

**REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE**  
**MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE**  
**SCIENTIFIQUE**

**UNIVERSITE DE BLIDA 1**

**FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE**

**DEPARTEMENT DES SCIENCES AGRONOMIQUES**

**CONTRIBUTION A L'ETUDE DE LA VARIATION DES PARAMETRES  
PHYSIOLOGIQUES ET BIOCHIMIQUES CHEZ LE THYM (*Thymus  
vulgaris.L*) SELON DEUX REGIONS  
BLIDA –DJELFA**

Projet de fin d'étude en vue de l'obtention  
du diplôme Master Académique en sciences de la nature et de la vie

Option : Biotechnologie végétale

Présenté par :

➤ BOUMAZA Fouad

Devant le jury composé de :

<b>Mr .RAMDANE. S A</b>	<b>MAA</b>	<b>USDB</b>	<b>Président du jury</b>
<b>MME.BENREBIHA. F.Z</b>	<b>PROF</b>	<b>USDB</b>	<b>Promotrice</b>
<b>Mr.BOUTAHRAOUI. S A</b>	<b>MAA</b>	<b>USDB</b>	<b>Examineur</b>

Blida, Décembre 2013

# Remerciements

Je présente mes vifs remerciement à ma promotrice :*M<sup>me</sup>* Ben Rebiha.F.Z, qui ma honorer par son encadrement, et de sa précieuse aide pour l'achèvement de ce mémoire.

Je remercie vivement les membres du jury de bien vouloir accepter d'examiner ce modeste travail :

- Mr RAMDANE.S de nous avoir fait l'honneur de présider ce jury

-Mr BOUTAHRAOULS A d'avoir accepté de juger ce travail.

Je remercie toute personne ayant contribué à la réalisation de ce travail de près ou de loin.

## *Dédicace*

*Je dédie ce modeste travail :*

*A Mes chers parents, qu'ils trouvent ici toute ma gratitude pour leur soutien tout au long de mes études.*

*A Mon Cher frère Khaled*

*A mes chers sœurs : Zoubida, Souhila, Sacia et ma nièce Marwa*

*A mes deux chers binôme : Smail et Lahcene*

*et sans oublier mes amis d'enfance et de l'agro.*

*BOUMAZA Fouad*

## Résumé

### **Etude de l'effet de deux écotypes différents(Djelfa et Blida) sur la variation de quelque paramètres physiologiques et biochimiques.**

Le Thym (*Thymus vulgaris L.*) est une plante spontanée, de taille faible à moyenne et toujours verte, qui se développe dans l'état sauvage. Elle est utilisée en médecine traditionnelle et rentre dans l'industrie pharmaceutique.

Ce présent travail est basé sur une étude des paramètres physiologiques et biochimiques, dans le but de déterminer l'effet écotype de deux régions sur la variation des teneurs en prolines, les sucres solubles, chlorophylle et les éléments minéraux.

Les résultats obtenus montrent que les caractéristiques étudiées diffèrent selon la région, donc l'écotype.

**Mots clés :** Thym, *Thymus vulgaris L.*, climat, sucres solubles, proline, chlorophylle, éléments minéraux.

## **Summary:**

### **Effects of Variation of ecotype on physiological and biochemical parameters in two regions: Blida and Djelfa**

The Thyme (*Thymus vulgaris L.*) is a spontaneous plant, of weak size to average and always green, that develops himself in the wild state. She/it is used in traditional medicine and go in the pharmaceutical industry.

This present work is based on a study of the physiological and biochemical parameters, in the objective to determine the effect écotype of two regions, on the variation of the contents in prolines, the soluble sugars, chlorophyll and the minerals elements.

Our results show that the studied characteristics differ according to the region, so ecotype.

#### **Keywords:**

Thyme , *Thymus vulgaris L.*, climate, soluble sugars, proline, chlorophyll, minerals elements .

## ملخص:

الزعرتر ، نبات قصير نسبيًا ، دائم الاخضرار الذي ينمو في الطبيعية. يستعمل في الطب البديل و يدخل في الصناعة الصيدلانية.

تركزت دراستنا لهذا النبات على الخصائص الفيزيولوجية و البيوكيماوية بهدف تعريف تأثير المنطقتين على التغيرات النسبية للبرولين، السكر، اليخضور و العناصر المعدنية.

النتائج المتحصل عليها تبين أن الخصائص المدروسة تتغير بتغير المنطقة.

## الكلمات الجوهرية:

.الزعرتر *Thymus vulgaris L.* ، مناخ، سكر، برولين ، يخضور، الأملاح المعدنية.

## Liste des abréviations

**AFNOR** : Association Française de Normalisation.

**ANRH** : Agence National de Ressource Hydrique

**chl** : chlorophylle

**do** : densité optique

**H.E** : Huile Essentielle

**IA** : indice d'aridité

**MF** : matière fraîche

**MS** : matière sèche

**nm** : nanomètre

**OMS** : Organisation Mondiale de la Santé

**PAM** : Plante Aromatique et Médicinale

**P.S** : Période sèche.

**SAR** : Rapport absorption de sodium

## Table des matières

<b>Chapitre 1 : Généralités sur les plantes médicinales et aromatiques .....</b>	<b>12</b>
<b>1. Importance des plantes médicinales et aromatiques .....</b>	<b>12</b>
1.1 Dans le monde.....	12
1.2 En Algérie .....	13
<b>2. Utilisation des plantes médicinales et aromatiques .....</b>	<b>14</b>
2.1 Utilisation pour leurs propriétés odorantes .....	15
2.2 Utilisation pour leurs propriétés médicinales .....	15
<b>3. Cueillette ou récolte des plantes médicinales .....</b>	<b>15</b>
<b>4. Séchage et conservation .....</b>	<b>16</b>
<b>5. Les principales substances actives de la plante.....</b>	<b>17</b>
5.1 Les huiles essentielles .....	17
5.2 Les substances minérales .....	17
5.3 Les glucosides .....	17
5.4 Les pigments végétaux .....	18
<b>6. Marché mondiale des plantes médicinales .....</b>	<b>19</b>
6.1 La demande mondiale .....	19
<b>Chapitre 2 : considérations générales sur le Thym (<i>Thymus vulgaris</i>).....</b>	<b>20</b>
<b>1. Présentation de la famille des <i>Lamiacées</i>.....</b>	<b>20</b>
<b>2. Thym.....</b>	<b>21</b>
2.1 Historique .....	21
2.2 Habitat.....	22
2.3 Description Botanique.....	22
2.4 Classification de <i>Thymus vulgaris L.</i> .....	23
2.5 La distribution du Thym dans le monde .....	24
2.6 En Algérie .....	27
2.7 Culture du thym.....	29
<b>Chapitre 3 : réponses des plantes aux stress salin et hydrique .....</b>	<b>33</b>
<b>1. Notion du potentiel hydrique.....</b>	<b>33</b>
<b>2. Maintien du potentiel hydrique .....</b>	<b>33</b>

3. Effets de la sécheresse sur le fonctionnement des plantes.....	34
3.1 Limitation de l'alimentation minérale par un déficit hydrique.....	34
3.2 Photosynthèse et transpiration : un échange « eau contre carbone » ..	35
4. Mécanisme de tolérance.....	36
4.1 La régulation ionique et compartimentation .....	37
4.2 Biosynthèse de solutés compatibles .....	37
Chapitre 3 : Matériels et méthodes .....	39
1. Matériel végétale utilisé : .....	39
2. Méthode d'échantillonnages : .....	39
3. Paramètres étudiés.....	40
3-1. Dosage de la proline .....	40
3-2. Dosage des sucres solubles .....	41
3-3. Dosage de la chlorophylle :.....	41
3-4. Dosage des éléments minéraux Na <sup>+</sup> , K <sup>+</sup> .....	42
4. Présentation des régions d'étude .....	43
4-1. Région Blida : .....	43
5.2 La région de Djelfa .....	50
Chapitre IV : résultats et discussion.....	57
1. Résultats.....	57
1-1. Teneur en proline dans les feuilles du thym.....	57
1-2. Teneur en sucres solubles dans les feuilles du thym.....	57
1-3. Teneur en chlorophylle dans les feuilles du thym .....	58
1-4. Teneur en Na <sup>+</sup> dans les feuilles du thym.....	60
1-5. Teneur en K <sup>+</sup> dans les feuilles du thym.....	60
2. Discussions.....	61
Conclusion : .....	64

## Introduction

Les plantes médicinales et aromatiques furent utilisées par l'homme depuis l'antiquité. De nos jours leur utilisation a pris un essor considérable dans les industries de parfum, produits cosmétiques et pharmaceutiques. (Adli, et al., 1999).

Ayant une position géographique privilégiée, l'Algérie possède une flore extrêmement riche et variée représentée par 4125 plantes vasculaires inventoriées et réparties en 123 familles botaniques (Kaabeche, 2007). Cette richesse et cette originalité font que l'étude de la flore d'Algérie présente un intérêt scientifique fondamental dans le domaine de la valorisation des substances naturelles.

Le thym, est une plante spontanée, pousse abondamment dans les lieux arides, caillouteux et ensoleillés, des bords de la mer à la montagne. La signification du nom «thym» prend différentes hypothèses, *thymos* ou *thyein* du grec, qui signifie « fumée» par allusion au fait qu'il était jadis brûlé comme encens et qu'on lui attribuait alors le pouvoir d'éloigner les créatures venimeuses. il peut être aussi dérivé du grec *thumus*, qui signifie « courage », car la plante étant jadis considérée comme revigorante (Cowman 1999).

Les stress environnementaux, notamment le stress hydrique et le stress salin limitent sérieusement la croissance des plantes ainsi que la productivité végétale. (Wang *et al.*, 2003) Plus particulièrement en zones arides et semi-arides qui se caractérisent par une forte irrégularité des précipitations et de fortes températures sur une grande partie de l'année (El Gharous, et al., 1994).

Plusieurs études ont montré que, lors d'un déficit hydrique, les plantes adoptent des stratégies d'adaptation qui diffèrent d'une espèce à une autre et qui font intervenir une large combinaison de facteurs morphologiques, physiologiques et biochimiques (Monneveux, et al., 1986).

En effet, pour maintenir la balance de la force osmotique, après un déséquilibre causée par un stress hydrique ou salin, les plantes accumulent un certain nombre d'osmoprotecteurs, principalement des sucres solubles et acides aminés comme la proline et la glycinebétaine (Wang, et al., 2000) qui, en association avec d'autres facteurs tels que la réduction de la transpiration par la fermeture des stomates et la réduction de la surface foliaire (Boutfirass, et al., 1994) ce qui permet

de garder la turgescence et le volume cytosolique aussi élevé que possible (Wang, et al., 2000).

Parallèlement, il est connu que l'excès des sels affecte la photosynthèse et la réduit, par ce biais, la croissance et la production végétale.

L'objectif de ce travail est l'étude des variations de certains paramètres physiologiques et biochimiques (teneur en proline, en sucres solubles, chlorophylle et éléments minéraux) du *Thymus vulgaris* de deux régions différentes Djelfa et Blida.

## **Chapitre 1 : Généralités sur les plantes médicinales et aromatiques**

### **1. Importance des plantes médicinales et aromatiques**

#### **1.1 Dans le monde**

Les plantes ont toujours fait partie de la vie quotidienne de l'homme, puisqu'il s'en sert pour se nourrir, se soigner et parfois dans ses rites religieux. (Adli, et *al.*, 1999).

L'usage des plantes en médecine est très ancien. On a même découvert que les animaux sauvages utilisent instinctivement certaines plantes pour se soigner ! Aujourd'hui, pour que la médecine traditionnelle puisse porter ses fruits à une large échelle, et de manière encore plus efficace, il lui faut rencontrer la médecine dite «moderne». (Anonyme, 2007).

Les plantes médicinales font partie de l'histoire de tous les continents : en Chine et en Inde, à travers les siècles, le savoir concernant les plantes s'est organisé, documenté et a été transmis de génération en génération. Aujourd'hui, le recours à la médecine par les plantes connaît un regain d'intérêt dans les pays occidentaux, particulièrement pour traiter les déséquilibres entraînés par la vie moderne, qu'il s'agisse du stress ou des problèmes de poids. (Anonyme, 2007).

Le recours à la médecine par les plantes devient quotidien, sous forme de prévention, et n'est plus réservé au traitement des maladies. (Anonyme, 2007).

En Afrique, les comportements varient, en partie à cause de la persistance de la sorcellerie : des millions de personnes utilisent avant tout et parfois exclusivement la médecine traditionnelle, parce qu'elle demeure la plus abordable et qu'elle semble efficace. D'autres préfèrent la médecine occidentale, parce qu'ils associent médecine traditionnelle et superstition. Un chiffre global permet de se rendre compte de l'importance du recours à la médecine traditionnelle : on estime que 80 % de la population mondiale y recourt pour ses premiers soins de santé. (Anonyme, 2007).

## 1.2 En Algérie

Aux environs de 980 genres et 3300 espèces. Sur cet ensemble, la flore saharienne correspond approximativement à 400 genres et 1100 espèces dont plus du tiers se trouve en Algérie méditerranéenne et steppique, bien que l'inventaire de la flore ne soit pas encore exhaustif, et les travaux d'évaluations et de synthèses encore fragmentaires (Snoussi, et *al.*, 2003).

Les plantes ornementales indigènes et cultivées sont de plus en plus utilisées dans les aménagements paysagers. Cette tendance tend à se développer compte tenu de la popularité grandissante du jardinage et la tendance à la création d'espaces verts. A l'opposé des plantes cultivées (fleurs coupées, œillet, chrysanthème, les plantes indigènes disponibles sur le marché ne proviennent pas toutes de culture, plusieurs sont prélevées directement des milieux naturels (Snoussi, et *al.*, 2003).

Les espèces négligées, sous-exploitées ou encore méconnues, peuvent contribuer aussi à la durabilité des systèmes de production agricole et au maintien de la biodiversité. L'Algérie, pays au relief difficile et ayant d'importantes régions naturelles encore peu transformées par les activités humaines, possède des espèces rustiques dont la production, très recherchée, est largement insuffisante. Le développement d'activités dans ces créneaux permettra non seulement de contribuer à la préservation de la biodiversité mais aussi à l'amélioration du revenu des populations rurales dans les zones marginalisées (Laoular, 2003).

Les plantes négligées peuvent être divisées, selon (Laoular, 2003) en deux groupes selon qu'elles seraient cultivées ou spontanées :

- Les espèces jadis plus répandues et cultivées, mais dont la production est insuffisante par rapport à la demande du marché et aux potentialités du pays ;
- Les plantes spontanées exploitées pour leurs produits divers à des fins alimentaires, pastorales, condimentaires, aromatiques, médicinales, extraction d'huile, tannage...

Parmi les espèces fourragères et/ou pastorales, les plus utilisées en élevage, nous pouvons citer les espèces de : *Medicago*, *Hedysarum*, *Trifolium*, *Scorpiurus*, *Vicia*, *Lathyrus* parmi beaucoup d'autres. Certaines Poacées comme celles des genres suivants : *Festuca*, *Dactylis*, *Lolium*, *Aristida*, *Agropyrum*, *Oryzopsis* sont aussi d'un intérêt certain, mais leur conservation est encore peu organisée au plan national. Les espèces aromatiques utilisées en Algérie sont très variées mais ne font pas encore l'objet de conservation de leur patrimoine génétique.

En Algérie, bien que l'utilisation des plantes médicinales soit beaucoup plus répandue du fait d'une longue tradition d'herboristerie, aucune étude estimative n'a pu mettre en évidence quantitativement et économiquement leurs utilisations dans la pharmacopée bien qu'une grande partie des plantes médicinales d'Algérie soient inventoriées avec leurs effets (armoïse blanche, thym, sauge à feuilles de verveine, etc.) (Snoussi, et *al.*, 2003).

## **2. Utilisation des plantes médicinales et aromatiques**

L'action de la phytothérapie sur l'organisme dépend de la composition des plantes, depuis XVIIIème siècle, au cours duquel des savants ont commencé à extraire et à isoler les substances chimiques qu'elles contiennent. On considère les plantes et leurs effets en fonction de leurs principes actifs. La recherche des principes actifs extraits des plantes est d'une importance capitale car elle a permis la mise au point de médicaments essentiels. Aujourd'hui les plantes sont de plus en plus utilisées par l'industrie pharmaceutique, il est impossible d'imaginer le monde sans la quinine qui est employée contre la malaria ou sans la digoxine qui soigne le cœur, ou encore l'éphédrine que l'on retrouve dans de nombreuses prescriptions contre les rhumes. La phytothérapie à la différence de la médecine classique, recommande d'utiliser la plante entière, appelée aussi "totum" plutôt que des extraits obtenus en laboratoire. Une plante entière est plus efficace que la somme de ses composants, les plantes contiennent des centaines voire des milliers de substances chimiques actives (Iserin, et *al.*, 2001).

## **2.1 Utilisation pour leurs propriétés odorantes**

Les plantes aromatiques et médicinales, et leurs huiles essentielles sont employées dans le secteur de la cosmétique, notamment pour la fabrication des parfums ; dans les compositions parfumantes des détergents et des produits de parfumerie fonctionnelle ; mais aussi dans le domaine alimentaire. L'utilisation des huiles essentielles pour l'élaboration des parfums est évidente. Dans le secteur de la parfumerie fonctionnelle, les huiles essentielles sont sélectionnées pour renforcer l'impression de propreté ; de même, dans le domaine alimentaire, les huiles essentielles ont pour objectif de développer les arômes, le plus souvent dans des plats préparés (Besombes, 2008).

## **2.2 Utilisation pour leurs propriétés médicinales**

L'utilisation historique des plantes en raison de leurs propriétés thérapeutiques, a avec les avancées techniques et scientifiques, mené à l'isolation de principes actifs. Il faut alors distinguer phytothérapie et aromathérapie :

La phytothérapie est la médecine par les plantes, utilisés en partie ou en totalité, sous différentes formes (teintures mères, extraits fluides ou secs, poudres, infusions, décoctions...)

L'aromathérapie n'utilise que les principes actifs d'une partie de la plante, où ils sont extrêmement concentrés (Besombes, 2008).

## **3. Cueillette ou récolte des plantes médicinales**

Le choix de l'époque de la récolte dépend de la nature de l'organe récolté et des variations du taux des principes actifs en fonction de la période de végétation. La composition chimique d'une plante varie avec son cycle végétatif. Ces variations peuvent être quantitatives (la teneur en principe actif passe par un maximum et décroît ensuite), ou qualitatives (apparition d'un principe actif et disparition d'un autre au cours du développement). (Ghestem, et *al.*, 2001)

Les plantes médicinales doivent être cueillies lorsque la teneur en matière active est la plus forte. La cueillette se fait en début de matinée après le lever du soleil; c'est-à-dire; par temps sec après avoir attendu l'évaporation de la rosée. (Ghestem, et *al.*, 2001).

