



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE



Université des Frères Mentouri Constantine  
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

جامعة الاخوة منتوري قسنطينة  
كلية علوم الطبيعة والحياة

**Département :** Biologie Et Ecologie Végétale

**قسم :** بيولوجيا و ايكولوجيا النبات.

**Mémoire présenté en vue de l'obtention du Diplôme de Master**

**Domaine :** Sciences de la Nature et de la Vie

**Filière :** Ecologie et environnement

**Spécialité :** Protection des Ecosystèmes

Intitulé :

---

## *Adaptation de *Ficus retusa* à la variabilité thermique dans la région de Constantine*

---

Présenté et soutenu par : *MIMOUNE Rayene*  
*MAROUF Nada*

Le : 27/06/2018

**Jury d'évaluation :**

**Président du jury :** *Benderadji Mohamed El Habib* Prof. UFM Constantine 1,

**Rapporteur :** *ALATOU Djamel* Prof. UFM Constantine 1,

**Examineurs :** *ARFA Azzedine M<sup>ed</sup> Toufik* M.A.A. UFM Constantine 1.

*Année universitaire*  
*2017 - 2018*



# Remerciements

*A l'issue de ce travail de recherche, Nous remercions avant tout Dieu le Tout Puissant, de nous avoir donné la foi et le courage et de nous avoir guidées pour l'accomplissement de ce travail.*

*C'est avec beaucoup de gratitude que Nous tenons à exprimer tous Nos remerciements à Mr Alatou Djamel, professeur à l'université de Constantine, qui par ses nombreuses qualités, nous a encadré dans la bonne humeur et soutenu tout au long de ce travail.*

*Nous tenons à exprimer Nos plus vifs remerciements à Mr Benderradji M.H professeur de l'université Mentouri Constantine de nous avoir fait l'honneur d'accepter de présider le jury. Qu'il trouve ici le témoignage de Notre profonde gratitude et fierté.*

*Nous remercions pleinement Mlle Kehal L, Mr Meliani A, Mr Gana M, doctorantes à l'université Mentouri Constantine, Pour leurs accueils, aides et conseils très précieux.*

*C'est avec sincérité que nous exprimons Nos pleine gratitude à Mr K̄haoui I, ingénieure dans l'ONM de Ain El Bai ; Chafi N, ingénieure dans la station du météo*

*de l'aéroport Mohamed Boudiaf ; et Sigha N, Professeur à l'université de Batna ;  
pour nous aider à collecter les données.*

*Nous tenons également à remercier Mr ARFA A Maître assistant Uni.  
Constantine Pour nos voir honoré en acceptant de juger ce travail.*

*Enfin que toute personne se sentant concernée de près ou de loin par notre  
travail, trouve ici l'expression de notre profonde gratitude.*

# Dédicace

*Je dédie ce mémoire qui est le fruit de mes années d'étude à ce qui m'a données l'amour, la joie et le bonheur, qui ma aider dans toute les phases de ma vie moralement et matériellement à qui je suis très reconnaissante et qui je dois tout le respect du monde et qui j'aime le plus au monde mes parents « Mimoune Amine » et « Zebila Karima » ;  
A mes tantes, mes oncles et mes grandes pères qu'ils n'ont pas cessé de m'encouragé spécialement ma chère tante « Mimoune Assia » qui a fortement participé à ma réussite, dont j'essaierai de lui faire toujours honneur ;  
A mes très chères frères « Louai » et « Abd El Mouhaimen » ;  
A mes très chères amies qui vécutent avec eux des bons et mauvais moments durant ces années d'étude, ainsi à mes professeurs ;  
A toutes les personnes qui ont participé de près ou de loin à l'accomplissement de ce travail ;  
A tous ceux qui j'aime.*

*Mimoune Rayene*

*Je dédicace ce modeste travail ; à mes chers parents Sigha Hada et Marouf Salim et mon grand-père Sigha Boudjamaa pour tous leurs sacrifices, leur amour, leur tendresse, leur soutien et leurs prières tout au long de mes études ;  
A mes chères sœurs pour leurs encouragements permanents, et leur soutien moral  
A mes chers frères, pour leur appui et leur encouragement ;  
A toutes ma famille Sigha et Marouf et tous mes amis pour leur soutien tout au long de mon parcours universitaire, sans oublier mes professeurs ;  
Que ce travail soit l'accomplissement de vos vœux tant allégués, et le fruit de votre soutien infallible ;  
Merci d'être toujours là pour moi.*

*Marouf Nada*

# Sommaire

Introduction.....	1
-------------------	---

## Chapitre II. Présentation de la zone d'étude

II.1. Localisation et caractérisation physique de la région d'étude.....	3
II.2. Généralité sur le climat de Constantine.....	3
II.3. Paramètres climatiques.....	4
II.3.1. Les précipitations .....	4
II.3.2. Les températures.....	6
II.3.3. Synthèse bioclimatique.....	7
II.3.3.1. Diagramme Ombrothermique de Bagnouls et Gaussen .....	7
II.3.3.2. Climagramme d'Emberger .....	8
II.4. Les stations .....	11

## Chapitre III. Synthèse bibliographique

III.1. Données générale sur le <i>Ficus retusa</i> .....	13
III.1.1. Description de l'espèce .....	13
III.1.2. Aire de répartition .....	13
III.1.3. Taxonomie .....	14
III.1.4. Caractéristique botanique de l'espèce .....	14
III.1.5. Ecologie de l'espèce .....	15
III.1.6. Utilisation .....	15
III.2. Le stress .....	15
III.2.1. Définition du stress .....	15
III.2.2. Réponse des végétaux au stress .....	15
III.2.3. Stress thermique .....	16
III.2.3.1 Stress thermique par les hautes températures .....	16

III.2.3.1.1. Adaptation des plantes aux températures chaudes .....	17
III.2.3.1.2. Impact des hautes températures sur les végétaux .....	17
III.2.3.2. Stress thermique par les basses températures .....	19
III.2.3.2.1. Effet du froid sur les fonctions physiologiques .....	20
III.2.3.2.2. L'endurcissement .....	21

## **Chapitre IV. Matériel et méthodes**

IV.1. Matériel végétal .....	22
IV.1.1. Expérimentation en milieu naturel .....	22
IV.1.2. Matériel utilisé .....	22
IV.2. Analyse climatique .....	23
IV.3. Analyse statistique des données climatiques .....	23

## **Chapitre V. Résultats et discussion**

V.1. Analyse des températures moyennes mensuelles de la période 2007-2017 .....	24
V.2. Variabilité thermique annuelle hivernale et estivale .....	24
V.2.1. Variabilité thermique annuelle hivernale .....	25
V.2.2. Variabilité thermique annuelle estivale .....	27
V.3. Evolution des températures maximales et minimales.....	29
V.4. Tendances thermiques des saisons .....	30
V.5. Analyse des stress thermiques pour les saisons hivernales et estivales.....	31
V.5.1. Détermination des stress .....	31
V.5.2. Détermination des stress thermiques pour la période 2007-2017 .....	32
V.5.2.1 Stress thermique de froid .....	34
V.5.2.2 Stress thermique de chaleur .....	36
V.6. Cumul thermique dans la région de Constantine durant la période 2007-2017 .....	37
V.6.1. Cumul thermique mensuel .....	37

V.6.2. Cumul thermique annuel .....	38
V.6.3. Cumule thermique saisonnier .....	40
V.6.4. Cumul thermique saisonnier moyen .....	41
V.7. Variabilité thermique saisonnière.....	42
V.8. Détermination de la chlorophylle de <i>Ficus retusa</i> .....	43
V.9. Etat sanitaire des plantations de <i>Ficus retusa</i> .....	46
V.10. Discussion .....	50
<b>Conclusion</b> .....	52

## **Références bibliographiques**

# Chapitre I :

# Introduction

## **Introduction**

Le climat algérien se caractérise par des épisodes de haute et basse température et du déficit hydrique qui peuvent apparaître, d'une façon progressive ou brutale au début, au milieu ou en fin de saison. Ces périodes sont parfois intenses fortes et, toujours imprévisibles et variables d'une année à l'autre.

Cependant, les végétaux peuvent subir des stress mettant un frein à leur croissance et les empêchent d'effectuer la photosynthèse correctement ; les basse et les hautes températures font partie de ces stress. (Boitard et Gazeau, 2002).

Le stress thermique chez les végétaux est l'ensemble des modifications de la physiologie des végétaux lorsque la température s'élève ou s'abaisse au-delà des conditions habituelles. Au niveau cellulaire, le stress thermique affecte la formation des membranes et les processus de division cellulaire (Bradford al., 1982). Au niveau de l'arbre, il réduit la croissance en diamètre et en hauteur, affaiblit la capacité des arbres à résister aux autres stress (Kozlowski, 1992). Il diffère selon les espèces et la forme et l'ampleur du changement de température.

Dans le cadre de notre étude, nous nous intéressons plus particulièrement à la région de Constantine qui se caractérise par un climat méditerranéen avec des températures à fortes amplitudes. L'étage bioclimatique est de type semi-aride frais ; la pluviométrie varie de 500 mm à 700 mm par an, la température minimale du mois le plus froid est de 1.89°C et la température maximale du mois le plus chaud est de 36.05°C. Dans le cadre de la multiplication des espaces verts et la plantation et l'introduction des nouvelles espèces il est utile et intéressant de connaître leur adaptation aux fluctuations climatiques et surtout thermiques ; le *Ficus retusa* a été introduit dans la ville de Constantine durant l'année 2014-2015 dans le cadre des festivités de Constantine capitale de la culture arabe ; pour l'ornementation de certains boulevards. Une observation visuelle a permis de constater certains dépérissements. C'est à partir de ce constat que le sujet de master a été proposé afin de connaître si son écologie est adaptée aux conditions climatiques de Constantine.

Le *Ficus retusa* est un arbre tropical à feuillage persistant, très apprécié pour sa grande résistance, et l'émission de racines aériennes, qui lui donnent beaucoup de caractère. Sa petite taille et son large tronc en font une plante très décorative, idéale pour les décorations contemporaines. De cette idée il est intéressant d'approfondir son écologie, et de définir les amplitudes thermiques en relation avec sa productivité.

A cet effet l'objectif du travail consiste à :

- ❖ traiter les données thermiques de la station de Constantine sur une période de 11 ans, entre 2007 et 2017.
- ❖ étudier la variabilité thermique, déterminer les stress thermiques des saisons hivernales et estivales à partir des valeurs tri horaires ;
- ❖ évaluer la variabilité de la chlorophylle par le SPAD et l'intensité lumineuse correspondante ;
- ❖ évaluer le degré de mortalité de l'espèce *Ficus retusa* à partir de sa date de plantation 2014-2015 ;
- ❖ évaluer son adaptation pour les années à venir.

# Chapitre II :

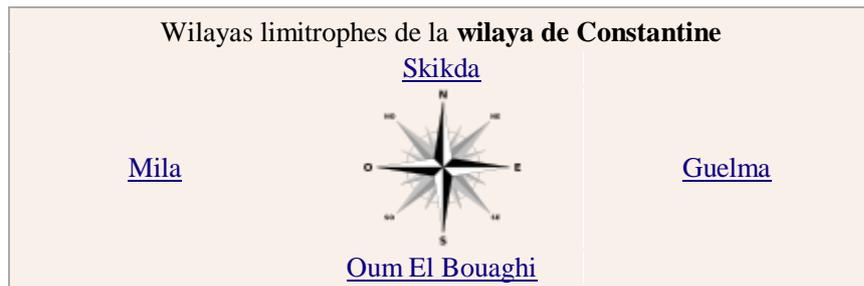
## Présentation de la zone d'étude

## **II. 1. Localisation et caractérisation physique de la région d'étude**

- **Situation géographique**

La wilaya de Constantine se situe à 431 km à l'est de la capitale Alger. Elle est limitée :

- ❖ au nord par la wilaya de Skikda ;
- ❖ au sud par la wilaya d'Oum El Bouaghi ;
- ❖ à l'est par la wilaya de Mila ;
- ❖ à l'ouest par la wilaya de Guelma.



- **Topographie et géologie**

La ville s'étale sur un terrain caractérisé par une topographie très accidentée, marquée par une juxtaposition de plateaux, de collines, de dépressions et de brutales de pentes donnant ainsi un site hétérogène.

La constantinois se caractérise par de grands massifs calcaires Karst fiés, émergeant en horsts d'un ensemble de terrain à dominance marneuse (Coiffait et al., 1977).

- **Géomorphologie**

La présence d'une chaîne numidique, composée de grés très friable mélangés avec de l'argile imperméable, ce binôme subit une action érosive différentielle dégagent un paysage de grés, cette dernière donne la roche la plus dure constituant le relief dominant.

## **II.2. Généralité sur le climat de Constantine**

La région de Constantine est soumise à l'influence du climat méditerranéen caractérisé par des précipitations irrégulières, et une longue période de sécheresse estivale. Ce climat s'identifie par des hivers froids et des étés chauds, dus essentiellement à l'influence de la continentalité.

La moyenne pluviométrique annuelle varie de 400 à 500 mm/an, les précipitations sont très variables. Elles ont un rôle principal dans la régénération des réserves d'eau. La moyenne annuelle des jours pluvieux est de 40 à 60 jours. Elles sont caractérisées par une répartition irrégulière dans l'espace et dans le temps, souvent elles sont sous forme de grandes averses avec des inondations instantanées.

### **II.3. Paramètres climatiques**

Les données climatiques prises en compte sont obtenues à partir des données de la station météorologique d'Aïn El Bey pour une période s'étalant de 2007 à 2017.

#### **II.3.1. Les précipitations**

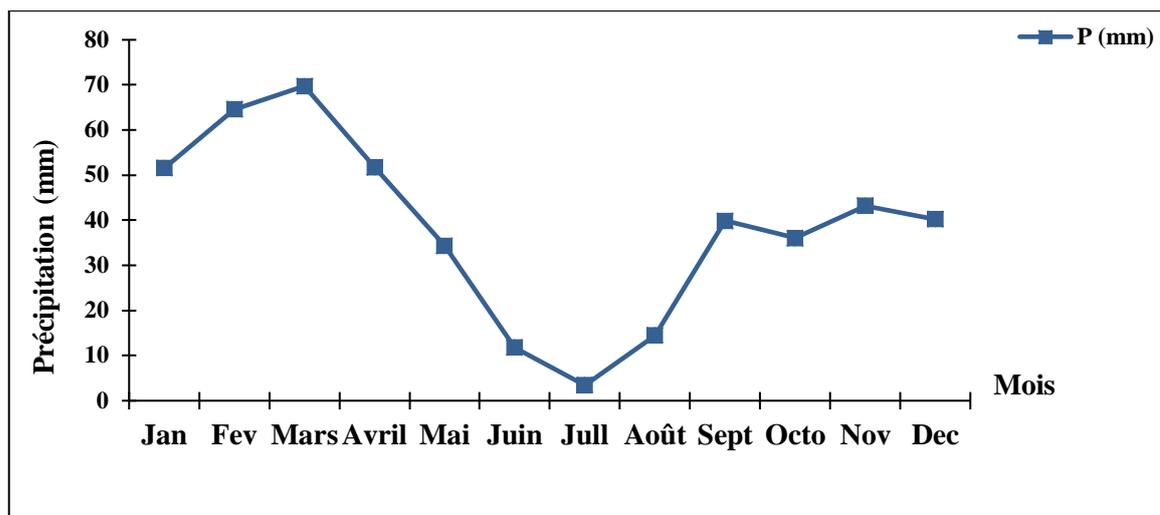
Pour la grande partie du monde, les précipitations représentent la source principale d'eau pour la production agricole. Elles sont caractérisées par trois principaux paramètres : leur volume, leur intensité, les mois et aussi les années (Ramade, 1994).

**Tableau 01.** Précipitations mensuelles moyennes enregistrées dans la station de Constantine durant la période 2007-2017

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total
P mm	51.57	64.55	69.75	51.80	34.38	11.81	3.42	14.45	39.86	36.09	43.23	40.26	471.41

Source : (ONM).

D'après l'analyse des données recueillies aux prés du service météorologique de l'aéroport la région de Constantine reçoit environ 471.41mm de pluie annuellement et une moyenne mensuelle de 39.28mm (Tableau 01).



**Figure 01. Variation mensuelle de la pluviométrie de la région de Constantine durant la période 2007-2017**

La figure 01 indique que la répartition des pluies est irrégulière d'une saison à l'autre. La valeur maximum des précipitations est enregistrée au mois de Mars avec 69.75mm, alors que la valeur minimale est enregistrée au mois de juillet avec 3.42mm.

- **Régime saisonnier**

**Tableau 02. Régime saisonnier des précipitations de la station de Constantine (2007-2017)**

Saison	mois	P mm	répartition saisonnière	précipitation saisonnière en (%)	régime saisonnier
<b>Hiver</b>	<b>Décembre</b>	40.26	156.38	33.91	<b>H</b>
	<b>Janvier</b>	51.57			
	<b>Février</b>	64.55			
<b>Printemps</b>	<b>Mars</b>	69.75	155.93	33.81	<b>P</b>
	<b>Avril</b>	51.8			
	<b>Mai</b>	34.38			
<b>Eté</b>	<b>Juin</b>	11.81	29.68	6.44	<b>E</b>
	<b>Juillet</b>	3.42			
	<b> Août</b>	14.45			
<b>Automne</b>	<b>Septembre</b>	39.86	119.18	25.84	<b>A</b>
	<b>Octobre</b>	36.09			
	<b>Novembre</b>	43.23			
	<b>TOTAL</b>	461.17	461.17	100	

Source : (ONM).

Le tableau 02 montre que les principales périodes de précipitation sont concentrées durant la saison hivernale 33.91% et la saison printanière 33.81%, alors que la saison estivale est la moins pluvieuse.

### II.3.2. Les températures

La température est également un élément écologique fondamental en tant que facteur climatique vital et déterminant dans la vie des végétaux. Elle conditionne en effet la durée de la période de végétation.

La température représente un facteur limitant de toute première importance car elle contrôle l'ensemble des phénomènes métaboliques et conditionne la répartition de la totalité des espèces et des communautés d'être vivants dans la biosphère (Ramade, 2003).

**Tableau 03.** Températures mensuelles minimales (m), maximales (M), moyennes (M+ m/2) et amplitudes thermiques (M – m) de la région de Constantine (Période 2007-2017)

Paramètres Mois	P (mm)	m (°C)	M (°C)	$\frac{M + m}{2}$	M - m
janvier	51,57	2,39	13,2	14,40	10.8
Février	64,55	3,27	13,48	15,12	10.2
Mars	69,75	4,46	15,38	17,61	10.9
Avril	51,8	6,88	20,68	24,12	13.8
Mai	34,38	9,21	25,45	30,06	16.2
Juin	11,81	14,43	31,15	38,37	16.7
Juillet	3,42	18,16	35,56	44,64	17.4
Août	14,45	18,17	35,03	44,12	16.9
septembre	39,86	15,24	29,33	36,95	14.1
octobre	36,09	12,62	24,57	30,88	12.0
novembre	43,23	6,4	17,73	20,93	11.3
décembre	40,26	3,65	13,65	15,48	10.0
Total	461.17	114,88	275,21	332,65	160.3
Moyenne	38.43	9,57	22,93	27,72	13.4

Source : (ONM).

- **Températures moyennes mensuelles**

Les données thermiques de la région de Constantine pour la période de 2007-2017 figurent sur le tableau suivant :

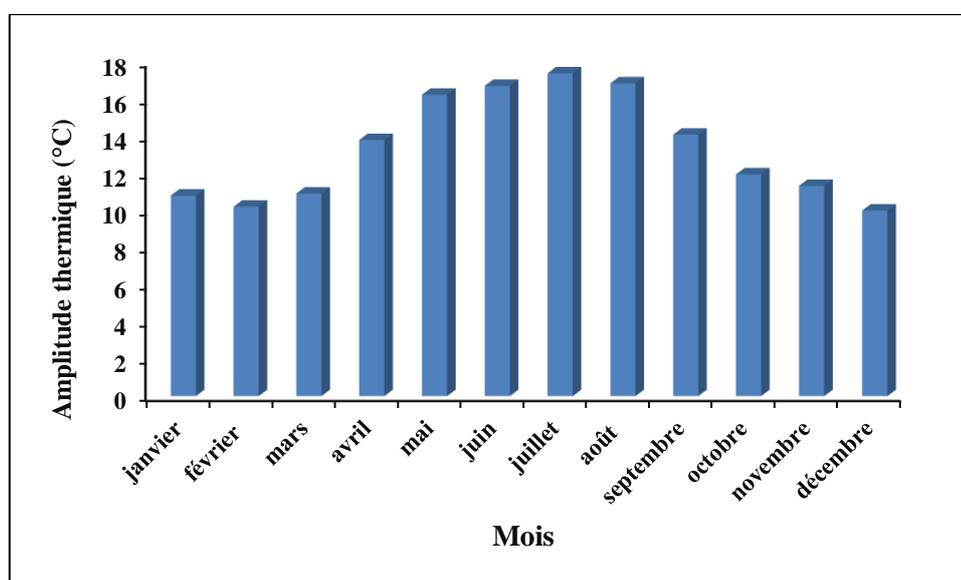
**Tableau 04.** Température moyennes mensuelles de la région de Constantine

T (°C) Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Moyen
T° min	2.39	3.27	4.46	6.88	9.21	14.43	18.16	18.17	15.24	12.62	6.4	3.65	9.57
T° moyenne mensuelle	7.16	7.44	9.93	13.47	17.35	22.57	26.69	26.09	21.45	17.28	11.45	7.59	15.71
T° max	13.2	13.48	15.38	20.68	25.45	31.15	35.56	35.03	29.33	24.75	17.73	13.65	22.93

La température moyenne annuelle est de 15.71 °C. Les minimums augmentent de Janvier à Août de 2.39 à 18.17 °C, puis diminuent pour les autres mois. Les températures maximales augmentent régulièrement pour atteindre un maximum en Juillet avec une valeur moyenne de 35.56 °C, les valeurs les plus basses des maximums sont enregistrées en Janvier et Décembre.

- **L'amplitude thermique**

La figure 02 montre que pour la station de Constantine, les amplitudes thermiques sont importantes en été, elles varient de 16 à 17°C alors qu'en hiver elles sont de 10 à 11°C.



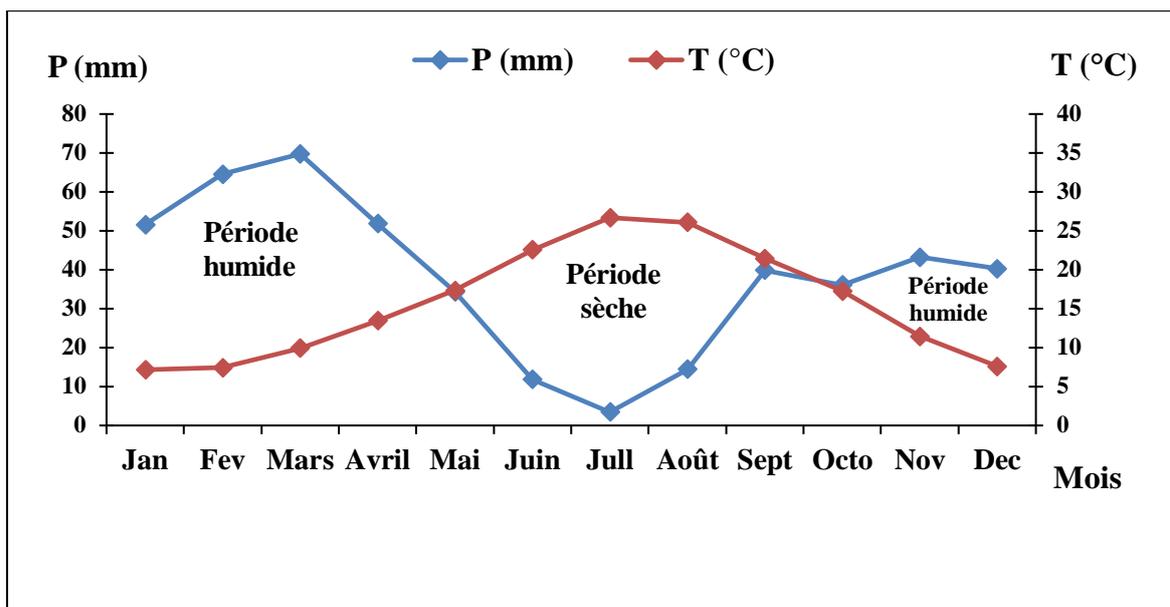
**Figure 02. Amplitude thermique de la région de Constantine (période 2007-2017)**

### **II.3.3. Synthèse bioclimatique**

#### **II.3.3.1. Diagramme Ombrothermiques de Bagnouls et Gausson**

Ces auteurs déterminent la saison sèche par une représentation graphique portant en abscisse les mois de l'année et en ordonnée, à gauche, les précipitations (P) du mois exprimées en millimètres et à droite les températures (T°) du mois exprimées en degrés Celsius. Ils adoptent l'échelle  $P=2T$  et considèrent un mois sec lorsque  $P < 2T$ .

L'analyse du diagramme permet de visualiser une période pluvieuse qui s'étend généralement de la fin septembre au début Mai et une saison sèche dont la durée est de 4 mois et coïncide avec la période estivale, confirmant ainsi la place de notre zone d'étude dans le climat méditerranéen tel que le définit (Emberger, 1943).



**Figure 03. Diagramme Ombrothermique de la région de Constantine pour la période 2007-2017**

La figure 03 montre qu'à Constantine la période sèche s'étale du mi de Mai jusqu'à Octobre, avec une forte sécheresse au court de mois de juillet et le mois d'août.

### II.3.3.2. Climagramme d'Emberger

Emberger a défini pour le bassin méditerranéen un quotient pluviométrique  $Q_2$  qui tient compte à la fois la température et la pluviométrie, le calcul de ce quotient est nécessaire pour déterminer l'étage bioclimatique d'une station. La formule proposée par Emberger (1955) est la suivante :

$$Q_2 = 2000P / M^2 - m^2$$

Donc, le ( $Q_2$ ) est déterminé par la combinaison des 3 principaux facteurs du climat.

