

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA
RECHERCHE SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE MENTOURI DE CONSTANTINE
FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE
DEPARTEMENT DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE



N° d'ordre :
Série :

MEMOIRE
EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME DE MAGISTERE
EN ECOLOGIE ET ENVIRONNEMENT

THEME

***Etude de la variabilité
des températures extrêmes
et pérennité des arbres urbains
dans la région de Constantine***

Présenté par :
M^{elle} KHERIEF NACERADDINE SALIHA

Soutenue le : 28/10 /2006

Devant la commission d'examen :

Président : Mr RAHMOUNE C	Professeur	Uni. Constantine.
Rapporteur : Mr ALATOU D.	Professeur.	Uni. Constantine.
Examineur: Mr TAHAR A.	Professeur	Uni. Annaba.
Examineur: Mr BENDERRADJI M^{ed} E H	M.C	Uni. Constantine.

Année Universitaire 2005 – 2006

Utilité et utilisation des arbres

Les arbres sont utiles à bien des égards,
pour la construction, pour la médecine,
pour les métiers traditionnels, pour l'urbanisme,
et plus généralement pour leur contribution à l'équilibre des écosystèmes.

Aimer les arbres, c'est les protéger. Les connaître, c'est les apprécier au
quotidien, en ville,
en forêt, dans les parcs ou dans votre jardin.

(Anonyme)

Remerciements

Je tiens à exprimer ma gratitude à mon promoteur, le professeur M^r ALATOU.D, de m'avoir encadré et pour ses orientations scientifiques que j'ai pu mener à terme de ce travail.

Je tiens à exprimer ma gratitude à M^r TAHAR A, professeur à l'université d'Annaba pour son accueil, son aide et ses conseils très précieux. Pour m'avoir honoré en acceptant de juger ce travail.

Je remercie le professeur M^r RAHMOUNE CH, pour l'honneur qu'il me fait d'avoir accepté de juger ce travail et présidé le jury de cette thèse.

Je tiens également à remercier M^r BENDERADJI M.H. Pour m'avoir honoré en acceptant de juger ce manuscrit.

Mes grands remerciements vont également à tous les responsables de la conservation des forêts de Constantine, ainsi que ceux de l'O.N.M de Constantine pour tout l'appui et les données qu'ils ont, aimablement, mis à ma disposition.

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

Dédicace

Je dédie ce travail :

A la mémoire de mes chers parents, grands parents et ma sœur,
dont le souvenir est impérissable en moi.

A celui qui avec tant d'amour et d'affection, il s'est sacrifié et dépensé
pour assurer le bon déroulement de mes études (Mon chère frère).

A mes frères et sœurs et leurs enfants.

A mes amies intimes Houria et Ilhem.

A tous mes amis (es) et collègues pour leur soutien moral.

A toutes ces personnes je dis merci.

SOMMAIRE

Introduction générale	1
-----------------------------	---

Chapitre I : Présentation de la zone d'étude

Caractères généraux de la zone d'étude.....	4
1 Topographie et géologie.....	4
2 Situation géographique	4
3 Climat	4
3.1 Généralités sur le climat de l'Algérie et de la zone d'étude	4
3.2 Climat régional	5
3.3 Climat local	5
3.4 Les précipitations et les températures	6
3.4.1 Les précipitations	6
3.4.1.1 Corrections des précipitations	6
3.4.1.2 Détermination du régime pluviométrique	7
3.4.2 Les températures	8
3.4.2.1 Corrections des températures	9
3.4.2.2 Détermination des gradients thermiques	9
3.4.2.3 Détermination des étages bioclimatiques.....	10
3.5 Synthèse climatique	14
3.5.1 Diagrammes ombrothermiques	17
3.5.2 Diagrammes hydrothermiques	18
3.6 Autres facteurs climatiques	19
3.6.1 Neige	19
3.6.2 Gelées.....	20
3.6.3 Vent	23
3.6.4 L'évaporation.....	23
3.6.5 L'humidité	23
3.6.6 Brouillard	24
4 Conclusion	24