On ne doit cueillir que les plantes arrivées au stade adulte, c'est-à-dire une fois qu'elles ont fleuri.

On récolte les feuilles quand elles sont jeunes, mais totalement développées au plus tard juste avant que les fleurs ne s'épanouissent.

La cueillette des fleurs se fait juste avant l'épanouissement complet ; et les fruits doivent être cueillis bien mûrs, quant aux bourgeons ils se cueillent au printemps.

La récolte de l'écorce se fait lorsque l'écorce acquiert une certaine épaisseur et se sépare facilement du corps : les écorces d'arbre se récoltent en hiver, celle des arbrisseaux en automne et celles des résineux au printemps.

On déterre les racines quand elles sont assez robustes et complètement développées, (il en va de même pour les rhizomes), et d'une façon générale on récolte au printemps les racines des plantes vivaces et en automne celles des espèces annuelles ou bisannuelles. (Delille, 2007 ; Wichtl, 2003).

#### **4. Séchage et conservation**

Du fait que les huiles essentielles s'évaporent facilement, les plantes doivent être séchées à température pas trop élevée et jamais au soleil puis conservées dans des récipients bien fermés. (Iserin, et *al.*, 2001).

Le maximum de température admise pour le séchage des plantes aromatiques ou les plantes qui contiennent des huiles essentielles est 30 °C. Il est essentiel d'établir une bonne circulation d'air pour éviter les fermentations ou les pourrissements, afin d'obtenir un séchage rapide. Etaler les végétaux (feuilles, fleurs, semences ou graines) en lits minces sur les claies de bois très propres et sans odeur ou sur les papiers. (Delille, 2007).

Pour conserver les plantes, il faut vérifier qu'elles sont parfaitement séchées avant de les stocker. Elles doivent être placées dans des récipients secs, ou des sacs de papier, des boîtes en fer blanc ou des caisses. L'utilisation de boîtes ou de sacs en plastiques ordinaires, comme le polyéthylène ; pour le stockage des plantes

entraînerai une diminution de leur efficacité. De plus, ces matières peuvent laisser les HE se volatiliser vers l'extérieur. (Thun, 1998 ; Wichtl, 2003).

Les plantes doivent être conservées à l'abri de certains agents pouvant entraîner leur altération, et protégées contre l'air, l'humidité, la lumière, les champignons et les insectes. (Ghestem, et *al.*, 2001). L'action médicale s'affaiblit lorsque les plantes sont conservées trop longtemps. (Iserin, et *al.*, 2001).

## **5. Les principales substances actives de la plante**

De très nombreuses substances végétales exercent une action médicinale.

### **5.1 Les huiles essentielles**

Les huiles essentielles comptent parmi les plus importants des principes actifs des plantes. Ce sont des composés oxygénés, parfois d'origine terpénoïde et possédant un noyau aromatique. Elles sont emmagasinées dans des cellules spéciales. La proportion de ces substances dans la plante dépend de l'âge de celle-ci, de la saison, du climat, etc. (Iserin, et *al.*, 2001).

### **5.2 Les substances minérales**

Les plantes puisent les minéraux du sol et les transforment en composés aisément assimilable par l'organisme. Dans de nombreux cas, les minéraux contenus dans une plante, que celle-ci soit utilisée sous forme de salade, comme le chou vert (*Brassica oleracea*), ou sous forme de compléments nutritionnels, comme le fucus (*Fucus vesiculosus*), participent activement à son activité thérapeutique dans l'organisme. (Iserin, et *al.*, 2001).

### **5.3 Les glucosides**

Un glucoside est constitué de deux composantes, une partie aglycone et une partie de sucre. La partie aglycone peut être différents types de métabolites secondaires tel que les coumarines, flavonoïdes, hydroxyanthracène. Les glucosides jouent un grand rôle dans le stockage des réserves nutritives et de défense de la plante. Le cyanure glycosides, (par exemple amygdalin de l'abricot) sort le cyanure hydrogène toxique quand les cellules sont endommagées et agissent comme un système de défense. (Barnes, et *al.*, 2007).

Les glucosides cardiaques comme la digitoxine, ont une action directe et puissante sur le cœur ; Ils l'aident à maintenir le rythme cardiaque en cas d'affaiblissement. (Iserin, et *al.*, 2001).

#### **5.4 Les pigments végétaux**

Ces substances, particulièrement importantes pour la vie de la plante, sont divisées en deux groupes :

- Les pigments lipochromes : ce sont des substances grasses formées dans les plastes. A ce groupe appartiennent les pigments indispensables à la photosynthèse : chlorophylle, carotène et xanthophylle.

- Les pigments hydrochromes : ils sont solubles dans l'eau et se trouvent en solution dans le cytoplasme au niveau des vacuoles. Les anthocyanes donnent leur couleur à certaines fleurs (bleuet, pied-d'alouette...) et feuilles, et à certains fruits (cerise, myrtille...). Les pigments exercent des effets médicaux très variés. La chlorophylle possède, entre autre, des propriétés antibactériennes et le carotène se transforme dans le corps humain en vitamine A. (Delille, 2007).

Il existe d'autres composés tel que :

- Les phénols
- Les flavonoïdes
- Les tanins
- Les alcaloïdes
- Les saponosides (ou saponines)

## 6. Marché mondiale des plantes médicinales

### 6.1 La demande mondiale

La demande mondiale de parfums et d'arômes a dépassée 18 milliards de dollars US en 2004 alors qu'elle était de 8,3 milliards de dollars US en 1999. Cette forte croissance s'explique par l'augmentation rapide de la production industrielle alimentaire (boissons gazeuses, croustilles, etc.) dans certains pays en voie de développement comme la Chine, le Brésil, l'Inde et le Mexique, selon une analyse récente du marché mondial réalisée par Freedonia Group Inc. Le tableau 01 indique la répartition de la demande mondiale en parfums et arômes par grandes régions. Aux États-Unis, la demande en huiles essentielles pour les industries de la parfumerie et de l'alimentation croisse à raison de 10 % par an.

**Tableau 1** : Demande mondiale pour les parfums et les arômes (millions dollars US).

<b>Marchés</b>	<b>1999</b>	<b>2004</b>	<b>Croissance annuelle moyenne (%)</b>
États-Unis	3 865	4 770	4,3
Canada, Mexique	560	790	7,1
Europe occidentale	4 300	5 215	3,9
Japon	1 875	2 100	2,3
Autres Asie/Pacifique	1 680	2 720	10,1
Reste du monde	1 870	2 805	8,4
<b>Total</b>	<b>14 150</b>	<b>18 400</b>	<b>5,4</b>

**Source:** (Anonyme, 2004).

## Chapitre 2 : considérations générales sur le Thym (*Thymus vulgaris*)

### 1. Présentation de la famille des *Lamiacées*

La région méditerranéenne d'une manière générale et l'Algérie en particulier, avec son climat doux et ensoleillé est particulièrement favorable à la culture des plantes aromatiques et médicinales.

La production des huiles essentielles à partir de ces plantes pourrait constituer à ce titre une source économique importante pour notre pays. Cette étude porte sur la famille des *Lamiacées*.

La famille des *Lamiacées* est l'une des plus répandues dans le règne végétal. (Ahmed, et al., 1998). C'est une famille d'une grande importance aussi bien pour son utilisation en industrie alimentaire et en parfumerie qu'en thérapeutique. Elle est l'une des familles les plus utilisées comme source mondiale d'épices et d'extraits a fort pouvoir antibactérien, antifongique, anti-inflammatoire et antioxydant. (Boskabady, et al., 2005 ; Charpentier, et al., 2008 ; Chemat, et al., 2004). Il est bien connu que les huiles essentielles extraites des plantes de cette famille possèdent des propriétés pharmacologiques tant sur le plan humain qu'industriel.

De nombreuses propriétés leurs sont conférées: anti-infectieuses, antispasmodiques, antalgiques, toniques, digestives, cicatrisantes...Les huiles essentielles par la diversité des constituants qui les composent, sont des substances très actives. (Bakkali, et al., 2008 ; Chemat, et al., 2004).

Cette famille comprend près de 6700 espèces regroupées dans environ 250 genres. (Chen, et al., 2004). La région méditerranéenne a été le centre principal pour domestication et la culture de Labiatae qui est caractérisée par des plantes productrices d'huiles essentielles. (Ahmed, et al., 1998).

Les genres les plus cités sont : *Salvia officinalis* (Brand-Williams, et al., 1995), *Mentha spicata* (Cimanga, et al., 2002), *Origanum vulgare* (Auclair, et al., 2002), *Rosmarinus officinalis*, *Ocimum basilicum*. Ainsi que de nombreuses espèces du genre *Thymus* qui ont été abondamment étudiées de ce point de vue (Bouayed, et al., 2007). Un très grand nombre de genres de la famille des *Lamiaceae* sont des sources riches en terpénoides, flavanoides et iridiodes glycosylés et composés

phénoliques. (Ahmed, et *al.*, 1998). Le genre *Thymus* représentant l'objectif de notre recherche regroupe plus de 250 espèces (Chen, et *al.*, 2004) largement distribuées dans l'aire méditerranéenne et utilisées comme antibactériens et anti-inflammatoires dans la pharmacopée traditionnelle de la région. (Charpentier, et *al.*, 2008).

## 2. Thym

### 2.1 Historique

Le terme « thym » est apparu dans la langue française au XIII<sup>e</sup> siècle, d'abord sous la forme de « tym ». Selon certaines sources, il est dérivé du latin *thymus*, qui l'a emprunté du grec *thumos*, signifiant, de façon quelque peu obscure, « grosseur ou loupe » (par référence à la glande, le thymus). D'autres pensent plutôt que le mot vient du grec *thymos* ou *thyein*, qui signifie « fumée », par allusion au fait qu'il était jadis brûlé comme encens et qu'on lui attribuait alors le pouvoir d'éloigner les créatures venimeuses. D'autres, enfin, font dériver le mot du grec *thumus*, qui signifie « courage », la plante étant jadis considérée comme revigorante.

Il semblerait que, pendant longtemps, le thym ait surtout été employé en médecine et dans les rituels religieux ou magiques, ses usages culinaires se limitent à aromatiser le fromage et les liqueurs. Les Égyptiens s'en servaient pour embaumer leurs morts, les Grecs pour parfumer les temples et l'eau des bains, les Romains pour purifier leurs appartements.

Les Romains ont probablement diffusé le thym en Europe durant leurs invasions, particulièrement dans les pays du Sud. Au Moyen Âge, on s'en est beaucoup servi pour masquer les mauvaises odeurs, notamment celles de la viande ou du poisson avarié. (Cowman, 1999).

De nos jours, le thym est un élément caractéristique de la flore méditerranéenne. Ses feuilles sont riches en huiles essentielles dont les propriétés sont mises à profit en phytothérapie et en médecine, comme produit vétérinaire (antiparasites, antispasmodique, antiseptique et digestif). Cela a été mentionné dans plusieurs études (Concentino, et *al.*, 1999), Il est très utilisé en médecine traditionnelle sous plusieurs formes : les feuilles sont utilisées en infusion contre la toux, en décoction pour guérir les maux de tête, hypertension et gastrites, en usage externe

comme cicatrisants. Il possède des vertus antiseptiques utilisées pour soigner les infections pulmonaires, calmer les toux quinteuses, diminuer les sécrétions nasales et soulager les problèmes intestinaux comme il l'a été rapporté par certains auteurs. (Cseke, et *al.*, 2006).

## **2.2 Habitat**

Cette plante spontanée pousse abondamment dans les lieux arides, caillouteux et ensoleillés, des bords de la mer à la montagne. (Burnie, et *al.*, 2005).

## **2.3 Description Botanique**

On distingue deux groupes de Thyms : Les petites plantes touffues, au-dessous de 50 cm et les formes rampantes parfois avec des brindilles s'enracinant. (Stahl-Biskup, et *al.*, 2002).

Le Thym est une plante vivace à tige hérissée, dressée, souvent rougeâtre de 20 à 80 cm de haut (Dellile, 2007). Elles sont quadrangulaires, caractéristique des Lamiaceae (Wiert, 2006). Les poils peuvent couvrir les quatre faces de la tige (holotriche) ou seulement deux faces s'alternant dans chaque entre nœud (alelotriche) ou se trouvent seulement sur les quatre côtes des tiges (goniotriche). (Stahl-Biskup, et *al.*, 2002).

Les feuilles, plus au moins contractées, pétiolées à bord peu denté, sont opposées et de grandeurs variables, les inférieures étant plus grandes. (Dellile, 2007). Elles sont fréquemment ciliées aux marges, soit à la marge entière ou seulement à la base ou sur le pétiole. Les trichomes glandulaires sont très importants contenant l'huile essentielle, il en existe deux types : Les glandes pédicellées avec cellules supérieures pleines d'huiles essentielles, et de grandes glandes globuleuses typiques des lamiaceae, (Wiert, 2006) avec quelques cellules basales. Les poils tecteurs sont toujours simples, mais rarement unicellulaires. (Stahl-Biskup, et *al.*, 2002).

Les fleurs Zygomorphes sont petites, bilabiées, souvent tubulaires, déclinant une gamme du blanc au mauve en passant par le rose (Wiert, 2006). Elles grandissent en groupes au niveau des nœuds. Les feuilles du nœud d'inflorescence se différencient du reste des feuilles de la plante en forme et en taille, ils sont appelés bractées (Stahl-Biskup, et *al.*, 2002).

Les fleurs sont groupées en panicules très denses sur les rameaux ce qui constitue un cas unique chez les labiées. (Dellile, 2007).

Le calice tubuleux est à deux lèvres (cinq dents) (Wiart, 2006). Quand il est sec, il joue un rôle important dans la dispersion des petits fruits, ou nucules, pour cela, sa gorge est formée par une rangée de poils et le vent peut le transporter à une grande distance.

La corolle plus au moins exserte, à deux lèvres, formée par deux lobes supérieurs et trois lobes inférieurs. L'androcée est formé de quatre étamines saillantes plus au moins divergentes, alors que le gynécée est formé de deux carpelles qui sont lisses et formant quatre loges chacune un ovule (Stahl-Biskup, et al., 2002). L'ovaire est super à placentation axile. Le stigmate est bifide (Wiart, 2006).

Les fruits sont des noisettes (quatre noisettes par fleur ou fruit tétrakène), restant longtemps soudés au fond du calice (Wiart, 2006).

#### **2.4 Classification de *Thymus vulgaris* L.**

La classification adoptée est celle de GUIGNARD et al. (2004), et PETER (2004). Les figures 2,3 et 4 montrent la plante dans son habitat naturel.

Règne :	Plantae
Embranchement :	Spermatophytes
Sous embranchement :	Angiospermes
Classe :	Dicotyledones gamopétales.
Sous classe :	Astéridées.
Ordre :	Euastéridées I
Famille :	Lamiaceae ou Labiées
Sous famille :	Nepetoïdeae
Genre :	Thymus
Espèce :	<i>Thymus vulgaris</i> L.



**Figure 1 :** Vue d'ensemble d'un pied de *Thymus vulgaris* L. (Anonyme, 2013).



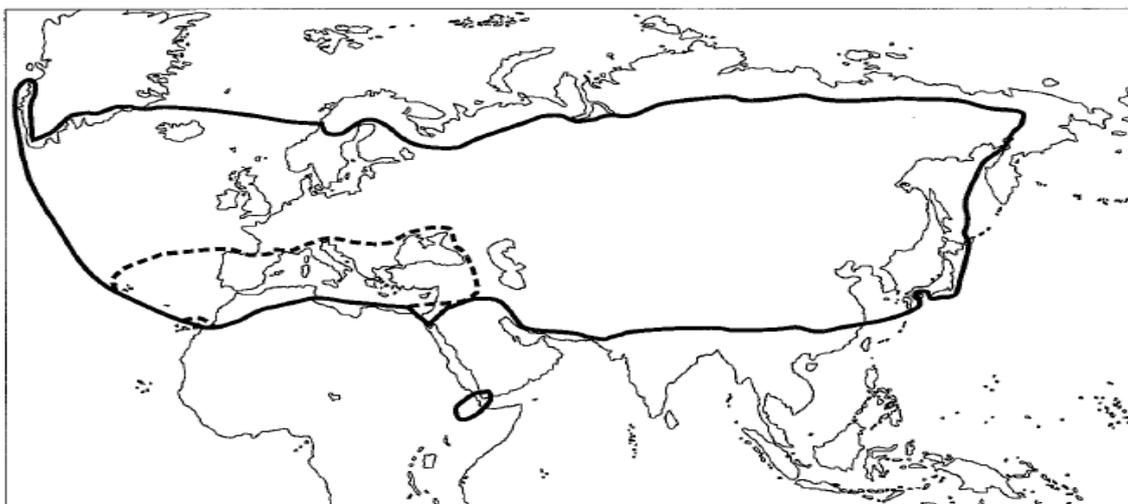
**Figure 2 :** Sommités fleuries de *Thymus vulgaris* L. (Anonyme, 2013).



**Figure 3 :** Disposition des feuilles et des inflorescences au niveau des nœuds de la tige (Anonyme, 2013).

## 2.5 La distribution du Thym dans le monde

Le genre *Thymus* est l'un des 250 genres les plus diversifiés de la famille des labiacées (Ahmed, et *al.*, 1993). Selon Dob et al. (2006) (Cu, et *al.*, 1990), il existe près de 350 espèces de thym réparties entre l'Europe, l'Asie de l'ouest et la méditerranée. C'est une plante très répandue dans le nord-ouest africain (Maroc, Tunisie, Algérie et Libye), elle pousse également sur les montagnes d'Ethiopie et d'Arabie du sud-ouest en passant par la péninsule du Sinaï en Egypte. On peut la trouver également en Sibérie et même en Himalaya. Selon une étude menée par Nickavar et *al.*, (2005) (Cubas, et *al.*, 2008), environ 110 espèces différentes du genre *Thymus* se concentrent dans le bassin méditerranéen. C'est pour cela que l'on peut considérer la région méditerranéenne comme tant le centre de ce genre.



**Figure 4 :** Distribution du genre *Thymus* dans le monde. La ligne pointillée représente toutes les sections sauf la section *Serpyllum* et section *Hyphodromi* sous-section *Serpyllastrum* (Stahl-Biskup, et al., 2002).