M : moyenne du maxima du mois le plus chaud en degré absolu °K.

m : moyenne du minima du mois le plus froid en degré absolu °K.

P : précipitation annuelle en mm

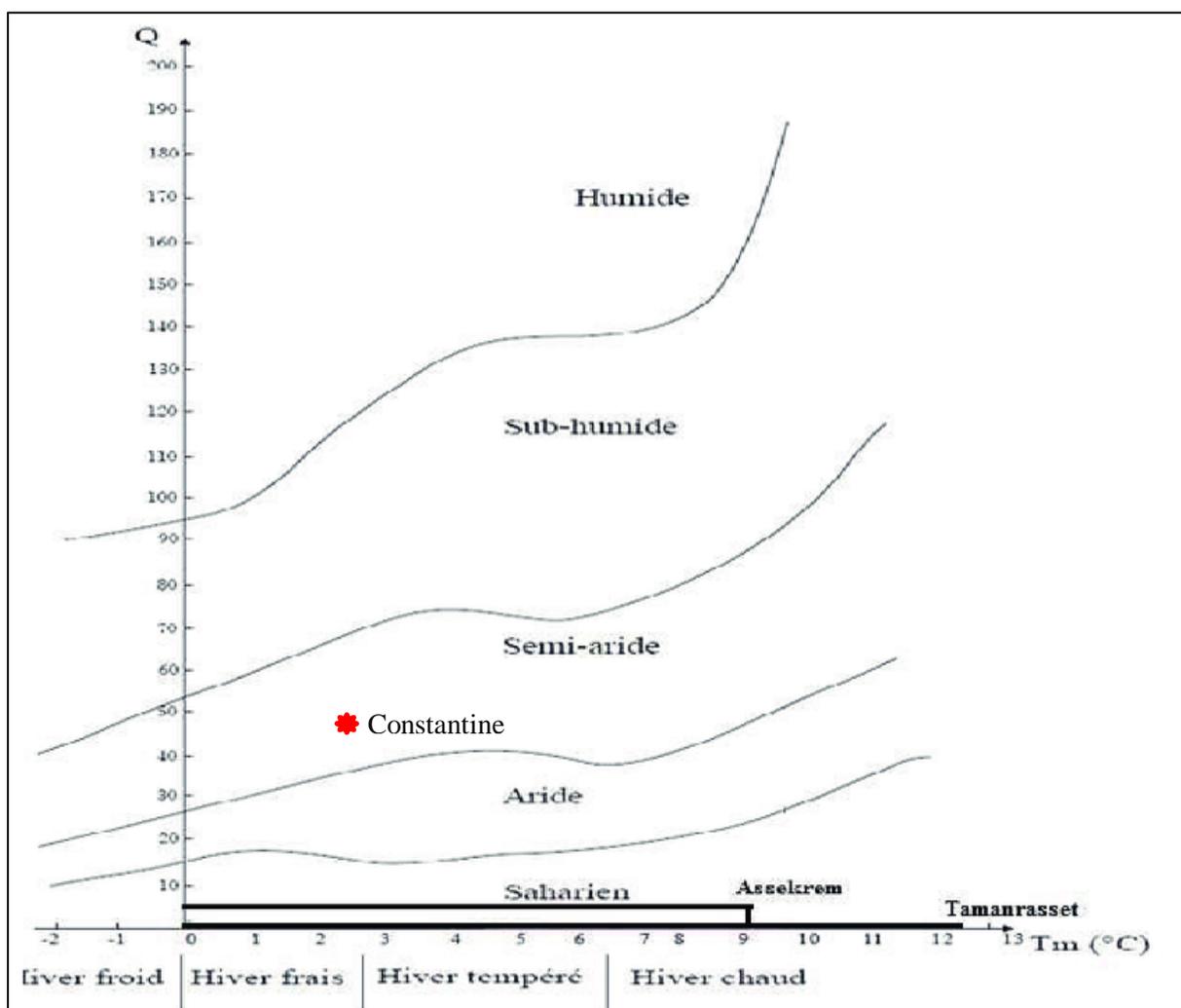
L'application de cette formule nous donne les valeurs suivantes :

**Tableau 05.** Quotient pluviométrique d'Emberger de la région de Constantine (2007-2017)

Pluviométrie annuelle en (mm)	Température				Q2	Etage bioclimatique
	Mois le plus chaud	M (c°)	Mois le plus froid	m (c°)		
461.17	juillet	35.56	janvier	2.39	47.23	Semi-aride à hiver frais

Source : (ONM).

Le quotient Q2=48.65, place notre périmètre d'étude dans un climat semi-aride à hiver frais.



**Figure 04.** Climagramme d'Emberger

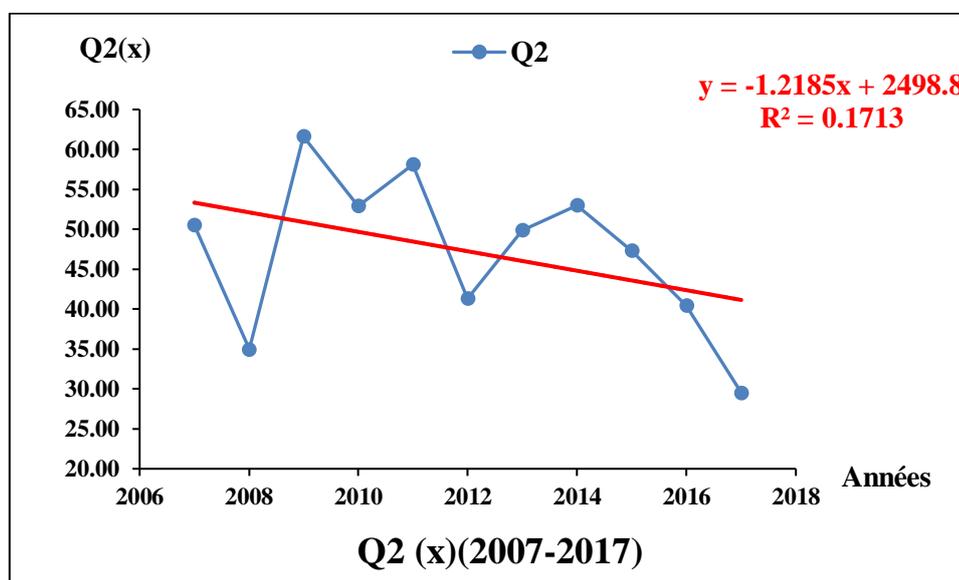
• Variation annuelle du Q2 durant la période de 2007-2017

**Tableau 06.** Valeurs de quotient pluviométrique d'Emberger dans la région de Constantine durant la période 2007-2017

Année	P (mm)	m (°C)	M (°C)	Q2
2007	480.7	2.4	35	50.52
2008	347.9	1.7	35.8	34.95
2009	627.9	2.3	37.1	61.61
2010	491.6	3.1	34.9	52.92
2011	571.8	2	35.7	58.11
2012	451.6	0.4	37.8	41.32
2013	483.7	1.4	34.7	49.88
2014	498.9	3.2	35.4	52.98
2015	479.3	1.5	36.2	47.30
2016	369.9	3.5	34.8	40.43
2017	305.7	1.5	36.9	29.54

Source : (ONM).

La figure 05 montre que la valeur minimale de Q2 est enregistré durant l'année 2017 où il atteint une valeur de 29.54, avec une valeur maximale de 61.61 en 2009.



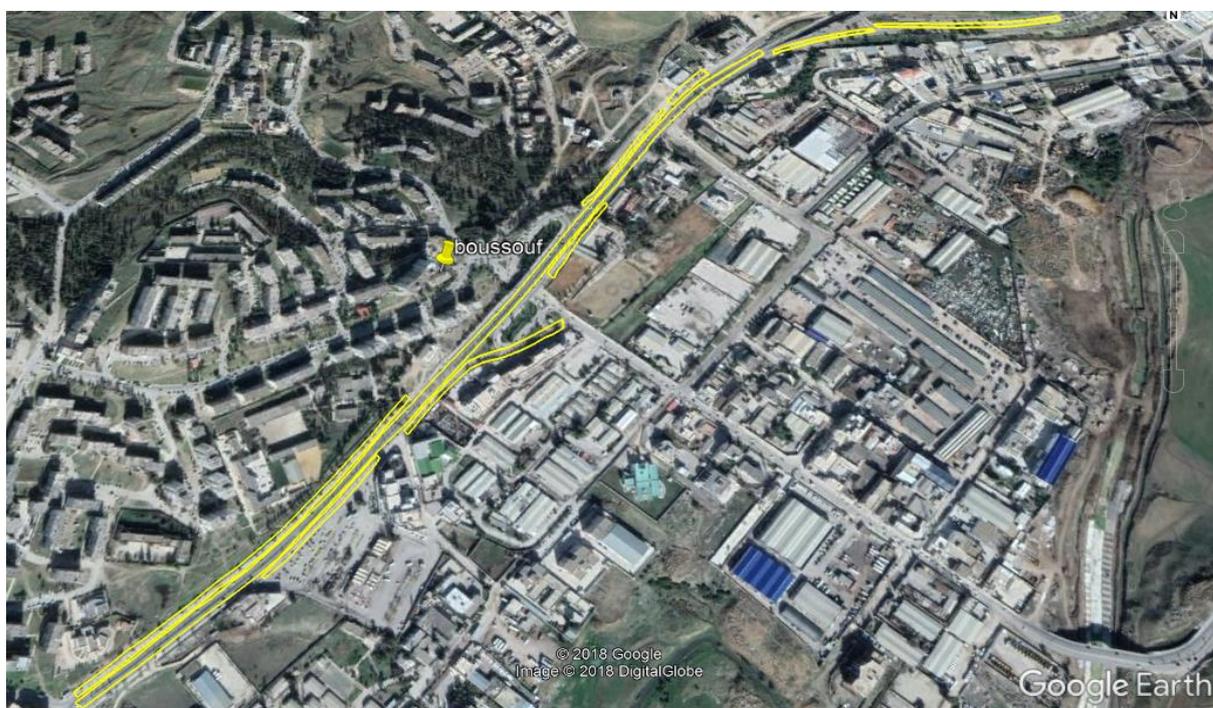
**Figure 05.** Variation du Q2 dans la région de Constantine durant la période 2007-2017

## II.4. Les stations

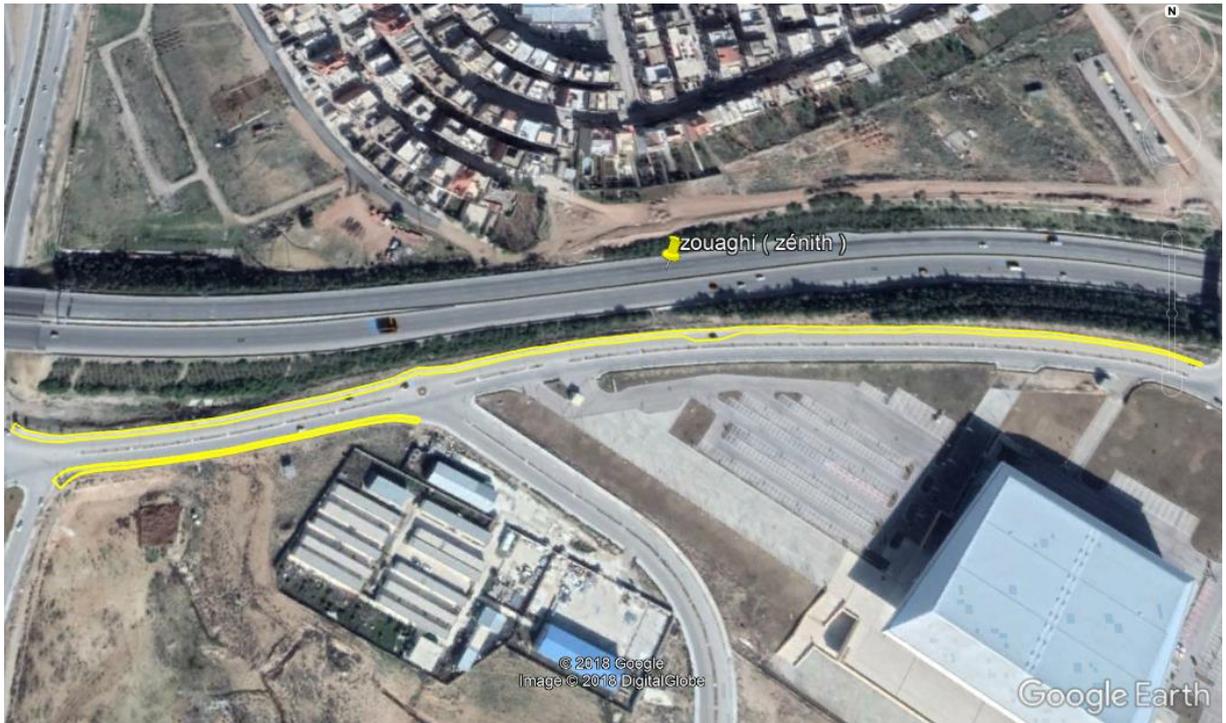
Les quatre stations concernées de la zone d'étude sont : Bab el kantra, Boussouf, Stade Hamlaoui et la salle Zénith



**Image 01. Image satellite de la station Bab el kantra**



**Image 02. Image satellite de la station Boussouf**



**Image 03. Image satellite de la station Zouaghi (salle Zénith)**



**Image 04. Image satellite de la station stade Hamlaoui**

Ces station ont été réalisées à partir des images de Google earth.

# Chapitre III :

## Synthèse bibliographique

### **III.1. Données générales sur le *Ficus retusa***

Le *Ficus retusa* est l'une des rares espèces d'arbre qui poussent aussi bien en extérieur qu'en intérieur. C'est aussi la raison qui en fait l'un des bonsaïs les plus courants ; Il a des feuilles alternes à l'aspect cireux. Son écorce est marron foncé grisâtre et striée ou tachetée de bandes blanches lenticelles. Comme pour la plupart des ficus, du latex blanc s'écoule quand on en coupe une branche.

Les ficus sont parfois sensibles aux changements d'environnement, il n'est pas rare d'observer une chute de feuille suite à un déplacement.

#### **III.1.1. Description de l'espèce**

Hauteur : de 50 à 60 cm

Propagation : de 40 à 60 cm

Uniformité de la couronne : symétrique

Forme de la couronne : rond, vase, diffusé

Densité de la couronne : dense

Taux de croissance : rapide

Texture : medium



**Image 05. Pied de *Ficus retusa***

#### **III.1.2. Aire de répartition**

*Ficus retusa* est originaire des zones tropicales (l'Indonésie, et notamment de Java et Kalimantan). Bien que Linné l'ait décrit comme vivant en Inde dans le protologue de l'espèce, la provenance du type nomenclature est incertaine et la présence de *Ficus retusa* dans ce pays est controversée.

En dehors des zones tropicales, il peut vivre dans des endroits au climat privilégié protégé du gel et des vents desséchants.

### III.1.3. Taxonomie

Classification APGIV (2016)

Règne	Planta
Ordre	Rosales
Famille	Moraceae
Genre	Ficus
Sous genre	Urostigma
Section	Urostigma
Sous-section	Conosycea
Nom binominal	Ficus retusa
Nom commun	Ficus, Figuier Banyan

### III.1.4. Caractéristique botanique de l'espèce

#### ✚ Feuillage

Arrangement de feuilles : alterné  
Type de feuille : simple  
Marge de feuille : entièrement  
Forme de feuille : elliptique  
Nervation de feuille : pennée  
Type de feuille et persistance : feuilles persistantes  
Longueur de lame de feuille : 2 à 3 mm  
Couleur des feuilles : vert



**Image 06. Feuilles du *Ficus retusa***

#### ✚ Fruit

Le *Ficus retusa* a des fruits charnus de moins de 5 mm (de 1 à 5 mm), qui ont une forme ronde et une couleur rouge. Ces derniers n'attirent pas la faune.

#### ✚ Tronc et branches

Tronc / écorce / branches : les branches ne tombent pas ; généralement un seul tronc.  
Exigence d'élagage : nécessaire pour une structure solide  
Rupture : résistant  
Gravité spécifique du bois : inconnue

### **III.1.5. Ecologie de l'espèce**

Exigence de lumière : plein soleil, soleil partiel ou mi- ombre

Tolérances du sol : argile, le sable, terreau, alcalin, acide, parfois humide, bien drainé

Tolérance à la sécheresse : élevée

Tolérance au sel d'aérosol : modérée

### **III.1.6. Utilisation**

Également utilisé comme arbre de parc, peut être façonné et cisailé en haie, écran ou barrière. Il fait aussi un arbre d'ombre merveilleux sur les grandes propriétés.

## **III.2. Le stress**

### **III.2.1. Définition du stress**

Un stress désigne à la fois l'action d'un agent agresseur et les réactions qu'il entraîne dans l'organisme agressé, une force qui tend à inhiber les systèmes normaux (Jones et al., 1989) ;

Selon (Jones et Qualset, 1984), le stress correspond à toute condition de l'environnement ou combinaison de conditions qui empêche la plante de réaliser l'expression de son potentiel génétique pour la croissance, le développement et la reproduction. Chez les plantes cultivées, la baisse du rendement due à ces conditions peuvent atteindre 50% ;

En matière de biologie végétale, les principaux stress peuvent être classés, selon la nature de l'agent stressant, en quatre catégories : physiques, chimiques, biotiques et anthropogéniques (Orcutt et al., 2000).

### **III.2.2. Réponse des végétaux au stress**

Les stress environnementaux ou (abiotiques), comme la sécheresse, la salinité et les basses températures sont des conditions de stress qui affectent la croissance et le rendement des plantes. Contrairement aux animaux, qui peuvent se déplacer lorsque les conditions de vie ne leur sont plus favorables, les plantes ont développé des stratégies d'adaptation pour répondre aux changements environnementaux en contrôlant et en ajustant leurs systèmes métaboliques (Agronomie, 2006).

La réponse des végétaux aux différents stress est donc influencée par la nature et l'intensité du stress en cause mais aussi par l'historique des espèces, cultivars et génotypes

représentés. Chacun étant adapté à des conditions spécifiques par l'évolution et la sélection naturelle (Grime, 1989).

Les réponses cellulaires et moléculaires des plantes aux conditions de stress ont été très étudiées. Les mécanismes par lesquels elles perçoivent les signaux environnementaux et les transmettent à la machinerie cellulaire pour activer des mécanismes de réponses adaptées déterminent chaque jour leur survie (Agronomie, 2006).

La capacité d'une plante à survivre à un facteur défavorable est appelée la résistance ou la tolérance au stress. Strasser (1988) et Tsimilli- Michael *et al.*, (1996) considèrent que le stress a une signification relative, avec un contrôle comme état de référence, ils considèrent le stress comme une déviation du contrôle à une contrainte.

### **III.2.3. Stress thermique**

Le stress thermique est souvent défini quand les températures sont assez hautes ou basses pendant un temps suffisant pour qu'elles endommagent irréversiblement la fonction ou le développement des plantes. Elles peuvent être endommagées de différentes manières, soit par des températures basses ou élevées de jour ou de nuit, par l'air chaud ou froid ou par les températures élevées du sol. La contrainte thermique est une fonction complexe qui varie selon l'intensité (degré de la température), la durée et les taux d'augmentation ou de diminution de la température (Oukarroum, 2007).

#### **III.2.3.1 Stress thermique par les hautes températures**

La contrainte thermique par la chaleur est souvent définie comme l'élévation de la température au-delà d'un seuil d'avertissement pendant une période suffisante qui endommage irréversiblement la croissance et le développement de la plante. Généralement un passage de la température entre 10-15 au-dessus de la température ambiante, est considéré comme un choc thermique ou bien une contrainte thermique. Cependant, cette dernière est une fonction complexe de l'intensité (le degré de la température), de la durée, et du taux d'accroissement de la température (Peet and Willits, 1998).

Lorsque la température optimale du développement d'une plante est dépassée, le rendement des cultures baisse ; cette température optimale varie d'une plante à l'autre. La plupart des plantes cultivées craignent les hautes températures, même pendant des laps de temps courts. Une température de l'air entre 45 et 55°C pendant une demi-heure abîme directement

les feuilles des plantes dans la plupart des cas, et même des températures plus basses (entre 35°C et 40°C) peuvent être graves si elles persistent (Hopkins, 2003).

#### **III.2.3.1.1. Adaptation des plantes aux températures chaudes**

De nombreuses plantes évitent la surchauffe en faisant adopter une position plus verticale aux feuilles, comme le cas des graminées, en provoquant l'enroulement des feuilles le long de leur grand axe. D'autres adaptations morphologiques comprennent la production de poils foliaires et de surfaces cireuses qui réfléchissent la lumière réduisant de ce fait l'absorption d'énergie, ou la production de feuilles plus petites et fortement découpées qui réduisent la couche d'air limite et permettent une perte maximum de chaleur par convection ou conduction (Hopkin, 2003).

#### **III.2.3.1.2. Impact des hautes températures sur les végétaux**

- **Effet sur la photosynthèse**

La température est le troisième facteur limitant mis en évidence par Blackman comme pour toutes les activités métabolique. On observe un effet positif de température vers 30°C en général, puis une action dépressive avec annulation totale vers 45°C ; l'inhibition est d'autant plus marquée que la température excessive est appliquée plus longtemps (Heller et al 1989).

Les fortes températures accélèrent le dessèchement des feuilles et interviennent aussi spécifiquement sur la physiologie, notamment en inhibant la photosynthèse puis en dégradant les pigments, en particulier les chlorophylles.

Pendant les stades végétatifs des plantes, les températures élevées peuvent endommager des composants de l'appareil photosynthétique des feuilles, réduisant ainsi les taux d'assimilation d'anhydride carbonique (Al-Khatib et Paulsen, 1999 in Oukarroum, 2007).

- **Effet sur la respiration**

L'action de la température sur la respiration est analogue à celle que l'on rencontre pour tous les phénomènes métaboliques, avec une montée sensiblement conforme à la loi d'Arrhenius, de 0 à 40°C ou 50°C puis une brusque redescende qui traduit la dénaturation des protéines (Heller et al., 1989).

- **Sur la croissance**

Il faut remarquer que si les hautes températures dégradent les structures vivantes et si les tissus meurent lorsqu'ils sont portés au-delà de 125 à 150°C, par contre le froid les empêche seulement de se développer.

L'effet de la température sur la croissance et la résultante de son action sur la photosynthèse et les réactions métaboliques mais aussi sur l'alimentation hydrique et minérale. (Heller et al., 1989).

- **Les membranes**

Les parois et les membranes des organites cellulaires jouent un rôle vital dans le fonctionnement des cellules. Les hautes températures peuvent endommager ces membranes (la membrane nucléaire, la membrane de la réticulum endoplasmique, de la mitochondrie et du chloroplaste (Amutha et al., 2007).

Une lésion aux membranes due à un stress soudain de chaleur peut provenir soit de la dénaturation des protéines membranaires soit de la fonte des lipides membranaires qui conduit à la rupture des membranes et à, la perte du contenu cellulaire (Ahrens et Ingram, 1988).

- **Les mécanismes de tolérance à la chaleur**

Les mécanismes de tolérance sont variés, les plantes ont mis au point plusieurs mécanismes adaptatifs thermo-tolérants qui leur permettent de tolérer les hautes températures. Il existe trois aspects majeurs de thermo tolérance :

- (1) la dépendance thermique au niveau biochimique et métabolique ;
- (2) la tolérance thermique en relation avec la stabilité membranaire ;
- (3) la production de protéines de choc thermique ;

- **Processus biochimique**

Les effets de la température sur les vitesses de réactions biochimiques peuvent être modélisés comme le produit de deux fonctions, une vitesse de réaction progressive croissant exponentiellement et une chute exponentielle résultant d'une dénaturation enzymatique avec l'augmentation de la température.

La défaillance d'un seul système enzymatique critique peut causer la mort d'un organisme. Ce fait peut expliquer pourquoi la plupart des espèces de culture survivent à des températures élevées prolongées jusqu'à une gamme assez étroite de 40°C à 45°C. La relation entre l'environnement thermique d'un organisme et la dépendance thermique des enzymes a été bien établie (Senioniti et al., 1986).

La dépendance thermique de la vitesse apparente de réaction pour des enzymes sélectionnées peut indiquer la gamme thermique optimale pour une plante. La gamme dans laquelle la constante apparente de Michaelis-Menten pour le CO<sub>2</sub> (K<sub>m</sub>) est minimale et stable est appelée la fenêtre cinétique thermique (Mahan et al., 1987).

### **III.2.3.2. Stress thermique par les basses températures**

C'est l'abaissement et la variation brutale des propriétés physiques de la température (Encarta, 2003). IL évoque un manque de chaleur, on l'associe à des sensations désagréables. Les végétaux sont capable de résister à la congélation (<< 0° C). La résistance au froid peut être acquise par un prétraitement (endurcissement).

Le froid (températures basses positives) exerce des effets défavorables ou bénéfiques sur les végétaux, selon leurs caractéristiques physiologiques et leur stade de développement (Daniel C., 1992). Selon Andrews 1987, l'exposition directe à des températures gélives peut causer des dommages considérables aux plantes De tels dommages peuvent modifier la tolérance des plantes face à d'autres stress ou même les détruire

Les espèces sont divisées en trois catégories (Pearce, 1999 in Côme, 1992) :

- Les plantes tolérantes au gel qui sont capables de s'acclimater pour survivre à des températures inférieures à 0°C.
- Les plantes tolérantes au froid mais sensibles au gel qui sont capables de s'acclimater à des températures inférieures à 12°C mais ne survivent pas à un gel.
- Les plantes sensibles au froid pour lesquelles des températures inférieures à 12°C entraînent des dommages.