Chapitre II : Synthèse bibliographique

1	Situation générale des forêts dans la wilaya de Constantine	25
2	Recensement des espèces plantées dans la wilaya de Constantine.....	26
3	Etablissement des fiches techniques des espèces étudiées.....	26
4	Les changements climatiques	48
4.1	Influence des changements globaux..	48
5	Les végétaux et le stress	49
6	Effet des températures critiques	50
6.1	Les basses températures.....	50
6.1.1	Les basses températures positives (froid)	50
6.1.2	Les basses températures négatives (gel)	50
6.1.2.1	Effet des températures négatives	51
6.1.2.2	Comportement des végétaux vis-à-vis au gel	51
6.1.2.3	Moyens de lutte des végétaux contre le gel	51
6.1.3	Effet des basses températures	52
6.1.3.1	Effet métabolique du froid	52
6.1.3.2	Effet du froid sur la photosynthèse	53
6.1.3.3	Effet du froid sur la respiration	54
6.1.3.4	Effet bénéfique du froid	54
6.1.3.5	Mécanismes face au froid	55
6.1.3.6	Classement des espèces selon leur sensibilité au froid	55
6.1.3.7	Mécanisme d'endurcissement.....	55
6.2	Les hautes températures	56
6.2.3	Mécanismes de tolérance à la chaleur.....	60
6.3	Les gelées tardives de printemps	61
7	Les échanges gazeux foliaires	62
7.1	Rappel sur le processus physique de la transpiration des végétaux	62
7.2	Résistance stomatique et transpiration foliaire	62
8	Rôle de la végétation en ville	65
8.1	Rôle écologique	65
8.2	L'amélioration de la qualité de vie	66
9.	Conclusion	67

Chapitre III : Matériel et méthodes

1 Matériel végétal et condition de culture	68
2 Méthodes.....	68
2.1 Analyse statistique des données climatiques	68
2.2 Méthode de refroidissement	69
2.3 Méthode de réchauffement	69
3 Traitements à basses températures	70
4 Traitement à hautes températures	72

Chapitre IV : Résultats et discussion

1 Résultats des analyses statistiques	74
1.1 L'analyse descriptive des données climatiques	75
1.2 Pour des données journalières	78
1.3 Pour des données trihoraires	83
1.4.1 La saison hivernale	85
1.4.2 La saison estivale	91
2 Les basses températures	98
2.1 Comportement des espèces soumises à un stress	113
3 Les hautes températures	117
3.1 Evolution des résistances stomatiques	119
4 L'effet de la température et l'éclairement	120
5 Conclusion.....	124
CONCLUSION GENERALE.....	125

Introduction

Introduction :

Des anomalies climatiques plus marquées sont prévues dans le cadre du changement du climat. Une plus grande fréquence des sécheresses, des orages, du gel intense ou des périodes de pluviosité excessive induira un stress supplémentaire sur les arbres ligneux et les forêts en général, les rendant plus sensibles aux attaques des ravageurs et des maladies. Les anomalies climatiques peuvent également augmenter la vulnérabilité des arbres à la pollution atmosphérique d'origine anthropique.

La température est un facteur capital pour la répartition des espèces et la vie des arbres.

Les variations de température sont en grande partie responsables des alternances d'activité et de repos de la végétation ; les phénomènes de foliaison, croissance (de la partie aérienne et du système racinaire), floraison, fructification, et germination, ne peuvent bien se dérouler qu'en conditions thermiques favorables. Les extrêmes thermiques ont tout d'abord un effet limitant pour l'existence des différentes espèces ; d'autre part, les températures extrêmes, sont le moteur d'une forte pression de sélection qui rend les arbres sensibles lorsque les conditions climatiques exceptionnelles apparaissent (froid et sécheresse).

En ce qui concerne le froid : Il constitue un facteur limitant majeur de la végétation forestière ; en effet, d'une part, les différentes phases d'activité ne peuvent s'accomplir qu'en conditions thermiques favorables et, d'autre part, les extrêmes de froid peuvent selon les cas entraîner la mort immédiate d'une partie ou de la totalité d'un arbre. En fait, c'est l'ensemble des perturbations physiologiques entraînées par des températures anormalement basses qui peuvent être à l'origine du dépérissement puis de la mortalité des arbres ; par exemple, la foliaison et la croissance ne sont possibles que si la température dépasse un seuil limite variable selon les espèces est compris entre 4 et 7 °C chez les résineux (Aussenac., 1973). La photosynthèse est aussi sensible à la température et devient nulle en hiver en dessous de -3 à -4°C (Guehl & al., 1985 ; Choisnel & al., 1990). Trois périodes sont à considérer dans ce domaine : le printemps en relation avec le débournement et la mise à fleurs, l'automne au moment de l'aoûtement et l'hiver avec des possibilités d'extrêmes absolus de froid.