**Tableau 2 :** une sélection des espèces les plus communes cultivées en France.

Variétés	Aspects	Utilisations	Qualités
Thym commun ( <i>Thymus vulgaris</i> )	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Petit sous-arbrisseau touffu, dressé et évasé, très aromatique d'un aspect grisâtre ou vert grisâtre.</li> <li>- Fleurs mauves, rose pâle ou blanches, appréciées des abeilles.</li> <li>- Atteint entre 7 et 30 cm de hauteur.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Base du bouquet garni. Parfume de nombreux plats de cuisine traditionnelle.</li> <li>- Se consomme aussi en tisane.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sauvage sur la côte méditerranéenne.</li> <li>- A besoin d'un sol bien drainant et d'une exposition bien ensoleillée.</li> <li>- Le thym commun commercialisé est souvent celui dit « d'hiver », plus résistant.</li> <li>- Résistant au froid en sol bien drainé et en climat sec.</li> </ul>
Thym citron ( <i>Thymus x citriodorus</i> )	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Feuilles au goût citronné, plus larges et plus rondes que les autres espèces.</li> <li>- Atteint 15 à 20 cm de hauteur.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Son parfum citronné s'accommode bien avec le poisson et les endives.</li> <li>- Excellent en tisane</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Moins exigeant que le thym commun, il supporte pratiquement tous les types de sols lorsqu'il est bien ensoleillé.</li> <li>- Résiste moyennement au froid.</li> </ul>

Serpolet ( <i>Thymus serpyllum</i> )	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Très petites feuilles opposées ovales ou lancéolées.</li> <li>- Plante rampante tapissante.</li> <li>- Atteint 10 cm de hauteur, et s'étend jusqu'à 50 cm de largeur.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Moins fort que le thym commun, son parfum est subtil.</li> <li>- Utilisé pour aromatiser viandes et légumes.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Espèce très courante, pousse sur des talus secs et calcaires. C'est une plante des zones ensoleillées, broussailles, prés secs, rochers, dunes, jusqu'à 3 000 m d'altitude.</li> <li>- Il supporte mieux les sols humides que les autres thyms.</li> </ul>
<i>Thymus capitatus</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Espèce compacte, aux tiges montantes et étroites, charnues.</li> <li>- Feuilles vertes.</li> <li>- Fleurs roses en forme de cônes.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Plante utilisée en médecine traditionnelle marocaine.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Originaire des régions méditerranéennes et de la Turquie, pousse de façon spontanée dans les endroits secs et ensoleillés de ces régions.</li> </ul>
Thym de la dolomie ( <i>Thymus dolomiticus</i> )	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Emet de longues tiges couchées qui s'enracinent.</li> <li>- Rameaux courts, petites feuilles rapprochées, fleurs roses.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Odeur balsamique très agréable.</li> <li>- Utilisation en tisane, cuisine.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Espèce endémique des Causses où il abonde</li> <li>- Thym sauvage non cultivé.</li> </ul>
Thym luisant ( <i>Thymus nitens</i> )	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Feuillage vert, fleurs mauve.</li> <li>- Port érigé à longues tiges retombantes.</li> <li>- Atteint 15 cm de hauteur et jusqu'à 60 cm de large.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Plante utilisée principalement en infusions, plats chauds ou salades.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Plante très décorative.</li> <li>Idéale à cultiver car résiste mieux que les autres espèces aux excès d'humidité.</li> </ul>
Thym précoce ( <i>Thymus praecox</i> )	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sous-arbrisseau à rameaux fins.</li> <li>- Petites feuilles.</li> <li>- Fleurs rose-pourpre</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- utilisé comme le thym commun.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Excellente plante de rocaille et de dallage.</li> </ul>
Thym pouliot ( <i>Thymus pulegioides</i> )	<ul style="list-style-type: none"> <li>- plante naine, croissant par rameaux latéraux.</li> <li>- Feuilles vertes.</li> <li>- Fleurs roses. -</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Très parfumé, s'utilise en cuisine et en tisane.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Espèce qui croît dans les lieux humides (marais, prairies, fossés, ports, friches).</li> </ul>

	Atteint 10 à 20 cm.		
Thym laineux ( <i>Thymus pseudolanuginosus</i> )	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Espèce naine, gazonnante, excellente pour former un tapis couvre-sol.</li> <li>- Minuscules feuilles persistantes, arrondies, grises, entièrement couvertes de longs poils soyeux.</li> <li>- Petites fleurs peu nombreuses à la couleur rose tendre.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Utilisation classique en cuisine.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Originaire de l'ouest de l'Europe.</li> <li>- Supporte bien le piétinement.</li> <li>- Peut être installée au milieu d'une rocaille ou de pavés, aime les sols pauvres et secs, voire calcaires, et les expositions ensoleillées.</li> </ul>

**Source** : Anonyme, 2013

## 2.6 En Algérie

### 2.6.1 Les différentes espèces de Thym

D'après QUEZEL et SANTA (1963), les différentes espèces de Thym identifiées en Algérie sont les suivantes : *Thymus fantanesi*, *Thymus capitatus*, *Thymus candidissimus*, *Thymus numidicus*, *Thymus lanceolatus*, *Thymus guyonii*, *Thymus dreatensis*, *Thymus ciliatus*, *Thymus hirtus*, *Thymus comutatus*, *Thymus glandulosus*, *Thymus algériensis*, *Thymus vulgaris*. (Czemerys, 2007).

### 2.6.2 Distribution du Thym en Algérie

L'Algérie est connue par sa richesse en plantes médicinales en regard de sa superficie et sa diversité bioclimatique. Le thymus de la famille des Lamiacées ou Labiées, comprend plusieurs espèces botaniques réparties sur tout le littoral et même dans les régions internes jusqu'aux zones arides (Czemerys, 2007), Il est représenté en Algérie par de nombreuses espèces qui ne se prêtent pas aisément à la détermination en raison de leur variabilité et leur tendance à s'hybrider facilement. Sa répartition géographique est représentée dans le tableau 3

**Tableau 3:** Localisation des principales espèces du thym en Algérie. (Czemerys, 2007).

Espèces	Découverte par	Localisation	Nom local
<i>Thymus capitatus</i>	Hoffman et Link	Rare dans la région de Tlemcen	Auteure
<i>Thymus fontanesii</i>	Boiss et Reuter	Commun dans le Tell Endémique Est Algérie-Tunisie	Auteure
<i>Thymus commutatus</i>	Battandier	Endémique Oran	-
<i>Thymus numidicus</i>	Poiret	Assez rare dans : Le sous-secteur de l'atlas tellien La grande et la petite Kabylie De Skikda à la frontière tunisienne, Tell constantinois	Tizaâtar
<i>Thymus guyonii</i>	Noé	Rare dans le sous-secteur des Hauts Plateaux algérois, oranais et constantinois	-
<i>Thymus lancéolatus</i>	Desfontaine	Rare dans : Le secteur de l'atlas tellien (Terni de Médéa BENCHICAO) et dans le sous secteur des Hauts Plateaux algérois, oranais (Tiaret) et constantinois	Zaâtar
<i>Thymus pallidus</i>	Coss	Très rare dans le sous-secteur de l'Atlas Saharien et constantinois	Tizerdite
<i>Thymus hirtus</i>	Willd	Commun sauf sur le littoral	Djertil Hamrya
<i>Thymus glandulosus</i>	Lag	Très rare dans le sous-secteur des Hauts Plateaux algérois	-
<i>Thymus algériensis</i>	Boiss et Reuter	Très commun dans le sous-secteur des Hauts Plateaux algérois et oranais	Djertil Zaitra
<i>Thymus munbyanus</i>	Boiss et Reuter	Endémique dans le secteur Nord Algérois	Djertil

## **2.7 Culture du thym**

### **2.7.1 Multiplication**

Selon (Anonyme 2013), le thym peut se multiplier par semis, plantation, division de touffes, marcottage ou bouturage.

#### **a) Par semis**

Le Semer peut être réalisé soit en mars à l'intérieur ou en mai à l'extérieur en pépinière, sans couvrir les graines qui ont besoin de lumière pour germer.

- Poser les graines en surface et recouvrir à peine.
- Maintenir la terre très légèrement humide les premiers temps au moyen d'un pulvérisateur d'intérieur.
- La semence met entre 15 et 21 jours pour lever.
- Repiquer 2 mois après, lorsque les plants seront développés.
- Espacer les plans de 20 à 30 cm.

#### **b) Par plantation**

Le thym est très résistant. Il a besoin de soleil et pousse à l'état sauvage sur les collines arides et rocailleuses des régions méditerranéennes. Rustique, il peut pousser dans toutes les régions au sol bien drainé.

Il prospère dans des sols légers, secs, pauvres, plutôt alcalins et bien drainés. L'idéal est un terrain calcaire ou une rocaille pentue, exposés en plein soleil.

La mise en sol est en avril et mai ou en septembre-octobre.

#### **c) Par division de touffes**

Procéder à la division des touffes de thym en été. Elle permet de rajeunir des plantes vieillissantes qui commencent à se dégarnir et d'obtenir de nouveaux plants à installer.

- Choisir une touffe bien installée, qui commence à s'étaler.

- Déterrer la plante en veillant à ne pas blesser les racines.
- arracher sur le pourtour de la touffe de petits bouquets munis de racines.
- Praliner les racines (tremper-les dans une boue bien épaisse composée de fumier, de terre et d'eau) pour favoriser la reprise.
- Replanter tout de suite les touffes divisées
- Arroser régulièrement pour faciliter la reprise, puis cesser lorsque la végétation a redémarré.

#### **d) Par marcottage**

Il s'agit de multiplier au printemps les plants à partir d'un pied mère sans les détacher de celui-ci, par contact de l'ensemble de la touffe avec la terre (marcottage en cépée).

- Tailler le pied de thym aussi court que possible.
- Enterrer le pied en ramenant une butte de terre autour et en ne laissant dépasser que l'extrémité des tiges sur 10 cm maximum.
- Rapporter de la terre au fur et à mesure de la croissance des tiges.
- Arroser en été en cas de sécheresse.
- Après enracinement, couper les tiges avec racines le plus bas possible et replanter-les.

#### **e) Par bouturage**

Le bouturage est pratiqué en juillet-août. L'enracinement se fera au bout de 2 mois, les plants peuvent être mises en place au printemps suivant.

- Choisir une belle tige bien vigoureuse et procéder le matin, lorsque la plante est encore humide de la nuit.
- Couper franchement une tige de 10 à 15 cm, à l'aide d'un sécateur bien aiguisé.

- Supprimer les fleurs s'il y en a et les feuilles à la base de la tige en laissant uniquement les feuilles du haut.
- Préparer une caissette ou un pot avec un mélange très drainant (moitié terre de jardin calcaire, moitié sable de rivière ou perlite).
- Placer à l'ombre et à l'abri du vent après plantation.

### **2.7.2 Entretien du thym**

Le thym n'a pratiquement pas besoin de soins. Ce n'est pas une plante gélive, excepté pour de rares espèces. Il peut donc survivre toute l'année au jardin, si le sol ne demeure pas trop humide.

Il suffit de désherber pour l'entretenir et de biner le sol de temps à autre pour maintenir un sol léger.

Le thym aime les sols pauvres. Il faut éviter les engrais en été, car cela fragilise la plante pour les gelées futures.

### **2.7.3 Taille du thym**

Une fois installé, le thym a besoin d'une taille d'entretien pour conserver son port compact et favoriser la ramification et l'apparition de nouvelles feuilles.

- Tailler au moment de la floraison et récupérer ainsi les rameaux en vue de leur conservation.
- Rabattre la végétation quelques centimètres en dessous du départ des inflorescences.
- Reforme une haie ou un arrondi selon la forme voulue.

### **2.7.4 Récolte**

Le thym peut être récolté pratiquement toute l'année car ses feuilles sont persistantes. C'est lors de la floraison qu'il est toutefois le plus parfumé.

Ensuite dès les grandes chaleurs, le thym perd ses feuilles et n'a plus beaucoup d'intérêt à être ramassé. Il doit cependant être taillé pour rester compact et

ne pas se dégarnir du pied. Il est à noter que le thym récolté perd sa saveur au bout de 1 an. (Anonyme 2013).

### **2.7.5 Ravageurs et maladies**

Les ravageurs les plus fréquents sur thym sont les chenilles défoliatrices, les noctuelles, et la chrysomèle *Arima marginata*, qui peut causer des dégâts dès le démarrage de la végétation en avril, mai, sur jeunes pousses. Il peut également y avoir des attaques d'altises.

Des dépérissements sectoriels sont souvent observés sur certaines variétés : ils correspondent à des attaques de champignons du sol type *Pythium* et *Fusarium*. (Anonyme 2012).

## **Chapitre 3 : réponses des plantes aux stress salin et hydrique**

### **1. Notion du potentiel hydrique**

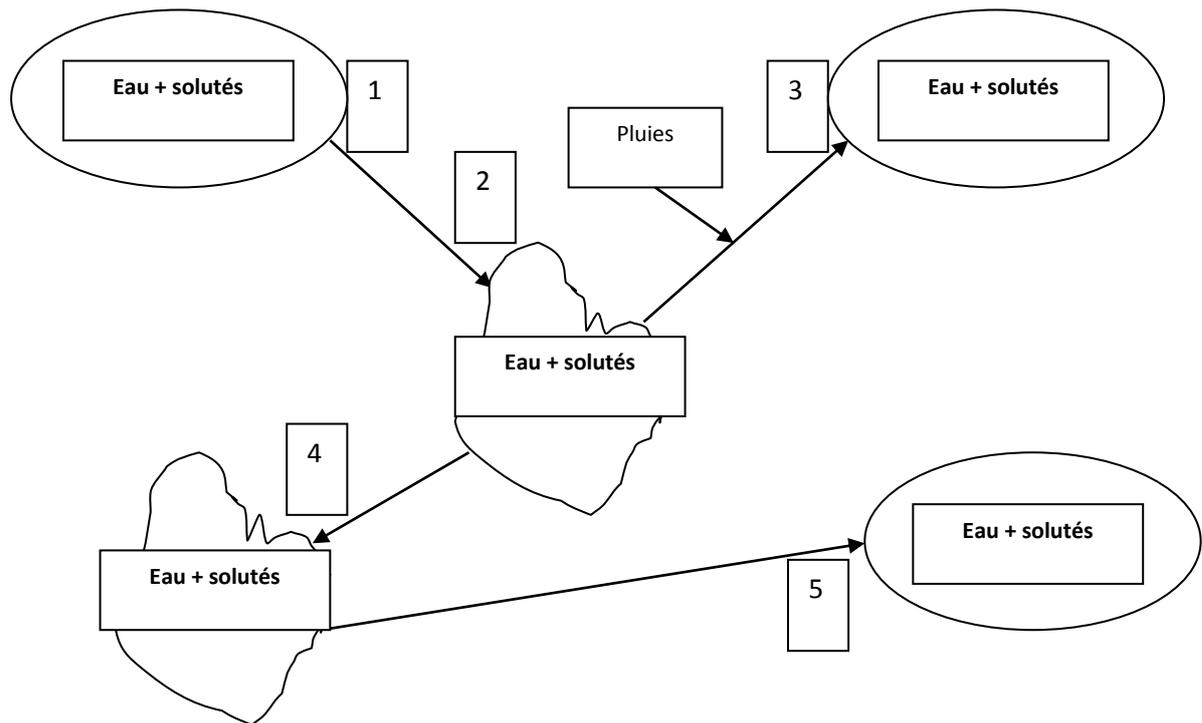
Le déficit hydrique est un état déterminant la distribution, la croissance et le développement des espèces forestières, en particulier dans les zones arides et semi-arides. Les espèces des zones arides peuvent survivre au déficit hydrique et à l'extrême irrégularité des précipitations, grâce à un ensemble de mécanismes morphologiques, anatomiques, physiologiques et métaboliques reflétant différents types d'adaptations (esquive, ou évitement et tolérance) (Turner, 1986).

### **2. Maintien du potentiel hydrique**

Le potentiel osmotique diminue lorsque la concentration de solutés augmente dans la cellule.

La figure qui suit montre qu'une plante bien hydratée a des cellules turgescentes ; ses cellules sont schématisées par 1. La plante subit une sécheresse et ses cellules perdent leur turgescence (schématisées dans la figure 6). Le passage de 1 à 2 est caractérisé, entre autres, par une diminution de la quantité d'eau relativement aux solutés : le potentiel hydrique diminue.

Lorsque la sécheresse persiste, il y a, chez beaucoup de plantes, une synthèse de molécules osmotiquement actives (état 4) : la concentration en solutés augmente dans les cellules dont le potentiel hydrique diminue et devient plus négative que celui de l'eau dans le sol. L'eau peut alors passer du sol à la plante qui regagne sa turgescence (état 5), et ce malgré l'absence de pluie (Cornic, 2008).



**Figure 5 :** Schéma illustrant comment une plante subissant une déshydratation

(Flèche de 1 à 2) peut regagner sa turgescence : après une pluie, (flèche de 2 à 3), ou après une synthèse de soluté, si la sécheresse persiste (flèches de 2 à 4 et de 4 à 5). La taille des caractères composant les mots Eau et solutés est proportionnelle à la quantité d'eau et de solutés dans les cellules de la plante et dans le sol. (Cornic, 2008).

