuilles pour la station de Draâ El Mizan :

- Longueur de la feuille ; la valeur la plus importante est notée pour le sujet 9 (25,71 mm), la plus basse est notée pour le sujet 6 (14,88 mm).
- La largeur de la feuille ; la valeur la plus importante est notée pour le sujet 9 (27,23 mm), la plus basse est notée pour le sujet 8 (17,59 mm).
- La longueur de la foliole terminale la plus élevée est représentée par le sujet 9 (15,79 mm), la plus basse est notée pour le sujet 8 (10,7 mm).
- La largeur de la foliole terminale la plus importante est retrouvée au sujet 9 (7,18 mm), alors que la plus basse se retrouve au sujet 6 (4,73 mm).
- La longueur du pétiole ; la valeur la plus importante est représentée chez le sujet 5 (9,52 mm), et la moins importante se retrouve chez le sujet 6 (3,43 mm).
- Pour le nombre de foliole, la valeur la moins importante est notée pour le sujet 8 (2,93), et la plus importante est notée pour les sujets 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 9, 10 à (3).

- Concernant les variables des feuilles pour la station d'Ait Yahia Moussa :

- La longueur de la feuille ; la valeur la plus importante est notée pour le sujet 11 (23,44 mm), la plus basse est notée pour le sujet 10 (16,31 mm).
- La largeur de la feuille ; la valeur la plus importante est notée pour le sujet 3 (22,6 mm), la plus basse est notée pour le sujet 1 (18,35 mm).

- La longueur de la foliole terminale la plus élevée est représentée par le sujet 2 (14,39 mm), la plus basse est notée pour le sujet 1 (10,82 mm).
- La largeur de la foliole terminale la plus élevée est représentée par le sujet 2 (7,78 mm), la plus basse est notée pour le sujet 1 (5,15 mm).
- La longueur du pétiole, la valeur la plus importante est représentée chez le sujet 11 (10,86 mm), et la moins importante se retrouve chez le sujet 1 (4,81 mm).
- Pour le nombre de foliole, la valeur la moins importante est notée pour le sujet 2 (2,8 mm), et la plus importante est notée pour les sujets 1, 3, 4, 5, 6, 7, 8 et 10 à (3).

Cette comparaison nous a révélé une différence significative entre l'évolution des paramètres biométriques foliaires pour les 2 stations étudiées. Concernant la variable longueur de la feuille, les individus de la station de Draâ El Mizan montrent les feuilles les plus longues (20,31 mm). Les feuilles les moins longues sont celles des individus de la station d'Ait Yahia Moussa (19,37 mm). Pour la largeur de la feuille, la plus importante est notée aussi pour les sujets de la station de Draâ El Mizan (21,93 mm), et la plus basse est notée pour les sujets de la station d'Ait Yahia Moussa (20,64 mm). La longueur de la foliole terminale la plus élevée est aussi représentée par les individus de Draâ El Mizan (12,79 mm), la plus basse est recensée dans la station d'Ait Yahia Moussa (12,5 mm). La largeur de la foliole terminale est la même pour les 2 stations (5,96 mm). Pour la variable longueur du pétiole, la plus importante est représentée chez les individus de la station de Draâ El Mizan (7,05 mm), et la moins importante se retrouve chez les sujets de la station d'Ait Yahia Moussa (6,6 mm). Enfin le nombre de folioles, il est le moins important dans la station d'Ait Yahia Moussa (2,96 mm), et le plus important dans la station de Draâ El Mizan (2,99 mm).

Tous les paramètres sont les plus importants dans la station de Draâ El Mizan. Cette différence est due au fait que cette station est sur un versant chaud exposé sud, et aussi due au facteur d'Altitude qui est un facteur très important pour le développement de cette espèce, à cause d'augmentations des précipitations annuelles dans les meilleures altitudes, ce qui permis à l'espèce un bon développement de ces paramètres foliaires.