### **III.2.3.2.1. Effet du froid sur les fonctions physiologiques**

- **Sur la photosynthèse**

L'effet global de la température sur l'activité photosynthétique que l'on mesure généralement par l'incorporation du CO<sub>2</sub>, et donc la résultante de multiples effets sur des étapes élémentaires du processus photosynthétique. De plus, la réponse de l'incorporation du CO<sub>2</sub> à la température est une fonction de l'intensité de l'éclairage et de la concentration en CO<sub>2</sub>. On peut résumer ces processus par les étapes suivantes :

- ❖ Diminution des réactions métabolismes carbonés ;
- ❖ Inhibition de la photo respiration ;
- ❖ Agit sur la capacité de transfert d'électrons des membranes photosynthétique,
- ❖ Agit sur l'activité des enzymes clés intervenant dans le métabolisme carboné et qui peut limiter l'activité photosynthétique.

- **Sur la respiration**

Le rôle de la respiration est de fournir une source d'énergie utilisable (ATP) par toutes les réactions du métabolisme cellulaire. Entre 0-20°C l'abaissement de la température provoque une diminution de l'intensité respiratoire (Aussenac., 1973). L'effet sur la respiration globale des tissus n'est en fait qu'une traduction de l'effet de la température au niveau des processus plus élémentaires.

La capacité des mitochondries extraites d'un tissu végétal à oxyder un substrat du cycle de Krebs est très sensible à la température, la réduction de la vitesse du transport de ces électrons à nécessairement des répercussions au niveau de la synthèse d'ATP et de la fourniture d'énergie aux tissus.

- **Sur les membranes**

Lors de l'acclimatation au froid, une augmentation du taux d'instauration des acides gras constituant des lipides membranaires et une augmentation du rapport phospholipides sur protéines sont observées dans les membranes. L'asymétrie des lipides de la membrane semble contribuer à la stabilité de cette dernière à basse température (Sung et al. 2003). Ces changements empêchent la fuite d'électrolytes ou d'autres molécules de la cellule vers le milieu extérieur et la perturbation du fonctionnement des protéines de transport qui ont un rôle important dans le contrôle des flux métaboliques.

### **III.2.3.2.2. L'endurcissement**

L'endurcissement se définit comme l'acquisition de résistance au gel par la plante. Si l'arrivée du froid est progressive (comme souvent dans la nature), les mécanismes de compensation peuvent aboutir à la résistance de certaines plantes aux basses températures (Côme, 1992).

L'acclimatation est un processus réversible qui disparaît une fois que les températures remontent au-dessus de zéro (un redoux pendant l'hiver ou le retour des conditions printanières) (Fisher, 2004)

L'acclimatation au froid déclenche plusieurs modifications biochimiques et physiologiques (augmentation des concentrations en sucres, en protéines solubles, en acides organiques, en ions de calcium et en acide asismique), ainsi que de la synthèse de nouvelles protéines et des modifications de la composition en lipide des membranes. Ces variations résultent de changement dans l'expression de certains gènes.

# Chapitre IV :

## Matériel et méthodes

#### **IV.1. Matériel végétal**

Le matériel végétal est constitué par des sujets de *Ficus retusa* âgés de 4 ans, plantés sur les boulevards des routes dans les quatre stations suivantes : Boussouf, Stade Hamlaoui, Bab el kantara et la salle zénith, ils sont exposés aux conditions naturelles de la région de Constantine.

##### **IV.1.1. Expérimentation en milieu naturel**

- Comptage des pieds de *Ficus retusa* et diagnostique de leurs état sanitaire ;
- Mesure de la hauteur et la circonférence dans chaque station sur 5 pieds ;
- Mesure du taux de chlorophylle par le SPAD sur 5 pieds à raison de 3 mesures pour les feuilles adultes et trois pour les jeunes feuilles dans les quatre stations ;
- Mesure de l'intensité lumineuse par le luxmètre.

##### **IV.1.2. Matériel utilisé**

###### **❖ SPAD (Soil Plant Analysis Development)**

Le taux de chlorophylle est mesuré à l'aide de chlorophylle mètre (Spad-502 plus) sur les feuilles du *Ficus retusa*. Chaque mesure est en fait la moyenne de 6 échantillons (unité SPAD).

L'appareille a la forme d'une pince que l'on tient dans la main .il est compact et léger entre dans n'importe quelle poche .il mémorise jusqu'à 30 mesures qui peuvent êtres affichés une à autre.

Le chlorophylle-mètre est utilisé pour évaluer la teneur en azote des feuilles puisque la majeure partie de l'azote est contenue dans la chlorophylle. Il suffit de fermer la pince vide sur elle-même pour étalonner l'instrument. Il réalise des mesures rapides sans endommager les feuilles des plantes.



**Image 07. L'appareil SPAD (Soil Plant Analysis Development)**

❖ **SIG (système d'information géographique)**

L'établissement des cartes de pente, d'exposition et d'altitude de la région de Constantine est réalisé à l'aide du système d'information géographique (SIG) et Google earth.

**IV.2. Analyse climatique**

Le rassemblement et la collecte des données climatiques (Températures tri horaires, minimale, maximale et Précipitation) à partir des données de la station météorologique de l'aéroport Mohamed Boudiaf pour une période s'étalant de 2007 à 2017.

**IV.3. Analyse statistique des données climatiques**

Cette analyse traite des données thermiques journalières des quatre saisons (hivernale, estivale, automnale et printanière) sur une période de dix ans (2007-2017), afin de tirer les caractères climatiques suivants de la station de Constantine :

- Variabilité journalière des températures tri horaires pour les 11 années ;
- Variabilité mensuelle des températures tri horaires pour la même période ;
- Variabilité saisonnière des températures tri horaires pour la même période ;
- Variabilité annuelle des températures tri horaires pour la même période ;
- L'intensité et la durée des températures extrêmes critiques pour la même période.

Les résultats, présentés sous forme de courbes ou d'histogrammes, qui ont été réalisés par Excel.

# Chapitre V :

## Résultats et discussion

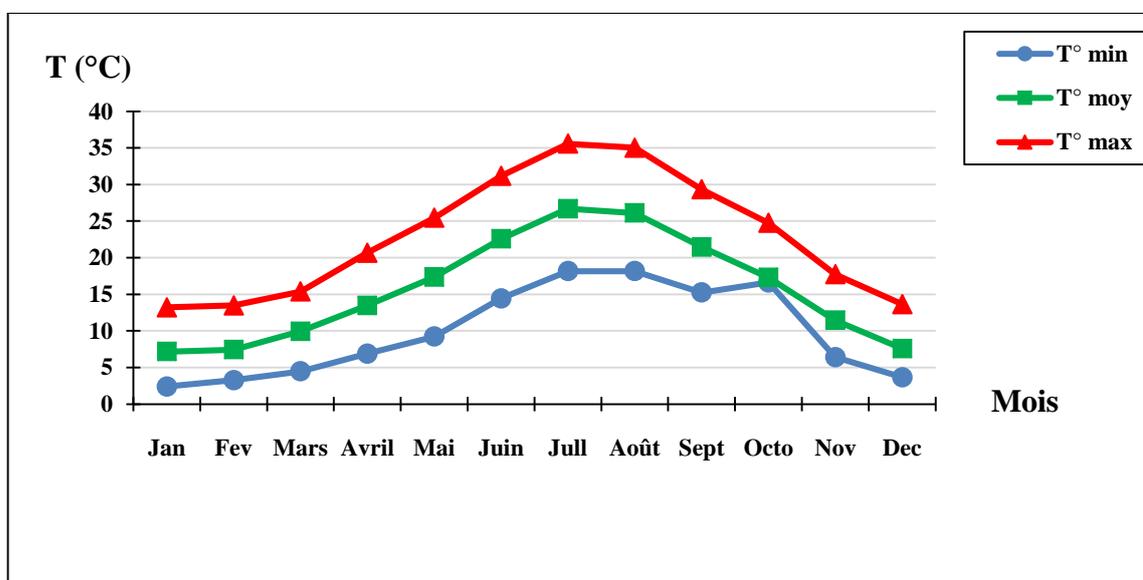
### V.1. Analyse des températures moyennes mensuelles de la période 2007-2017

L'analyse des températures minimales et maximales pour la période 2007-2017 montre une variabilité importante pendant la saison hivernale et estivale. (tab.07 et fig.06)

**Tableau 07.** Températures mensuelles moyennes dans la région de Constantine durant la période 2007-2017

Mois T (°C)	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Moyen
T° min	2.39	3.27	4.46	6.88	9.21	14.43	18.16	18.17	15.24	12.62	6.4	3.65	9.57
T° mensuel	7.16	7.44	9.93	13.47	17.35	22.57	26.69	26.09	21.45	17.28	11.45	7.59	15.71
T° max	13.2	13.48	15.38	20.68	25.45	31.15	35.56	35.03	29.33	24.75	17.73	13.65	22.93

La température moyenne mensuelle dans la région de Constantine durant la période 2007-2017 varié de 7.16°C au mois de janvier à 26.69°C au mois de juillet (fig. 06).



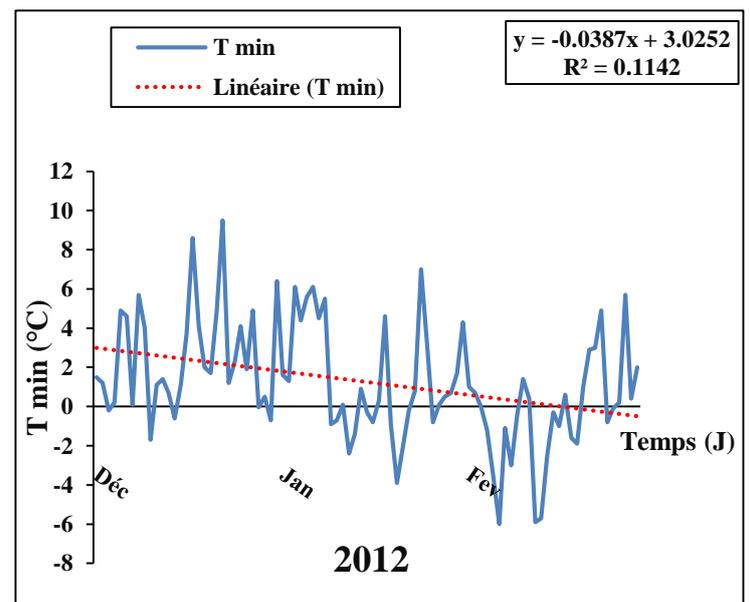
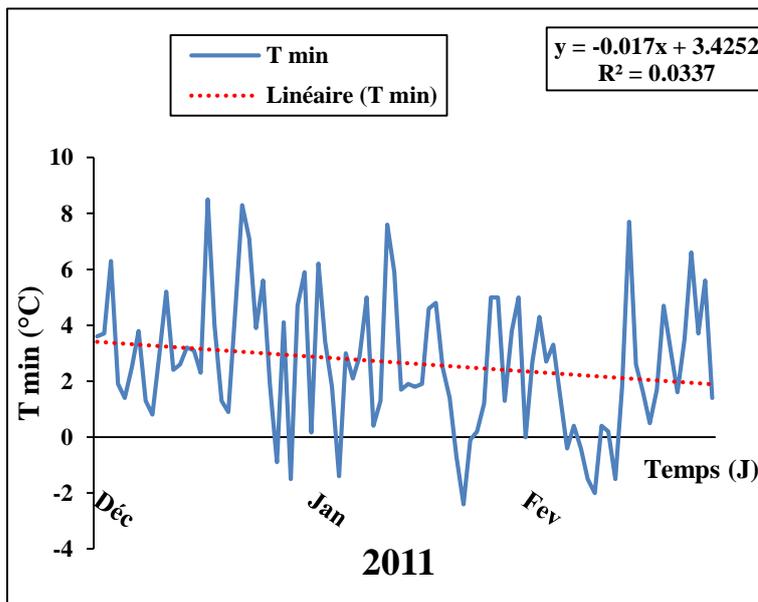
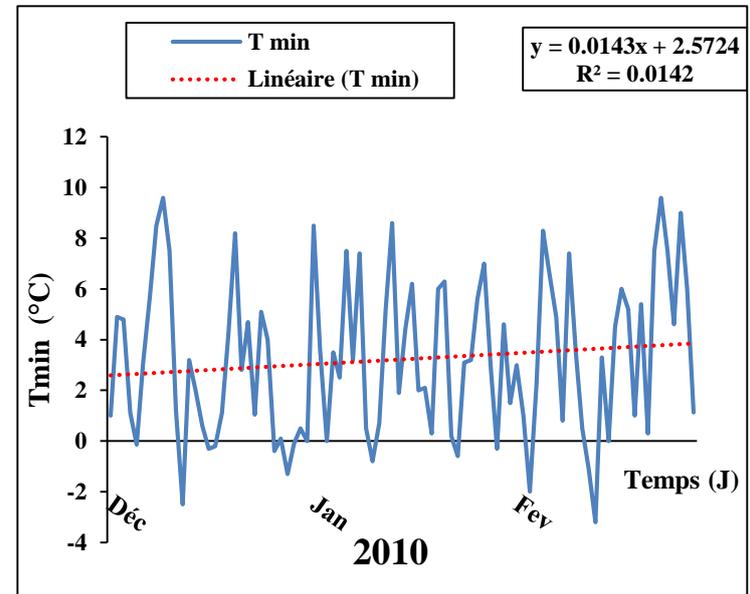
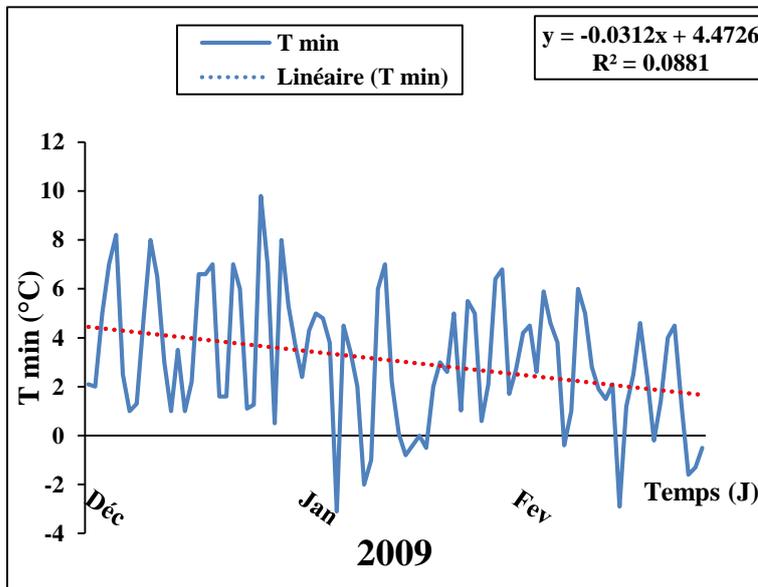
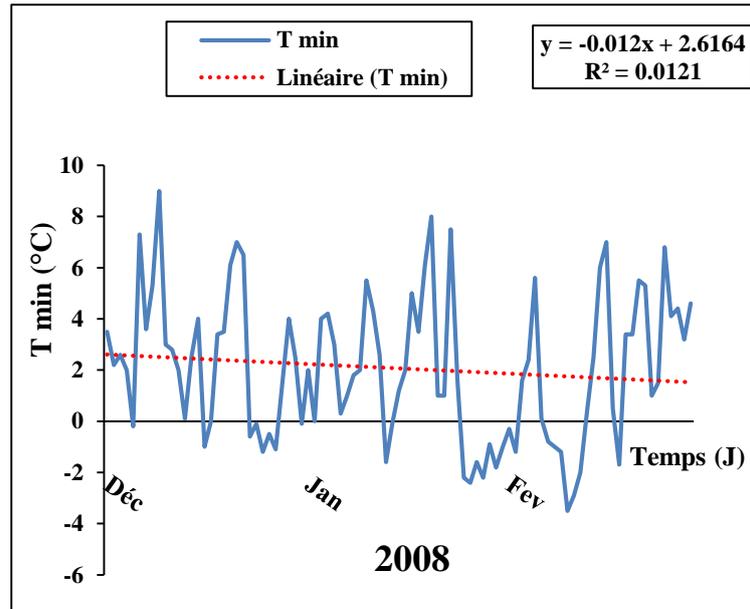
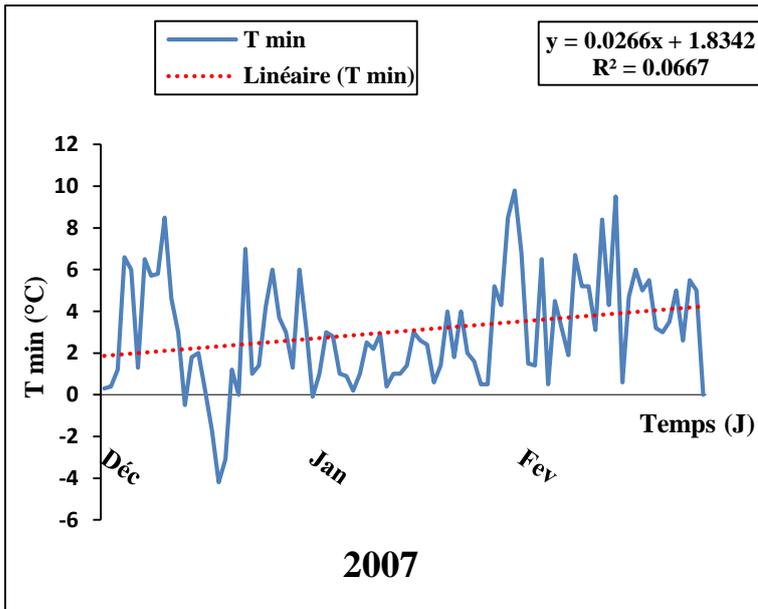
**Figure 06.** Températures mensuelles moyennes de la région de Constantine (2007-2017)

La température minimale sur une période de 11 ans varie de 2.39°C au mois de janvier à 18.17°C au mois d'août, alors que la température maximale est estimée à 13.2°C au mois de janvier et 35.56 au mois de juillet.

### V.2. Variabilité thermique annuelle hivernale et estivale

#### V.2.1. Variabilité thermique annuelle hivernale

Les températures minimales journalières de la saison hivernale pour chaque année sont représentées sur la figure 07.



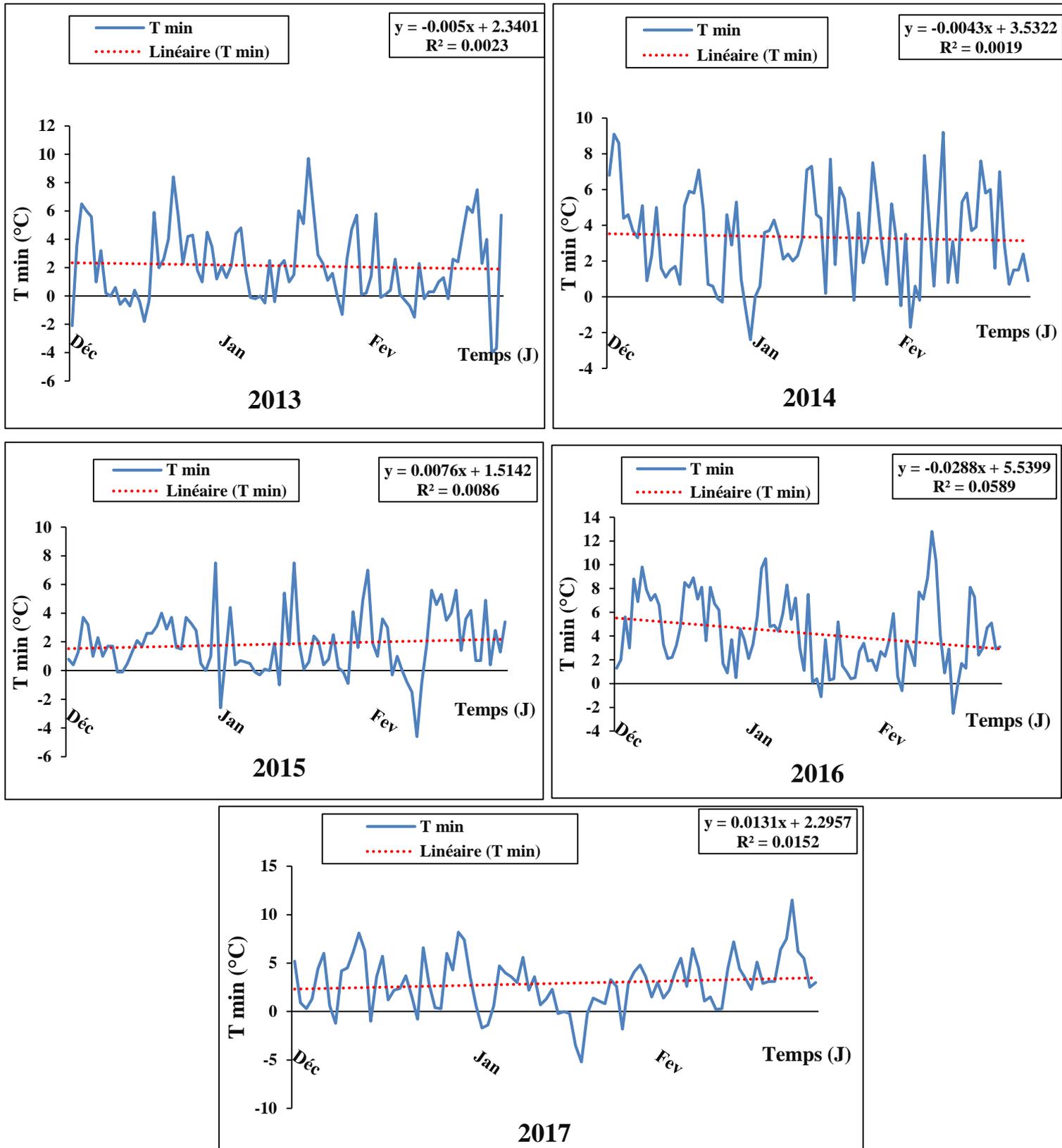
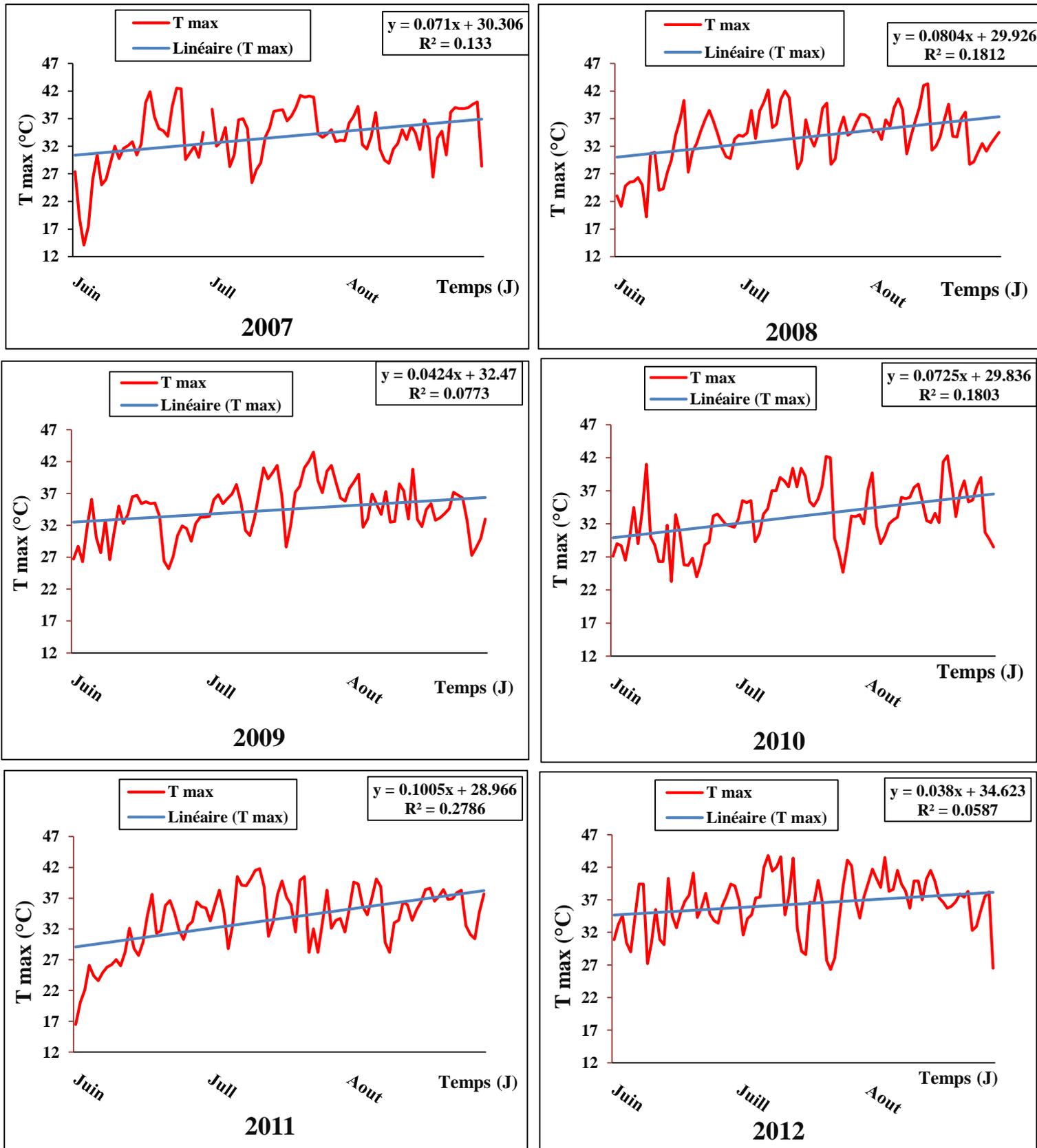


Figure 07. Variabilité thermique de la saison froide

La courbe des tendances montre qu'il y a un refroidissement pour les années 2008, 2009, 2011, 2012, 2013, 2014, 2016 et un léger réchauffement pour les années 2007, 2010, 2015, 2017.

### V.2.2. Variabilité thermique annuelle estivale

Les températures maximales journalières de la saison estivale pour chaque année sont représentées sur la figure 08.