### 3. Effets de la sécheresse sur le fonctionnement des plantes

#### 3.1 Limitation de l'alimentation minérale par un déficit hydrique

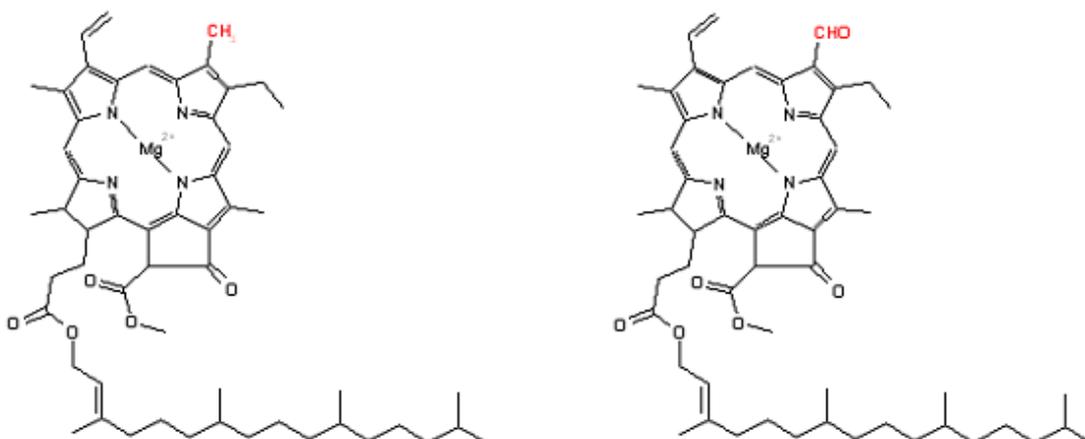
La sécheresse altère les besoins en azote des cultures puisque ceux-ci croissent avec la biomasse produite. La conséquence immédiate de la sécheresse est donc de réduire la demande en azote minéral du sol. Il s'ensuit qu'après des épisodes de sécheresse la quantité d'azote minéral dans le sol est relativement plus élevée et la lixiviation (entraînement de solutés vers les nappes par l'eau qui draine) peut être plus importante si le sol reste nu. Il faut ajouter à cela la mortalité des racines durant la période sèche, qui peut libérer encore davantage d'azote dans le sol. Cependant le déficit hydrique induit un déficit de nutrition azotée (Van keulen, 1981) qui provient principalement des réductions de flux d'azote à la racine, et

secondairement des réductions des capacités d'absorption par les racines et de la réduction du transport entre les parties souterraines et racinaires du fait de la chute de la transpiration. Les flux convectifs dans le sol (liés au transfert d'eau vers les racines) sont directement liés à la transpiration et faute de ce réapprovisionnement, la quantité d'azote de la rhizosphère est alors susceptible de devenir limitant. Certaines espèces montrent des états de nutrition azotée optimale en sec (sorgho, dactyle aggloméré) alors que chez d'autres (blé, fétuque élevée...) ils se révèlent très sensibles (James, et *al.*, 2005) si bien que le stress azoté se combine au déficit hydrique (Sadras, 2005). Enfin, chez les légumineuses qui fixent l'azote de l'air, la haute sensibilité de la fixation symbiotique de l'azote (Durand, et *al.*, 1987) entraîne le plus souvent des déficits de nutrition azotée du même ordre que chez les plantes alimentées essentiellement à partir de l'azote en solution dans le sol (Lemaire, et *al.*, 1989)

### 3.2 Photosynthèse et transpiration : un échange « eau contre carbone »

La chlorophylle est le principal pigment photosynthétique. Elle est présente chez presque tous les organismes photosynthétiques et elle est à l'origine de leur couleur verte car elle absorbe fortement la lumière visible dans les longueurs d'onde correspondant au bleu et au rouge, mais laisse filtrer une grande partie de la lumière verte

Il existe différentes formes de chlorophylles, dont les seules présentes chez les végétaux supérieurs sont la chlorophylle *a* et la chlorophylle *b*



**Figure 6** : structure des chlorophylles *a* et *b*

Chlorophylle *a* (à gauche) et *b* (à droite) (Jean-Baptiste, 2009)

**Tableau 4:** caractéristiques physico-chimiques des chlorophylles *a* et *b*. (Jean-Baptiste, 2009)

	Chlorophylle <i>a</i>	Chlorophylle <i>b</i>
Formule chimique	C <sub>55</sub> H <sub>72</sub> O <sub>5</sub> N <sub>4</sub> Mg	C <sub>55</sub> H <sub>70</sub> O <sub>6</sub> N <sub>4</sub> Mg
Masse molaire (g.mol <sup>-1</sup> )	893.5	907.5

Le gaz carbonique (CO<sub>2</sub>) de la photosynthèse pénètre dans les feuilles par les stomates, qui contrôlent aussi la transpiration. La fermeture des stomates qui permet de maintenir l'état hydrique foliaire diminue donc la photosynthèse, et donc la production des plantes. Une controverse existe depuis plusieurs années sur les parts stomatique et biochimique de la réduction de la photosynthèse en cas de déficit hydrique. Dans une grande gamme de déficits hydriques compatibles avec l'activité agricole, la part stomatique est probablement la plus importante (Cornic, et *al.*, 2002). Une conséquence est que la photosynthèse est intrinsèquement liée à la transpiration, et il n'existe aucun moyen connu de contourner cet échange "eau contre carbone". Cet échange est la principale limitation de la "tolérance à la sécheresse" : on ne pourra jamais construire des plantes qui maintiennent leur productivité sans un niveau élevé de transpiration. La diminution de la photosynthèse a des conséquences sur le métabolisme du carbone, et certaines enzymes impliquées dans la circulation des assimilats sont régulées en réponse au déficit hydrique (Zinsemeier, et *al.*, 1999).

#### 4. Mécanisme de tolérance

Deux grandes stratégies de résistance au sel étaient connues chez les plantes : limiter l'entrée de sodium au niveau des racines ou séquestrer le sodium au niveau des feuilles.

A l'échelle de la plante entière, les ions chlorure et sodium entrent par les racines, sont véhiculés par la sève xylémique jusqu'aux tiges et feuilles. Là, ils sont stockés (plantes inclusives), soit au contraire très peu retenus et mobilisés par la sève phloémique jusqu'aux racines (plantes exclusives) (Denden, et *al.*, 2005).

Les plantes développent un nombre important de mécanismes biochimiques et cellulaires pour faire face au stress salin. Les stratégies biochimiques comprennent: (1) l'accumulation sélective ou l'exclusion des ions, (2) le contrôle de l'absorption

racinaire des ions et leurs transport dans les feuilles, (3) la compartimentation des ions au niveau cellulaire et au niveau de toute la plante, (4) la synthèse de solutés compatibles, (5) le changement dans le chemin de la photosynthèse, (6) l'altération de la structure membranaire, (7) l'induction des enzymes antioxydatives et (8) l'induction des hormones végétale.

#### **4.1 La régulation ionique et compartimentation**

L'absorption ionique et la compartimentation sont importantes non seulement pour la croissance normale mais aussi pour la croissance sous des conditions de stress (Adams et *al.*, 1992b in (Parida, et *al.*, 2005)) parce que le stress perturbe l'homéostasie ionique. Les plantes qu'elles soient glycophytes ou halophytes, ne peuvent tolérer une grande quantité de sel dans le cytoplasme, et par conséquent sous des conditions de salinité, elles limitent l'excès de sel dans la vacuole ou compartimentent les ions dans différents tissus pour faciliter leurs formes métaboliques (Zhu, 2002).

Les glycophytes limitent l'absorption ou la translocation du sodium dans les tissus âgés qui servent de compartiments de stockage qui sont éventuellement sacrifiés. (Cheeseman, 1988 in (Parida, et *al.*, 2005)). La suppression du sodium du cytoplasme ou la compartimentation dans les vacuoles est réalisée par des enzymes induites par le sel : le transporteur membranaire (antiport)  $\text{Na}^+/\text{H}^+$ , (Apse et *al.*, 1999 in (Parida, et *al.*, 2005)).

Dans le stress salin, les plantes maintiennent de fortes concentrations de  $\text{K}^+$  et de faibles concentrations de  $\text{Na}^+$  dans le cytosol et cela par la régulation de l'expression et de l'activité des transporteurs de  $\text{K}^+$  et  $\text{Na}^+$  et les pompes  $\text{H}^+$  qui produisent la force qui agit sur le transport. (Zhu et *al.* 1993 in (Parida, et *al.*, 2005)).

#### **4.2 Biosynthèse de solutés compatibles**

Pour adapter l'équilibre ionique dans la vacuole, le cytoplasme accumule des composés de petite masse moléculaire nommés solutés compatibles parce qu'ils n'interfèrent pas avec les réactions normales biochimiques (Zhifang et Loescher, 2003 in (Parida, et *al.*, 2005)), en revanche ils remplacent l'eau dans les réactions chimiques. Ces solutés compatibles comprennent principalement la proline (Singh et *al.*, 2000 in (Parida, et *al.*, 2005)), la glycine bêtaïne (Wang et Nil, 2000 in Parida et

Das, 2005), les sucres ( Pilon-Smits et *al.*, 1995 in Parida et Das, 2005) et les polyols (Bohnert et *al.*, 1995 in Parida et Das, 2005). Les polyols agissent en deux manières qui sont difficile à séparer : ce sont l'ajustement osmotique et osmoprotection. Dans l'ajustement osmotique, ils agissent comme des osmolytes pour faciliter la rétention de l'eau dans le cytoplasme et permettant la séquestration du NaCl à la vacuole ou l'apoplaste.

Le point commun chez les solutés compatibles est que ces composés peuvent être accumulés à des taux élevés sans perturber la biochimie intracellulaire (Bohert et Jensen 1996 in Parida et Das, 2005).

## Chapitre 3 : Matériels et méthodes

### 1. Matériel végétale utilisé :

Le matériel végétal utilisé est formé par des rameaux des sommités de thym. Ces rameaux sont constitués entièrement de feuilles et de fleurs.



**Figure 7 :** Plante entière fraîche de *Thymus vulgaris* L. (Anonyme, 2013).



**Figure 8 :** Feuilles séchées de *Thymus vulgaris* L. (Anonyme, 2013).

### 2. Méthode d'échantillonnages :

Pour chaque région d'étude on a pris au hasard des arbustes sains, sur lesquels on a pratiqué l'échantillonnage qui a été effectué durant le printemps (fin mai).

On a coupé des rameaux de 15 à 20 cm tous au tour de l'arbuste, les rameaux coupés sont les jeunes pousses de l'année. Puis une partie est séchée à l'ombre et l'autre est utilisée fraîchement.

### **3. Paramètres étudiés**

#### **3-1. Dosage de la proline**

La proline est dosée selon la technique utilisée par TROLL et LINDSELEY (1955), simplifiée et mise au point par DREISER et GORING (1974) .et modifiée par (Monneveux, et al., 1986).

Le principe est la quantification de la réaction proline ninhydrine par mesure en spectrophotomètre, la proline se couple avec la ninhydrine en formant un complexe coloré, l'intensité de la coloration est proportionnelle à la quantité de proline dans l'échantillon.

##### **- Extraction**

On met 100mg de matière fraîche végétale dans des tubes à essai et en ajoute 2ml de méthanol à 40%.

Les tubes couverts (pour éviter la volatilisation de l'alcool) sont portés à l'ébullition au bain marie à 85°C pendant 60 min.

Après refroidissement, 1ml de la solution a été prélevé de chaque tube et mis dans de nouveau tube aux quel ; nous avons ajouté.

- 1ml d'acide acétique
- et 25mg de ninhydrine

Ensuite, on ajoute, dans chaque tube 1ml d'un mélange contenant.

- 120ml d'eau distillée
- 300ml d'acide acétique
- 80 ml d'acide ortho phosphorique

On porte les tubes à essai à ébullition en bain marie durant 30min après refroidissement des solutions en ajoute 5ml de toluène dans chaque tube, après agitation au vortex deux phases apparaissent, en prélève la phase supérieure à la qu'elle en rajoute 5 mg de sulfate de sodium, puis en les laisse au repos pendant 48h.

On procède à la lecture de la densité optique des échantillons avec la spectrophotométrie à une longueur d'onde de (528nm).

La détermination de la teneur en proline est réalisée selon la formule :

$$\text{Proline } (\mu\text{g /g MS}) = \text{do528} * 0.62$$

### 3-2. Dosage des sucres solubles

Nous avons procédé au dosage des sucres solubles dans les feuilles des plants selon la méthode de Dubois, (1956),

#### - Extraction

Elle consiste à prendre 100mg de matière fraîche végétale dans des tubes à essai puis ajouter 2 ml d'éthanol à 80 % , laisser les tubes fermés au repos pendant 48h.

#### - Dosage :

Faire évaporer l'alcool en mettant les tubes a essai dans un bain-marie à 70°C. Après refroidissement, on ajoute 20ml d'eau distillée dans chaque tube à essai prendre 1ml de la solution et ajouter 1ml de phénol à 5% et bien agiter.

Ajouté 5 ml d'acide sulfurique concentré dans chaque tube à essai puis les passer au vortex, puis laisser au repos pendant 10min puis les passer au bain marie pendant 15min à 30°C procéder à la lecture au spectrophotomètre à la longueur d'onde de 490nm,

La détermination de la teneur des sucres solubles est réalisée selon la formule :

$$\text{Sucre soluble } (\mu\text{g/g Ms}) = \text{DO490} * 1.657$$

### 3-3. Dosage de la chlorophylle :

L'extraction de la chlorophylle a et b est réalisée selon la méthode de Francis et al(1970).qui consiste en une macération des feuilles (0.1g) dans 10ml d'un mélange de l'acétone et de l'éthanal ( 75% et 25%) de volume et de (80%et 40%) de concentration, les feuilles sont coupées en petits morceaux et mises dans des boites noires (pour évite l'oxydations de la chlorophylle par la lumière) , 48h plu tard , en procède à la lecture des densités optique (D0) de solution avec un spectrophotomètre, à deux longueurs d'ondes :(645 et 663 nm).

La détermination des teneurs réalisée selon les formules :

$$chl\ a(\mu g/ gmf) = \frac{12.7*DO_{(663)} - 2.59*DO_{(645)}*V}{(1000*W)}$$

$$chl\ b(\mu g/ gmf) = \frac{22.9*DO_{(645)} - 4.68*DO_{(663)}*V}{(1000*W)}$$

$$chl\ (a+b) (\mu g/\mu f) = chl\ a + chl\ b$$

v: volume solution extraite

W : le poids de matière fraîche de l'échantillon.

### **3-4. Dosage des éléments minéraux Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>**

Le dosage a été effectué suivant la méthode d'analyse spectrophotométrique par flux continu, au niveau de l'agence National de Ressource Hydraulique (ANRH, Bire Mourad raïas Alger).

Les résultats sont traités directement par un ordinateur relié à l'appareillage.

#### **- Minéralisation de l'échantillon végétal**

Le mode de minéralisation d'écrit est utilisable pour le dosage du P. K. Na. Ca. Mg et des oligo-éléments : Fe. Mn. Cu. Zn...Il est indispensable de le suivre scrupuleusement pour obtenir des résultats comparables.

#### **Réactifs**

- acide chlorhydrique concentré d = 1,19
- acide fluorhydrique
- eau déminéralisée.

#### **Mode opératoire**

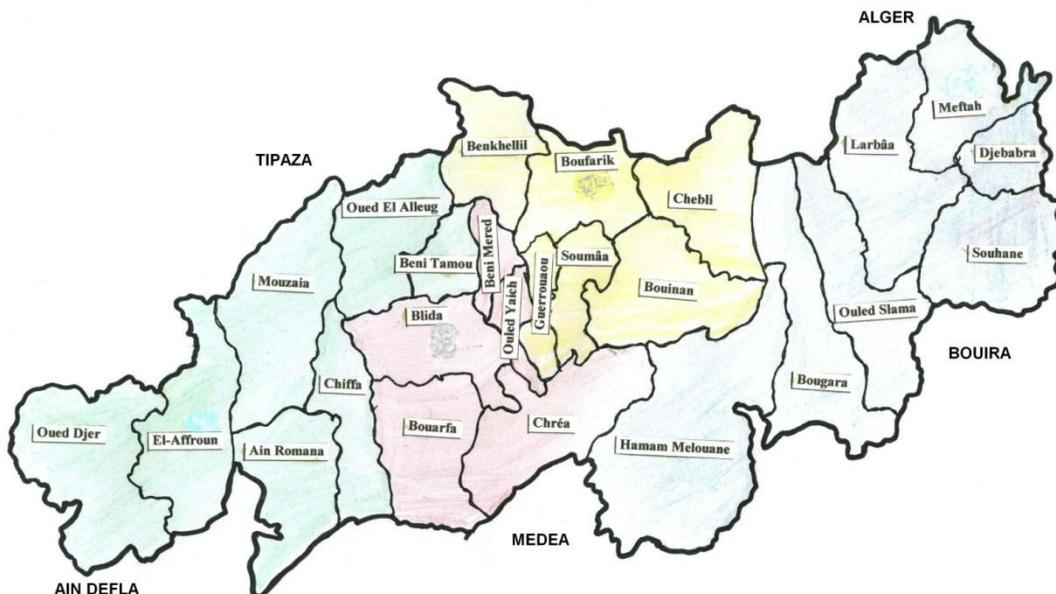
- Homogénéiser la poudre végétale finement broyée et la sécher pendant 16 heures à (70 – 80 ° C) et refroidir durant 30 minutes au dessiccateur.
- Peser 2 g dans une capsule de platine ou en porcelaine.
- Disposer la capsule dans un four froid, élever la température à 450 ° C en 2 heures et la maintenir 2 heures, refroidir.
- Humecter les cendres par 2 à 3 ml d'eau distillée et 1 ml d'Hcl concentré (lentement ajouté).

- Chauffer sur plaque chauffante jusqu'à l'apparition des premières vapeurs, ajouter quelques ml d'eau distillée.
- Filtrer sur filtre sans cendre, dans une fiole jaugée de 100 ml, rincer la capsule 3 ou 4 fois à l'eau tiède (30° à 40° C)
- Incinérer le papier filtre et son contenu dans la capsule pendant une demi-heure à 550°C.
- Reprendre par 5 ml d'acide fluorhydrique (HF).
- Aller à sec sur plaque chauffante douce sans dépasser 100° C.
- Reprendre par 1 ml d'Hcl concentré, laver à l'eau tiède. Filtrer. Amener à 100 ml, compléter au trait de jauge après refroidissement.

#### 4. Présentation des régions d'étude

##### 4-1. Région Blida :

##### a. Situation géographique de la région



**Figure 9** : carte de Blida (**source** : carte Microsoft 2006)

La zone de prélèvement des échantillons se situe au niveau la localité de Mouzaya dans une région montagneuse.

La région de prélèvement se situe géographiquement à l'ouest du chef-lieu de la wilaya de Blida. elle est limitée géographiquement au nord par la wilaya de Tipaza, au sud par la commune de Ain Roumana, sud-est par Chiffa, nord-est par

Oued El Alleug et à l'ouest par El Afroun. C'est une commune incluse de la grande plaine de la Mitidja.

## **b. Les caractéristiques climatiques**

La température, la pluviométrie, l'humidité et le vent sont les principaux agents du climat qui ont une influence sur le développement de la couverture végétale, selon (Beniston, 1984), le principal facteur qui influe de façon significative la végétation en Algérie est le climat savoir la pluviométrie et les températures.

L'atlas blideen baigne dans un climat méditerranéen KOPPEN in (ALIXI, 1984) a symbolise le climat méditerranéen de cette région par : un climat de latitude moyenne, tempéré humide avec des hivers pluvieux et doux et des étés chauds et secs.