A propos de la comparaison de ces 2 stations étudiées avec les 4 stations précédentes, nous a révélé une différence significative entre l'évolution des paramètres biométriques foliaires pour les 6 stations. Concernant la variable longueur de la feuille, les individus de la station de Draâ El Mizan montrent les feuilles les plus longues (20,31 mm). Les feuilles les moins longues sont celles des individus de la station de Maâtkas (15,41 mm). Pour la largeur

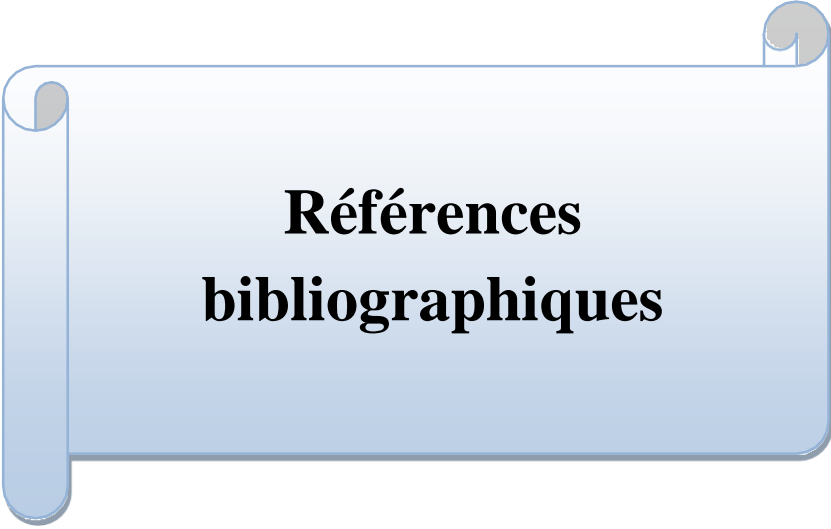
de la feuille, la plus importante est notée aussi pour les sujets de la station de Draâ El Mizan (21,93 mm), et la plus basse est notée pour les sujets de la station de Maâtkas (12,83 mm).

La longueur de la foliole terminale la plus élevée est aussi représentée par les individus de Draâ El Mizan (12,79 mm), la plus basse est recensée dans la station de Maâtkas (9,28 mm).

La largeur de la foliole terminale la plus importante est retrouvée dans la station de Draâ El Mizan (5,96 mm), alors que la plus basse se retrouve au niveau de la station de Tizirt (3,34 mm). Pour la variable longueur du pétiole, la plus importante est représentée aussi chez les individus de la station de Draâ El Mizan (7,05 mm), et la moins importante se retrouve chez les sujets de la station de Tizirt (2,14 mm). Enfin le nombre de folioles il est le moins important dans la station de Tizirt (9,79), et le plus important dans les trois stations : Maâtkas, Tala N'Tazert et Ait Alloua à 3 folioles.

Tous les paramètres sont les plus importants dans la station de Draâ El Mizan. Et aussi des valeurs importantes dans les stations d'Ait Yahia Moussa et Tala N'Tazert et Ait Alloua. 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, et aussi ces paramètres plus importants dans la station de Draâ El Mizan, qui due au fait que cette station sur un versant chaud exposé sud, et a une altitude plus élevée (613 m), ce qui a permis à l'espèce un bon développement de ses paramètres foliaires.

Afin de développer cette étude, nous souhaitons d'étudier la composition chimique, et les caractéristiques de la biométrie racinaire de *Calicotome spinosa*.