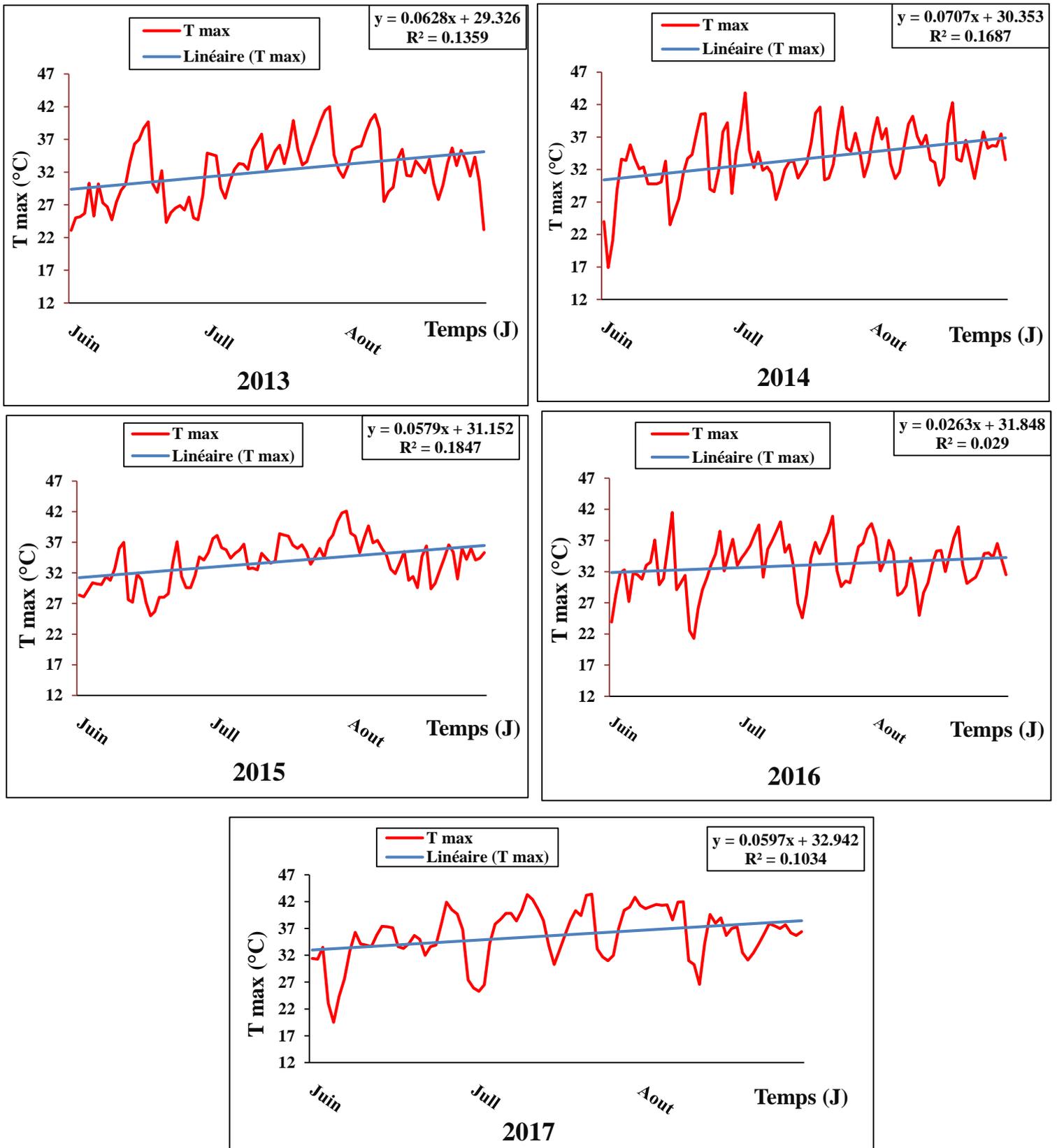


Figure 08. Variabilité thermique de la saison estivale

Pour les températures maximales on observe une tendance au réchauffement pour toutes les années.

### V.3. Evolution des températures maximales et minimales

- **Durant la période (2007-2017)**

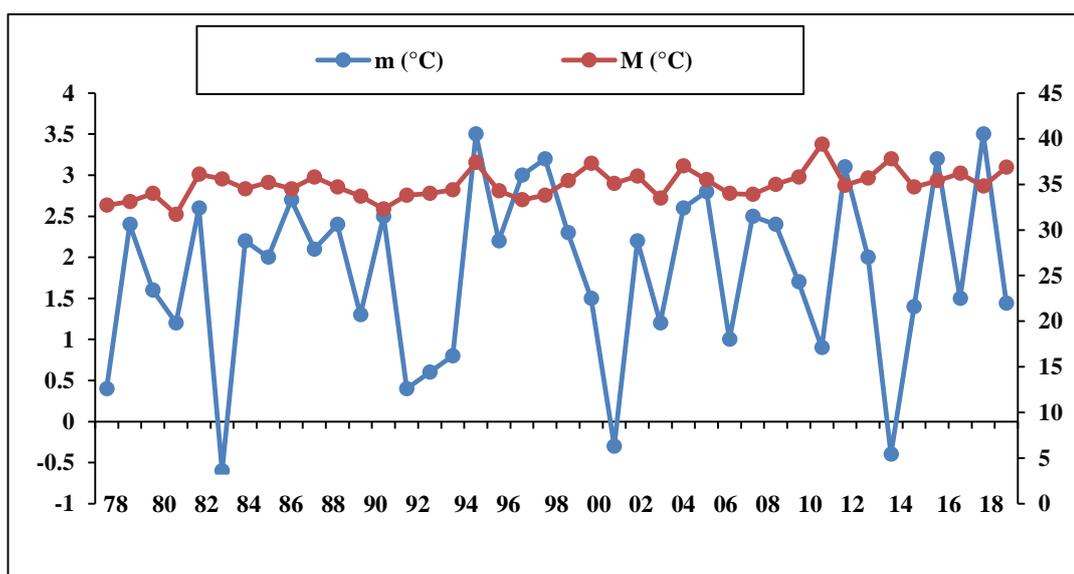
L'évolution des températures maximales et minimales montre une variabilité de  $-0.4^{\circ}\text{C}$  à  $3.5^{\circ}\text{C}$  pour m et  $34.7^{\circ}\text{C}$  à  $39.4^{\circ}\text{C}$  pour M, pour une moyenne calculée de  $36.05^{\circ}\text{C}$  pour M et  $1.89^{\circ}\text{C}$  pour m (tab.08).

**Tableau 08.** Températures maximales et minimales de la région de Constantine durant la période 2007-2017

Année	M ( $^{\circ}\text{C}$ )	m ( $^{\circ}\text{C}$ )
2007	35	2,4
2008	35,8	1,7
2009	39,4	0,9
2010	34,9	3,1
2011	35,7	2
2012	37,8	-0,4
2013	34,7	1,4
2014	35,4	3,2
2015	36,2	1,5
2016	34,8	3,5
2017	36,87	1,44
Moyenne	36,05	1,89

- **Durant la période 1978-2017**

La figure 09 présente l'évolution des températures maximales et minimales durant la période 1978-2017. On observe beaucoup plus de pics pour la température minimale



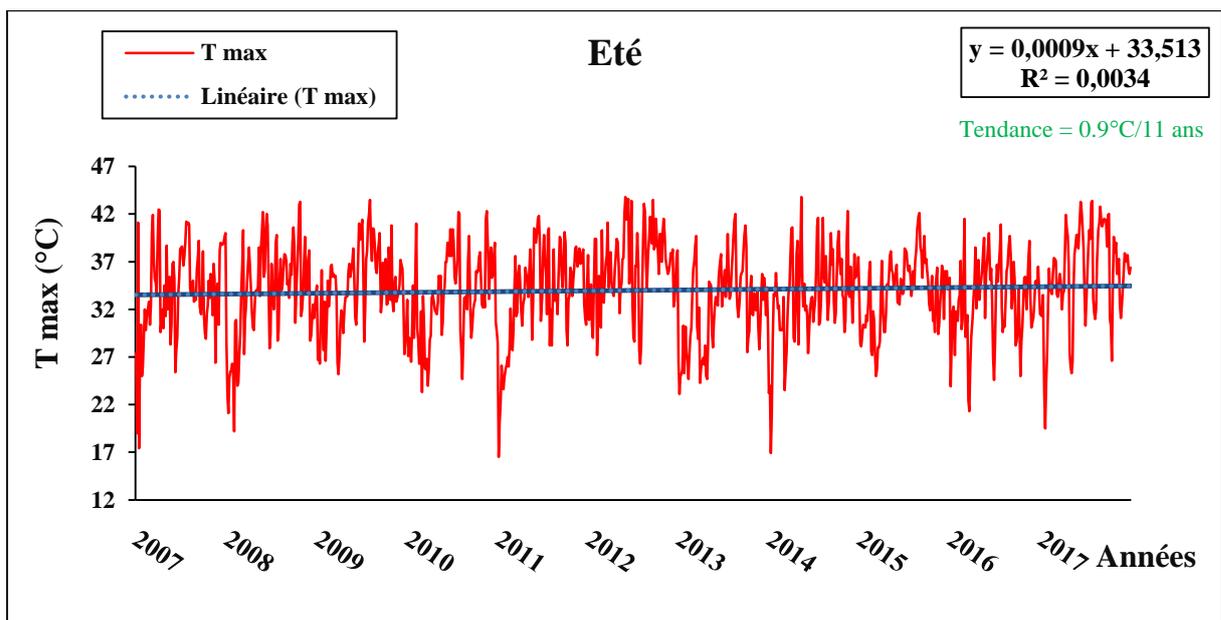
**Figure 09.** Variabilité des températures maximales et minimales dans la région de Constantine durant la période 1978-2017

#### V.4. Tendances thermiques des saisons

Les figures 10 et 11 présentent des variabilités importantes pour les saisons hivernales et estivales durant la période 2007-2017. Ces variabilités thermiques permettent d'observer les contraintes thermiques auxquelles sont soumises les plantations de *Ficus retusa*.

- **Evolution des températures maximales de la saison estivale dans la région de Constantine pour la période 2007-2017**

La figure 10 présente l'évolution des températures maximales de la saison estivale durant la période 2007-2017



**Figure 10. Evolution des températures maximales de la saison estivale (2007-2017)**

On constate une variabilité importante des températures estivales, allant de 16,5°C à plus de 43°C. Le réchauffement est plus marqué par rapport à la moyenne thermique estivale, la courbe de tendance montre un réchauffement estimé 0,9°C pour la période étudiée.

- **Evolution des températures minimales de la saison hivernale dans la région de Constantine durant la période 2007-2017**

La figure 11 montre la variabilité des températures minimales de la saison hivernale pour la période 2007-2017.

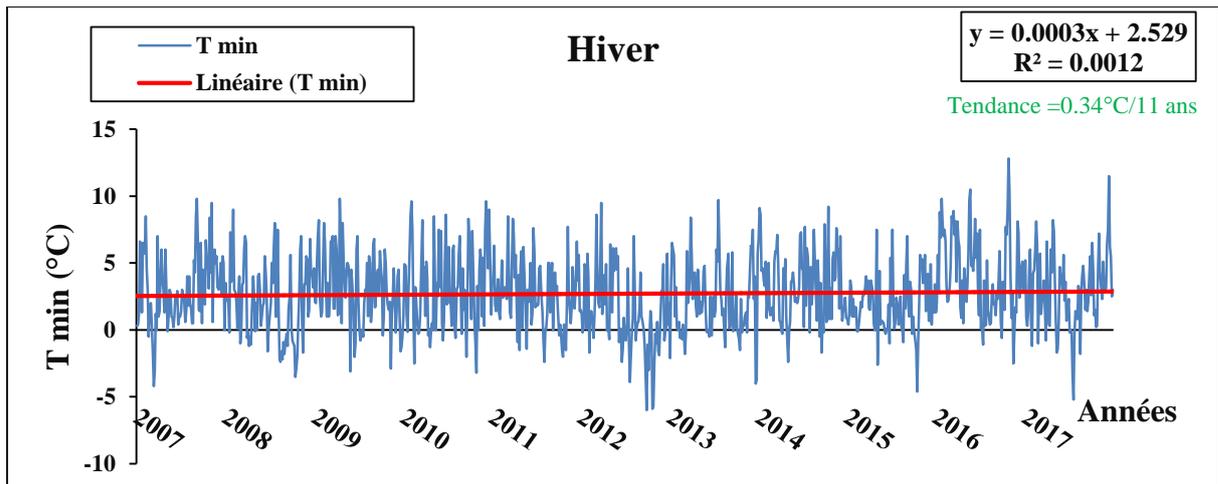


Figure 11. Evolution des températures minimales de la saison hivernale (2007-2017)

Pour la période considérée, on constate une forte variation des températures minimales, comprise entre  $-6^{\circ}\text{C}$  à plus de  $12^{\circ}\text{C}$  (fig.11). Le refroidissement est marqué par la courbe de tendance où la température est estimée à  $0.34^{\circ}\text{C}$  pour la période 2007-2017.

### V.5. Analyse des stress thermiques pour les saisons hivernales et estivales

Pour la période s'étalant de 2007 à 2017, nous avons calculé la moyenne des maxima du mois le plus chaud ( $M=36.05^{\circ}\text{C}$ ) et la moyenne des minima du mois le plus froid ( $m=1.89^{\circ}\text{C}$ ) pour mieux définir les périodes froides et chaudes pour la région de Constantine.

#### V.5.1. Détermination des stress

Pour la période froide, une température est stressante lorsqu'elle est inférieure à  $m=1.89^{\circ}\text{C}$  ; pour les périodes chaudes la température est stressante lorsqu'elle supérieure à  $M=36.05^{\circ}\text{C}$ .

Les stress thermiques sont déterminés à partir des quatre paramètres suivants :

✚ **La date du stress**

✚ **La durée du stress** (en heures).

✚ **Le poids** : en degrés Celsius, avec  $1.89^{\circ}\text{C}$  de température minimale comme référence ;

Exemple 1 : une température minimale de  $0.2^{\circ}\text{C}$  aura un poids de :  $1.89^{\circ}\text{C} - (0.2^{\circ}\text{C}) = 1.69^{\circ}\text{C}$ .

Exemple 2 : une température maximale de  $36.8^{\circ}\text{C}$  aura un poids de :  $36.8^{\circ}\text{C} - (36.05^{\circ}\text{C}) = 0.75^{\circ}\text{C}$ .

On fait la somme de ces valeurs pour toute la durée de stress.

✚ **L'intensité du stress** : (en degrés Celsius/heure), c'est le rapport du poids sur la durée.

### V.5.2. Détermination des stress thermiques pour la période 2007-2017

Le nombre de stress thermiques déterminé pour la période 2007-2017 est présenté dans le tableau 09.

**Tableau 09.** Quantification des stress thermiques à Constantine pour la période 2007-2017

Année	stress de froid				stress de chaleur			
	Nombre de stress	Durée de stress (h)	Poids (°C)	Intensité (°C/h)	Nombre de stress	Durée de stress (h)	Poids (°C)	Intensité (°C/h)
2007	23	138	53,62	6,83	27	153	109,85	16,71
2008	61	315	103,42	19,19	32	147	89,75	17,93
2009	20	99	101,87	18,91	25	129	96,6	15,78
2010	30	174	100,11	15,20	20	108	73	11,29
2011	25	117	85,31	13,41	22	111	85,8	16,20
2012	57	453	264,8	25,35	45	249	187,3	29,91
2013	45	303	125,18	16,98	12	57	44,75	8,39
2014	26	168	56,26	7,38	23	120	76,4	13,34
2015	45	243	87,09	14,53	19	78	33,8	6,68
2016	20	87	27,61	4,98	18	75	45,75	10,12
2017	28	198	101,61	11,94	41	222	182,2	29,828
<b>Total</b>	380	2295	1106,88	154,69	284	1449	1025,2	176,19

On enregistre 380 stress de froid et 284 stress de chaud, concernant le stress de chaleur, la plus grande durée enregistrée est observée durant l'année 2012 avec 249 heures, où le nombre de stress est égal à 45, alors que l'année 2013 présente moins de stress (150 heures), tandis que la saison hivernale présente 380 stress avec une durée de 2295 heures, dont le plus court est de 87 heures durant l'année 2016 et le plus long est de 315 durant l'année 2008.

En ce qui concerne les stress observées sur les plantations de *Ficus retusa* entre 20014-2017 il apparait que le nombre de stress de froid est de 119 avec une durée de 696 alors que le nombre de stress de chaleur est de 101 avec une durée de 495.

Les figures 12 et 13 montrent la répartition des stress thermiques des saisons hivernales et estivales avec leurs durées, intensités et poids.

La taille des sphères est proportionnelle au poids de stress : plus les sphères sont petites plus le poids de stress est faible.



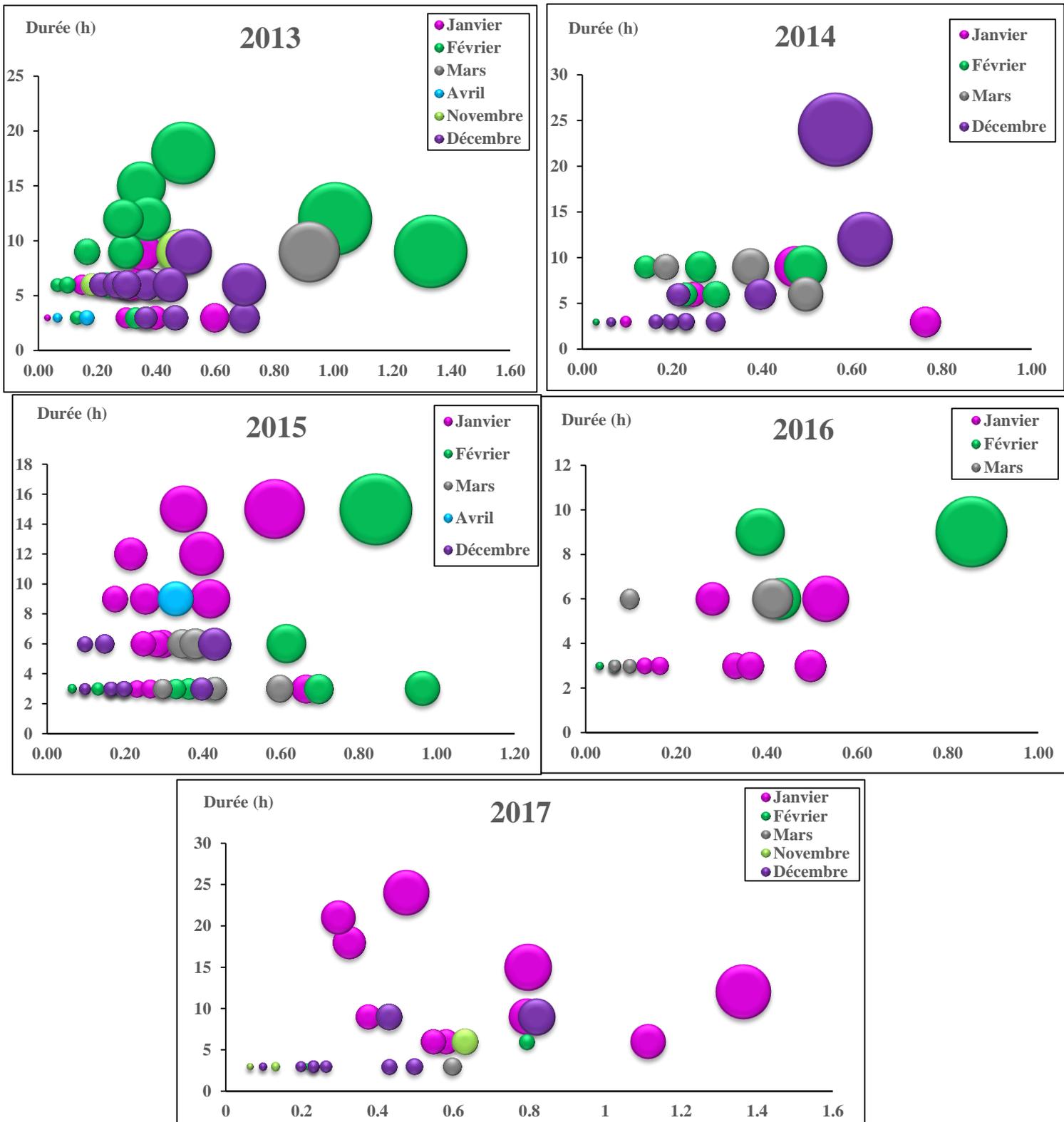
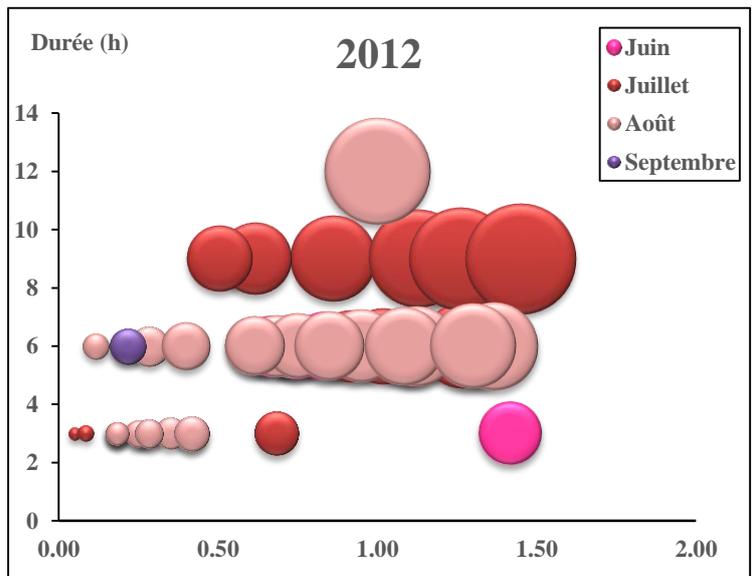
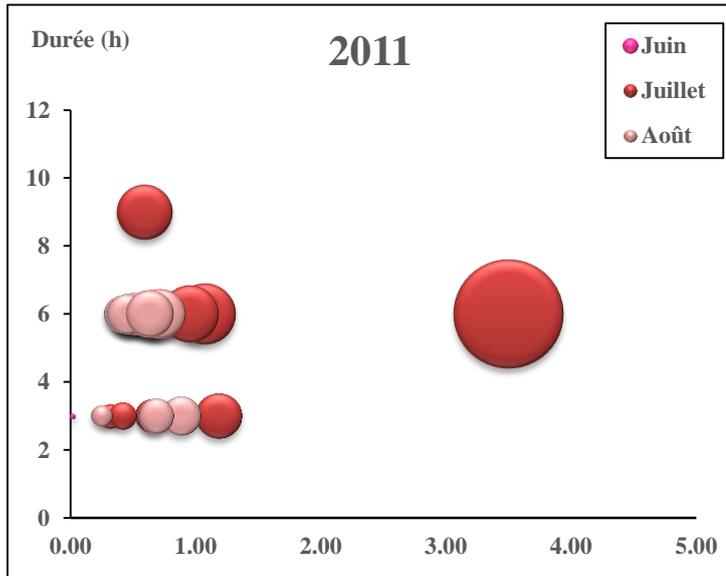
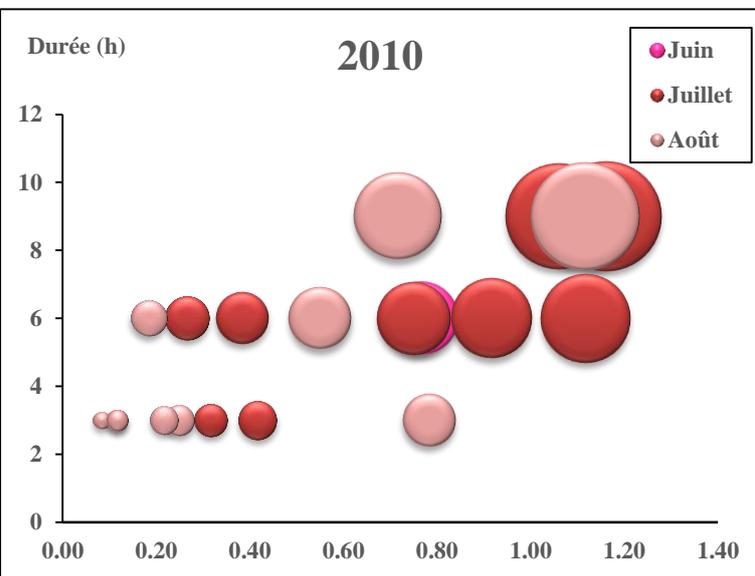
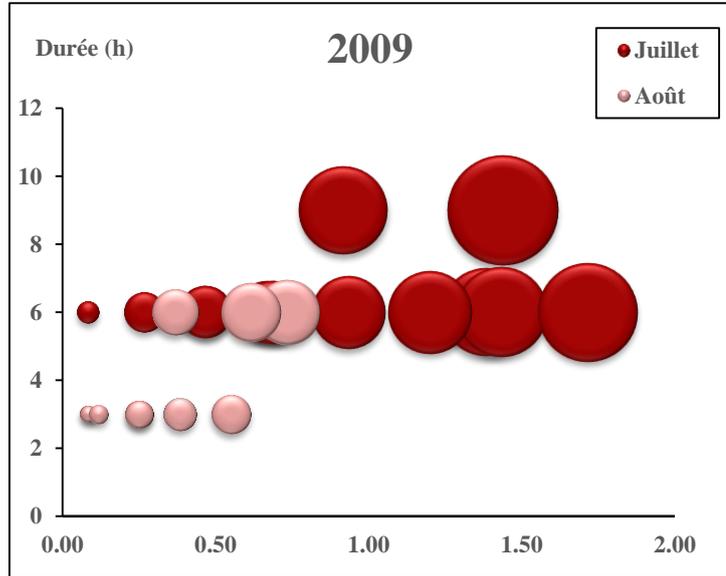
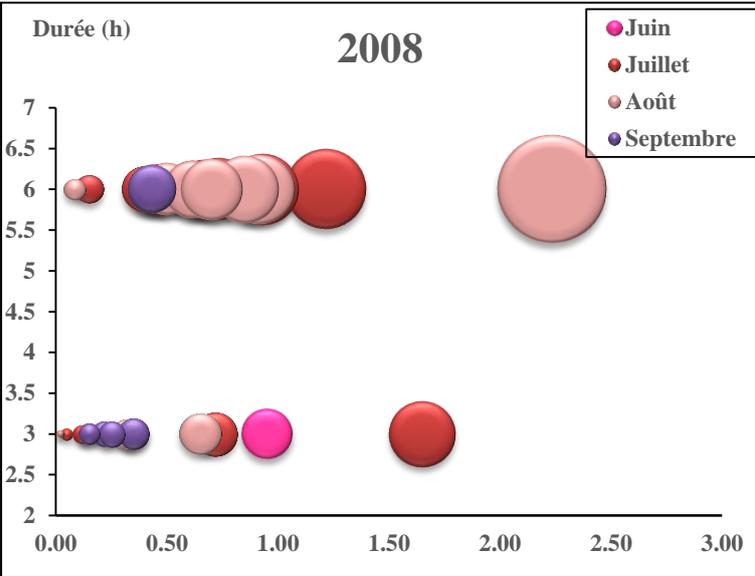
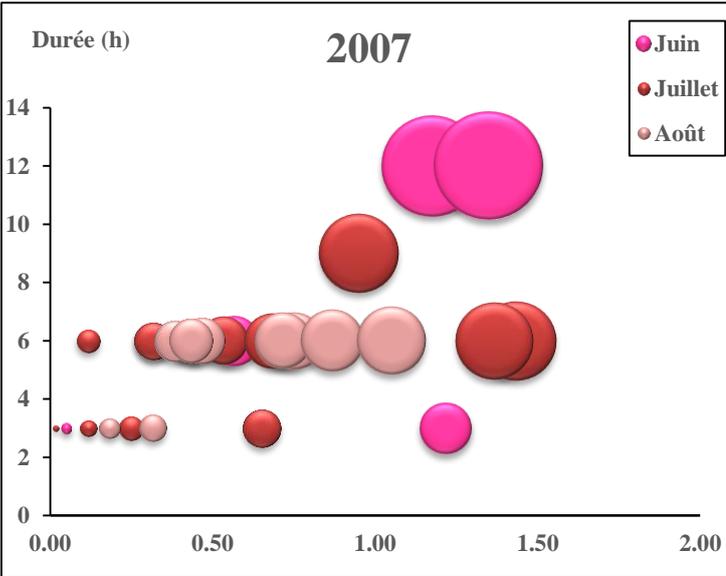


Figure 12. Stress thermiques de froid enregistrés durant la période 2007-2017 à Constantine.