### **b.1. Températures**

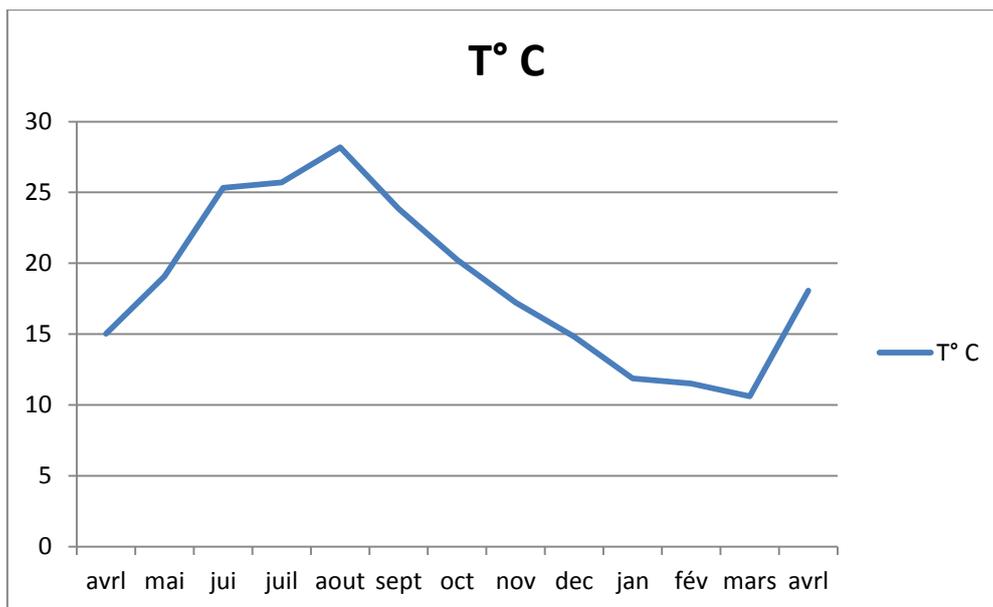
Le facteur température joue un grand rôle dans la répartition et le développement des végétaux, elle intervient pratiquement a tous les stades de développement des plantes, elle exerce une action sur la respiration, ainsi sur l'assimilation de CO<sub>2</sub> par les végétaux lors de la photosynthèse.

Les données thermiques des Moyennes des températures mensuelles pour la période (2012-2013) sont consignées dans le tableau 5 et la figure 10.

**Tableau 5** : Températures moyennes de Blida (2012-2013)

Mois	Avr	Mai	Jui	Juil	Aout	Spt	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mars	Avr
M° C	21.45	26.09	33.1	32.68	35.86	31.05	28	21.56	18.73	17.36	15.7	10.6	21.87
m° C	8.61	12.07	17.57	18.76	20.5	16.09	12.5	12.83	10.92	6.4	7.33	0	14.28
T° C	15.03	19.08	25.33	25.72	28.18	23.87	20.26	17.24	14.83	11.88	11.51	10.6	18.07

**Source** : Office National de Météorologie



**Figure 10** : courbes des températures moyennes de Blida pour la période (2012-2013)

L'analyse de la figure 10 montre que le maximum du mois le plus chaud caractérise le mois d'août, avec une moyenne de 28.18°C. Le minimum du mois le plus froid caractérise le mois de mars, avec une moyenne de 10.6°C

Les mois d'Avril et Mai sont caractérisés par des températures douces, favorables au développement végétal. (Période floraison et échantillonnage)

## b.2. Pluviométrie

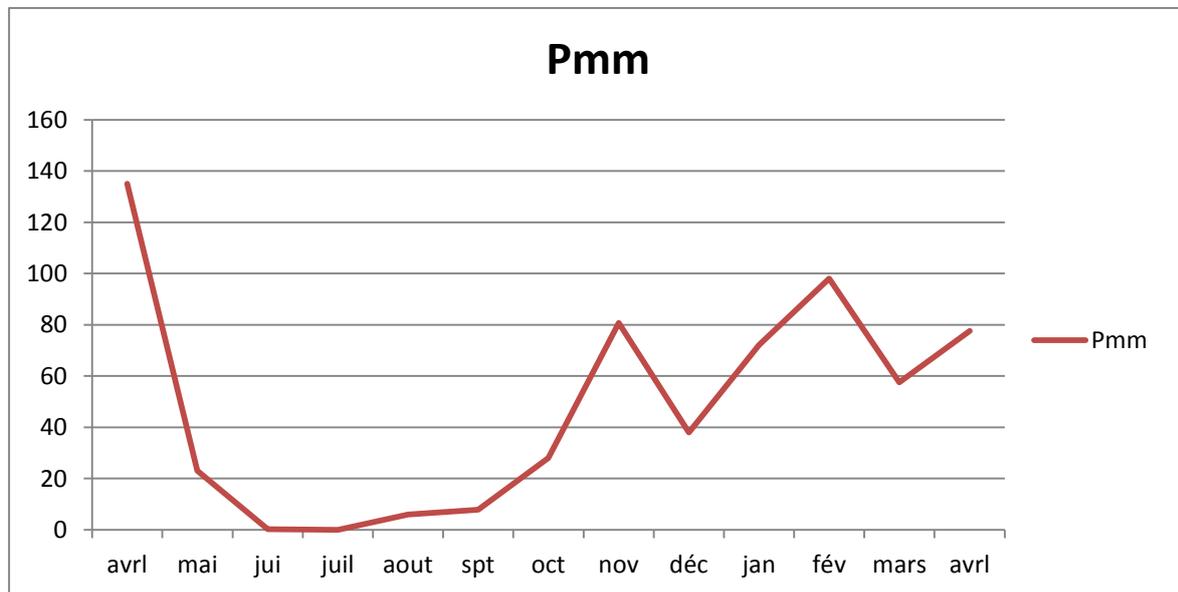
L'eau est un facteur dominant pour la croissance et le développement des végétaux. Du point de vue développement, (Halimi, 1984), a remarqué qu'au niveau de l'Atlas blideen, il existe une relation étroite entre la période végétative et les précipitations, c'est à dire que les phases de développement des plantes se déroulent en même temps que les régimes pluviaux adéquats.

Les sources d'eau atmosphériques sont : la pluie, la neige, la grêle et la rosée. la pluie est la principale source d'eau atmosphérique elle a un très grand rôle dans la répartition des écosystèmes.

**Tableau 6** : Précipitations mensuelles moyennes de Blida (2012-2013)

Mois	Avr	Mai	Jui	Juil	Aout	Sep	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mars	Avr	Total
Pmm	135	23.1	0.2	00	06	07.8	28	80.7	38	72.1	98.1	57.5	77.6	624.1

Source : Office National de Météorologie



**Figure 11** : des précipitations moyennes de Blida pour la période (2012-2013).

Nous pouvons constater que les précipitations moyennes pour cette période sont de 624.10 mm. Les mois qui reçoivent une pluviométrie minimale sont : mai, juin, juillet, aout, septembre et octobre, tandis que la pluviométrie maximale est constatée durant les mois de novembre, avril, Janvier, février.

Le mois le plus sec de l'année est juillet avec une pluviosité de 00 mm, par contre le mois le plus pluvieux c'est le mois d'avril avec une hauteur moyenne de précipitation égale à 135 mm.

### **b. 3. Indice d'aridité**

L'indice d'aridité (De Martonne, 1923) est défini comme le rapport entre la hauteur moyenne des précipitations annuelles et la moyenne des températures annuelles, Il nous renseigne sur le climat d'une région donnée, l'indice mensuel est donné par la formule :

$$\underline{IA= P/ (T+10)}.$$

- **P** → La moyenne mensuelle de la pluviométrie.
- **T** → La température mensuelle moyenne.

- **IA** → L'indice mensuel d'aridité.

Avec :

- **IA**<10 étage aride
- 10 <**IA**< 20 semi-aride
- **IA**>20 étage humide

L'aridité traduit des conditions climatiques caractérisées par la faiblesse des précipitations moyennes annuelles (moins de 350 mm d'eau par an) et par le fort déficit de celles-ci par rapport à l'évapotranspiration potentielle. L'aridité augmente quand l'indice diminue (faible pluie et/ou température élevée) quand **IA** < 20 → Risque de sécheresse.

L'aridité se manifeste surtout par ses conséquences :

- édaphiques: extrême dénuement de la végétation, raréfaction et adaptation des êtres vivants.
- géomorphologiques : processus d'érosion et d'accumulation spécifiques, pauvreté des sols...

**Tableau 7** : Indice mensuel d'aridité de Blida (2012/2013)

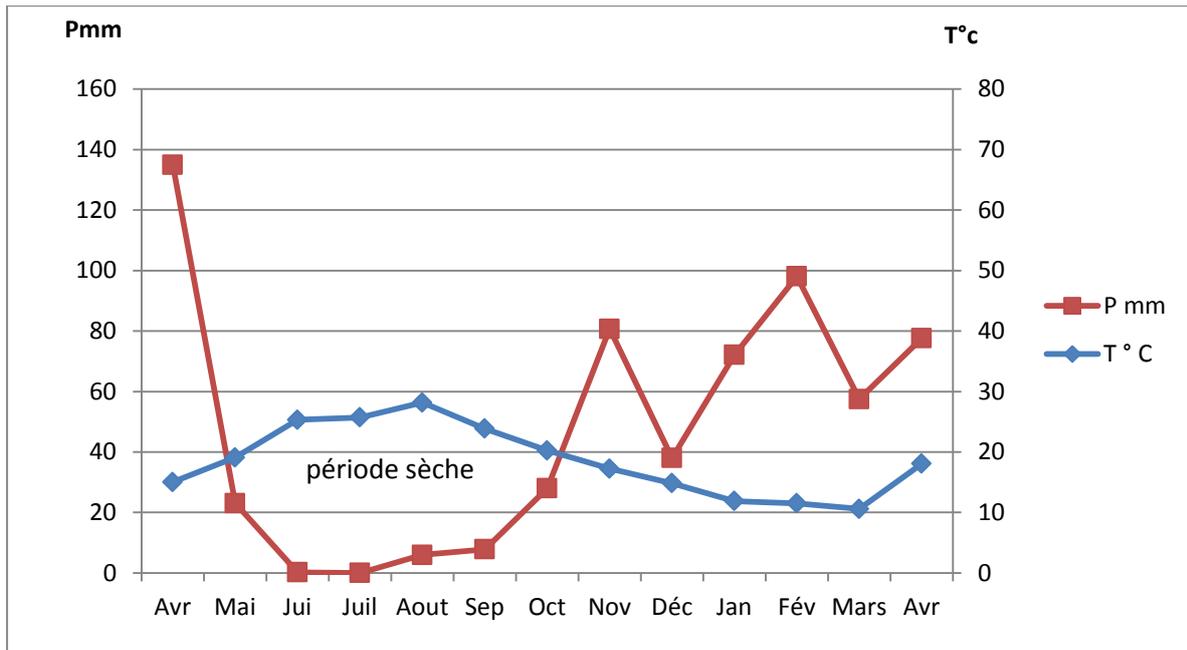
Mois	Avr	Mai	Jui	Juil	Aout	Sep	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mars	Avr	Moy
T ° C	15,03	19,08	25,33	25,72	28,18	23,87	20,26	17,24	14,83	11,88	11,51	10,6	18,07	18,58
P mm	135	23,1	0,2	0,00	06	07,8	28	80,7	38	72,1	98,1	57,5	77,6	624,1
IA	5,39	0,79	0,00	0,00	0,16	0,23	0,92	2,96	1,53	3,29	4,56	2,79	2,76	1,95

L'indice d'aridité est calculé par la moyenne des **IA** mensuels, il est de **1.95** pour notre région d'étude. Nous pouvons constater d'après le résultat que la région appartient à l'étage aride (**IA** <10 étage aride).

#### **b.4. Diagramme ombrothermique :**

Selon BAGNOULS et GAUSSEN (1953) sera considéré comme sec, un mois où le total des précipitations (P) exprimées est égale ou inférieur au double de la température moyenne (T) du mois, exprimée en degré centigrade ( $P \geq 2T$ ).

Le diagramme de Blida montre que la période sèche s'étale de mi-mai jusqu'après mi-octobre.



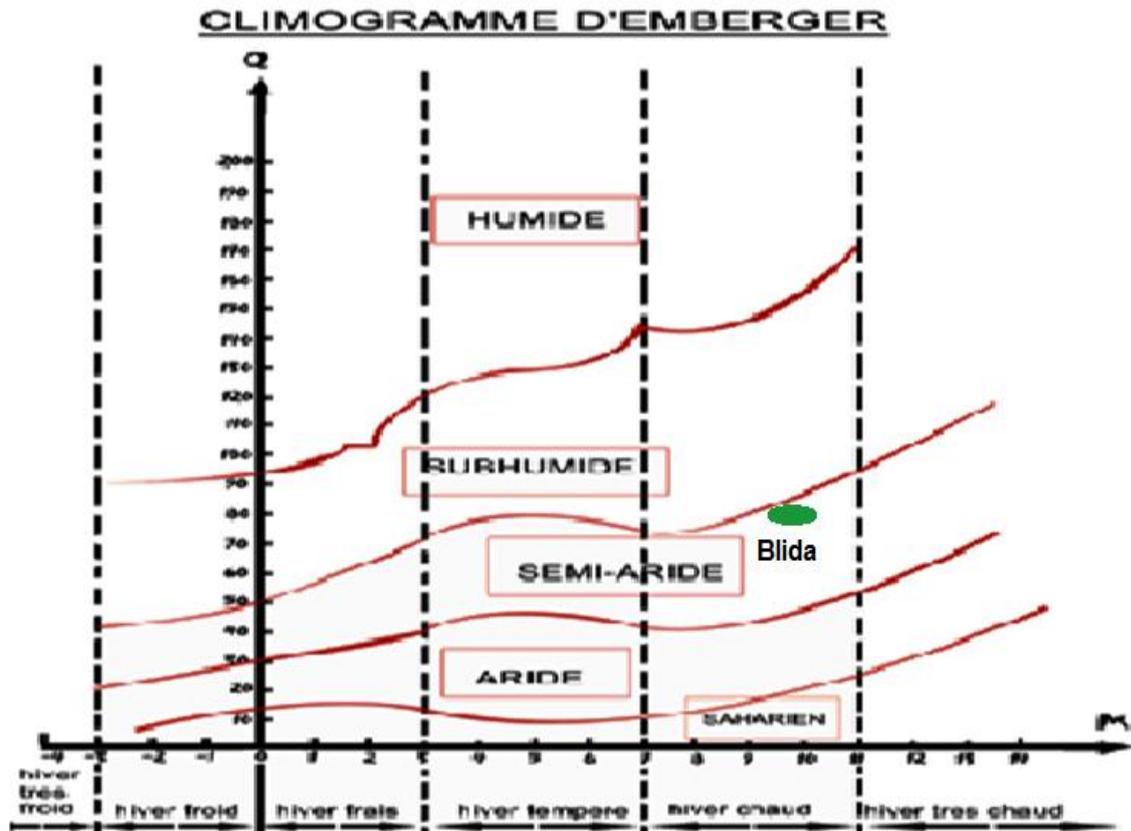
**Figure 12** : Diagramme Ombrothermique des moyennes de Blida de la campagne (2012/2013).

D'après le diagramme Ombrothermique on constate que la période sèche s'étale de mi-mai à mi-octobre avec un minimum à mi-juillet. la période humide s'étale de mi-octobre à fin-mai avec un maximum en février.

### b.5. Quotient pluviométrique d'Emberger

- Les conditions climatiques d'une région sont synthétisées par la valeur du quotient pluviométrique d'Emberger. Ce quotient est déterminé par la relation suivante:  $Q = 3.43 \times P / (M - m)$
- **P**: précipitations annuelles en mm;
- **M-m** : amplitude thermique;
- **M**: moyenne des maxima du mois le plus chaud;
- **m** : moyenne des minima du mois le plus froid
- $Q = 3.43 \times P / (M - m)$
- $Q = 3.43 \times 624.1 / (35.86 - 0)$
- $Q = 59.69$

Il est égal à 59.69 pour Blida, ainsi la zone d'étude se situe dans l'étage semi-aride à hiver chaud, selon le climatogramme d'Emberger ci-dessous



**Figure 13** : climatogramme d'Emberger de Blida pour la campagne (2012-2013)

Selon le climatogramme d'Emberger, la région de Blida se situe dans l'étage semi-aride à hiver chaud pour le période s'étalant d'avril 2012 à avril 2013.

## 5.2 La région de Djelfa

### A/ Situation géographique de la région



**Figure 14** : Localisation géographique de la région de Djelfa

La wilaya de Djelfa fait partie de la région des hauts plateaux, elle se situe dans la partie centrale de l'Algérie, comprise entre 2° et 5° de longitude Est, et entre 33 ° et 35° de latitude Nord.

Elle s'étend sur une superficie totale de 32.280,41 Km<sup>2</sup>. La wilaya est caractérisée par le point culminant qui se situe à l'Est de la wilaya avec une altitude d

e 1613 m et le point le plus bas, à l'extrême sud, avec une altitude de 150 m. (Khadraoui, et al., 2001)

Géographiquement ; elle est limitée par :

- Au Nord : Médéa et Tissemsilt ;
- Au Sud : Ouargla, El Oued et Ghardaïa ;

- A l'Est : M'sila et Biskra ;
- A l'Ouest : Laghouat et Tiaret. (Khadraoui, et al., 2001)

## **B/ Le relief**

L'ossature du relief est constituée par des prolongements de l'Atlas Tellien, les chaînes de l'Atlas présaharien, correspondant à des secteurs à plissements réguliers du système alpin orientés Sud-ouest, Nord-est.

Et selon le centre Euro-méditerranéen sur les zones arides, La wilaya comprend trois grandes régions différenciées :

- Le plateau d'Ain Ouessera dans le Nord.
- Les monts de l'Atlas saharien.
- Le plateau saharien. (Adli, et al., 1999)

## **C/ Hydrologie**

Selon Khadraoui (2001), les ressources en eaux de surface Sont très limitées en raison du climat continental qui ne permet pas une bonne répartition de la pluviométrie et qui favorise énormément l'évaporation.

Cependant il existe des oueds qui présentent un caractère permanent, mais avec un débit d'étiage très faible. Dont on peut citer :

- L'oued Touil à affluent principal de l'oued chelif .
- Oued Tâadhmit.
- Oued Messâad.

## **D/ Géologie**

La région est constituée de calcaire et de marne crétacée qui forment en générale le cadre montagneux avec quelques appointements triasiques.

Au niveau des plaines. Les ruptures de paysage sont formée roche tertiaire (grés) assez dure.

Cependant la quasi-totalité de ces régions basses est constituée par des dépôts quaternaires provenant des roches tendres (marnes et argile rouge) arrachées par l'érosion des zones montagneuses. Aussi la présence de sels

(calcaire, gypse et sels solubles) à des conséquences sur la composition des eaux superficielles et souterraines, cas d'Oued Mellah. (DPTA, 2003).