**Références
bibliographiques**

- 1- Abdelmalek .FZ, 2013. Inventaire floristique des Fabacées de deux stations du littoral oranais et histologie de deux espèces dominantes. Mémoire de master en écologie et environnement. Faculté des sciences de la nature et de la vie et science de la terre et de l'univers -Université Abou Bekr Belkaid –Tlemcen.
- 2- Ait Youcef, M.(2006). Plantes médicinales de Kabylie. Paris : Edition Bouchème et A Diwan.Pp 69.
- 3- Anonyme, 2016. Caractéristiques de l'olivier.
- 4- Bagnouls .F, Goussen. H., 1953. Saison sèche et indice xérothermique. Documents pour les cartes de projection végétale, (1) .3 :1-22.
- 5- 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 Ouzo. Mémoire de master. Faculté des sciences biologiques et des sciences agronomiques. UMMTO .48p.
- 6- Benzécri J.-P .et coll. (1973a). L'analyse des données .1 La taxinomie, Paris, Bordas.
- 7- Bidault M, 1971. Variation et spécialisation chez les végétaux supérieurs. Notions fondamentales et systématique moderne, Ed. Doin, 145p.
- 8- 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.
- 9- Dagnelie P.,1975. Théories et méthodes statistiques. Vol 2. Applications agronomiques .Ed . Les presses agronomiques de Gembloux, 463 p.
- 10- 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.
- 11- Damerdji A, Djeddidi A. (2012). Les orthoptéroïdes associés à une plante xérophile (*Calicotome spinosa* L.) (Link)(Fabacées) dans la région de Tlemcen (Nord-ouest algérien).université Aboubekr Belkaid –Tlemcen (Algérie). 111-123.
- 12- De parveaux .S, Huber. L, Bioclimatologie. Concepts et applications, éditions Quae, 2005, p282.
- 13- Djeddi S., Djahoudi .AG., Benchalia N.et Himour H. (2015). Antibacterial activity of *Calycotome villosa* (Poiret) Link extracts .3(1) :13-18.
- 14- Fournier P, 2001. Les quatre flores de France : générale,alpine, méditerranéenne, littorale, 1160p. Page 535, Dunod.
- 15- Giroud G., Boudouresque, C., Cinelli F., Fresi ,E., Mazzella. L., 1979. Observations sur l'herbier de *Posidonia oceanica* (L.) Delile autour de l'île d'Ischia (Italie).Giornale Botanica Italiano 113,261-274.

- 16- Google maps, 2017.
- 17- Hamlat .I., Hadji .D.,2016. Effets insecticides, mycocides et bactericides del'asphodèle (*Asphodilus microcarpus*) et de calycotome (*Calycotome spinosa*). Mémoire de Master. Faculté des sciences de la nature et de la vie et des sciences de la terre. Université Akli Mohand Oulhadj-Bouira.
- 18- Hartwell J.L.(1982).Plants Used Against Cancer.A survey, USA7. Lawrence, MA : Quarterman Publications.
- 19- Hocine. F., 2017. Effets de l'altitude sur certains caractères foliaires de *Pistacialentiscus* à la région de M'chedallah W. Bouira.Mémoire de master .Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques.UMMTO.37p.
- 20- Jolicoeur. P., 1991. Introduction à la biométrie. Ed. Masson.300p.
- 21- Kaci Aissa .G., 2021. Contribution à l'étude de la biométrie foliaire de *Calicotome spinosa* (Cytise épineux) de quatre stations de la Wilaya de Tizi Ouzou : Tizirt, Maâtkas, Tala N' Tazert et Ait Alloua. Mémoire de master. Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques .UMMTO.64p.
- 22- 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.
- 23- Larit F., Benyahla S., Benayache F., Leon F., Brouard I., Bermijo J. (2012) Flavonoïdes from calycotome spinosa .Link .Int .J.Med.Arom.Plants,.2(1) : 34-37.
- 24- Lentimi F., Aleo M. et Amenta R., (1993). L'uso popolar delle piantenelle Isole Egadi (Sicilia). Giorn Bot Ital.127(3) :702.
- 25- Lourdes S, 2022. JARDINERIE ON, Arbres et arbustes. Ajonc (*Calycotome spinosa*).
- 26- Mebirouk-Boudechiche L.,Cherif M., Boudechiche L.et Sammar F. (2014).Teneurs en composés primaires et secondaires des feuilles d'arbustes fourragers de la région humide d'Algérie. Revue Méd.Vét.165, 11-12, 344-352.
- 27- Meddour R., Mellal H.,Meddour O., Derridj A(2009).La flore médicinale et ses usages actuels en Kabylie (Wilaya de Tizi Ouzou, Algérie) : quelques résultats d'une étude Ethnobotanique. Revue des régions arides, n° Spétial : 181-201.
- 28- Mostfai. C, Mansouri .FZ, 2019 : Optimisation de l'extraction de biomolécules à partir de plantes : analyse et application. Mémoire de master en chimie. Faculté des sciences. Université de Saida –Dr MOULAY TAHAR. 79 p.