Alors que les fortes températures constituent l'autre facteur décisif pour la vie des végétaux en général et les arbres en particulier par : la réduction de la durée des cycles végétatifs de cultures (degrés jours), risque de non hibernation de certaines espèces arboricoles (degré froids), exposition des sols à l'érosion et à la dégradation du milieu. Ainsi les fortes chaleurs entraînent une augmentation de la respiration et une baisse du rapport assimilation de carbone/photorespiration par suite d'une double réponse, à la température, des phénomènes physiques sensibles (solubilisation différentielle de l'oxygène et du CO₂ dans les feuilles) et des mécanismes enzymatiques résultant en une baisse de l'assimilation photosynthétique nette (l'enzyme fixant le CO₂ voit son affinité relative pour ce dernier baisser avec la température personnelle). Bien entendu, ces différents seuils thermiques ne sont encore qu'indicatifs et varient selon les espèces et leurs provenances.

Suite à la fréquence des températures extrêmes observées dans la région de Constantine et aux dégâts occasionnés sur les arbres ligneux urbains (exp : de l'année 1999) dans la région de Constantine ; notre travail consiste à analyser sur une période de 10ans la variabilité des températures extrêmes des deux saisons (froides et chaudes) ; L'objectif est de traiter statistiquement des données climatiques recueillis auprès du service météorologique Ain El bey afin de définir les fréquences, la durée et l'intensité de ce stress, la variabilité des températures mensuelles et leurs incidences sur les arbres ligneux.

Les arbres de parcs et les arbres d'alignement permettent de créer une certaine harmonie au sein d'une architecture de plus en plus disparate, et bien souvent ils contribuent largement à embellir le paysage urbain ; les arbres des villes et particulièrement les arbres d'alignement sont exposés aux facteurs de cet environnement urbain souvent défavorable, et ils doivent subir des agressions qui deviennent de plus en plus nombreuses. En effet, cet environnement qui leur est imposé est très différent de leur environnement naturel. Compte tenu des fonctions écologiques, esthétiques, sociales, éducatives et économiques de la couverture végétale en ville ; la foresterie urbaine, nouvelle science qui s'intéresse à la sélection et le comportement des espèces plantées et leur impact sur l'environnement des villes. Un certain nombre d'essences est actuellement utilisé pour l'ornementation des routes, jardins et espaces verts sans base scientifique.

Une de nos priorités, consistera à limiter ce choix à quelques espèces adaptées au climat régional et à la population, donc déterminer leurs capacités d'endurcissement. La seconde partie de ce travail consistera à tester les capacités d'adaptation et de résistance de certaines espèces (l'*Eucalyptus camaldulensis*, l'*Acacia cyanophylla*, l'*Acacia horrida*, le *Casuarina equisetifolia*, le *Ceratonia siliqua*, le *Cupressus sempervirens*, le *Schinus molle*, le *Gledistia triacanthos*, le *Sophora japonica*, le *Melia azedarach*, l'*Ailanthus altissima*, le *Citrus sp*, le *Myoporum laetum*, le *Lygustrum japonicum* et le *Fraxinus oxyphille*) à des températures extrêmes que l'analyse des données précisera.

Chapitre I: Présentation de la zone d'étude

I Caractères généraux de la zone d'étude

1. Topographie et géologie :

La région de Constantine est caractérisée par de grands massifs Karstifiés, émergeant en Horst d'un ensemble de terrain à dominance marneuse (Coiffait & al., 1917 ; cité par Dorbane.,1999).

Le relief est assez accidenté, de pente moyenne à forte (10à20%).

2. Situation géographique :

Constantine, l'une des grandes Wilayas de l'Est Algérien, limitée au Nord par la W. de Skikda, au Sud par la W. de Oum el-Bouaghi, à l'Est et à l'Ouest respectivement par la wilaya de Mila et Guelma.