Il apparait que les années 2008-2012-2013 et 2017 sont les plus froides avec un nombre important de stress ; ces derniers sont observés jusqu'au mois du Mai pour l'année 2008.



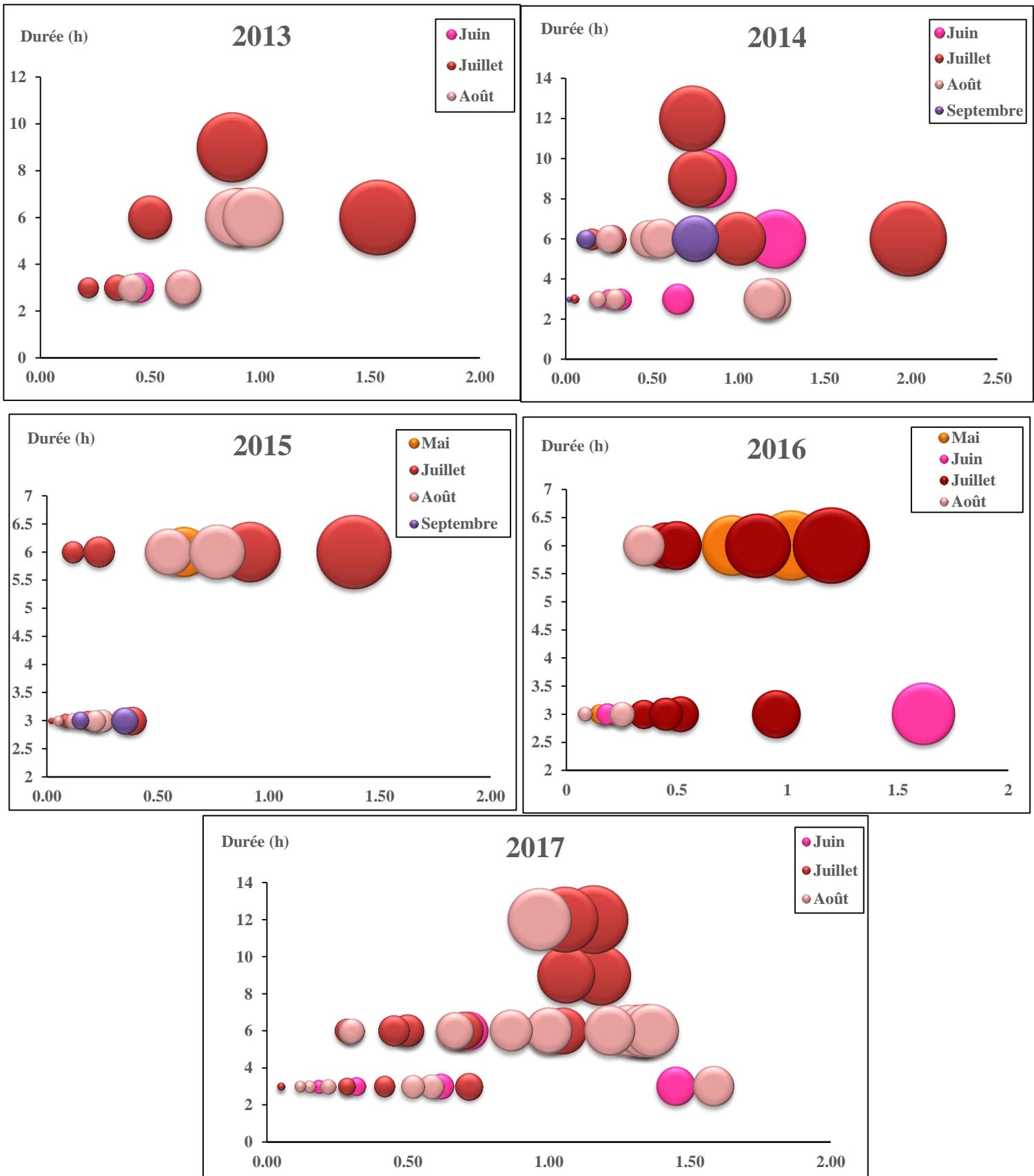


Figure 13. Stress thermiques de chaleur enregistrés durant la période 2007-2017 à Constantine.

Il apparaît que les années 2008-2012-2014 et 2017 sont les plus chaudes avec un nombre important de stress ; ces derniers sont observés à partir du mois de Mai jusqu'à Septembre pour l'année 2015.

### V.6. Cumul thermique dans la région de Constantine durant la période 2007-2017

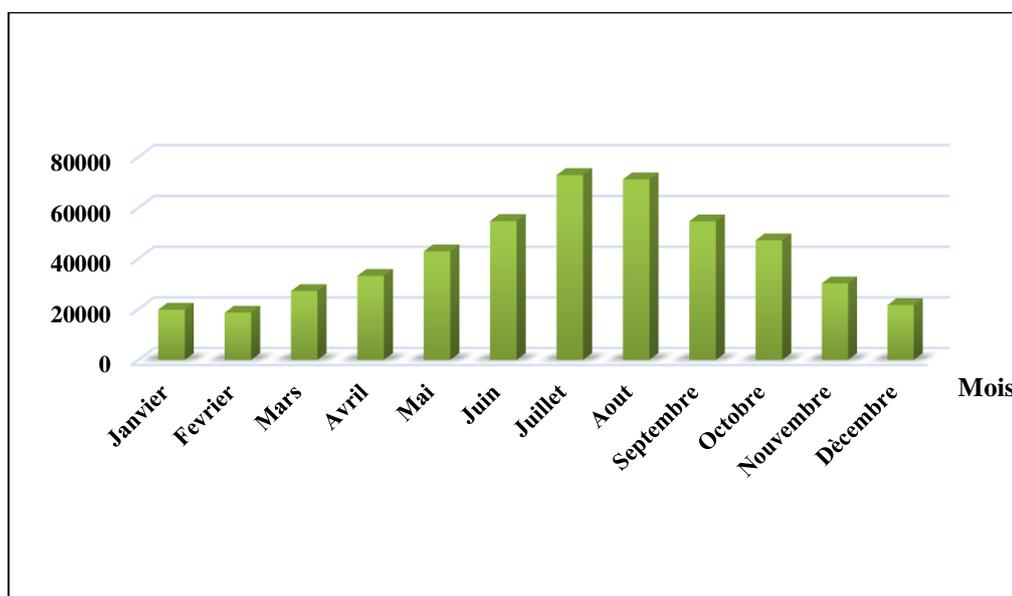
#### V.6.1. Cumul thermique mensuel

La figure 14 et le tableau 10 montrent qu'il y a une évolution graduelle du cumul mensuel avec une moyenne de 41227.525°C à Constantine.

**Tableau 10.** Cumul thermique mensuel (2007-2017)

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
<b>Cumul</b>	19844,7	18650,2	27206	33252,2	42893,1	54834	72923,3	71233,3	54715,4	47252,5	30233,5	21692,1
<b>Moyen</b>	41227,525											

On observe une valeur minimale de 19844,7°C au mois de janvier et une maximale au mois de juillet avec 72923,3°C.



**Figure 14.** Cumul thermique moyen mensuel à Constantine pour la période 2007-2017

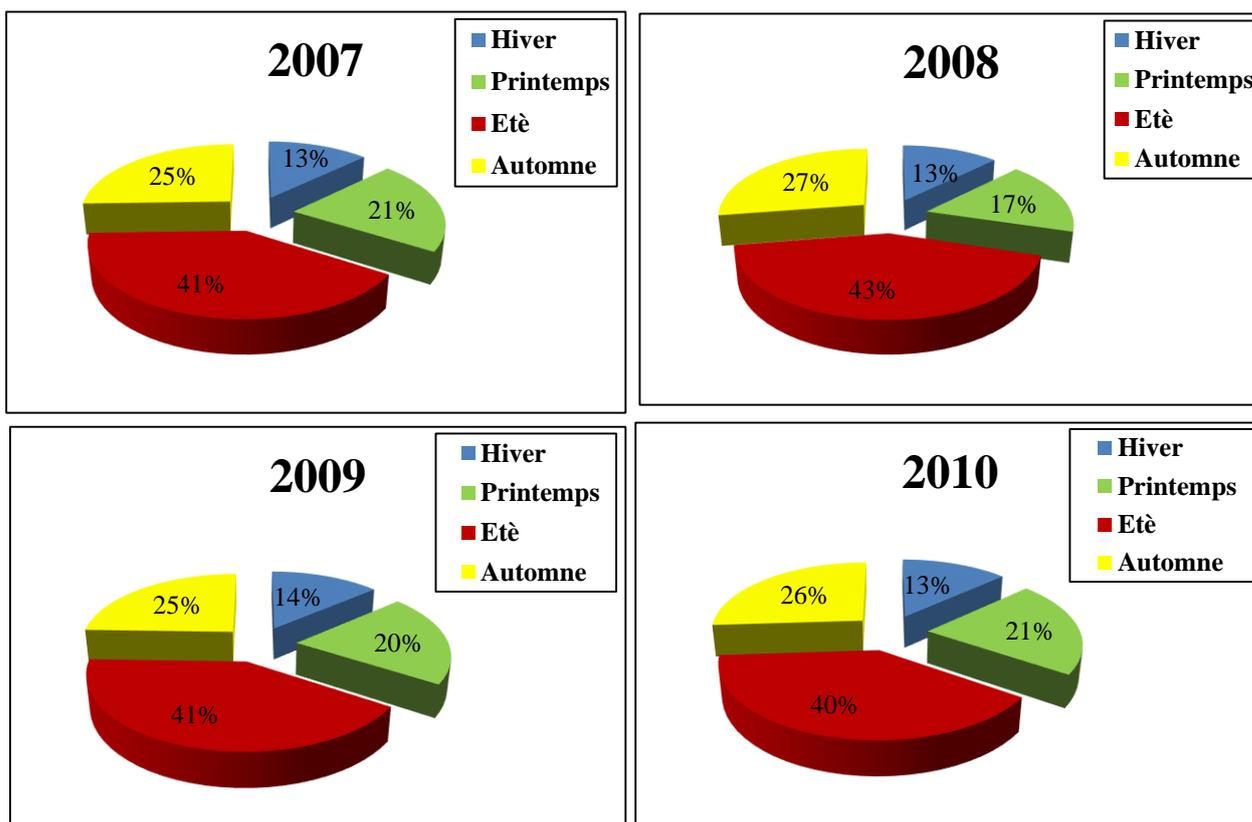
#### V.6.2. Cumul thermique annuel

Les cumuls thermiques annuels de la période 2007-2017 sont représentés par le tableau 11 et la figure 15.

Tableau 11. Cumul thermique annuel de la région de Constantine

Année	Hiver	Printemps	Eté	Automne	Régime thermique
2007	5850,6	9684,6	18489,9	11633,5	EAPH
2008	5422	7365,6	18441,7	11865,1	EAPH
2009	6247,3	9381,3	18879,4	11213	EAPH
2010	6007,5	9682,6	17869,7	11805,8	EAPH
2011	5180	10102,3	18166,2	12129,2	EAPH
2012	4309,4	9995,4	19956	12868,5	EAPH
2013	4759,2	10100,2	17357,2	12633,1	EAPH
2014	5813,5	10329,4	18309,6	11737,7	EAPH
2015	4765,7	10504,5	18611,6	12127,4	EAPH
2016	6623,5	5103,1	13020,2	12664,8	EAPH
2017	5208,3	11102,3	19889,1	11523,3	EAPH
Total	60187	103351,3	198990,6	132201,4	EAPH
moyenne	5471,5	9395,6	18090,1	12018,3	EAPH

La figure du régime thermique de la région de Constantine montre que l'été représente entre 35 % et 43 % du cumul thermique annuel.



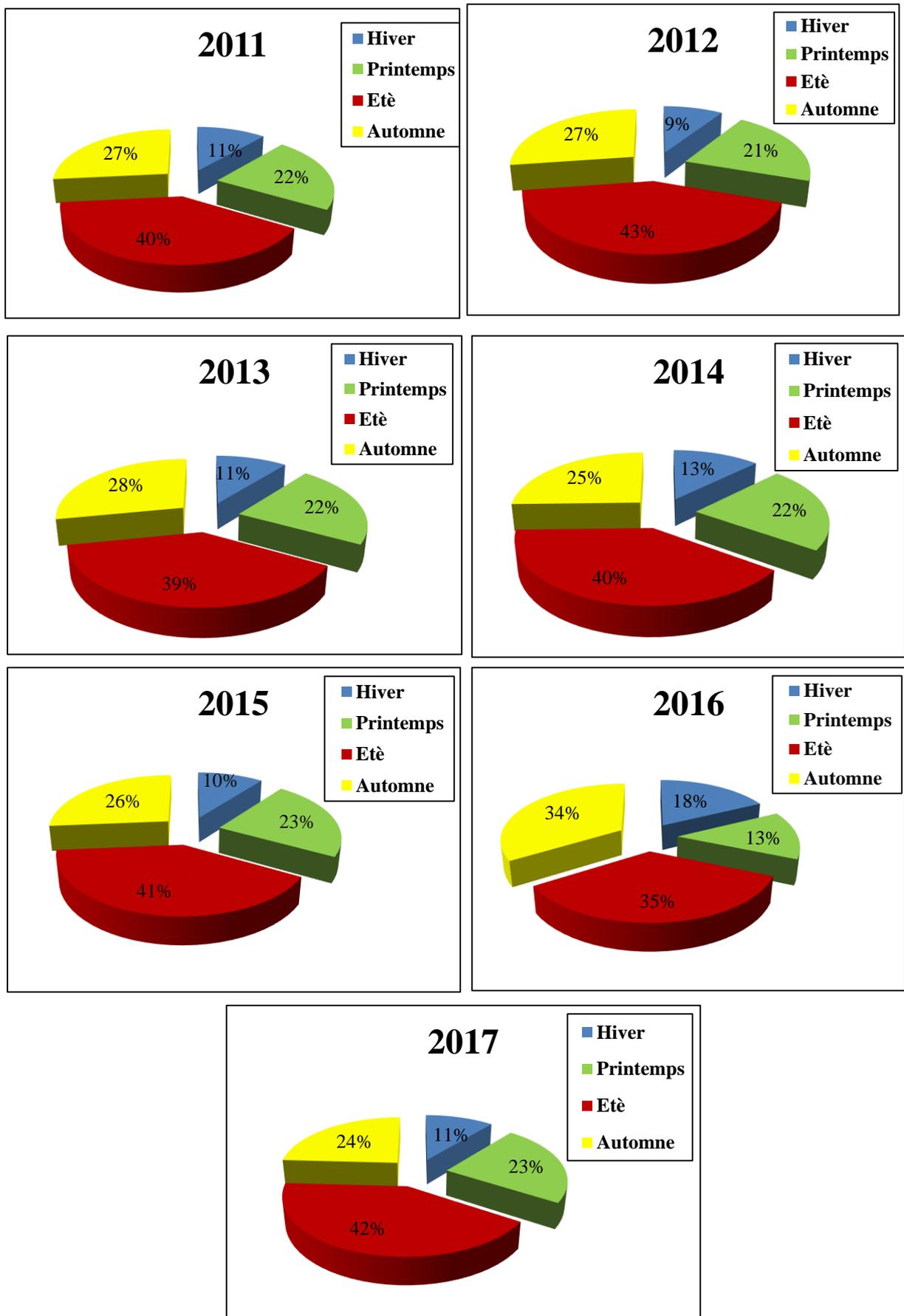


Figure 15. Cumul thermique annuel à Constantine pour la période 2007-2017

On observe que l'année 2017 est la plus froide, le régime thermique pouvait facilement basculer (pour le printemps 11102,3°C et pour l'automne 11523,3°C).

### V.6.3. Cumul thermique saisonnier

Le cumul thermique saisonnier est réparti d'une manière irrégulière :

- Durant la saison hivernale, le maximum du cumul thermique est enregistré durant l'année 2016 est de 6623,5°C (11%) ;
- Pour la période printanière le cumul est compris le maximum pondant l'année 2017 est de 11102,3°C (10,74%) ;
- La saison estivale, montre la valeur la plus élevée pondant l'année 2012 soit 19956°C (10,03%) ;
- Pour la saison automnale la valeur du cumul thermique pondant 2012 est de 12868,5°C (9.73%).

**Tableau 12.** Cumul thermique saisonnier de la région de Constantine (2007-2017)

	H			P			E			A		
	cumul	C°	%	cumul	C°	%	cumul	C°	%	cumul	C°	%
2007	5850,6	0,0972	9,72%	9684,6	0,0937	9,37%	18489,9	0,0929	9,29%	11633,5	0,0880	8,80%
2008	5422	0,0901	9,01%	7365,6	0,0713	7,13%	18441,7	0,0927	9,27%	11865,1	0,0898	8,98%
2009	6247,3	0,1038	10,38%	9381,3	0,0908	9,08%	18879,4	0,0949	9,49%	11213	0,0848	8,48%
2010	6007,5	0,0998	9,98%	9682,6	0,0937	9,37%	17869,7	0,0898	8,98%	11805,8	0,0893	8,93%
2011	5180	0,0861	8,61%	10102,3	0,0977	9,77%	18166,2	0,0913	9,13%	12129,2	0,0917	9,17%
2012	4309,4	0,0716	7,16%	9995,4	0,0967	9,67%	19956	0,1003	10,03%	12868,5	0,0973	9,73%
2013	4759,2	0,0791	7,91%	10100,2	0,0977	9,77%	17357,2	0,0872	8,72%	12633,1	0,0956	9,56%
2014	5813,5	0,0966	9,66%	10329,4	0,0999	9,99%	18309,6	0,0920	9,20%	11737,7	0,0888	8,88%
2015	4765,7	0,0792	7,92%	10504,5	0,1016	10,16%	18611,6	0,0935	9,35%	12127,4	0,0917	9,17%
2016	6623,5	0,1100	11,00%	5103,1	0,0494	4,94%	13020,2	0,0654	6,54%	12664,8	0,0958	9,58%
2017	5208,3	0,0865	8,65%	11102,3	0,1074	10,74%	19889,1	0,0999	9,99%	11523,3	0,0872	8,72%

La variabilité du cumul thermique saisonnier est comprise en moyenne entre 5 % et 11% (fig. 16)

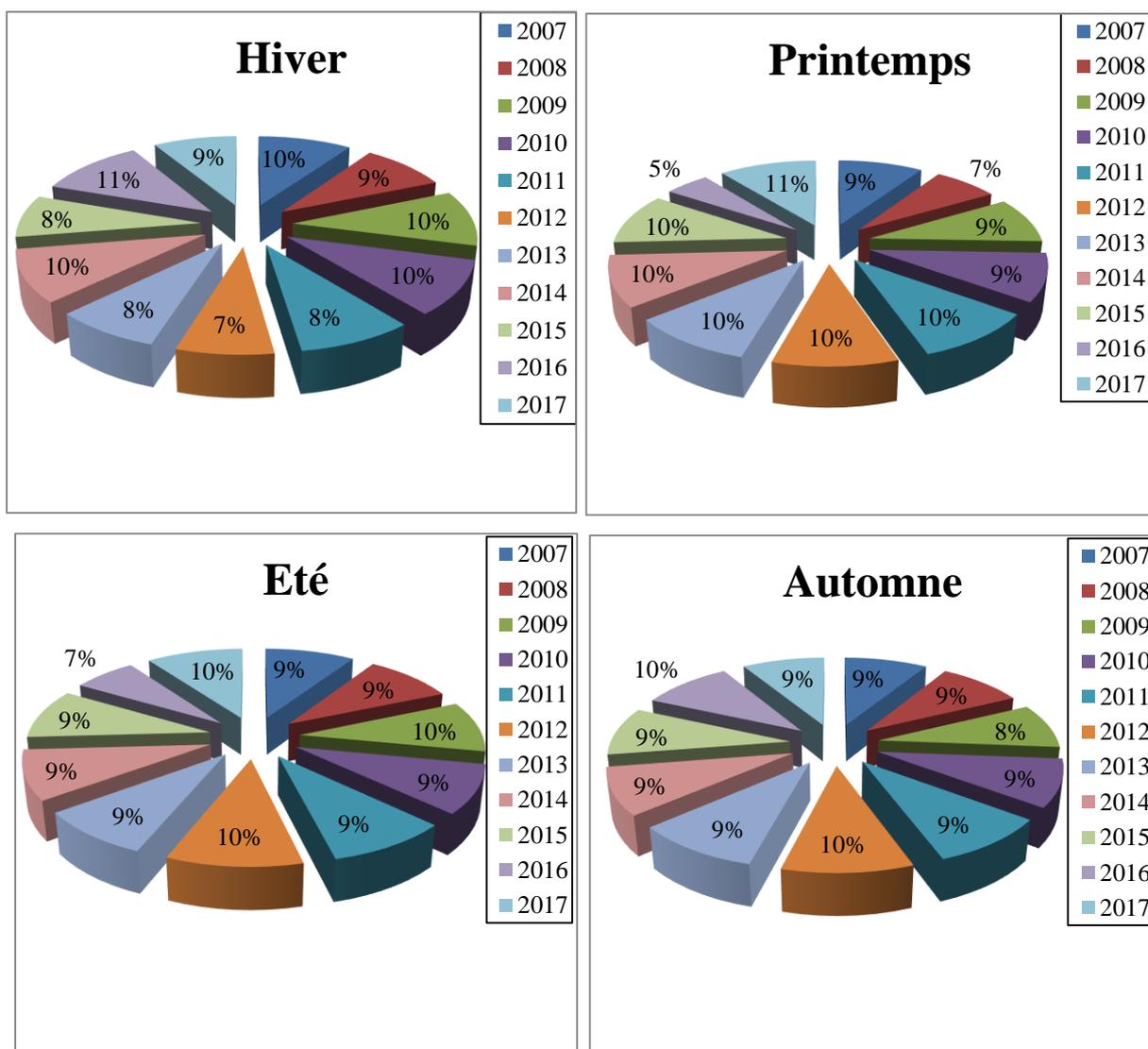


Figure 16. Cumul thermique saisonnier dans la région de Constantine durant la période 2007-2017

#### V.6.4. Cumul thermique saisonnier moyen

Le cumul thermique présente une moyenne hivernale de 5471,5°C et estivale de 18090,1°C alors que la période automnale 12018,3°C et printanière correspondent 9395,6°C. D'après le graphe et les résultats et l'étude du cumul thermique annuel et saisonnier on constate que la région de Constantine possède un régime thermique de type **EAPH**.

Tableau 13. Cumul thermique saisonnier moyen (2007-2017)

	H	P	E	A	Total
Moyenne (07-17)	5471,5	9395,6	18090,1	12018,3	44975,5
°C	0,1217	0,2089	0,4022	0,2672	
%	12,17%	20,89%	40,22%	26,72%	

La figure 17 représente le cumul thermique saisonnier moyen de la région de Constantine durant la période 2007-2017.