### **E/ La pédologie**

D'après Khadraoui (2001), les sols sont en général peu évolués pauvres, et fragiles, trop riches en calcaire. Les sols calcimagnésiques sont les plus répandus dans toute la région. La présence du calcaire est souvent sous forme de croûte à une profondeur de moins de 50 cm constituant un véritable obstacle pour la pénétration du système racinaire des végétaux ligneux. (Khadraoui, et al., 2001)

Les sols iso-humique, selon la classification française, présentent relativement par rapport aux autres sols du milieu, une certaine richesse en matière organique. Sont utilisés à des fins agricoles.

### **F/ Les caractéristiques climatiques**

La température, la pluviométrie, l'humidité et le vent sont les principaux agents du climat qui ont une influence sur le développement de la couverture végétale. Selon BENISTON, (1984), le principal facteur qui influe de façon significative la végétation en Algérie est le climat savoir la pluviométrie et les températures. (Beniston, 1984)

La région de Djelfa est caractérisée par un climat sec et semi-aride avec l'existence de deux saisons, l'une sèche et chaude, l'autre pluvieuse et froide, la pluviométrie est faible et irrégulière (< 350 mm/an). Le régime des vents est caractérisé par une variation saisonnière des directions dominantes avec des vents pluvieux du Nord-Ouest et des vents secs et chauds soufflant du sud et ramenant des pluies orageuses et plus fréquentes pendant le mois d'Aout. (Adli, et al., 1999)

- **La température**

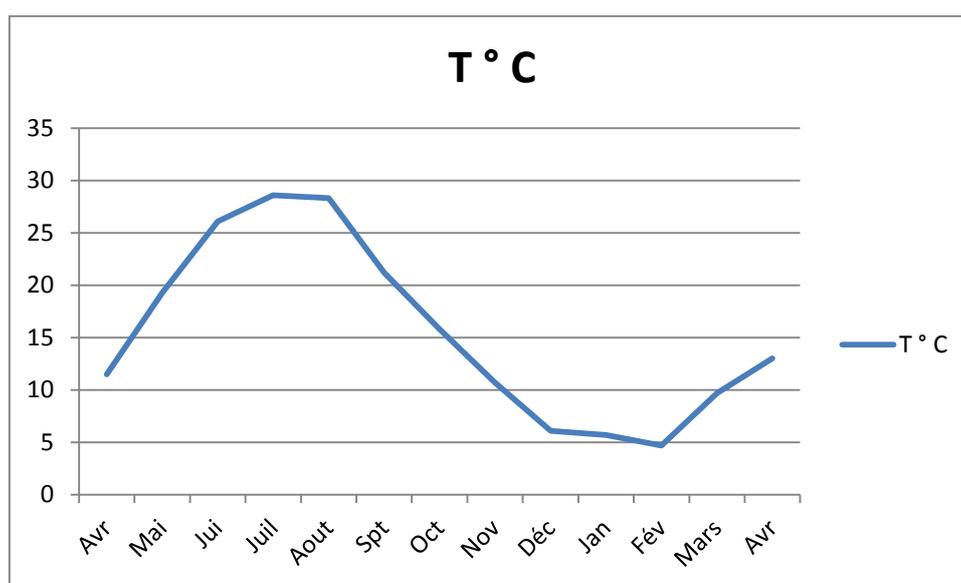
Le facteur température joue un grand rôle dans la répartition et le développement des végétaux, elle intervient pratiquement à tous les stades de développement des plantes. Elle exerce une action sur la respiration, ainsi sur l'assimilation du CO<sub>2</sub> par les végétaux lors de la photosynthèse.

Les données thermiques des Moyennes des températures mensuelles pour la campagne 2012/2013, sont consignées dans le tableau 8 et la figure 15

**Tableau 8** : Températures moyennes de la wilaya de Djelfa (2012-2013)

Mois	Avr	Mai	Jui	Juil	Aout	Spt	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mars	Avr
M° C	17.3	25.9	33	35.8	35.3	27.6	21.6	15.2	10.7	9.7	9.3	14.5	19.5
m° C	6.3	10.8	18.2	20.5	19.4	15.3	10.6	6.2	1.8	1.7	0.1	4.8	6.4
T° C	11.5	19.3	26.1	28.6	28.3	21.2	15.8	10.7	6.1	5.7	4.7	9.7	13

**Source** : Office National de Météorologie



**Figure 15** : courbes des températures moyennes de la Wilaya de Djelfa pour la campagne (2012/2013).

L'analyse de la figure 15 montre que le maximum du mois le plus chaud se situe au mois de Juillet avec une température de 28.6°C. Le minimum du mois le plus froid caractérise le mois de Février, avec une température de 4.7°C.

Le mois d'Avril se caractérise par des températures douces qui varient entre 11.5 et 13°C, favorable au développement du végétal.

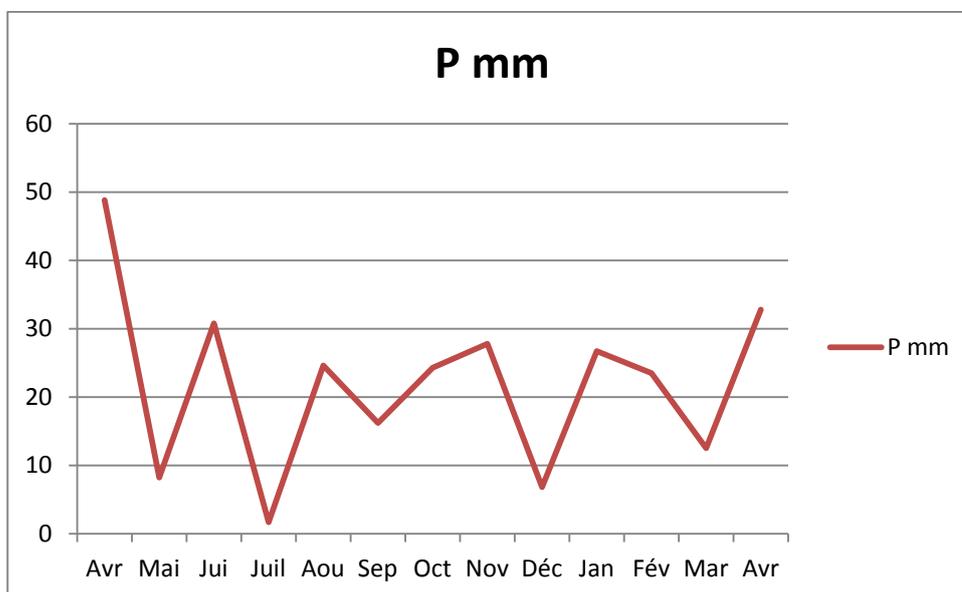
- **La pluviométrie**

Caractérisée par la faiblesse des précipitations qui présentent une grande variabilité mensuelle

**Tableau 9** : Les précipitations mensuelles moyennes de la wilaya de Djelfa (2012-2013)

Mois	Avr	Mai	Jui	Juil	Aou	Sep	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mar	Avr	Total
P mm	48.8	8.2	30.8	1.7	24.6	16.2	24.3	27.8	6.8	26.7	23.5	12.5	32.8	284,7

**Source :** Office National de Météorologie



**Figure 16 :** courbes des précipitations mensuelles moyennes de Djelfa de La campagne (2012-2013).

On constate que les précipitations moyennes mensuelles de la wilaya de Djelfa sont réparties sur tous les mois de l'année, avec un très faible taux pour le mois de Juillet (1.7 mm). On remarque qu'à partir du mois d'Août les précipitations remontent. Le mois le plus pluvieux est le mois d'Avril avec une moyenne de (48.8 mm).

- **Indice d'aridité**

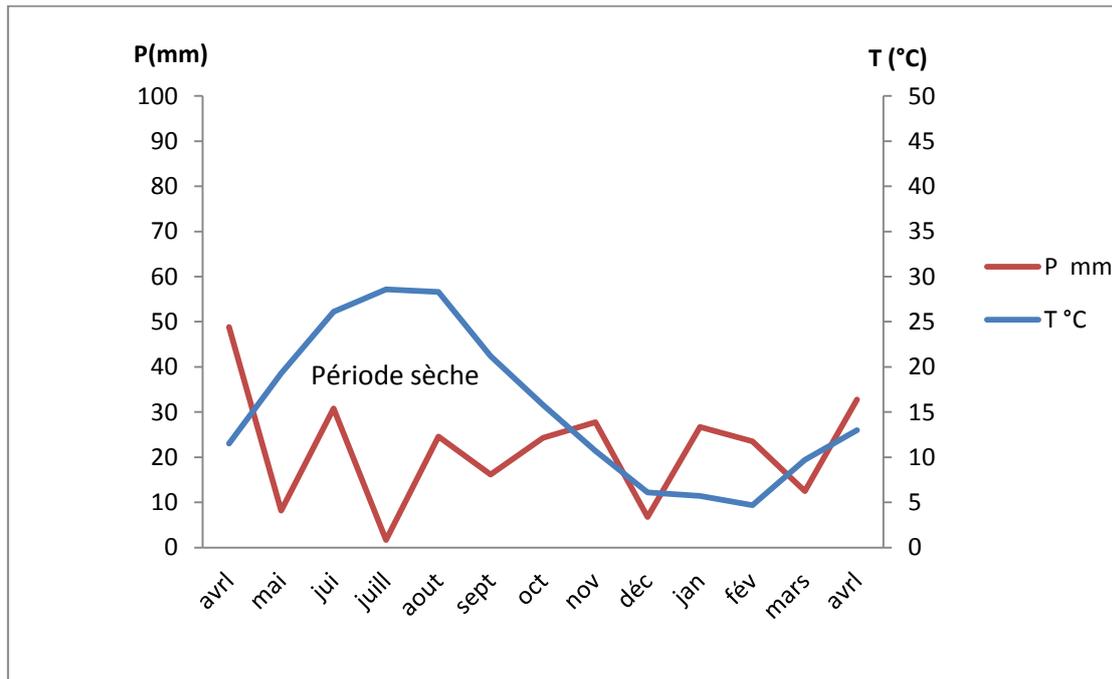
**Tableau 10 :** Indice mensuel d'aridité de Djelfa (2012/2013)

Mois	Avr	Mai	Jui	Juil	Aout	Spt	Oct	No v	Déc	Jan	Fév	Mars	Avr	Total
M° C	17.3	25.9	33	35.8	35.3	27.6	21.6	15.2	10.7	9.7	9.3	14.5	19.5	-
m° C	6.3	10.8	18.2	20.5	19.4	15.3	10.6	6.2	1.8	1.7	0.1	4.8	6.4	-
P mm	48.8	8.2	30.8	1.7	24.6	16.2	24.3	27.8	6.8	26.7	23.5	12.5	32.8	<b>284.7</b>
IA	<b>2.27</b>	0.28	0.85	<b>0.04</b>	0.64	0.52	0.94	1.34	0.4	1.7	1.61	0.63	1.43	<b>0.97</b>

L'indice d'aridité est calculé par la moyenne des IA mensuels, et il est de 0.97 pour notre région d'étude. Nous pouvons constater d'après les données que la région appartient à l'étage aride (IA <10 → étage aride).

On remarque aussi que le mois le plus aride est le mois de juillet avec un IA=0.04. le mois d'avril est le mois le moins aride avec un IA=2.27

- **Diagramme ombrothermique**



**Figure 17** : Diagramme ombrothermique de Djelfa de la campagne (2012-2013).

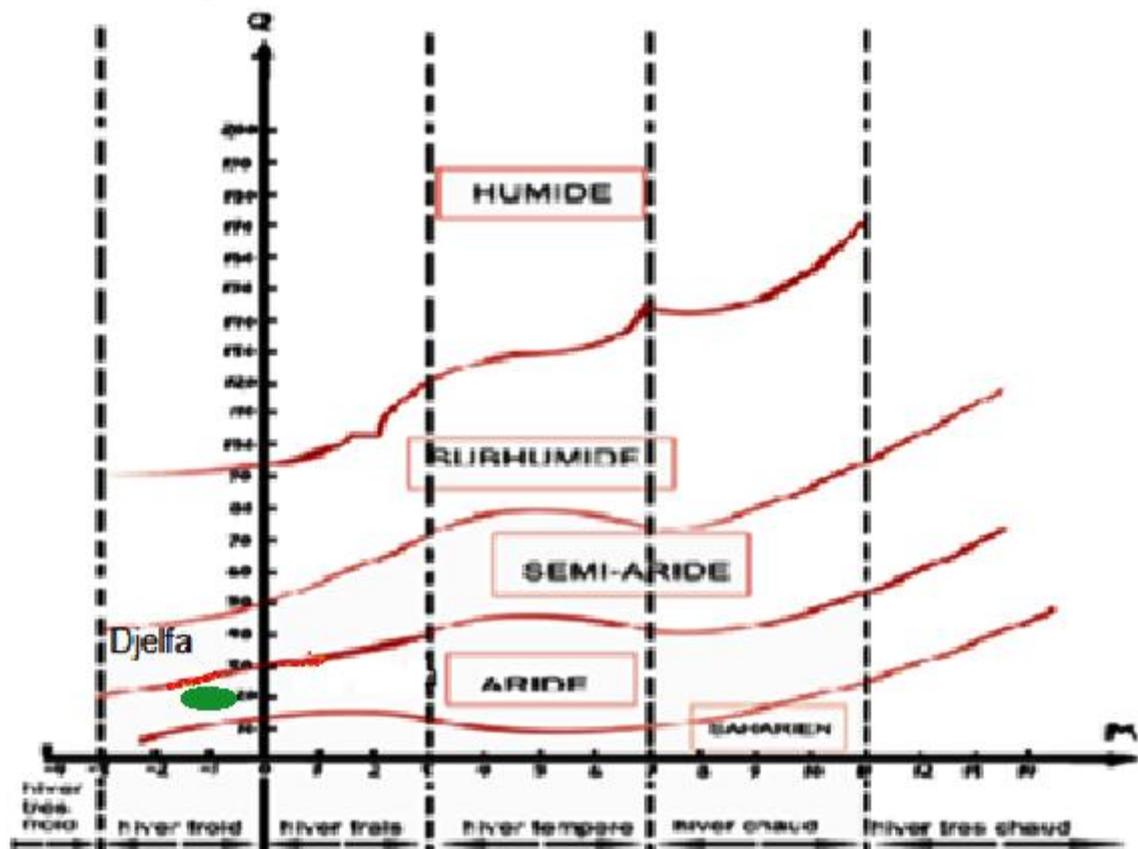
Selon le diagramme ombrothermique, la période humide commence de décembre à fin-avril. La période sèche s'étale de mai à fin octobre. Le mois de juillet est le plus sec de l'année.

- **Quotient pluviométrique d'Emberger**

$$Q = 3.43 \times P / (M - m)$$

$$\text{Soit : } Q = 3.43 \times 284.7 / (35.8 - 0.1)$$

$$\rightarrow Q = 27.35$$



**Figure 18 :** climatogramme d'Emberger de Djelfa pour la campagne (2012-2013).

Selon le climatogramme d'Emberger la région de Djelfa se situe dans l'étage aride à hiver froid

- **Le vent**

Le vent est le principal agent climatique qui concourt au façonnement des paysages arides et désertiques, par son action ; il agit en tant qu'agent d'érosion, de transport et d'accumulation. Les vents dominants sont pratiquement de secteur Ouest, à Nord-Ouest. (Adli, et al., 1999).

- **Gel**

L'action du gel peut entraîner le flétrissement des plantes. Il joue un rôle négatif sur la structure et l'activité biotique du sol, et peut influencer l'activité des insectes.

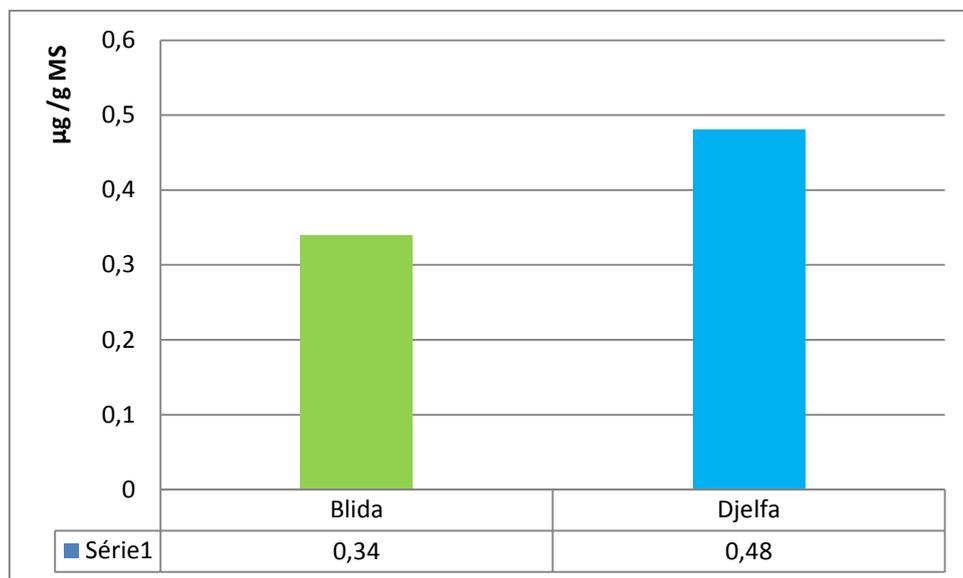
Le nombre de jours de gelée blanche observée à Djelfa est en moyenne de 31 jours par an. (Adli, et al., 1999).

## Chapitre V : résultats et discussion

### 1. Résultats

#### 1-1. Teneur en proline dans les feuilles du thym

L'analyse de la variance à un critère de classification montre qu'il y a une différence hautement significative entre les différentes moyennes mesurées de la teneur en proline dans les feuilles du thym des deux régions, le test de Newman et keuls au seuil  $\alpha = 5\%$  fait ressortir deux groupements homogènes. Le premier groupement A est représenté par le thym de la région de Djelfa avec une valeur de  $0,48 \mu\text{g/g MS}$  ce qui constitue une différence de  $29,16\%$  par rapport à la région de Blida, le deuxième groupement B est représenté par la teneur de la région de Blida avec une valeur de  $0,34 \mu\text{g/g MS}$ .