3. Climat :

Ensemble des caractéristiques météorologiques d'une région donnée intégrée dans le long terme. La nature des climats joue un rôle essentiel pour ajuster les caractéristiques écologiques des écosystèmes continentaux. En réalité, il existe une interférence entre climats, Composition des communautés -en particulier végétales- propre à un écosystème donné et nature des sols, d'où le tryptique climat, sol, végétation (Ramade F., 1999).

Selon Julius Hann, le climat est l'ensemble des phénomènes météorologiques qui caractérisent l'état moyen de l'atmosphère en un point de la surface terrestre (Pedelaborde P., 1991).

3.1 Généralités sur le climat de l'Algérie et de la zone d'étude :

Le climat de l'Algérie relève du régime méditerranéen à deux saisons bien distinctes, celle des pluies et celle de la sécheresse (Kadik., 1987).

D'une manière générale le climat de l'Algérie est caractérisé par la fréquence des pluies durant la période froide de l'année, il y a coïncidence de la saison sèche et de la saison chaude (Kadik., 1987).

En Algérie, les régions climatiques rencontrées sont celles des étages et des variétés de climat définies par (Emberger., 1955).

3.2 Climat régional :

Il est défini à l'aide des données fournies par les différentes stations météorologiques.

La région de Constantine est soumise à l'influence du climat méditerranéen caractérisé par des précipitations irrégulières, et une longue période de sécheresse estivale.

Le climat de Constantine est de type semi-aride frais, caractérisé par deux périodes distinctes :

- Une période sèche et chaude en été de 133 jours.
- Une période humide et froide en hiver de 197 jours.

Ce climat est marqué par sa continentalité car Constantine est située à 80 Km de la mer.

3.3 Climat local :

L'étude du climat local nécessite des données climatiques de la zone d'étude.

L'emplacement de la station de référence (Constantine) à une altitude différente de la zone étude, ce qui nous a amené à faire des corrections de température et de pluviométrie afin de nous rapprocher le plus du climat local (Djebel-ouahch & Chettaba), les données climatiques ont été recueillies au près des services météorologique pour une période allant de 1994-2004 qui sont représentées dans le tableau 01.

Tableau01 : Données climatiques de Constantine pour la période (1995-2004), source (ONM).

Paramètres	P (mm)	m (°C)	M(°C)	$\frac{M+m}{2}$	EVP%	Hum%	Neige	Vent m/s	Gelée
janvier	93.00	02.89	12.29	07.59	39.70	79.10	2.20	2.73	8.70
février	51.14	02.91	13.63	8.27	41.40	76.80	2.00	2.82	7.80
mars	44.10	05.07	16.83	10.95	61.80	71.60	0.30	2.58	4.60
avril	52.79	07.02	19.40	13.21	69.40	70.00	0.00	2.85	1.60
mai	41.09	11.57	25.38	18.47	96.40	65.40	0.00	2.54	0.00
juin	24.53	15.88	31.14	23.51	136.40	55.10	0.00	2.44	0.00
juillet	04.81	18.49	34.50	26.49	179.40	48.2	0.00	2.45	0.00
août	12.41	19.18	34.38	26.78	170.80	50.70	0.00	2.40	0.00
septembre	44.12	16.09	28.57	22.33	101.60	64.90	0.00	2.12	0.00
octobre	32.66	11.44	24.15	17.79	83.90	67.60	0.00	2.15	0.00
novembre	75.06	07.26	16.76	12.01	54.60	67.00	0.30	2.75	0.40
décembre	80.43	04.48	13.17	8.82	42.00	78.44	1.30	3.03	5.40
Total	556.14	122.28	270.2	196.22	1077.4	794.84	6.1	30.86	28.5
Moyenne	46.34	10.19	22.50	16.35	89.78	66.23	0.50	2.57	2.37

Remarque

- Neige et gelée sont exprimés en nombre de jours.
- Les corrections sont effectuées sur deux stations :

- La station de *DJ -OUAHCH* est située à 1040 mètres.
- La station de *CHETTABA* est située à 1104 mètres.
- Notons que la station de référence *AIN EL BEY* est située à 694 mètres.

3.4 Corrections des précipitations et des températures :

Avant d'entamer les corrections, il est nécessaire de rappeler que théoriquement on a, selon le gradient altitudinal de *SELTZER* :

- Pour la pluviométrie : une augmentation de 40mm tous les 100mètres pour le continental (ce qui est notre cas) et de 80mm tous les 100m pour le littoral.
- Pour la température : Une diminution de 0.7 °C pour (M) pour 100m d'élévation.