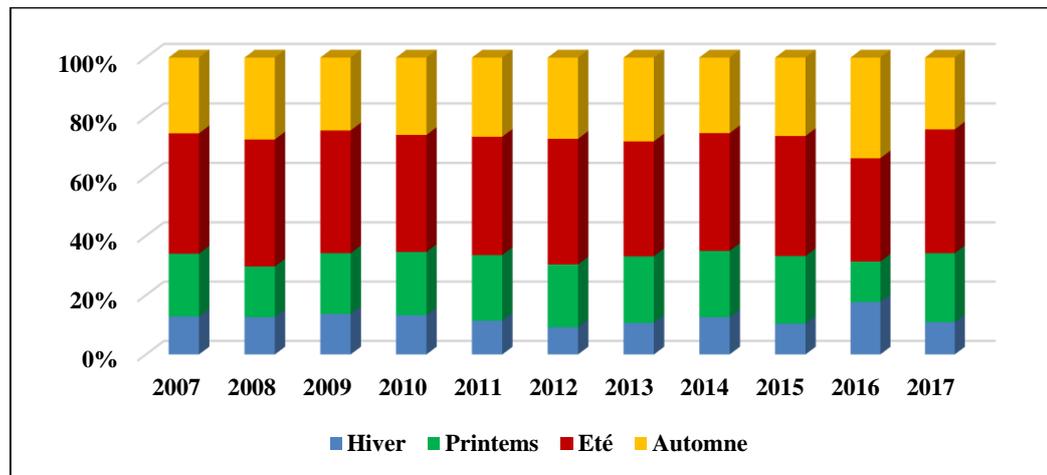


Figure 17. Cumul thermique saisonnier moyen dans la région de Constantine durant la période 2007-2017

### V.7. Variabilité thermique saisonnière

Le tableau 14 représente la variabilité thermique saisonnière de la région de Constantine durant la période 2007-2017.

Tableau 14. Variabilité thermique saisonnière

Année	H				P				E				A			
	Cumul	Variabilité		Tendance	Cumul	Variabilité		Tendance	Cumul	Variabilité		Tendance	Cumul	Variabilité		Tendance
		C°	%			C°	%			C°	%			C°	%	
2007	5850,6	379,05°C	3,79%	↗	9684,6	289,03°C	2,89%	↗	18489,9	399,85°C	4,00%	↗	11633,5	-384,81°C	-3,85%	↘
2008	5422	-49,55°C	-0,50%	↘	7365,6	2029,97°C	-20,30%	↘	18441,7	351,65°C	3,52%	↗	11865,1	-153,21°C	-1,53%	↘
2009	6247,3	775,75°C	7,76%	↗	9381,3	-14,27°C	-0,14%	↘	18879,4	789,35°C	7,89%	↗	11213	-805,31°C	-8,05%	↘
2010	6007,5	535,95°C	5,36%	↗	9682,6	287,03°C	2,87%	↗	17869,7	-220,35°C	-2,20%	↘	11805,8	-212,51°C	-2,13%	↘
2011	5180	-291,55°C	-2,92%	↘	10102,3	706,73°C	7,07%	↗	18166,2	76,15°C	0,76%	↗	12129,2	110,89°C	1,11%	↗
2012	4309,4	1162,15°C	11,62%	↗	9995,4	599,83°C	6,00%	↗	19956	1865,95°C	18,66%	↗	12868,5	850,19°C	8,50%	↗
2013	4759,2	-712,35°C	-7,12%	↘	10100,2	704,63°C	7,05%	↗	17357,2	-732,85°C	-7,33%	↘	12633,1	614,79°C	6,15%	↗
2014	5813,5	341,95°C	3,42%	↗	10329,4	933,8°C	9,34%	↗	18309,6	219,55°C	2,20%	↗	11737,7	-280,61°C	-2,81%	↘
2015	4765,7	-705,85°C	-7,06%	↘	10504,5	1108,93°C	11,09%	↗	18611,6	521,55°C	5,22%	↗	12127,4	109,09°C	1,09%	↗
2016	6623,5	1151,95°C	11,52%	↗	5103,1	-4292,47°C	-42,92%	↘	13020,2	-5069,85°C	-50,70%	↘	12664,8	646,49°C	6,46%	↗
2017	5208,3	-263,25°C	-2,63%	↘	11102,3	1706,73°C	17,07%	↗	19889,1	1799,05°C	17,99%	↗	11523,3	-495,01°C	-4,95%	↘
Moyenne		5471,55				9395,57				18090,05				12018,31		

La tendance climatique pour la période 2007-2017 montre que :

- La saison hivernale présente un réchauffement (6/11), l'année la plus froide est 2013 et la plus chaude est 2012 ;

- La saison estivale présente un réchauffement (8/11), l'année la plus froide est 2016 et la plus chaude est 2012 ;
- La saison printanière présente un réchauffement (8/11), l'année la plus froide est 2016 et la plus chaude est 2017 ;
- La saison automnale présente un refroidissement (7/11), l'année la plus froide est 2009 et la plus chaude est 2012.

### V.8. Détermination de la chlorophylle de *Ficus retusa*

- les cartes

Les figures ci-dessous représentent les cartes d'exposition, de pente et d'altitude de la région de Constantine ; ces cartes sont réalisées à l'aide du SIG (Système d'Information Géographique)

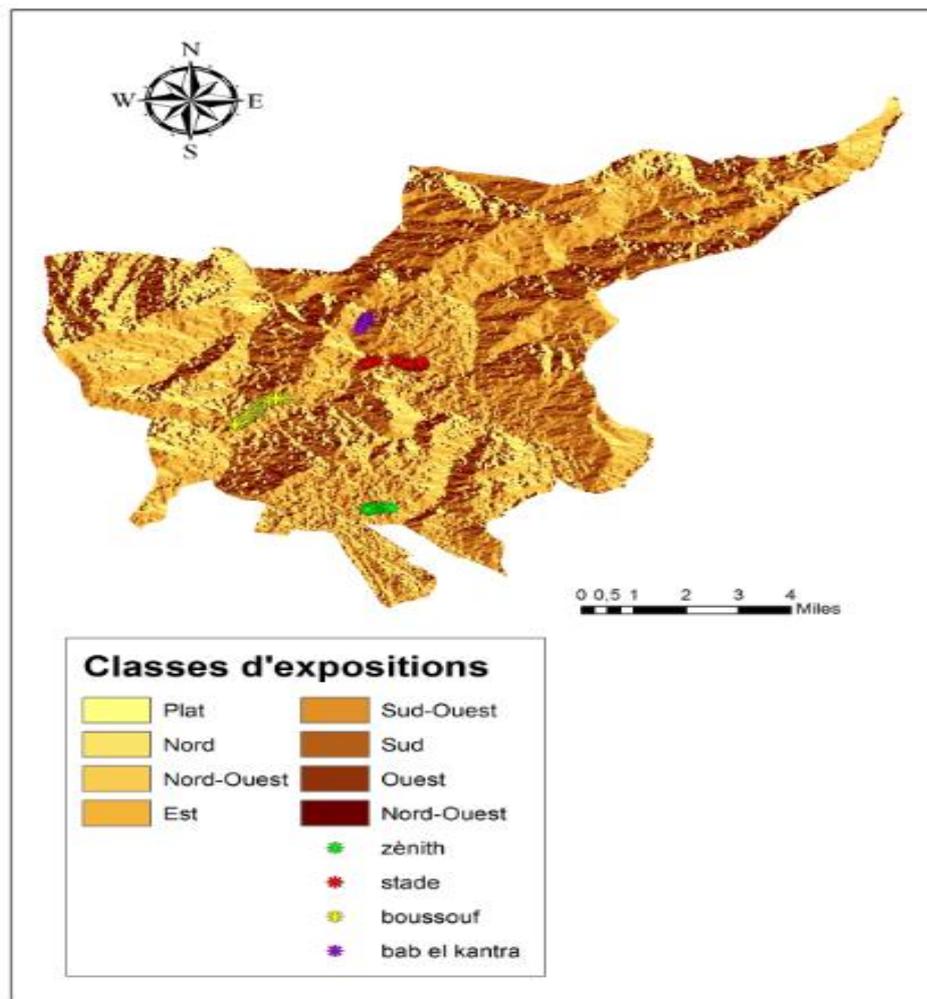
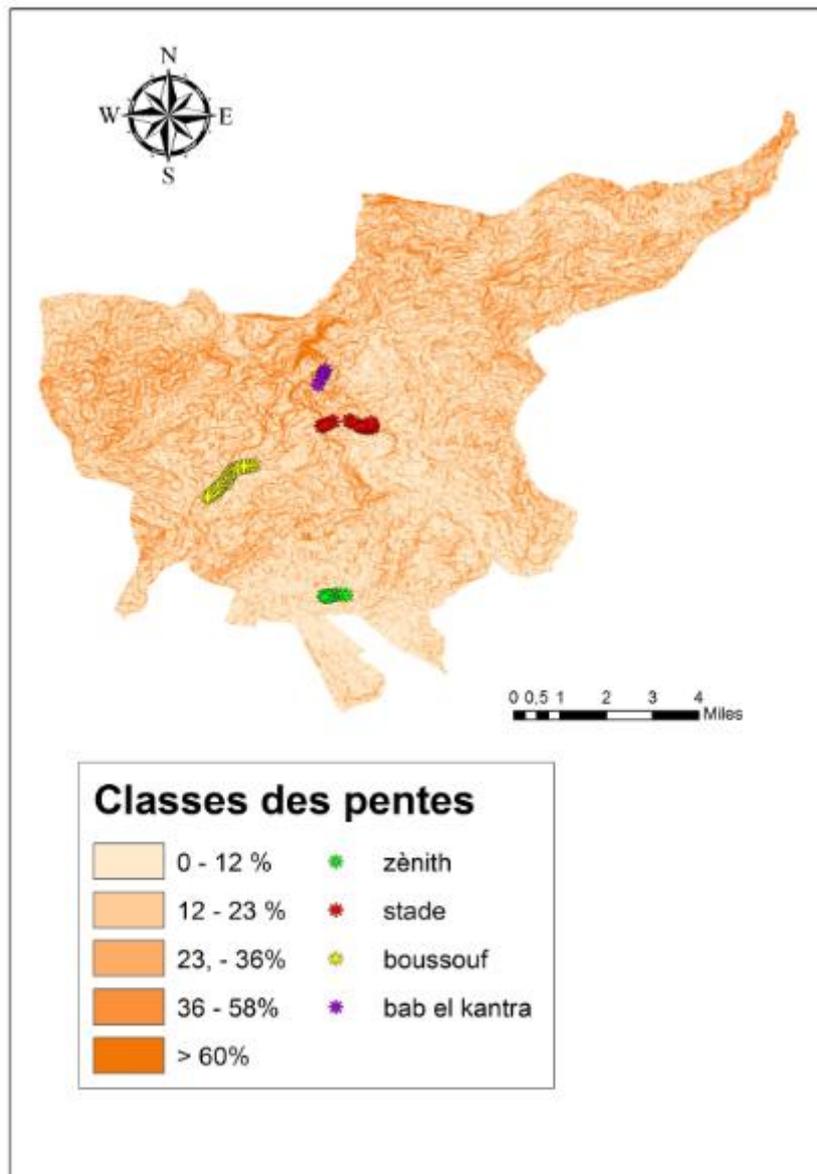
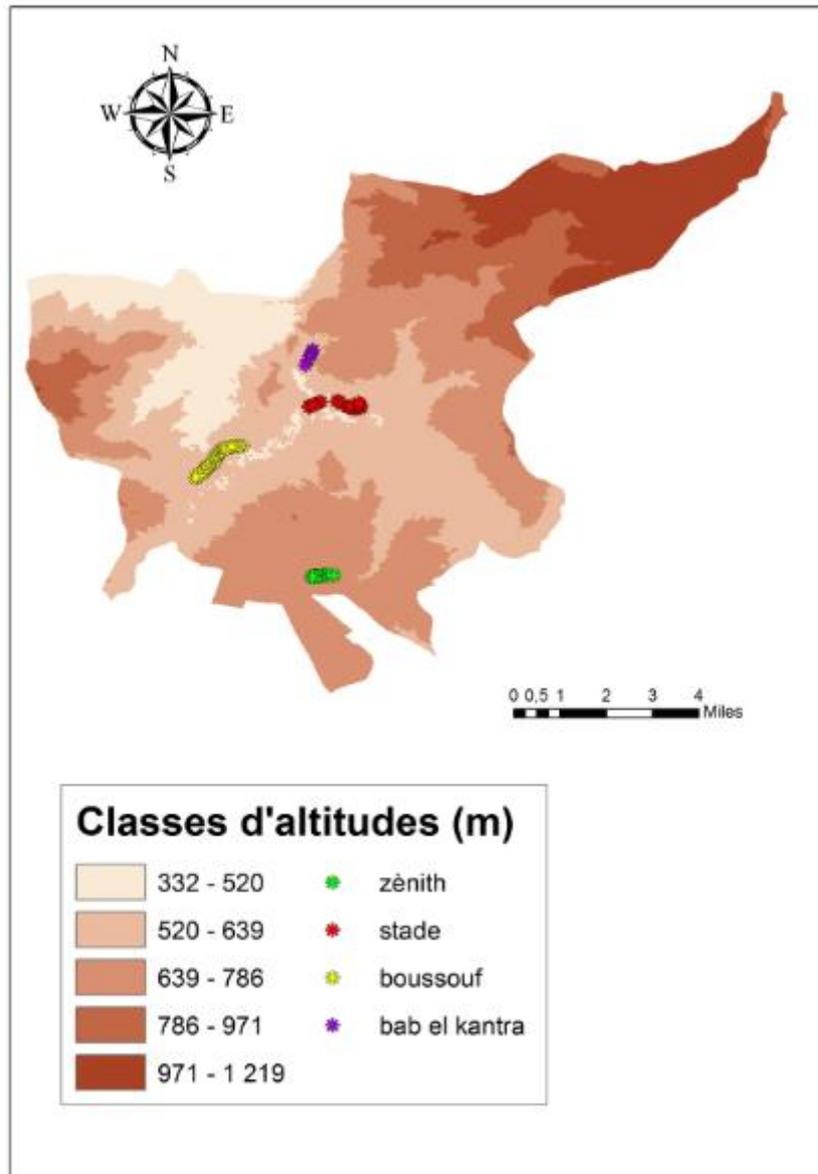


Figure 18. Carte d'exposition de la région de Constantine



**Figure 19.** Carte des pentes de la région de Constantine



**Figure 20. Carte d'altitude de la région de Constantine**

- **les stations**

Les stations d'observation correspondent à plantations effectuées durant 2014-2015 ; les mesures ont été effectuées à la date du 04 juin 2018

- Station 01 : Bab elkantra (heure : 10 :20h à 10 :45h)

- Température journalière 26 °C
- Temps nuageux
- Intensité lumineuse 1633.02
- Hauteur moyenne des arbres : 3 à 3.50 m
- Diamètre moyen : 19.5 cm

- Exposition : Ouest
- Pente : 36-58 %
- Altitude : 520-639 m.



**Image 08. Station de Bab el kantra**

Les mesures de chlorophylle des feuilles par le SPAD sont données par le tableau 15

**Tableau 15.** Taux de chlorophylle dans des feuilles de *Ficus retusa* de la station Bab el kantra

	Arbre 1		Arbre 2		Arbre 3		Arbre 4		Arbre 5	
	F. Jeune	F. Adulte								
	25,8	39,7	28,8	50,4	26,2	61,3	27,1	51,4	27,3	68,3
	22,2	38	38,1	61,7	28,7	81,1	26,5	52,9	29,2	93,6
	26,3	43,9	39,2	79,5	33	102,2	30,4	70,1	34,5	117,3
<b>Moyen</b>	24,77	40,53	35,37	63,87	29,30	81,53	28	58,13	30,33	93,07
<b>Ecart type</b>	±2,24	±3,04	±5,71	±14,67	±3,44	±20,45	±2,1	±10,39	±3,73	±24,50

La chlorophylle est plus élevée dans les feuilles adultes que dans les jeunes feuilles. Le taux de chlorophylle estimé par unité SPAD est considéré comme satisfaisant.

- Station 02 : Stade Hamlaoui (heure : 11 :40h à 12 :10h)

- Température journalière 26 °C
- Temps nuageux

- Intensité lumineuse 31743.7
- Hauteur moyenne des arbres : 2.50 à 3.50 m
- Diamètre moyen : 28.2 cm.
- Taux de recouvrement : 3 m<sup>2</sup>
- Exposition : Sud-Ouest
- Pente : 36-58 %
- Altitude : 332-520 m.



**Image 09. Station du stade Hamlaoui**

Les résultats des mesures du taux de chlorophylle des feuilles par le SPAD sont présentés dans le tableau suivant :

**Tableau 16.** Taux de chlorophylle dans les feuilles adultes et jeunes des 5 pieds d'arbre choisis dans la station de Stade Hamlaoui

	Arbre 1		Arbre 2		Arbre 3		Arbre 4		Arbre 5	
	F. Jeune	F. Adulte	F. Jeune	F. Adulte	F. Adulte	F. Jeune	F. Jeune	F. Adulte	F. Jeune	F. Adulte
	16,4	58,9	19,5	56,30	41,20	56,6	21,8	62,2	31,8	55,2
	25,7	64,1	22,7	56,50	43,70	113,5	28,3	80,1	26,8	58,8
	35,9	85,2	32,8	51,3	53,8	54,5	59,8	95,5	27,4	59,5
<b>Moyen</b>	26	69.40	25	54.70	46.23	74.87	36.63	79.27	28.67	57.83
<b>Ecart type</b>	±9.75	±13.93	±6.94	±2.95	±5.45	±27.33	±20.32	±16.67	±2,73	±2.31

- Station 03 : Boussouf (heure : 12 :45h à 13 :30h)
- Température journalière 26 °C
- Temps nuageux
- Intensité lumineuse 32767
- Hauteur moyenne des arbres : 3.50 à 4 m
- Diamètre moyen : 30.08 cm.
- Taux de recouvrement : 2.50m<sup>2</sup>
- Exposition : Est
- Pente : 23-36 %
- Altitude : 520-639 m.



**Image 10. Station de Boussouf**

Les résultats des mesures du taux de chlorophylle des feuilles par le SPAD sont présentés dans le tableau suivant :

**Tableau 17.** Taux de chlorophylle dans les feuilles adultes et jeunes des 5 pieds d'arbre choisis dans la station de Boussouf

	Arbre 1		Arbre 2		Arbre 3		Arbre 4		Arbre 5	
	F. Jeune	F. Adulte								
	18,1	53,5	18,7	48,5	14,3	56,2	18,4	40,5	22,7	45,6
	25,7	56,5	22,5	56,7	23,4	90,2	16,4	50,4	28	64,8
	37,1	60,6	22,6	89	27,7	97,8	33	59,9	29,9	65,9
<b>Moyen</b>	26,97	56,87	21,27	64,73	21,80	81,40	22,60	50,27	26,87	58,77
<b>Ecart type</b>	±9,56	±3,56	±2,22	±21,41	±6,84	±22,15	±9,06	±9,70	±3,73	±11,42

- Station 04 : Salle Zénith

Les pieds de *Ficus retusa* dans la station Zénith sont déprimés à 100 %.

- Exposition : Nord-Ouest

- Pente : 0-12 %

- Altitude : 639-786 m.

### V.9. Etat sanitaire des plantations de *Ficus retusa*

Le tableau 18 représente l'état sanitaire du ficus dans les stations d'étude

**Tableau 18.** Etat sanitaire de *Ficus retusa*

Etat sanitaire / Stations	Bien venants		Moyennement venants		Mal venants		Dépérissement		Total
	Nombre des pieds	%	Nombre des pieds	%	Nombre des pieds	%	Nombre des pieds	%	
Bab el kantra	-	0 %	60	86.96 %	9	13.04 %	-	0 %	69
Stade Hamlaoui	98	41.70 %	68	28.94 %	57	24.26 %	12	5.11 %	235
Boussouf	408	76.98 %	90	16.98 %	24	4.53 %	8	1.51 %	530
Zénith	-	0 %	-	0 %	-	0 %	127	100 %	127
<b>Total</b>	<b>506</b>	<b>52.65 %</b>	<b>218</b>	<b>22.68 %</b>	<b>90</b>	<b>9.37 %</b>	<b>147</b>	<b>15.30 %</b>	<b>961</b>

Le nombre total des pieds de *Ficus retusa* plantées dans la région de Constantine est 961 pieds dont 52.65 % sont bien venants, 22.68 % sont moyennement venants et 9.37 % mal venants, avec un taux de mortalité estimé de 15.30 %.

## V.10. Discussion

Pour mettre en évidence les potentialités d'adaptation du *Ficus retusa* aux contraintes thermiques, dans la région de Constantine, nous avons analysé la variabilité des températures minimales, maximales et tri horaires journalières, mensuelles, saisonnières et annuelles durant la période 2007-2017 ;

La température moyenne maximale mensuelle varie entre 13.2°C au mois de janvier et 35.56 °C au mois de juillet, alors que la valeur des températures moyennes mensuelles est estimé par 15.71°C dans la région de Constantine pendant la période 2007-2017 ;

L'analyse des températures hivernale et estivale (maximales et minimales) montre un réchauffement pour la saison estival, hivernal, printanière et un refroidissement automnal ;

Pour la période s'étendant de 2007-2017 nous avons estimé la moyenne des maximas du mois le plus chaud par  $M=36.05^{\circ}\text{C}$  et la moyenne des minima du mois le plus froid par  $m=1.89^{\circ}\text{C}$  ;

Dans la région de Constantine pour la période 2007-2017 le refroidissement est marqué par la courbe de tendance où la température est estimée à 0.34°C alors que le réchauffement est plus marqué par rapport à la moyenne thermique estivale la courbe de tendance montre un réchauffement estimé 0.9°C ;

La quantification des stresses thermique montre que l'année 2016 est la plus froide avec une période de 87h, alors que l'année la plus chaude et l'année 2012 ;

*Ficus retusa* a subit entre 2014 et 2017 un nombre de 101 stress de chaleur avec une durée de 495 heure et un nombre de stress de froid de 119 avec une durée de 696 heures.

L'évolution de cumul thermique mensuel, saisonnier et annuel montre que l'été est classé en premier avec un total thermique de 198990,6°C (40%), suivi par l'automne de 132201,4°C (27%), le printemps 103351,3°C (21%) et l'hiver de 60187°C (12%), donc la région de Constantine possède un régime thermique de type **EAPH**, le basculement se fait entre le printemps et l'automne ;

Les mesures du taux de chlorophylle ont montré que le taux de chlorophylle est plus élevé dans les feuilles adultes que dans les feuilles jeunes ;

Suite aux résultats obtenue il apparait que le *Ficus retusa* présentant un taux de mortalité de 15.30 % ; le *Ficus retusa* est adapté pour le moment aux conditions écologiques actuelle donc tolérant au froids, mais il reste toutefois menacé par les stress de froids, comme c'est le cas de la station de la salle Zénith où le dépérissement est de 100% cette dernière est située à une altitude de 700 m,

La meilleure station où le *Ficus retusa* est le mieux développé est celle de Boussouf suivie par la station du stade Hamlaoui ; la station de Bab el kantra est la moins développée, certainement affectée par les travaux de la gare routière.

# Chapitre IV :

# Conclusion

**Conclusion :**

Le présent travail est abordé sur le volet bioclimatique, notamment thermique, afin d'évaluer les capacités d'adaptation et de tolérance de l'espèce *Ficus retusa* à la variabilité thermique.

L'analyse thermique de la région de Constantine durant la période 2007-2017 montre que la température peut marquer la nature du climat.

L'analyse thermique des températures extrêmes de la période d'étude montre une grande variabilité des températures minimales et maximales, La température minimale varie de 2.39°C au mois de janvier à 18.17°C au mois d'août, alors que la température maximale est estimée par 13.2°C au mois de janvier et 35.56°C au mois de juillet.

L'évolution des températures minimales et maximales saisonnières sur la période (2007-2017) montre un réchauffement estival, hivernal, printanière, et un refroidissement automnal.

L'analyse détaillée des données tri horaire de la période d'étude permet de mieux définir les périodes froides et chaudes pour la région de Constantine afin de déterminer les différents stress, soit 380 stress de froid avec une durée de 2295 heures, alors que les stress chauds au nombre de 284 avec une durée de 1449 heures.

*Ficus retusa* a subit entre 2014 et 2017 un nombre de 101 stress de chaleur avec une durée de 495 heure et un nombre de stress de froid de 119 avec une durée de 696 heures.

Pour le futur, l'adaptation des plantations des *Ficus retusa* sera conditionnée par le poids des stress enregistrés.

# Références bibliographiques

## Références bibliographique

- **Ahrens, M.J. and Ingram, D.L. 1988.** Heat tolerance of citrus leaves. Hort Sci. 23: 747-748.
- **Amutha R., Muthulaksmi S., Baby Rani W., Indira K. and Mareeswari P (2007).** Physiological Studies on Evaluation of Sunflower (*Helianthus annus L.*) Genotypes for High Temperature Stress. Journal of Agriculture and Biological Sciences, 3(4): 245-251
- **Boitard M., Raffaud., Gazeau C, 2002.** Les végétaux et les basses températures.
- **Côme Daniel. 1992.** Les végétaux et le froid. HERMANN, Editeurs des sciences et des arts. pp78-103.
- **Daniells J. (1993).** Choke threat of bananas. Queensland Fruit and Vegetable News, March. 11, p.
- **Emberger L. (1955).** Une classification biogéographique des climats. Rec.Trav.Labo.Bot.G.ol et Zoo. Fac.Sc. Montpellier. pp 3-43
- **Grime, J. P. 1989.** Whole plant responses to stress in natural and agricultural systems Plants under stress. H. G. Jones, T. J. Flowers and M. B. Jones. New York, Cambridge University Press: 31.46
- **Heller R. et Esnault Clance R. (1989).** Physiologie végétale. Nutrition. Tom1.200p.
- **Hopkins Williams G. 2003.** La physiologie végétale. Edition Deboeck 2003. 463p
- **Hopkins William G. 2003.** Physiologie végétale. Deuxième édition. pp 460-464.
- **Jones JR., Qualset CO. (1984).** Breeding crops for environmental stress tolerance in applications of genetic engineering to trop improvement. Eds. Collins G B. and Petolino J G. Martinus Nijhoff, Junks publishers pp. 305-340.
- **Mahan, J.R., Burke, J.J. and Orzech, K.A. 1987.** The 'thermal kinetic window' as an indicator of optimum plant temperature. Plant Physiol. 82: 518-522.
- **Orcutt, D. M. et E. T. Nilsen (2000).** The physiology of plants under stress. New-York, John Wiley and Sons, Inc
- **Oukarroum Abdallah. 2007.** Vitalité des plantes d'orge (*Hordeum vulgare L.*) en conditions de stress hydrique et thermique analysée par la fluorescence chlorophyllienne. Thèse doctorat. Université De Genève
- **Peet, M.M., Willits, D.H., 1998.** The effect of night temperature on greenhouse grown tomato yields in warm climate. Agric. Forest Meteorol. 92, 191–202.