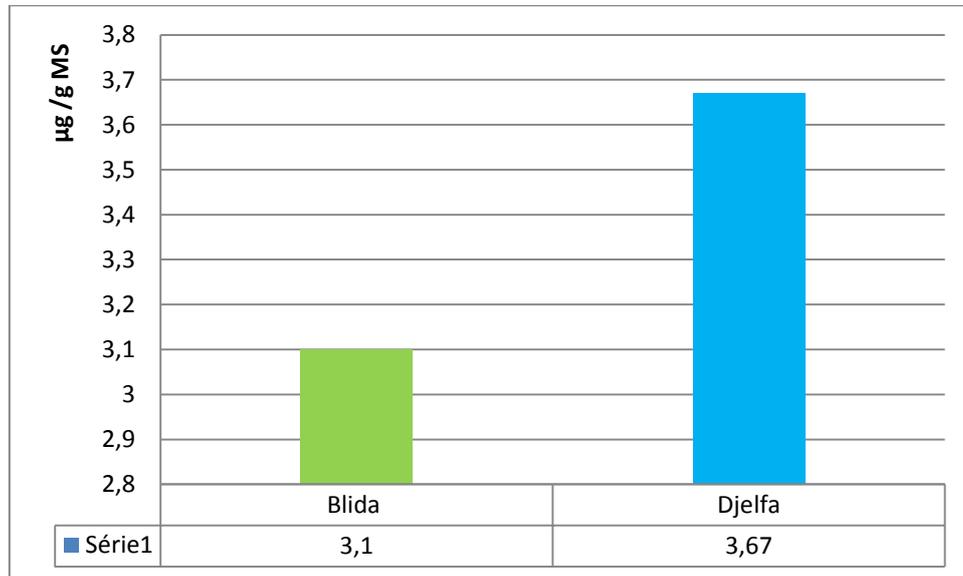


**Figure 19** : effet du facteur écotype sur la teneur en proline.

#### 1-2. Teneur en sucres solubles dans les feuilles du thym

L'analyse de la variance à un critère de classification montre qu'il y a une différence significative entre les différentes moyennes mesurées de la teneur en sucres solubles dans les feuilles du thym des deux régions, et le test de Newman-keuls au seuil  $\alpha = 5\%$  fait ressortir deux groupement homogènes. Le premier groupement A est représenté par le thym de la région de Djelfa avec une valeur de  $3,67 \mu\text{g/g MS}$  ce qui constitue une différence de  $15,53\%$  par rapport à la région de

Blida, le deuxième groupement B est représenté par la teneur de la région de Blida avec une valeur de 3,1  $\mu\text{g/g MS}$ .

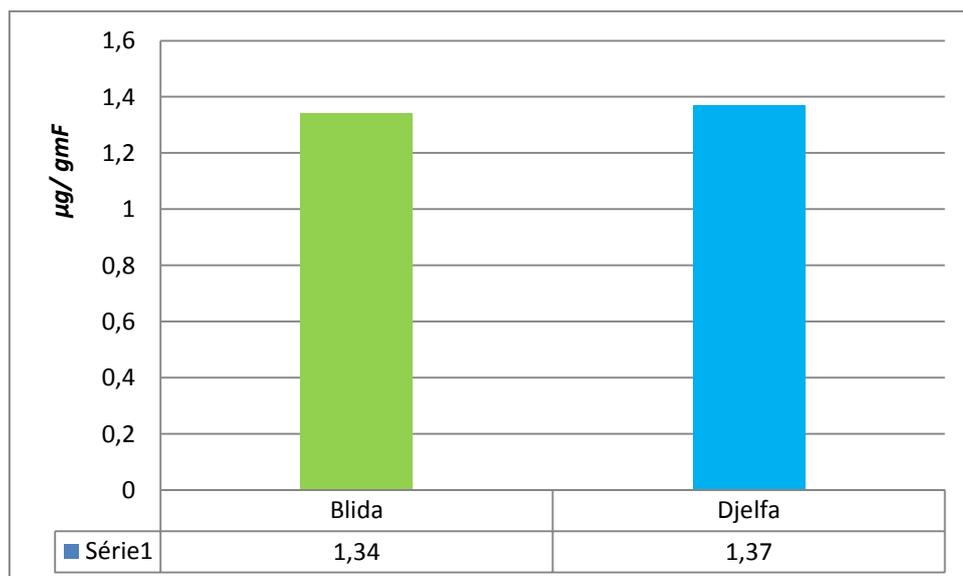


**Figure 20** : effet du facteur écotype sur la teneur en sucres solubles.

### 1-3. Teneur en chlorophylle dans les feuilles du thym

#### a. Chlorophylle a

L'analyse de la variance à un critère de classification montre qu'il n'y a pas une différence significative entre les différentes moyennes mesurées de la teneur en chlorophylle a dans les feuilles du thym des deux régions.



**Figure 21** : effet du facteur écotype sur la teneur en chlorophylle a.

### b. Chlorophylle *b*

L'analyse de la variance à un critère de classification montre qu'il n'y a pas une différence significative entre les différentes moyennes mesurées de la teneur en chlorophylle *b* dans les feuilles du thym des deux régions.

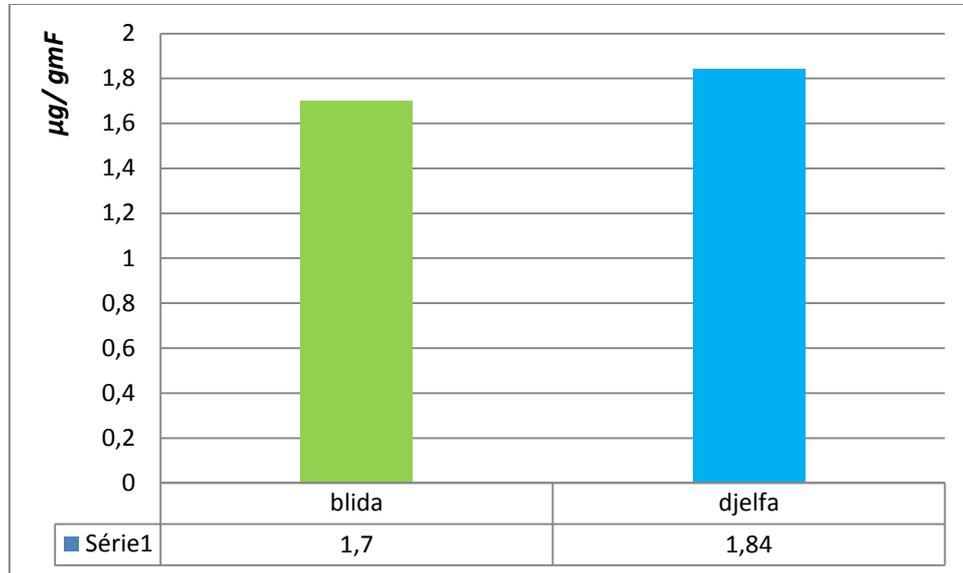


Figure 22 : effet du facteur écotype sur la teneur en chlorophylle *b*.

### c. Chlorophylle *a+b*

L'analyse de la variance à un critère de classification montre qu'il n'y a pas une différence significative entre les différentes moyennes mesurées de la teneur en chlorophylle *a+b* dans les feuilles du thym des deux régions.

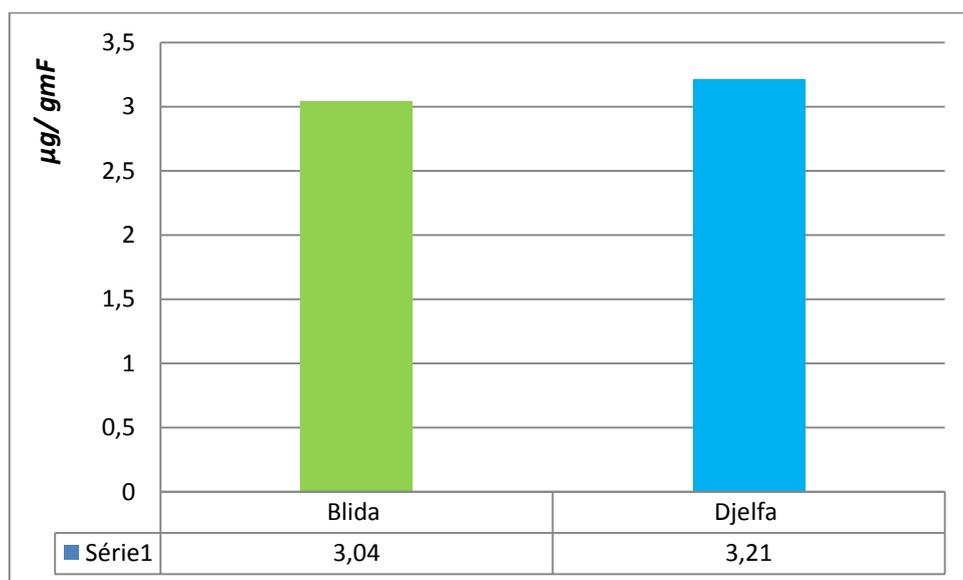


Figure 23 : effet du facteur écotype sur la teneur en chlorophylle *a+b*.

#### 1-4. Teneur en Na<sup>+</sup> dans les feuilles du thym

L'analyse de la variance à un critère de classification montre qu'il y a une différence significative entre les différentes moyennes mesurées de la teneur en Na<sup>+</sup> dans les feuilles du thym des deux régions, et le test de Newman-Keuls au seuil  $\alpha = 5\%$  fait ressortir deux groupements homogènes. Le premier groupement A est représenté par la teneur du thym de la région de Djelfa avec une valeur de 62 Mg /l MS ce qui constitue une différence de 45,96% par rapport à la région de Blida, et le deuxième groupe B est représenté par la teneur de la région de Blida avec une valeur de 33,5 Mg /l MS.

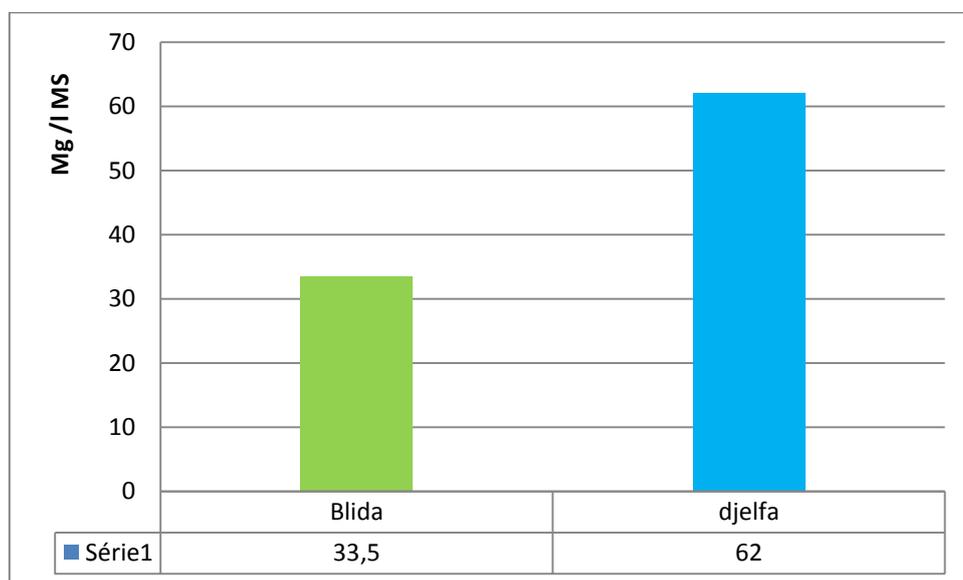
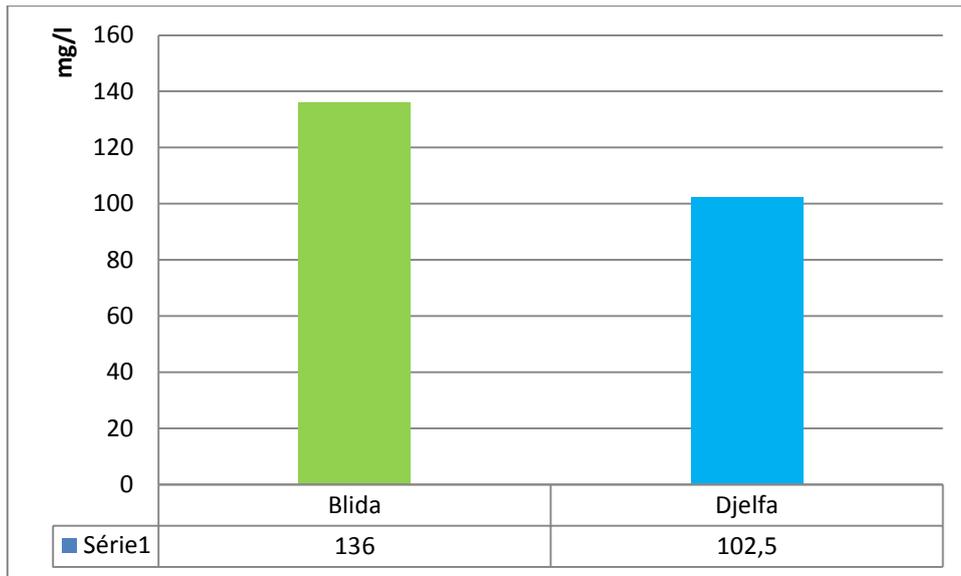


Figure 24 : effet du facteur écotype sur la teneur en Na<sup>+</sup>.

#### 1-5. Teneur en K<sup>+</sup> dans les feuilles du thym

L'analyse de la variance à un critère de classification montre qu'il y a une différence significative entre les différentes moyennes mesurées de la teneur en K<sup>+</sup> dans les feuilles du thym des deux régions, et le test de Newman-Keuls au seuil  $\alpha = 5\%$  fait ressortir deux groupements homogènes. Le premier groupement A est représenté par le thym de la région de Blida avec une valeur de 136 Mg /l MS ce qui constitue une différence de 24,63 % par rapport à la région de Djelfa, le deuxième groupement B est représenté par la teneur de la région de Djelfa avec une valeur de 102,5 Mg /l MS.



**Figure 25** : effet du facteur écotype sur la teneur en  $K^+$ .

## 2. Discussions

L'un des principaux caractères physiologiques de tolérance aux contraintes du milieu est l'ajustement osmotique. Celui-ci est réalisé grâce à une accumulation de composés osmorégulateurs conduisant à une réduction du potentiel osmotique permettant ainsi le maintien du potentiel de turgescence. (El Midaoui, et al., 2007)

De très nombreux composés organiques et minéraux interviennent dans l'ajustement osmotique; nous nous sommes toutefois limités, dans cette étude, à la proline libre, et aux sucres solubles foliaires. Si l'on compare les effets des deux régions sur ces deux paramètres étudiés, on observe que les accumulations de ceux-ci ont varié significativement suivant les conditions climatiques et édaphiques dans le milieu de culture durant la même période (fin Mai). En ce qui concerne les osmorégulateurs, les résultats obtenus, dans les conditions de cette étude, semblent indiquer que les teneurs en osmoticum des feuilles des plantes du thym soumises aux conditions de la région de Djelfa considérées comme région aride, ont été plus élevées que celles de la région de Blida, marquée par des conditions climatiques et édaphiques plus favorables aux développements du thym. Ces teneurs ont été toutefois, d'autant plus importantes que le niveau des contraintes de milieu est élevé.

L'accumulation de ces composés organiques a été mise en évidence chez plusieurs espèces végétales soumises à la contrainte saline. Cette accumulation varie dans de larges proportions suivant l'espèce, le stade de développement et le niveau de la salinité. Les différences d'accumulation des solutés (Acides aminés libres, la proline et les sucres solubles totaux) entre les plantes témoins et les plantes soumises au stress salin sont très importantes. (El Midaoui, et al., 2007) Selon (Singh et al. ; 1973), les quantités accumulées pouvaient être liées au niveau de tolérance aux stress. Par ailleurs, certaines espèces possèdent la faculté de produire, sous contrainte saline, des rendements élevés, sans pour autant accumuler de fortes quantités de ces osmoticum dans leurs feuilles. Ce type de comportement implique donc la mise en place d'autres mécanismes d'adaptation à la salinité. (El Midaoui, et al., 2007)

Les résultats concernant les teneurs en chlorophylle ne montrent pas une différence significative, ce qui est contradictoire à plusieurs études déjà effectuées qui montrent une diminution de la teneur en chlorophylle suivant un gradient augmentant d'un stress hydrique ou salin. Selon (Bacrir, 1998), L'activité physiologique d'une plante soumise à un stress hydrique se caractérise par une diminution de l'activité photosynthétique provoquée par une diminution de l'absorption de CO<sub>2</sub> et de la transpiration.

Donc on peut déduire que le thym de la région de Djelfa n'a pas atteint un seuil de stress (pendant la saison printanière) qui peut influencer la photosynthèse. Malgré l'accumulation de la proline et des sucres solubles pour la région de Djelfa par rapport à la région de Blida.

Concernant l'accumulation des minéraux (Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>), nous avons remarqué que les teneurs en Na<sup>+</sup> sont très élevées dans la région de Djelfa par rapport à celle de Blida. Par contre les teneurs en K<sup>+</sup> sont plus élevées dans la région de Blida, ce qui nous permet de dire que l'excès en Na<sup>+</sup> limite l'approvisionnement de la plante en K<sup>+</sup>. L'accumulation des ions Na<sup>+</sup> dans la plante limite l'absorption des cations indispensables tels que K<sup>+</sup> et Ca<sup>2+</sup>. Il y aurait une compétition entre Na<sup>+</sup> et Ca<sup>2+</sup> pour les mêmes sites de fixation apoplasmique. L'interaction entre les ions Na<sup>+</sup> et Ca<sup>2+</sup> influe sur la croissance des racines d'orge (Heyder, Greenway, 1965 cités par Jendoubi, 1997) in (Haouala, et al., 2007). Comme il affecte l'absorption de K<sup>+</sup> et ceci

en fonction de sa concentration, cependant, la présence de  $\text{Na}^+$  en faible concentration peut augmenter l'absorption de  $\text{K}^+$ , tandis qu'une concentration élevée en  $\text{Na}^+$  diminue l'absorption de  $\text{K}^+$  chez le riz (Levitt, 1980 in (Haouala, et al., 2007)).

Les plantes soumises à des concentrations élevées de  $\text{NaCl}$  engendrent une compétition avec l'absorption d'autres ions, spécialement le  $\text{K}^+$ , ce qui conduit à une déficience en  $\text{K}^+$ . Le traitement accru de  $\text{NaCl}$  induit une augmentation dans les taux de  $\text{Na}^+$  et  $\text{Cl}^-$  et une diminution dans le taux du  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{K}^+$  et  $\text{Mg}^{2+}$  chez de nombreuses plantes (Haouala, et al., 2007). La salinité fait augmenter le contenu de  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$  et  $\text{Cl}^-$  chez *Vicia faba* et le rapport  $\text{K}^+/\text{Na}^+$  diminue (Haouala, et al., 2007). Les teneurs élevées en  $\text{Na}^+$  accumulées dans les feuilles peuvent aussi nous renseigner sur la capacité du thym à tolérer la salinité. Selon (Benrebiha, 2003) de nombreuses études admettent que les espèces tolérantes, notamment les halophytes, accumulent des quantités importantes de sodium. Les recherches effectuées par (Hammadi, et al., 2007) déduisent que *Artemisia herba alba* Asso est une halophyte facultative.