Une diminution de 0.4 °C pour (m) pour 100m d'élévation.

Ce qui donne un gradient altitudinal croissant pour les précipitations et décroissant pour les températures (Tir K., 1997).

3.4.1 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. La connaissance de ces trois caractéristiques est essentielle pour planifier l'utilisation des précipitations par l'agriculture et éventuellement prévoir l'utilisation de l'irrigation de complément (Ramade F., 1999).

D'après l'analyse des données recueillies aux prés du service météorologique de *AIN EL BEY*. Constantine reçoit environ 556.14mm de pluie annuellement et une moyenne mensuelle de 46.34mm, mais la distribution de cette tranche est irrégulière comme le tableau 01 l'indique. Les maximums des pluies sont enregistrés dans le mois de janvier, novembre et décembre ; alors que le mois de juillet et août ne reçoit que de faibles quantités.

3.4.1.1 Correction des précipitations :

Pour les corrections des précipitations mensuelles, le calcul du coefficient correcteur (K) s'impose et il sera multiplié par les données mensuelles de la station de référence.

Les résultats des coefficients sont portés dans le tableau 02.

Tableau 02 : Résultats des coefficients correcteurs.

Stations \ Paramètres	Précipitations moyennes annuelles corrigées en (mm)	coefficient correcteur (K)
<i>DJ -OUAHCH</i>	694.01	1.24
<i>CHETTABA</i>	717.36	1.29

Les résultats des corrections sont portés dans le tableau 03.

Tableau03:Données pluviométriques corrigées pour les deux stations.

Stations \ Mois	Pluviométrie en (mm) <i>AIN EL BEY</i>	Pluviométrie en (mm) <i>DJ -OUAHCH</i>	Pluviométrie en (mm) <i>CHETTABA</i>
janvier	93.00	115.32	119.97
février	51.14	63.42	65.97
mars	44.10	54.68	56.89
avril	52.79	65.46	68.09
mai	41.09	50.95	53.00
juin	24.53	30.42	31.64
juillet	4.81	5.96	6.20
août	12.41	15.39	16.00
septembre	44.12	54.71	56.91
octobre	32.66	40.50	42.13
novembre	75.06	93.10	96.82
décembre	80.43	99.73	103.75
Total	556.14	689.64	717.36
Moyenne	46.34	57.47	59.78

3.4.1.2 Détermination du régime pluviométrique :

Tableau04 : Régime saisonnier pour Constantine (1995-2004).

Mois	P (mm)	Saison	Précipitations Saisonnieres	Précipitations Saisonnieres (%)	Régime Saisonnier
septembre	44.12	Automne	151.84	27.30	A
octobre	32.66				
novembre	75.06				
décembre	80.43	Hiver	224.57	40.38	H
janvier	93.00				
février	51.14				
mars	44.10	Printemps	137.98	24.81	P
avril	52.79				
mai	41.09				
juin	24.53	Eté	41.75	7.50	E
juillet	4.81				
août	12.41				
Total	556.14	-	556.14	100	-

A partir du tableau, nous remarquons que la station de Constantine figure dans le régime saisonnier *HAPE*, il en est de même pour les deux stations d'études (*DJ – OUAHCH et CHETTABA*).

3.4.2 Températures :

3.4.2.1 Corrections des températures :

Les températures moyennes mensuelles sont calculées à partir de différentes méthodes. Dans notre cas, nous avons utilisé la méthode de la sommation des extrêmes et le calcul de leur moyenne arithmétique « $M+m/2$ » (Aliane & Medjrab., 1981) dont :

- M=Moyenne des maxima ;
- m= Moyenne des minima ;

Les résultats des corrections des températures sont portés dans le tableau04.

Tableau 05 : Corrections des températures mensuelles des deux stations (*DJ –OUAHCH et CHETTABA*).