- **Quezel P (1980).** Biogéographie et écologie des conifères sur le pourtour méditerranéen. Dans : Actualités d'Ecologie Forestière (.d : PESSON), édition Gauthier Villars, Paris, p. 205-256.
- **Quezel P (1986).** Les pins du groupe "halepensis» : écologie, végétation, écophysiole. Options méditerranéennes. Série Etude CIHEAM 86/1, 11-24
- **Senioniti, E., Manetos, Y. and Gavales, N.A. 1986.** Co-operative effects of light and temperature on the activity of phosphoenolpyruvate carboxylase from *Amaranthus paniculatus*. Plant Physiol. 82: 518-522.
- **Strasser R.J. 1988.** A concept for stress and its application in remote sensing. In: Lichtenthaler HK (ed) Application of chlorophyll Fluorescence, pp 333-337. Klumer Academic Publisher, Dordrecht.
- **Tsimilli-Michael, M., M., Pêcheux, R.J., Strasser. 1998.** Vitality and stress adaptation of the symbionts of coral reef and temperate foraminifers probed *in hospite* by the fluorescence kinetics O J-I-P. Archs. Sci. Genève **51**, 205-240.

# Annexes

**Tableau 01.** Température moyenne mensuelle de la région de Constantine durant la période 2007-2017

Années	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
2007	8,2	9,3	9	13,4	17	23,1	26,2	25,8	21,1	16,8	9,8	6,8
2008	7,3	8,2	9,7	13,6	17	21,8	27	26,1	21,7	16,8	10,7	6,7
2009	7	6,4	9,4	10,8	17,7	22,9	28,2	25,6	19,8	15,3	10,9	7,9
2010	7,8	9,1	10,5	13,6	15,3	21,2	26	25,5	20,6	16,3	11,6	8,1
2011	7,2	6,5	9,8	14,4	16,8	21,2	26,2	26,4	22,1	15,7	12,1	7,7
2012	6,1	3,6	10,1	12,7	17,8	25,5	27,4	28,3	21,6	18,4	12,9	7,8
2013	6,9	5,8	11,2	13,8	16	20,1	25,9	24,5	21,3	20	10,5	6,9
2014	8,1	8,8	8,6	13,7	16,8	22,5	25,6	26,3	24,2	18,5	13,8	7,2
2015	6	5,8	9,7	14,2	18,7	22,3	27,3	26	21,5	17,1	11,2	7,8
2016	8,8	9	9,6	14,5	17,6	22,6	25,9	24,4	20,8	19,2	12,2	9,4
2017	5,37	9,36	11,68	13,43	20,1	25,12	27,85	28,05	21,21	16	10,29	7,18
Moyen	7,16	7,44	9,93	13,47	17,35	22,57	26,69	26,09	21,45	17,28	11,45	7,59

**Tableau 02.** Température minimal pour la région de Constantine durant la période 2007-2017

Années	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
2007	2,4	4,2	3,9	5,1	9,3	15,4	17,2	18,1	14,7	11,9	4,6	2,7
2008	1,7	8,2	3,6	6,3	4,02	13,8	19	18,2	16	11,2	5,1	2,5
2009	2,9	2,3	3,6	5,7	10	13,3	19	18,1	14,7	21,5	5,1	9,8
2010	3,4	4,3	4,7	7,8	8,5	13,4	17,3	17,6	14,3	10,4	6,8	3,1
2011	2,3	2	4,8	7,9	9,9	13,6	18	17,7	14,8	10,3	7,8	3,4
2012	1,4	0,4	4,5	6,6	9,5	16,6	19	19,5	15,1	12,5	7,7	2,5
2013	2,3	1,4	5,7	7,4	9,1	12	17,7	16,5	15,7	13,5	6,5	2,3
2014	3,5	3,2	4,2	6,2	7,4	14,4	17,5	18,6	17,2	11,9	8,2	3,2
2015	1,5	2,1	4,6	7,2	10,7	14,2	18,3	18,6	16,3	12,4	6,5	2
2016	3,5	3,9	4,2	8,4	10,62	14,6	17,3	16,6	14,6	13,25	6,85	5,24
2017	1,44	3,98	5,21	7,11	12,31	17,38	19,45	20,39	14,29	9,93	5,21	3,38
moyen	2,39	3,27	4,46	6,88	9,21	14,43	18,16	18,17	15,24	12,62	6,40	3,65

**Tableau 03.** Température maximal de la région de Constantine pour la période 2007-2017

Année	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
2007	15,1	15,1	14,7	19	24,4	31,3	35	34,5	28,9	23,1	16,1	12,1
2008	13,9	15,1	16,2	21,2	24	30	35,8	35,1	29,1	23,7	16,3	12,1
2009	12,1	11,9	16	16,5	25,3	31,6	37,1	34,5	26,4	21,5	18,5	15,5
2010	13,2	15,3	17,5	20,4	22,8	29,8	34,9	34,9	28,7	24	17,1	15
2011	13,6	12,3	16,2	21,9	24,2	29,5	35,4	35,7	30,9	22,9	17,9	13,3
2012	12,1	8,9	17,3	19,6	26,4	34,9	36,2	37,8	30,2	25,6	19,5	14,2
2013	12,7	11,6	5,7	21,6	24,1	28,8	34,7	33,1	28,9	28,5	15,7	12,9
2014	14	15,7	14,3	21,8	25,29	31,1	34,3	35,4	33	27	20,9	12,5
2015	12,3	10,9	16	22,5	27,3	30,7	36,2	34,5	28,3	23,5	17,2	15,8
2016	15,7	15,6	16,1	22	26,01	31,5	34,8	33	28,6	27,04	19,13	14,84
2017	10,46	15,86	19,14	20,95	28,7	33,48	36,73	36,87	29,58	23,42	16,72	11,9
moyen	13,20	13,48	15,38	20,68	25,32	31,15	35,56	35,03	29,33	24,57	17,73	13,65

**Tableau 04.** Précipitations mensuelles de la région de Constantine pour la période 2007-2017

Année	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
2007	14,2	28,9	117,8	66,2	26,1	13,6	4,3	2,4	59,9	39,1	23,8	84,4
2008	9,9	8,7	72,6	23,1	58,2	5,8	11,3	33,9	38,8	21	37,6	27
2009	76,4	48,6	81,1	113,3	43,7	0	2	37,5	103,9	49,4	24,9	47,1
2010	74	31,5	46,9	67,2	50	16,5	2	8	37,3	48,1	76,4	33,7
2011	8	174,5	65,4	66,4	40,6	24,2	7	5,2	13,4	87	26,8	53,3
2012	34,6	104,6	52	68,4	19,5	6,2	1,8	10,5	36,2	33,4	29,4	19
2013	62,2	111,9	47,4	31	10	17	2,6	36	23	26,8	86,2	29,6
2014	42,8	31	131,7	57	60,3	14,8	1	4	12,8	13	25,1	105,4
2015	113	121	85,8	5,2	18,8	9,2	0	12,5	24,4	48,8	40,6	0
2016	43,8	16,2	66,4	46,4	44,6	9,2	0	9	76	20	30,5	7,8
2017	88,4	33,2	0,1	25,6	6,4	13,4	5,6	0	12,8	10,4	74,2	35,6
moyen	51,57	64,55	69,75	51,80	34,38	11,81	3,42	14,45	39,86	36,09	43,23	40,26

**Tableau 05.** Température minimal et maximal de la région de Constantine pour la période 1978-2017

Année	M (°C)	m (°C)
1978	32,7	0,4
1979	33,1	2,4
1980	34	1,6
1981	31,7	1,2
1982	36,1	2,6
1983	35,6	-0,6
1984	34,5	2,2
1985	35,2	2
1986	34,5	2,7
1987	35,8	2,1
1988	34,7	2,4
1989	33,7	1,3
1990	32,3	2,5
1991	33,8	0,4
1992	34	0,6
1993	34,4	0,8
1994	37,4	3,5
1995	34,3	2,2
1996	33,3	3
1997	33,8	3,2
1998	35,4	2,3
1999	37,3	1,5
2000	35,1	-0,3
2001	35,9	2,2
2002	33,5	1,2
2003	37	2,6
2004	35,5	2,8
2005	34	1
2006	33,9	2,5
2007	35	2,4

2008	35,8	1,7
2009	39,4	0,9
2010	34,9	3,1
2011	35,7	2
2012	37,8	-0,4
2013	34,7	1,4
2014	35,4	3,2
2015	36,2	1,5
2016	34,8	3,5
2017	36,87	1,44

**Tableau 06.** Stress thermique de froid enregistrés dans la région de Constantine pour la période 2007-2017

Année	Mois	Jours	Durée (h)	Poids (°C)	Intensité (°C/h)
2007	Janvier	01/01/2007	6	1,08	0,18
		06/01/2007	3	0,69	0,23
		12/01/2007	3	0,39	0,13
		13/01/2007	3	0,09	0,03
		26/01/2007	6	0,78	0,13
	Février	16/02/2007	3	0,49	0,16
		28/02/2007	3	0,39	0,13
	Mars	21/03/2007	6	0,88	0,15
		22/03/2007	18	3,54	0,20
		23/03/2007	9	1,57	0,17
	Avril	06/04/2007	3	0,29	0,10
		13/04/2007	3	0,39	0,13
	Novembre	18/11/2007	3	3,89	1,30
		19/11/2007	6	1,79	0,30
	Décembre	01/12/2007	3	0,49	0,16
		02/12/2007	3	0,29	0,10
		03/12/2007	3	0,09	0,03
		13/12/2007	6	0,88	0,15
		16/12/2007	6	0,48	0,08
		17/12/2007	15	11,25	0,75
		18/12/2007	12	12,66	1,06
		19/12/2007	12	10,26	0,86
		21/12/2007	3	0,96	0,32
		2008	Janvier	02/01/2008	6
06/01/2008	6			1,28	0,21
07/01/2008	3			1,64	0,55
10/01/2008	3			1,16	0,39
13/01/2008	9			3,07	0,34
14/01/2008	3			1,39	0,46
15/01/2008	3			0,59	0,20
17/01/2008	3			0,89	0,30
19/01/2008	9			1,97	0,22

		20/01/2008	3	0,89	0,30
		21/01/2008	3	1,39	0,46
		25/01/2008	9	6,27	0,70
		26/01/2008	12	4,66	0,39
		28/01/2008	6	2,98	0,50
		29/01/2008	3	2,09	0,70
		30/01/2008	3	2,19	0,73
		31/01/2008	3	1,49	0,50
	<b>Février</b>	01/02/2008	6	1,08	0,18
		03/02/2008	3	0,79	0,26
		06/02/2008	3	0,09	0,03
		07/02/2008	9	1,57	0,17
		09/02/2008	3	1,19	0,40
		10/02/2008	9	6,77	0,75
		11/02/2008	9	6,47	0,72
		12/02/2008	9	4,47	0,50
		13/02/2008	3	0,79	0,26
		16/02/2008	3	1,06	0,35
		18/02/2008	3	2,29	0,76
		23/02/2008	6	1,96	0,33
	<b>Mars</b>	01/03/2008	3	0,89	0,30
		05/03/2008	3	0,49	0,16
		06/03/2008	15	4,85	0,32
		07/03/2008	9	3,27	0,36
		09/03/2008	9	3,87	0,43
		10/03/2008	3	0,39	0,13
		22/03/2008	3	0,09	0,03
		25/03/2008	3	0,79	0,26
	<b>Avril</b>	03/04/2008	3	0,59	0,20
		05/04/2008	6	0,68	0,11
		06/04/2008	6	0,88	0,15
		12/04/2008	3	0,29	0,10
		14/04/2008	6	0,58	0,10
		17/04/2008	6	1,18	0,20
		18/04/2008	3	0,69	0,23
		20/04/2008	3	0,89	0,30
		25/04/2008	3	0,89	0,30
		26/04/2008	3	0,19	0,06
		27/04/2008	3	0,19	0,06
	29/04/2008	3	0,79	0,26	
	<b>Mai</b>	25/05/2008	3	0,39	0,13
		26/05/2008	6	0,48	0,08
	<b>Décembre</b>	05/12/2008	3	1,19	0,40
		13/12/2008	6	2,08	0,35
		16/12/2008	12	2,86	0,24
		17/12/2008	6	0,88	0,15
		23/12/2008	3	0,69	0,23

		24/12/2008	6	1,48	0,25
		25/12/2008	6	1,18	0,20
		26/12/2008	6	1,18	0,20
		27/12/2008	3	1,59	0,53
		31/12/2008	6	3,68	0,61
<b>2009</b>	<b>Janvier</b>	05/01/2009	3	0,19	0,063
		06/01/2009	6	23,58	3,930
		10/01/2009	9	4,87	0,541
		11/01/2009	3	0,19	0,063
		17/01/2009	3	0,39	0,130
		23/01/2009	3	0,39	0,130
	<b>Février</b>	08/02/2009	9	0,87	0,097
		16/02/2009	9	7,27	0,808
		17/02/2009	3	0,19	0,063
		21/02/2009	3	0,69	0,230
		25/02/2009	3	0,29	0,097
		26/02/2009	3	9,89	3,297
		27/02/2009	3	2,89	0,963
	<b>Mars</b>	06/03/2009	9	1,87	0,208
		22/03/2009	9	17,57	1,952
		23/03/2009	6	22,78	3,797
		24/03/2009	3	6,89	2,297
	<b>Décembre</b>	07/12/2009	3	0,29	0,097
		08/12/2009	3	0,09	0,030
		28/12/2009	6	0,68	0,113
	<b>2010</b>	<b>Janvier</b>	03/01/2010	3	0,49
06/01/2010			3	0,89	0,30
09/01/2010			9	1,77	0,20
10/01/2010			6	0,68	0,11
24/01/2010			6	2,68	0,45
29/01/2010			3	0,49	0,16
<b>Février</b>		02/02/2010	9	3,87	0,43
		03/02/2010	3	3,89	1,30
		11/02/2010	3	0,19	0,06
		12/02/2010	9	1,67	0,19
		13/02/2010	6	12,28	2,05
		15/02/2010	6	1,18	0,20
		21/02/2010	3	0,59	0,20
<b>Mars</b>		08/03/2010	3	0,29	0,10
		10/03/2010	3	0,79	0,26
		16/03/2010	3	2,99	1,00
		17/03/2010	6	4,78	0,80
<b>Décembre</b>		04/12/2010	3	0,36	0,12
		05/12/2010	9	10,67	1,186
		08/12/2010	3	0,59	0,197
		12/12/2010	9	24,27	2,697
	16/12/2010	21	7,93	0,378	

		17/12/2010	9	3,79	0,421	
		26/12/2010	6	1,68	0,280	
		27/12/2010	6	2,78	0,463	
		28/12/2010	6	3,88	0,647	
		29/12/2010	9	3,07	0,341	
		30/12/2010	3	0,49	0,163	
		31/12/2010	3	0,89	0,297	
<b>2011</b>	<b>Janvier</b>	05/01/2011	6	11,58	1,93	
		10/01/2011	6	1,18	0,20	
		21/01/2011	3	0,49	0,16	
		22/01/2011	3	0,79	0,26	
		23/01/2011	12	18,26	1,52	
		24/01/2011	6	3,08	0,51	
		25/01/2011	3	0,79	0,26	
		29/01/2011	3	0,49	0,16	
	<b>Février</b>	06/02/2011	3	0,19	0,06	
		08/02/2011	3	0,59	0,20	
		10/02/2011	6	4,18	0,70	
		11/02/2011	3	3,49	1,16	
		12/02/2011	3	0,59	0,20	
		14/02/2011	6	9,08	1,51	
	<b>Mars</b>	01/03/2011	3	0,29	0,10	
		02/03/2011	3	0,79	0,26	
		03/03/2011	6	7,48	1,25	
		04/03/2011	3	0,39	0,13	
		05/03/2011	3	0,89	0,30	
	<b>Décembre</b>	08/12/2011	3	0,29	0,10	
		09/12/2011	3	0,39	0,13	
		20/12/2011	6	1,08	0,18	
		26/12/2011	3	0,09	0,03	
		27/12/2011	9	6,57	0,73	
		29/12/2011	9	12,27	1,36	
	<b>2012</b>	<b>Janvier</b>	02/01/2012	3	0,09	0,03
			09/01/2012	6	3,69	0,62
			10/01/2012	6	2,58	0,43
12/01/2012			9	5,97	0,66	
13/01/2012			6	2,98	0,50	
14/01/2012			9	3,37	0,37	
15/01/2012			6	2,48	0,41	
16/01/2012			6	2,48	0,41	
19/01/2012			6	2,98	0,50	
20/01/2012			9	8,47	0,94	
21/01/2012			9	5,87	0,65	
22/01/2012			6	1,78	0,30	
23/01/1900			3	0,09	0,03	
26/01/2012			6	2,68	0,45	
27/01/2012			3	1,09	0,36	

		29/01/2012	3	0,59	0,20	
	<b>Février</b>	02/02/2012	6	0,98	0,16	
		03/02/2012	9	5,57	0,62	
		04/02/2012	24	17,12	0,71	
		05/02/2012	24	23,62	0,98	
		06/02/2012	21	24,83	1,18	
		07/02/2012	24	18,02	0,75	
		08/02/2012	18	7,54	0,42	
		09/02/2012	12	5,96	0,50	
		10/02/2012	3	0,49	0,16	
		11/02/2012	15	5,55	0,37	
		12/02/2012	18	20,84	1,16	
		13/02/2012	18	23,94	1,33	
		14/02/2012	15	12,85	0,86	
		15/02/2012	12	2,56	0,21	
		16/02/2012	9	2,67	0,30	
		17/02/2012	9	1,97	0,22	
		18/02/2012	9	3,57	0,40	
		19/02/2012	6	4,98	0,83	
		20/02/2012	3	0,79	0,26	
		24/02/2012	9	3,57	0,40	
		25/02/2012	3	1,49	0,50	
		26/02/2012	3	0,79	0,26	
		<b>Mars</b>	01/03/2012	6	0,88	0,15
			07/03/2012	6	2,38	0,40
			08/03/2012	9	3,77	0,42
			09/03/2012	6	1,98	0,33
	13/03/2012		6	1,68	0,28	
	<b>Avril</b>	18/04/2012	6	1,38	0,23	
	<b>Novembre</b>	01/11/2012	3	1,09	0,36	
	<b>Décembre</b>	01/12/2012	3	1,39	0,46	
		02/12/2012	3	0,19	0,06	
		03/12/2012	3	1,19	0,40	
		04/12/2012	3	1,29	0,43	
		07/12/2012	3	0,09	0,03	
		10/12/2012	6	2,18	0,36	
		13/12/2012	3	0,09	0,03	
		14/12/2012	6	2,38	0,40	
		15/12/2012	3	0,69	0,23	
		28/12/2012	6	2,48	0,41	
		29/12/2012	3	0,89	0,30	
		30/12/2012	3	1,89	0,63	
<b>2013</b>		<b>Janvier</b>	07/01/2013	6	0,88	0,15
	08/01/2013		3	1,19	0,40	
	09/01/2013		6	1,58	0,26	
	10/01/2013		6	1,98	0,33	
	12/01/2013		6	1,88	0,31	

		15/01/2013	3	0,09	0,03
		25/01/2013	3	1,79	0,60
		26/01/2013	9	3,17	0,35
		30/01/2013	6	1,88	0,31
		31/01/2013	3	0,89	0,30
	<b>Février</b>	03/02/2013	15	5,24	0,35
		04/02/2013	9	1,47	0,16
		05/02/2013	3	0,99	0,33
		07/02/2013	18	8,84	0,49
		08/02/2013	12	4,46	0,37
		09/02/2013	9	2,67	0,30
		10/02/2013	9	4,27	0,47
		12/02/2013	9	2,67	0,30
		13/02/2013	12	3,46	0,29
		14/02/2013	6	0,38	0,06
		15/02/2013	6	0,58	0,10
		16/02/2013	3	0,39	0,13
		17/02/2013	6	1,38	0,23
		25/02/2013	9	4,57	0,51
		26/02/2013	12	12,06	1,01
		27/02/2013	9	11,97	1,33
		<b>Mars</b>	14/03/2013	6	2,38
	15/03/2013		6	2,38	0,40
	16/03/2013		9	8,27	0,92
	<b>Avril</b>	02/04/2013	3	1,09	0,36
		07/04/2013	3	0,49	0,16
		08/04/2013	3	0,19	0,06
	<b>Novembre</b>	24/11/2013	6	1,08	0,18
		30/11/2013	9	4,27	0,47
	<b>Décembre</b>	01/12/2013	9	4,57	0,51
		08/12/2013	3	1,09	0,36
		09/12/2013	6	2,18	0,36
		10/12/2013	6	1,28	0,21
		11/12/2013	6	1,58	0,26
		12/12/2013	3	2,09	0,70
		13/12/2013	6	1,78	0,30
		14/12/2013	6	1,78	0,30
		15/12/2013	6	2,68	0,45
		16/12/2013	6	4,18	0,70
		17/12/2013	3	1,39	0,46
<b>2014</b>	<b>Janvier</b>	01/01/2014	9	4,27	0,47
		02/01/2014	6	1,48	0,25
		16/01/2014	3	2,29	0,76
		18/01/2014	3	0,09	0,03
		22/01/2014	6	1,38	0,23
		29/01/2014	3	0,29	0,10
	<b>Février</b>	01/02/2014	6	1,78	0,30

		03/02/2014	9	4,47	0,50	
		04/02/2014	3	0,09	0,03	
		05/02/2014	9	2,37	0,26	
		08/02/2014	3	0,59	0,20	
		13/02/2014	6	1,38	0,23	
		24/02/2014	3	0,69	0,23	
		28/02/2014	9	1,27	0,14	
		<b>Mars</b>	09/03/2014	6	2,98	0,50
	10/03/2014		3	0,19	0,06	
	12/03/2014		9	1,67	0,19	
	28/03/2014		9	3,37	0,37	
	<b>Décembre</b>	13/12/2014	3	0,69	0,23	
		16/12/2014	3	0,49	0,16	
		22/12/2014	3	0,59	0,20	
		23/12/2014	3	0,19	0,06	
		24/12/2014	6	1,28	0,21	
		25/12/2014	6	2,38	0,40	
		29/12/2014	3	0,89	0,30	
		30/12/2014	24	13,52	0,56	
		31/12/2014	12	7,56	0,63	
		<b>2015</b>	<b>janvier</b>	01/01/2015	15	8,75
	02/01/2015			12	2,56	0,21
	05/01/2015			3	0,29	0,10
	06/01/2015			3	0,49	0,16
	07/01/2015			3	0,69	0,23
	08/01/2015			3	0,79	0,26
	09/01/2015			6	1,78	0,30
	10/01/2015			9	1,57	0,17
	11/01/2015			6	1,68	0,28
	13/01/2015			3	1,99	0,66
	18/01/2015			12	4,76	0,40
19/01/2015	6			1,48	0,25	
22/01/2015	3			0,89	0,30	
25/01/2015	9			3,77	0,42	
26/01/2015	15			5,25	0,35	
27/01/2015	9			2,27	0,25	
28/01/2015	3			0,19	0,06	
<b>Février</b>	01/02/2015			3	0,59	0,20
	02/02/2015		3	0,39	0,13	
	05/02/2015		3	1,09	0,36	
	06/02/2015		3	0,59	0,20	
	07/02/2015		6	2,28	0,38	
	08/02/2015		3	2,09	0,70	
	09/02/2015		3	2,89	0,96	
	10/02/2015	15	12,65	0,84		
	11/02/2015	6	3,68	0,61		
	19/02/2015	3	0,49	0,16		

		22/02/2015	3	1,29	0,43
		25/02/2015	3	0,99	0,33
		28/02/2015	3	0,19	0,06
	<b>Mars</b>	01/03/2015	3	0,29	0,10
		05/03/2015	3	1,29	0,43
		06/03/2015	6	2,08	0,35
		09/03/2015	6	2,28	0,38
		11/03/2015	3	1,79	0,60
		19/03/2015	3	0,89	0,30
		<b>Avril</b>	01/04/2015	9	2,97
	<b>Décembre</b>	01/12/2015	3	0,49	0,16
		02/12/2015	3	1,19	0,40
		08/12/2015	3	0,49	0,16
		12/12/2015	6	2,58	0,43
		13/12/2015	6	0,58	0,10
		28/12/2015	3	0,59	0,20
		29/12/2015	6	0,88	0,15
		30/12/2015	3	0,29	0,10
<b>2016</b>	<b>Janvier</b>	01/01/2016	3	0,19	0,06
		16/01/2016	6	1,68	0,28
		17/01/2016	3	0,99	0,33
		18/01/2016	6	3,18	0,53
		20/01/2016	3	1,09	0,36
		21/01/2016	3	1,49	0,50
		23/01/2016	3	0,09	0,03
		24/01/2016	3	0,29	0,10
		25/01/2016	3	0,39	0,13
		31/01/2016	3	0,49	0,16
	<b>Février</b>	05/02/2016	3	0,09	0,03
		06/02/2016	6	2,58	0,43
		11/02/2016	3	0,19	0,06
		16/02/2016	3	0,19	0,06
		18/02/2016	9	7,67	0,85
		19/02/2016	9	3,47	0,39
	<b>Mars</b>	07/03/2016	3	0,19	0,06
		14/03/2016	6	2,48	0,41
15/03/2016		3	0,29	0,10	
18/03/2016		6	0,58	0,10	
<b>2017</b>	<b>Janvier</b>	02/01/2017	6	3,48	0,58
		03/01/2017	6	3,28	0,55
		04/01/2017	3	0,29	0,10
		12/01/2017	6	6,68	1,11
		15/01/2017	18	5,84	0,32
		16/01/2017	21	6,23	0,30
		17/01/2017	24	11,42	0,48
		18/01/2017	15	11,95	0,80
		19/01/2017	12	16,36	1,36