- 29- Mokhtari. M. (2012). Etude phytochimique de la plante *Calicotome spinosa*. Link. Chimie organique. Mémoire de magister. Faculté des sciences. Université El-Hadj Lakhdar. Batna. Algérie.
- 30- Nevo .E ; Pavliek .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".
- 31- Pagney P., 1993. Les climats de la terre ;Masson, Paris -2^e édition Plan bleu.Chapitre 1- Bassin méditerranéen : Changement climatique et impacts au cours de 21 ème siècle. Centre d'activités régionales Sophia Antipolis. p14-17-34.
- 32- Quèzel P, Santa S.,(1963). Nouvelle flore de l'algérie et des régions désertiques méridionales, Tome 2, Ed. Centre nationale de la recherche scientifique, Paris. Pp.935-936.
- 33- Ramade .F., 1992. Précis d'écotoxicologie. Ed.Masson, Paris, 758 p.
- 34- Ramade .F., 1993. Dictionnaire encyclopédique de l'écologie et des sciences de l'environnement. Ed.E discience internascional, Paris, 882 p.
- 35- Sari M., Handel N., Sarri D., Boudjellal A., Benkhaled A. (2013). Ethnobotanical study Of medicinal Flora used by the people of the forest El Haourane-Msila (Algeria). Journal Of Ecoagritourism,. 9(2) : 27.
- 36- Seltzer .P., 1946. Le climat de l'Algérie. inst. Météo. Phys. Globe de l'algérie . Univ d'algérie .Ed. Carbohel, 219 p.
- 37- Tubat R., Cortina J., Vilagrosa A, 2006. Plants morphology and root hydraulics are altered nutrient deficiency in *Pistacia lentiscus* L. Trees, 20 :334-339.
- 38- Wohlleben.P.2017. La vie secrète des arbres. Ce qu'ils ressentent. Comment ils communiquent ; Les arènes, p83.

Résumé

La végétation halophile des rivages méditerranéens a fait l'objet multiples et importantes recherches. Les régions montagneuses, notamment la Kabylie abritent une végétation adoptée aux conditions de vie extrêmes en altitude et l'exposition aux radiations lumineuses intenses. *Calicotome spinosa* est une plante vivace appartenant à la grande famille des Fabacées, préfère des sols rocailloux et siliceux ; et courant dans les régions méditerranéennes de l'Algérie. L'objectif de cette étude est l'étude des caractères biométriques foliaires de cette essence dans deux stations sur un gradient altitudinal différent. 30 feuilles ont été échantillonnées pour chaque station, au niveau de 11 sujets différents, au niveau de Draâ El Mizan (613 m) et Ait Yahia Moussa (225m), toutes les deux sur un versant sud, dans la wilaya de Tizi-Ouzou, et la comparaison avec les caractères biométriques foliaires des quatre stations étudiées par Kaci Aissa (2021). 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, largeur de la foliole terminale) sont différents entre les individus, ceci peut être due aux facteurs altitude et leur influence sur les variations morphologiques de la feuille. L'analyse factorielle des correspondances a montré une nette variation des paramètres étudiés en fonction de l'altitude et des versants. Les feuilles échantillonnées sur versant plus au sud sont de plus grandes dimensions.

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

Summary

The halophilic vegetation of the Mediterranean shores has been the subject of numerous and important researches. The mountainous regions, especially Kabylie, are home to vegetation adopted to extreme living conditions at altitude and exposure to intense light radiation. *Calicotome spinosa* is a perennial plant belonging to the large Fabaceae family, prefers rocky and siliceous soils; and common in the Mediterranean regions of Algeria. The objective of this study is to study the leaf biometric characters of this species in two stations on a different altitudinal gradient. 30 leaves were sampled for each station, at the level of 11 different subjects, at the level of Draâ El Mizan (613 m) and Ait Yahia Moussa (225 m), both on a southern slope, in the wilaya of Tizi-Ouzou, and the comparison with the leaf biometric characters of the four stations studied by Kaci Aissa (2021). The results obtained by the ANOVA show that the leaf characters (length and width of the leaf, number of leaflets, length of the petiole and length, width of the terminal leaflet) are different between individuals, this may be due to altitude factor. and their influence on leaf morphological variations. The factorial analysis of the correspondences showed a clear variation of the parameters studied according to the altitude and the slopes. The leaves sampled on the southern slope are the largest size.

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