La protection contre la toxicité des ions se fait par plusieurs mécanismes qui diffèrent selon la catégorie de la plante. Chez les plantes sensibles à  $\text{NaCl}$ ,  $\text{Na}^+$  s'accumule dans les racines mais il est exclu des feuilles, Slama, 1986 in (Haouala, et al., 2007). Ces plantes sont dites « exclusives » vis-à-vis de  $\text{Na}^+$ . À l'inverse, les plantes tolérantes  $\text{NaCl}$  sont dites « inclusives » car elles ont en général les feuilles plus chargées en  $\text{Na}$  que leurs racines lorsqu'elles sont cultivées en présence de sel Slama, 1986 in (Haouala, et al., 2007).

## Conclusion :

L'étude comparative de l'effet écotype des régions sur les caractéristiques physiologiques et biologiques chez le thym (*Thymus vulgaris*), nous a permis de conclure que :

Le facteur région a un effet très important sur la synthèse et la teneur des composés organiques et éléments minéraux du thym.

La variation de la teneur en proline, en sucres solubles et en éléments minéraux est remarquable chez les deux régions.

La teneur en proline et en sucres solubles diffère d'une région à une autre, ce qui montre le comportement de l'espèce vis-à-vis la variation des caractéristiques du milieu et aux différents stress qu'elles génèrent (sécheresse et déficit hydrique). Cette teneur augmente avec l'amplification de la contrainte.

L'effet dépressif d'un déficit hydrique sur la photosynthèse est dû à une baisse de la conductance stomatique ou d'une altération de l'appareil. La baisse de la teneur en chlorophylle durant la période de stress serait la conséquence de l'effet dépressif des sels sur l'absorption de certains éléments indispensables tel que Fe et Mg qui sont impliqués dans la synthèse de chlorophylle, et à une diminution de l'absorption de  $\text{CO}_2$ .

Les teneurs en éléments minéraux est proportionnelle, c'est-à-dire que la teneur d'un élément est proportionnelle à la teneur d'un autre élément, c'est les phénomènes de synergisme et antagonisme. L'excès de  $\text{Na}^+$  empêche l'absorption de  $\text{K}^+$  et l'inverse juste.

Pour s'adapter à son milieu naturel la plante emploie plusieurs mécanismes de résistance. La synthèse des osmorégulateurs est parmi ces mécanismes et l'intensité de leur synthèse est en fonction de l'intensité de la contrainte.

**Adli, B. Z., & Yousfi, I. (1999).** Contribution à l'étude ethnobotanique des plantes médicinales dans la région de Djelfa.

**Ahmed, A. A., Mahmoud, A. A., Williams, H. J., Scott, A. I., Reibenspies, J. H., Mabry, T. J.,** "New sesquiterpene a-methylene lactones from the Egyptian plant *Jasonia candicans*.", *Journal of Natural Products*, V.56, (1993), 1276–1280.

**Anonyme 2012.** Produire du thym en agriculture biologique. Chambre d'Agriculture de la Drôme, 2012.

**Anonyme 2013,** <http://jardinage.comprendrechoisir.com/plante/voir/30/thym>) Le dictionnaire des plantes par Comprendrechoisir.com

**Anonyme. (2007).** les plantes médicinales.

**Anonyme., World Flavors & Fragrances, Freedonia Group, Inc. Cleveland, Ohio, 2004.**

**Auclair. J., Côté. I.,** " Extraction d'huiles essentielles de conifères.", *Expo-journal, rapport interne*, (2002), 11 p, 3,4.

**Bacrir, M. (1998).** Ecophysiologie des plante sous stress hydrique . INA El Harrach, 15-28.

**Bakkali.F., Aeverbeck. S., Aeverbeck.D., Idaomar.M.** " Biological effects of Essential oils ", *Food chemistry and toxicology*, V.46, Issue 2, (February 2008), 446 - 475.

**Barnes .J., Anderson .L- A., Phillipson .J –D.,** " Herbal Medicines.c", *Pharmaceutical Press (Ph .P)*, Third édition, London . Chicago USA , (2007), 721 p , 16-576.

**Benrebiha, F. Z. (2003).** Etude de différents milieux de culture, de substances de croissance et de salinité sur la morphogenèse de l'*atripîex halimus*.

**Besombes, C. (2008).** Contribution à l'étude des phénomènes d'extraction hydro-thermo-mécanique d'herbes aromatiques.

**Boskabady. M. H. , Aslani. M. R., Kiani. S.,**"Relaxant effect of *Thymus vulgaris* on guinea-pig tracheal chains and its possible mechanism(s).", *Phytotherapy Research*, V.20, Issue 1, (June 2005), 28 – 33.

**Bouayed. J., Piri. K., Rammal. H., Dicko. A., Desor. F., Younos. C. Soulimani. R.** "Comparative evaluation of the antioxidant potential of some Iranian medicinal plants." *Food Chemistry*, 104, Issue 1 , (March 2007), 364–368.

**Boutfirass, m., Karrou, M., & El Mourid, M. (1994).** Irrigation supplémentaire et variétés de blé dans les zones semi-arides du Maroc.

**Brand-Williams W., Cuvelier M.E.and Berset C.,** "Use of a Free Radical Method to Evaluate Antioxidant Activity. ", *LWT- Food Science and technology*, V. 28, Issue 1, (1995), 25-30.

**Burnie. G., Forrester. S.,** “ Botanica : Encyclopédie de botanique et d'horticulture; plus de 10000 plantes du monde entier.”, place des victoires, Paris, (2005), 1020 p, 885-887.

**Charpentier. B., Hamon-Loreac'h.F., Harlay.A., Huard.A., Ridoux.L., Chansellé.S.** “ Guide du préparateur en pharmacie.” , Elsevier masson, troisième édition, Paris , (2008), 1343p, 774,1173.

**Chemat. S., Lagha. A., AitAmar. H., Bartels. P.V., Chemat. F.,** “Comparison of conventional and ultrasound-assisted extraction of carvone and limonene from caraway seeds.”, Flavour and Fragrance Journal, V.19, Issue 3, (February 2004), 188 – 195.

**Chen. B. H., Huang. J. H.,** “Degradation and metabolism of chlorophyll an  $\beta$ - carotene as affected by various heating and illumination treatments.”, Food Chemistry, V.62, n° 3, (1998), 299-307.

**Cimanga. K., Kambub. K., Tonab. L., Apersa. S., De Bruynea. T., Hermansa. N ., Tottéa. J., Pietersa. L., Vlietincka. A. J.,** “ Correlation between chemical composition and antibacterial activity of essential oils of some aromatic medicinal plants growing in the Democratic Republic of Congo.”, Journal of Ethnopharmacology, V.79, Issue 2, (February 2002), 213-220.

**Concentino. S., Tuberoso. G.,** “ In vitro antimicrobial activity and chemical composition of Sardinian Thymus essential oils.”, Journal of Applied Microbiology, V.29, n°2, (1999), 130-135.

**Cornic, G.** (2008). Effet de la contrainte hydrique sur la photosynthèse foliaire.

**Cornic, G., & Fresneau, C.** (2002). Photosynthetic carbon reduction and carbon oxidation cycles are the main electron sinks for photosystem II activity during a mild drought. *Annals of Botany*, 89(sp), pp. 887-894.

**Cowman. M. M.,** “ Plant products as antimicrobial agents.”, *clinical microbiology reviews*, V. 12, n° 4, (October 1999), 564-582.

**Cseke. L. J., Kirakosyan. A., Kaufman. P. B., Warber. S. L., Duke. J. A., Brielmann. H. L.,** “ Natural Products from Plants.”, Taylor & Francis Group, Second edition, ,CRC Press, London et New york , (2006 ), 551 p , 14, 390, 391.

**Cu. J.Q., Ziouani. H., Martel. J.P., Périneau . F.** “ Production d’huile essentielle de Badiane de Chine par turbo-distillateur.”, *Parfums, Cosmétiques et Arômes*, n° 93, (1990), 67-74.

**Cubas C., Lobo M. G., Gonzalez M.,** “Optimization of the extraction of chlorophylls in green beans (*Phaseolus vulgaris* L.) by N,N-dimethylformamide using response surface methodology.”, *Journal of Food Composition and Analysis*, V. 21, Issue2, (March 2008), 125–133.

**Czemerys. R.,** “Antioxidant activity and phenolic compounds in 32 selected herbs.”, *Food Chemistry*, V. 105, (2007), 940–949.

**Delille.L.,** “ Les plantes médicinales d'Alger.” , BERTI, Alger, (2007), 240 p, 14-216.

**Denden, M., Bettaieb, T., Salhi, A., & Mathlouthi, M. (2005).** Effet de la salinité sur la fluorescence chlorophyllienne, la teneur en proline et la production florale de trois espèces ornementales Tropicultura. 23(4), 200-225.

**Durand, J. L., Sheehy, J. E., & Minchin, F. (1987).** Nitrogenase activity, photosynthesis and nodule water potential of soybean plants experiencing water deprivation. Journal of Experimental Botany, 38, 311-321.

**El Gharous, m., Karrou, M., & El Mourid, M. (1994).** Aquis et perspectives de la recherche agronomique dans les zones arides et semi-arides du Maroc.

**El Midaoui, M., Benbella, M., Aït Houssa, A., & Ibriz, M. (2007).** Contribution à l'étude de quelques mécanismes d'adaptation à la salinité chez le tournesol cultivé (*Helianthus annuus* L.). HTE(136), 29-34.

**Ghestem. A., Seguin.E., Paris.A., Orecchioni. A-M.,** "Le préparateur en pharmacie: Botanique-Pharmacognosie-Phytothérapie-Homéopathie. Dossier 2", TECH & DOC, paris, (2001), 273 p, 100-194.

**Hammadi, A., & S M AIL, S. (2007).** Culture in vitro, in vivo et effet de la salinité chez *Artemisia herba alba* Asso.

**Haouala, F., Ferjani, H., & Ben El Hadj, H. (2007).** Effet de la salinité sur la répartition des cations ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$  et  $\text{Ca}^{2+}$ ) et du chlore ( $\text{Cl}^-$ ) dans les parties aériennes et les racines du ray-grass anglais du chiendent. Biotechnol. 11(3), 235-244. Agron. Soc. Environ.

**Iserin, P., Masson, M., Restellini, J. P., Ybert, E., De Laage de Meux, A., & Moulard, F. (2001).** Larousse des plantes médicinales : identification, préparation, soins. Larousse.

**James, J. J., & Richard, J. H. (2005).** Plant N capture from pulses: effects of pulse size, growth rate, and other soilresources. Oecologia, 145 , 113-122.

**Jean-Baptiste, F. (2009).** Apport de la modélisation pour l'estimation de la teneur en pigments foliaires par télédétection. THESE DE DOCTORAT DE L'UNIVERSITE PIERRE ET MARIE CURIE, 22.

**Kaabeche M., 2007 :** Biodiversité floristique et plantes médicinales en Algérie. Recueil des résumés du symposium international sur le médicament de phytothérapie et plantes médicinales. Université Mentouri de Constantine: 25.

**Laoular, M.** (2003). Evaluation des besoins en matière de renforcement des capacités nécessaires à la conservation et l'utilisation durable de la biodiversité importante pour l'agriculture. Cas des espèces négligées et sous utilisées. 25.

**Lemaire, G., Durand, J. L., & Lila, M.** (1989). Effet de la sécheresse sur la valeur énergétique et azotée de la luzerne. *Agronomie*, 9, 841-848.

**Monneveux, P., & Nemmar, M.** (1986). Contribution à l'étude de la résistance à la sécheresse chez le blé tendre (*Triticum aestivum* L.) et chez le blé dur (*Triticum durum* Desf.) : étude de l'accumulation de la proline au cours du cycle de développement. *Agronomie*, (6), 583-590.

**Parida, A. K., & Das, A. B.** (2005). Salt tolerance and salinity effect on plants: review. *Ecotoxicology and Environmental Safety*. 60, 324-349.

**Sadras, V. O.** (2005). A quantitative top-down view of interactions between stresses: theory and analysis of nitrogen-water co-limitation in Mediterranean agro-ecosystems. *Australian Journal of Agricultural Research*, 56, 1151-1157.

**Snoussi, S. A., DJAZOULI, Z. D., AROUN, M. E., & SAHLI, Z.** (2003). Evaluation des besoins en matière de renforcement des capacités nécessaires à la conservation et l'utilisation durable de la biodiversité importante pour l'agriculture. Cas des plantes maraîchères, industrielles, condimentaires, aromatiques, médicinales. 79. Alger.

**Stahl-Biskup .E. , Sáez . F.** " Thyme : The genus *Thymus*. ", Taylor & Francis, USA and Canada, (2002), 330 p.

**Thun. M.,** " Les plantes médicinales, leur utilisation pour la santé de l'homme et des plantes. ", Mouvement de culture Bio-dynamique , France, (1998), 175 p.

**Tunguy, M.** (1977). condensed tanins in horse beans seeds. chemical structure and apparent effects on poultry. *food and agriculture*(20), 257-260.

**Turner, N. C.** (1986). Adaptation to water deficits: A changing perspective. *Aust J Plant Physiol*. 13, 90-175.

**Van keulen, H.** (1981). Modelling the interaction of water and nitrogen. *Plant and Soil*, 58 , 205-229.

**Wang, Y., & Nile, N.** (2000). Changes in chlorophyll, ribulose biphosphate carboxylase–oxygenase, glycine betaine content, photosynthesis and transpiration in *Amaranthus tricolor* leaves during salt stress. 75, 623–627.

**Wiert. C.**, “ Medicinal plants of the Asia- Pacific : Drugs for the future .”Wold scientific publishing CO. Pte. Ltd., London- USA, (2006), 719 p, 519.

**Wichtl. M. et Anton R.**, “ plantes thérapeutiques. Traditions, pratique officinale, science et thérapeutiques. ”, Lavoisier technique et documentation (Tec et Doc) & Médicales internationales (EM inter), 2ème édition, Paris Cedex, (2003), 692 p, 18-31.

**Zhu, J. K.** (2002). Salt and drought stress signal transduction in plants. 53: 247- 73.

**Zinsemeier, C., Jeong, B. R., & Boyer, J. S.** (1999). Starch and the control of kernel number in maize at low water potentials. Plant Physiology, 121, pp. 25-36.

## Liste des tableaux

<b>Tableau 01</b> : Demande mondiale pour les parfums et les arômes (millions dollars US).	10
<b>Tableau 02</b> : Une sélection des espèces les plus communes cultivées en France.	16
<b>Tableau 03</b> : Localisation des principales espèces du thym en Algérie. (Czemerys, 2007).	19
<b>Tableau 04</b> : caractéristiques physico-chimiques des chlorophylles <i>a</i> et <i>b</i> . (Jean-Baptiste, 2009)	27
<b>Tableau 05</b> : Températures moyennes de Blida (2012-2013)	35
<b>Tableau 06</b> : Précipitations mensuelles moyennes de Blida (2012-2013)	36
<b>Tableau 07</b> : Indice mensuel d'aridité de Blida (2012/2013)	38
<b>Tableau 08</b> : Températures moyennes de la wilaya de Djelfa (2012-2013)	44
<b>Tableau 09</b> : Les précipitations mensuelles moyennes de la wilaya de Djelfa, (2012-2013)	45
<b>Tableau 10</b> : : Indice mensuel d'aridité de Djelfa (2012/2013)	45

## LISTE DES FIGURES

<b>Figure 01</b> : Vue d'ensemble d'un pied de <i>Thymus vulgaris</i> L. (Anonyme, 2013).	15
<b>Figure 02</b> : Sommités fleuries de <i>Thymus vulgaris</i> L. (Anonyme, 2013).	15
<b>Figure 03</b> : Disposition des feuilles et des inflorescences au niveau des nœuds de la tige (Anonyme, 2013).	15
<b>Figure 04</b> : Distribution du genre <i>Thymus</i> dans le monde. La ligne pointillée représente toutes les sections sauf la section <i>Serpyllum</i> et section <i>Hyphodromi</i> sous-section <i>Serpyllastrum</i> (Stahl-Biskup, et al., 2002)	16
<b>Figure 05</b> : Schéma illustrant comment une plante subissant une déshydratation	25
<b>Figure 06</b> : structure des chlorophylles <i>a</i> et <i>b</i> Chlorophylle <i>a</i> (à gauche) et <i>b</i> (à droite) (Jean-Baptiste, 2009)	26
<b>Figure 07</b> : Plante entière fraîche de <i>Thymus vulgaris</i> L. (Anonyme, 2013).	30
<b>Figure 08</b> : Feuilles séchée de <i>Thymus vulgaris</i> L. (Anonyme, 2013).	30
<b>Figure 09</b> : carte de Blida ( <b>source</b> : carte Microsoft 2006)	34

<b>Figure 10:</b> courbes des températures moyennes de Blida pour la période (2012-2013)	36
<b>Figure 11 :</b> des précipitations moyennes de Blida pour la période (2012-2013).	37
<b>Figure 12 :</b> Diagramme Ombrothermique des moyennes de Blida de la campagne (2012/2013).	39
<b>Figure 13 :</b> climatogramme d'Emberger de Blida pour la campagne (2012-2013). Selon le climatogramme d'Emberger, la région de Blida se situe dans l'étage semi-aride à hiver chaud pour le période s'étalant d'avril 2012 à avril 2013.	40
<b>Figure 14:</b> Localisation géographique de la région de Djelfa	41
<b>Figure 15 :</b> courbes des températures moyennes de la Wilaya de Djelfa pour la campagne (2012/2013).	
<b>Figure 16 :</b> courbes des précipitations mensuelles moyennes de Djelfa de La campagne (2012-2013).	45
<b>Figure 17 :</b> Diagramme ombrothermique de Djelfa de la campagne (2012-2013).	46
<b>Figure 18 :</b> climatogramme d'Emberger de Djelfa pour la campagne (2012-2013).	47
<b>Figure 19 :</b> effet du facteur écotype sur la teneur en proline.	48
<b>Figure 20 :</b> effet du facteur écotype sur la teneur en sucres solubles.	49
<b>Figure 21 :</b> effet du facteur écotype sur la teneur en chlorophylle <i>a</i> .	49
<b>Figure 22 :</b> effet du facteur écotype sur la teneur en chlorophylle <i>b</i> .	50
<b>Figure 23 :</b> effet du facteur écotype sur la teneur en chlorophylle <i>a+b</i> .	50
<b>Figure 24 :</b> effet du facteur écotype sur la teneur en Na <sup>+</sup> .	51
<b>Figure 25 :</b> effet du facteur écotype sur la teneur en K <sup>+</sup> .	52