		20/01/2017	9	3,37	0,37
		22/01/2017	3	0,19	0,06
		23/01/2017	3	0,69	0,23
		26/01/2017	9	7,14	0,79
	<b>Février</b>	11/02/2017	6	1,28	0,21
		12/02/2017	3	0,19	0,06
	<b>Mars</b>	17/03/2017	3	1,79	0,60
	<b>Novembre</b>	22/11/2017	3	0,19	0,06
		24/01/1900	3	0,39	0,13
		28/11/2017	6	3,78	0,63
	<b>Décembre</b>	02/12/2017	3	0,69	0,23
		03/12/2017	3	0,59	0,20
		04/12/2017	3	0,29	0,10
		07/12/2017	3	1,29	0,43
		08/12/2017	9	7,37	0,82
		14/12/2017	3	1,49	0,50
		22/12/2017	9	3,87	0,43
		25/12/2017	3	0,79	0,26
		26/12/2017	3	0,69	0,23

**Tableau 07.** Stress thermique de chaleur enregistrés dans la région de Constantine pour la période 2007-2017

Année	Mois	jours	Durée (h)	Poids (°c)	Intensité (c/h)
2007	<b>Juin</b>	17/06/2007	6	3,4	0,57
		18/06/2007	3	3,65	1,22
		19/06/2007	3	0,15	0,05
		24/06/2007	12	14,1	1,18
		25/06/2007	12	16,2	1,35
	<b>Juillet</b>	01/07/2007	6	2,6	0,43
		06/07/2007	3	1,95	0,65
		07/07/2007	3	0,35	0,12
		15/07/2007	6	1,9	0,32
		16/07/2007	3	0,75	0,25
		17/07/2007	6	3,2	0,53
		18/07/2007	3	0,05	0,02
		19/07/2007	6	0,7	0,12
		20/07/2007	6	1,9	0,32
		21/07/2007	6	8,6	1,43
		22/07/2007	6	8,2	1,37
		23/07/2007	9	8,55	0,95
		24/07/2007	6	4,1	0,68
	<b>Août</b>	02/08/2007	3	0,95	0,32
		03/08/2007	6	4,5	0,75
		18/08/2007	3	0,55	0,18
		25/08/2007	6	2,8	0,47

		26/08/2007	6	2,3	0,38	
		27/08/2007	6	2,6	0,43	
		28/08/2007	6	4,3	0,72	
		29/08/2007	6	5,2	0,87	
		30/08/2007	6	6,3	1,05	
<b>2008</b>	<b>Juin</b>	17/06/2008	3	2,85	0,95	
		23/06/2008	6	2,7	0,45	
		03/07/2008	6	2,4	0,40	
		05/07/2008	6	2,9	0,48	
		06/07/2008	6	4,4	0,73	
		07/07/2008	6	7,3	1,22	
		09/07/2008	3	0,15	0,05	
		10/07/2008	6	4	0,67	
		11/07/2008	3	4,95	1,65	
		12/07/2008	6	5,6	0,93	
		16/07/2008	3	0,45	0,15	
		20/07/2008	6	3,7	0,62	
		21/07/2008	3	2,15	0,72	
		25/07/2008	6	0,9	0,15	
		29/07/2008	3	0,35	0,12	
		<b>Juillet</b>	30/07/2008	3	1,05	0,35
			04/08/2008	3	0,05	0,02
			06/08/2008	6	3	0,50
			07/08/2008	6	5,5	0,92
	08/08/2008		3	1,95	0,65	
	12/08/2008		6	3,7	0,62	
	13/08/2008		6	5,1	0,85	
	14/08/2008		6	13,4	2,23	
	18/08/2008		3	0,05	0,02	
	19/08/2008		6	4,2	0,70	
	22/08/2008		6	0,5	0,08	
	<b>Août</b>		23/08/2008	3	0,95	0,32
	<b>Septembre</b>	06/09/2008	3	0,65	0,22	
		08/09/2008	3	1,05	0,35	
		09/09/2008	3	0,75	0,25	
		10/09/2008	6	2,6	0,43	
		11/09/2008	3	0,45	0,15	
<b>2009</b>	<b>Juillet</b>	07/07/2009	6	2,8	0,47	
		13/07/2009	6	8,3	1,38	
		14/07/2009	6	4,15	0,69	
		15/07/2009	6	4	0,67	
		16/07/2009	6	8,6	1,43	
		17/07/2009	3	0,25	0,08	
		20/07/2009	6	0,5	0,08	
		21/07/2009	6	1,6	0,27	
		22/07/2009	9	8,25	0,92	
		23/07/2009	6	10,3	1,72	

		24/07/2009	9	12,95	1,44
		25/07/2009	6	2,8	0,47
		26/07/2009	3	0,75	0,25
		27/07/2009	6	7,2	1,20
		28/07/2009	6	5,6	0,93
		29/07/2009	6	4,1	0,68
	<b>Août</b>	01/08/2009	6	2,2	0,37
		02/08/2009	3	1,65	0,55
		03/08/2009	6	4,4	0,73
		06/08/2009	3	0,25	0,08
		09/08/2009	3	0,35	0,12
		12/08/2009	3	1,15	0,38
		13/08/2009	3	0,75	0,25
		15/08/2009	6	3,7	0,62
<b>2010</b>	<b>Juin</b>	09/06/2010	6	4,6	0,77
	<b>Juillet</b>	11/07/2010	6	2,3	0,38
		12/07/2010	3	0,95	0,32
		13/07/2010	3	0,35	0,12
		14/07/2010	6	5,5	0,92
		15/07/2010	6	1,6	0,27
		16/07/2010	6	6,7	1,12
		17/07/2010	6	4,5	0,75
		21/07/2010	3	1,25	0,42
		22/07/2010	9	10,45	1,16
		23/07/2010	9	9,55	1,06
	<b>Août</b>	01/08/2010	3	0,25	0,08
		02/08/2010	6	3,3	0,55
		13/08/2010	3	0,75	0,25
		19/08/2010	9	6,45	0,72
		20/08/2010	9	10,05	1,12
		23/08/2010	3	0,65	0,22
		24/08/2010	3	0,35	0,12
		27/08/2010	6	1,1	0,18
		<b>Août</b>	28/08/2010	3	2,35
<b>2011</b>	<b>Juin</b>	18/06/2011	3	0,05	0,02
	<b>Juillet</b>	03/07/2011	6	21	3,50
		07/07/2011	3	0,95	0,32
		08/07/2011	6	2,9	0,48
		09/07/2011	6	3,9	0,65
		10/07/2011	6	4,3	0,72
		11/07/2011	6	6,45	1,08
		12/07/2011	9	5,35	0,59
		13/07/2011	3	1,95	0,65
		16/07/2011	3	1,25	0,42
		17/07/2011	6	3,8	0,63
		21/07/2011	3	3,55	1,18
		22/07/2011	6	5,7	0,95

		03/08/2011	3	2,65	0,88
		04/08/2011	6	2,5	0,42
		08/08/2011	6	4,3	0,72
		09/08/2011	6	3,1	0,52
		19/08/2011	6	2,8	0,47
		20/08/2011	6	2,7	0,45
		22/08/2011	3	0,75	0,25
		23/08/2011	6	3,8	0,63
	<b>Août</b>	27/08/2011	3	2,05	0,68
		07/06/2012	6	5	0,83
		08/06/2012	3	0,75	0,25
		14/06/2012	3	4,25	1,42
		19/06/2012	6	1,3	0,22
		20/06/2012	6	6,7	1,12
		23/06/2012	3	0,55	0,18
		29/06/2012	6	4,5	0,75
	<b>Juin</b>	30/06/2012	6	4	0,67
		05/07/2012	3	0,15	0,05
		06/07/2012	3	0,55	0,18
		07/07/2012	6	7,6	1,27
		08/07/2012	9	7,75	0,86
		09/07/2012	6	6,1	1,02
		10/07/2012	9	10,15	1,13
		11/07/2012	9	11,35	1,26
		13/07/2012	3	0,85	0,28
		14/07/2012	9	13,05	1,45
		19/07/2012	3	0,25	0,08
		20/07/2012	6	5,5	0,92
		26/07/2012	3	2,05	0,68
		27/07/2012	9	5,55	0,62
		28/07/2012	9	4,55	0,51
	<b>juillet</b>	31/07/2012	3	0,55	0,18
		01/08/2012	6	4,4	0,73
		02/08/2012	6	8,2	1,37
		03/08/2012	6	5,7	0,95
		04/08/2012	6	3,7	0,62
		05/08/2012	12	12	1,00
		06/08/2012	6	1,7	0,28
		07/08/2012	3	0,75	0,25
		08/08/2012	6	6,75	1,13
		09/08/2012	6	4,1	0,68
		10/08/2012	6	2,4	0,40
		12/08/2012	6	4,5	0,75
		13/08/2012	6	3,7	0,62
		15/08/2012	6	6,5	1,08
		16/08/2012	6	7,8	1,30
<b>2012</b>	<b>Août</b>	17/08/2012	6	5,1	0,85

		18/08/2012	3	0,55	0,18
		23/08/2012	3	1,25	0,42
		24/08/2012	3	1,05	0,35
		25/08/2012	6	0,7	0,12
		29/08/2012	3	0,85	0,28
		30/08/2012	3	1,25	0,42
	<b>Septembre</b>	23/09/2012	6	1,3	0,22
<b>2013</b>	<b>juin</b>	17/06/2013	3	1,35	0,45
		18/06/2013	3	1,95	0,65
	<b>juillet</b>	13/07/2013	3	0,65	0,22
		20/07/2013	6	5,4	0,90
		25/07/2013	3	1,05	0,35
		26/07/2013	6	3	0,50
		27/07/2013	6	9,2	1,53
		28/07/2013	9	7,85	0,87
	<b>Août</b>	05/08/2013	3	1,95	0,65
		06/08/2013	6	5,3	0,88
		07/08/2013	6	5,8	0,97
		08/08/2013	3	1,25	0,42
<b>2014</b>	<b>Juin</b>	22/06/2014	3	0,75	0,25
		23/06/2014	6	7,3	1,22
		24/06/2014	9	7,35	0,82
		28/06/2014	3	0,95	0,32
		29/06/2014	3	1,95	0,65
	<b>Juillet</b>	03/07/2014	6	11,9	1,98
		18/07/2014	3	0,15	0,05
		19/07/2014	9	6,85	0,76
		20/07/2014	6	6	1,00
		24/07/2014	6	1,6	0,27
		25/07/2014	12	8,8	0,73
		28/07/2014	6	0,9	0,15
	<b>Août</b>	01/08/2014	3	0,55	0,18
		02/08/2014	3	0,85	0,28
		04/08/2014	6	1,5	0,25
		09/08/2014	6	2,9	0,48
		10/08/2014	3	3,55	1,18
		18/08/2014	6	3,3	0,55
		19/08/2014	3	3,45	1,15
		26/08/2014	3	0,55	0,18
<b>Septembre</b>	17/09/2014	3	0,05	0,02	
	18/09/2014	6	0,7	0,12	
	19/09/2014	6	4,5	0,75	
<b>2015</b>	<b>Mai</b>	04/05/2015	6	3,7	0,62
		05/05/2015	3	0,25	0,08
	<b>Juillet</b>	01/07/2015	3	1,15	0,38
		02/07/2015	6	0,7	0,12
		16/07/2015	3	0,05	0,02

		17/07/2015	3	0,65	0,22
		18/07/2015	3	0,25	0,08
		27/07/2015	3	0,55	0,18
		28/07/2015	6	1,4	0,23
		30/07/2015	6	5,5	0,92
		31/07/2015	6	8,3	1,38
	<b>Août</b>	01/08/2015	6	3,3	0,55
		02/08/2015	3	0,35	0,12
		04/08/2015	3	0,75	0,25
		05/08/2015	6	4,6	0,77
		06/08/2015	3	0,15	0,05
		07/08/2015	3	0,65	0,22
	<b>Septembre</b>	04/09/2015	3	0,45	0,15
		16/09/2015	3	1,05	0,35
<b>2016</b>	<b>Mai</b>	25/05/2016	3	0,45	0,15
		26/05/2016	6	4,5	0,75
		27/05/2016	6	6,1	1,02
	<b>juin</b>	15/06/2016	3	4,85	1,62
		22/06/2016	3	0,55	0,18
		26/06/2016	3	0,75	0,25
		29/06/2016	3	0,55	0,18
	<b>juillet</b>	04/07/2016	3	1,05	0,35
		05/07/2016	3	2,85	0,95
		09/07/2016	3	1,55	0,52
		10/07/2016	6	2,7	0,45
		21/07/2016	3	1,35	0,45
		22/07/2016	6	7,2	1,20
		30/07/2016	6	3	0,50
	31/07/2016	6	5,2	0,87	
	<b>Août</b>	04/08/2016	3	0,25	0,08
		19/08/2016	3	0,75	0,25
		20/08/2016	6	2,1	0,35
<b>2017</b>	<b>Juin</b>	14/06/2017	3	0,55	0,18
		15/06/2017	3	0,15	0,05
		25/06/2017	3	0,95	0,32
		26/06/2017	3	4,35	1,45
		27/06/2017	3	1,85	0,62
		28/06/2017	6	4,3	0,72
	<b>Juillet</b>	05/07/2017	3	0,85	0,28
		06/07/2017	6	3	0,50
		07/07/2017	6	4	0,67
		08/07/2017	6	3	0,50
		09/07/2017	6	1,7	0,28
		10/07/2017	6	6	1,00
		11/07/2017	9	10,65	1,18
		12/07/2017	12	13,9	1,16
13/07/2017	6	6,3	1,05		

		14/07/2017	6	2,7	0,45
		19/07/2017	3	2,15	0,72
		20/07/2017	3	0,85	0,28
		21/07/2017	3	1,25	0,42
		22/07/2017	6	8,1	1,35
		23/07/2017	9	9,55	1,06
		28/07/2017	3	0,15	0,05
		29/07/2017	6	4,2	0,70
		30/07/2017	6	7,9	1,32
		31/07/2017	12	12,7	1,06
		01/08/2017	12	11,6	0,97
		02/08/2017	6	6	1,00
		03/08/2017	6	7,7	1,28
		04/08/2017	6	8	1,33
		05/08/2017	6	8,2	1,37
		06/08/2017	6	5,2	0,87
		07/08/2017	6	1,8	0,30
		08/08/2017	3	4,75	1,58
		09/08/2017	6	7,3	1,22
		14/08/2017	6	1,8	0,30
		15/08/2017	3	1,75	0,58
		16/08/2017	6	4	0,67
		18/08/2017	3	0,45	0,15
		19/08/2017	3	0,35	0,12
		25/08/2017	3	1,55	0,52
	<b>Août</b>	28/08/2017	3	0,65	0,22

**Tableau 08.** Cumul thermique saisonnière de la région de Constantine durant la période 2007-2017

Année	Hiver			Printemps			Eté			Automne		
	Décembre	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Aout	Septembre	Octobre	Novembre
2007	1697,5	2049,8	2103,3	2237,3	3219,7	4227,6	5566,7	6508,2	6415	5077,3	4182,2	2374
	5850,6			9684,6			18489,9			11633,5		
2008	1679,7	1832,6	1909,7	2404,1	3266,7	1694,8	5239	6715,3	6487,4	5219,9	4178,8	2466,4
	5422			7365,6			18441,7			11865,1		
2009	2848	1943	1456,3	2329,9	2662	4389,4	5514,6	7014,2	6350,6	4771,7	3804,5	2636,8
	6247,3			9381,3			18879,4			11213		
2010	2024,8	1939,6	2043,1	2613,7	3269,5	3799,4	5091	6451	6327,7	4954,6	4057,4	2793,8
	6007,5			9682,6			17869,7			11805,8		
2011	1918,3	1797	1464,7	2452,7	3470,2	4179,4	5103,6	6502,8	6559,8	5305,3	3912,1	2911,8
	5180			10102,3			18166,2			12129,2		
2012	1931,6	1526,2	851,6	2516,8	3056,4	4422,2	6132,4	6799,3	7024,3	5206,3	4563,9	3098,3
	4309,4			9995,4			19956			12868,5		
2013	1727,1	1719,2	1312,9	2788,8	3322,8	3988,6	4837,1	6444,8	6075,3	5122,2	4979,2	2531,7
	4759,2			10100,2			17357,2			12633,1		
2014	1804,1	2018,8	1990,6	2151,5	3992	4185,9	5416	6360,9	6532,7	3815,7	4597,8	3324,2

	5813,5			10329,4			18309,6			11737,7		
2015	1951,9	1493,6	1320,2	2423,1	3422,7	4658,7	5362,7	6782,1	6466,8	5170,8	4259,2	2697,4
	4765,7			10504,5			18611,6			12127,4		
2016	2329,5	2193,5	2100,5	2390	349,9	2363,2	543,2	6439,6	6037,4	4984,7	4749,8	2930,3
	6623,5			5103,1			13020,2			12664,8		
2017	1779,6	1331,4	2097,3	2898,1	3220,3	4983,9	6027,7	6905,1	6956,3	5086,9	3967,6	2468,8
	5208,3			11102,3			19889,1			11523,3		

## Liste des figures

N°	Figures	PAGE
01	Variation mensuelle de la pluviométrie de la région de Constantine durant la période 2007-2017	04
02	Amplitude thermique de la région de Constantine (période 2007-2017)	07
03	Diagramme Ombrothermique de la région de Constantine pour la période 2007-2017	08
04	Climagramme d'Emberger	09
05	Variation du Q2 dans la région de Constantine durant la période 2007-2017	10
06	Températures mensuelles moyennes de la région d Constantine (2007-2017)	24
07	Variabilité thermique de la saison froide	25-26
08	Variabilité thermique de la saison estivale	27-28
09	Variabilité des températures maximales et minimales dans la région de Constantine durant la période 1978-2017	29
10	Evolution des températures maximales de la saison estivale (2007-2017)	30
11	Evolution des températures minimales de la saison hivernale (2007-2017)	31
12	Stress thermique de froid enregistrée durant la période 2007-2017 à Constantine	33-34
13	Stress thermique de chaleur enregistrée durant la période 2007-2017 à Constantine.	34-35
14	Cumul thermique moyen mensuel à Constantine pour la période 2007-2017	37
15	Cumule thermique annuel à Constantine pour la période 2007-2017	38-39
16	Cumul thermique saisonnier dans la région de Constantine durant la période 2007-2017	41
17	Cumul thermique saisonnier moyen dans la région de Constantine durant la période 2007-2017	42
18	Carte d'exposition de la région de Constantine	43
19	Carte des pentes de la région de Constantine	44
20	Carte d'altitude de la région de Constantine	45

## Liste des images

N°	Images	PAGE
1	Image satellite de la station Bab el kantra	11
2	Image satellite de la station Boussouf	11
3	Image satellite de la station Zouaghi (salle Zénith)	12
4	Image satellite de la station stade Hamlaoui	12
5	Pied de <i>Ficus retusa</i>	13
6	Feuilles du <i>Ficus retusa</i>	14
7	L'appareil SPAD (Soil Plant Analysis Development)	23
8	Station de Bab el kantra	46
9	Station du stade Hamlaoui	47
10	Station d Boussouf	48

## Liste des tableaux

N°	Tableaux	PAGE
01	Précipitations mensuelles moyennes enregistrées dans la région de Constantine pendant la période (2007-2017)	04
02	Régime saisonnier des précipitations de la station de Constantine (2007-2017)	05
03	Températures mensuelles minimales (m), maximales (M), moyennes (M+ m/2) et amplitudes thermiques (M – m) de la région de Constantine (Période 2007-2017)	06
04	Températures moyennes mensuelles de la région de Constantine	06
05	Quotient pluviométrique d'Emberger de la région de Constantine (2007-2017)	09
06	Valeurs de quotient pluviométrique d'Emberger dans la région de Constantine durant la période 2007-2017	10
07	Températures mensuelles moyennes dans la région de Constantine durant la période 2007-2017	24
08	Températures maximales et minimales de la région de Constantine Durant la période 2007-2017	29
09	Quantification des stress thermiques à Constantine pour la période 2007-2017	32
10	Cumul thermique mensuel (2007-2017)	37
11	Cumul thermique annuel de la région de Constantine	38
12	Cumul thermique saisonnier de la région de Constantine (2007-2017)	40
13	Cumul thermique saisonnier moyen (2007-2017)	41
14	Variabilité thermique saisonnière	42
15	Taux de chlorophylle dans des feuilles de <i>Ficus retusa</i> de la station Bab el kantra	44
16	Taux de chlorophylle dans les feuilles adultes et jeunes des 5 pieds d'arbre choisis dans la station de Stade Hamlaoui	45
17	Taux de chlorophylle dans les feuilles adultes et jeunes des 5 pieds d'arbre choisis dans la station de Boussouf	46
18	Etat sanitaire de <i>Ficus retusa</i> dans chaque station	46

## Résumé

Les changements climatiques sont un phénomène de très grande ampleur qui affecte tous les régions du monde se traduisant par des phénomènes dévastateurs. L'analyse thermique réalisée sur la période des 11 ans (2007-2017) montre que les fluctuations des températures saisonnières sont importantes. La tendance climatique pour cette période est caractérisée par un réchauffement estival et hivernal. Le régime thermique, de type EAPH ne change pas. Le nombre de stress déterminé pour les plantations de *Ficus retusa* entre 2014 et 2017 est de 101 stress de chaleur avec une durée de 495 heure et de 119 stress de froid correspondant à une durée de 696 heure.

La mortalité observée sur les plantations de *Ficus retusa* au nombre 961 pieds est de 15.30% ; la survie de ces plantations est étroitement liée à la durée, au poids et à l'intensité des stress. Les valeurs de la chlorophylle totale estimée en unité SPAD correspondent à une bonne activité physiologique.

Mots clés : Constantine, variabilité thermique, *Ficus retusa*

## Abstract

Climate change is a very large phenomenon that affects all regions of the world. The Thermal analysis for the period 2007-2017 shows that fluctuations in seasonal temperatures are significant. The climatic trend for this period is characterized by summer and winter warming. The thermal regime, type EAPH does not change. The number of stresses determined for *Ficus retusa* plantations between 2014 and 2017 is 101 heat stress with a duration of 495 hours and 119 cold stress corresponding to a duration of 696 hours. The mortality observed on the *Ficus retusa* plantations at 961 feet is 15.30%; the survival of these plantations is closely related to the duration, weight and intensity of stress. The total chlorophyll values estimated in SPAD unit correspond to a good physiological activity.

## ملخص

يعد تغير المناخ ظاهرة كبيرة للغاية تؤثر على جميع مناطق العالم مما يؤدي إلى ظواهر مدمرة. ويبين التحليل الحراري خلال فترة 11 سنة (2007-2017) لمدينة قسنطينة أن التقلبات في درجات الحرارة الموسمية كبيرة. يتميز المناخ خلال هذه الفترة بارتفاع في الحرارة خلال الصيف والشتاء.

النظام الحراري، EAPH لا يتغير طول الفترة المدروسة. عدد الإجهادات المحددة لنبات *Ficus retusa* بين عامي 2014 و2017 هو 101 إجهاد حراري بمدة 495 ساعة و119 إجهاد بارد مقابل مدة 696 ساعة.

معدل الوفيات لنبات *Ficus retusa* هو 15.30%؛ يرتبط بقاء هذه الأشجار ارتباطاً وثيقاً بمدة الإجهاد ووزنه وشدته. تتوافق القيم الإجمالية للكوروفيل المقطرة بوحدة SPAD مع النشاط الفسيولوجي الجيد.



**INTITULÉ : ADAPTATION DE *FICUS RETUSA* A LA VARIABILITE  
THERMIQUE DANS LA REGION DE CONSTANTINE**

Mémoire de fin de cycle pour l'obtention du diplôme de Master en Protection des écosystèmes

**Résumé :**

Les changements climatiques sont un phénomène de très grande ampleur qui affecte tous les régions du monde se traduisant par des phénomènes dévastateurs. L'analyse thermique réalisée sur la période des 11 ans (2007-2017) montre que les fluctuations des températures saisonnières sont importantes. La tendance climatique pour cette période est caractérisée par un réchauffement estival et hivernal.

Le régime thermique, de type EAPH ne change pas. Le nombre de stress déterminé pour les plantations de *Ficus retusa* entre 2014 et 2017 est de 101 stress de chaleur avec une durée de 495 heure et de 119 stress de froid correspondant à une durée de 696 heure.

La mortalité observée sur les plantations de *Ficus retusa* au nombre 961 pieds est de 15.30% ; la survie de ces plantations est étroitement liée à la durée, au poids et à l'intensité des stress. Les valeurs de la chlorophylle totale estimée en unité SPAD correspondent à une bonne activité physiologique.

**Abstract:**

Climate change is a very large phenomenon that affects all regions of the world. The Thermal analysis for the period 2007-2017 shows that fluctuations in seasonal temperatures are significant. The climatic trend for this period is characterized by summer and winter warming. The thermal regime, type EAPH does not change. The number of stresses determined for *Ficus retusa* plantations between 2014 and 2017 is 101 heat stress with a duration of 495 hours and 119 cold stress corresponding to a duration of 696 hours. The mortality observed on the *Ficus retusa* plantations at 961 feet is 15.30%; the survival of these plantations is closely related to the duration, weight and intensity of stress. The total chlorophyll values estimated in SPAD unit correspond to a good physiological activity.

**Mots clés :** Constantine, variabilité thermique, *Ficus retusa*

**Laboratoire de recherche :** Laboratoire de développement et valorisation des ressources phylogénétique, faculté des sciences de la nature et de la vie. Département de biologie & écologie végétale

**Jury d'évaluation :**

<b>Président du jury :</b>	<i>Benderadji Mohamed El Habib</i>	Prof	UFM Constantine1,
<b>Rapporteur :</b>	<i>ALATOU Djamel</i>	Prof	UFM Constantine1,
<b>Examineur :</b>	<i>ARFA Azzedine Toufik</i>	M.A.A.	UFM Constantine1.

**Date de soutenance :** 27/06/2018