Stations	CONSTANTINE			DJ –OUAHCH			CHETTABA		
T(°C)	M	m	<u>M+m</u>	M	m	<u>M+m</u>	M	m	<u>M+m</u>
Mois			2			2			2
janvier	12.29	02.89	07.59	9.87	1.51	5.69	9.42	1.25	5.33
février	13.63	02.91	8.27	11.21	1.53	6.37	10.76	1.27	6.01
mars	16.83	05.07	10.95	14.41	3.69	9.05	13.96	3.43	8.69
avril	19.40	07.02	13.21	16.98	5.64	11.31	16.53	5.38	10.95
mai	25.38	11.57	18.47	22.96	10.19	16.57	22.51	9.93	16.22
juin	31.14	15.88	23.51	28.72	14.50	21.61	28.27	14.24	21.25
juillet	34.50	18.49	26.49	32.08	17.11	24.59	31.63	16.85	24.24
août	34.38	19.18	26.78	31.96	17.80	24.88	31.51	17.54	24.52
septembre	28.57	16.09	22.33	26.15	14.71	20.43	25.70	14.45	20.07
octobre	24.15	11.44	17.79	21.73	10.06	15.89	21.28	9.80	15.54
novembre	16.76	07.26	12.01	14.34	5.88	10.11	13.89	5.62	9.75
décembre	13.17	04.48	8.82	10.75	3.10	6.92	10.30	2.84	6.57
Total	270.2	122.28	196.22	241.16	105.72	173.42	235.76	102.6	169.14
Moyenne	22.51	10.19	16.35	20.09	8.81	14.45	19.64	8.55	14.09

Le tableau05, montre que les températures mensuelles de nos stations atteignent leur minima au mois de janvier, avec une valeur de à 2,89⁰C à Constantine, 1,51⁰C à Djebel-ouahch et 1,25⁰C à Chettaba. Les maxima sont observés au mois de juillet, avec une valeur de 34.50⁰C à Constantine, 32.08 ⁰C Djebel-ouahch et 31.63⁰C Chettaba.

3.4.2.2 Détermination des gradients thermiques :

Le calcul des gradients thermiques consiste à établir verticalement la décroissance de la température pour une tranche de 100 m de dénivellation.

L'application de l'équation de la droite de régression donne directement la température cherchée en fonction de l'altitude connue.

L'équation de la droite de régression s'écrit :

$T=T_0-b_z$ quand l'altitude augmente ;

$T=T_0+ b_z$ quand l'altitude diminue.

Où :

T : la température inconnue à l'altitude z connue ;

T_0 : la température à la station de base ou au niveau de la mer ;

b : le gradient thermique.

Le gradient thermique peut être calculé en fonction de deux ou de plusieurs stations d'altitudes différentes (Halimi., 1981 ; cité par Bazri K, 1999).

Il existe une relation entre la température et l'altitude. Cette relation permet de calculer les équations des gradients thermiques pour les moyennes des minima, les moyennes des maxima et les températures moyennes.

Les résultats des gradients thermiques sont portés dans le tableau 06.

Tableau06 : les gradients thermiques des minima (A), des maxima (B) et les températures moyennes(C).

Gradients thermiques	<i>DJ -OUAHCH</i>	<i>CHETTABA</i>
A	0.40	0.4
B	0.55	0.7
C	0.55	0.55

On remarque que les gradients thermiques varient de la même façon dans les deux stations d'études.

3.4.2.3 Détermination des étages bioclimatiques des différentes stations d'étude :

Le climat contrôle la répartition des êtres vivants. Il est donc naturel que les écologistes s'efforcent de caractériser les différents bioclimats. Pour la région méditerranéenne la méthode d'Emberger a connu un grand succès (Stewart, 1974.cité par Aggouni M ; 2004).

Le calcul du quotient pluviométrique Q_2 d'Emberger (1955) est nécessaire pour déterminer l'étage bioclimatique d'une station, pour cela, nous prenons en considération les paramètres ci-dessous :

- P : Pluviométrie annuelle en mm ;

- M : Température maximale du mois le plus chaud en degrés kelvin ;
- m : Température minimale du mois le plus froid en degrés kelvin.

La température absolue se compte en ⁰K (degrés kelvin), à partir de 273⁰C (Pedelaborde P., 1991).

La formule utilisée pour le calcul du Q₂ est la suivante : $Q_2 = \frac{2000 \times P}{M^2 - m^2}$.

Les résultats sont donnés dans le tableau07.

Tableau07 : Résultats du Q₂ pour les stations d'étude.

Paramètres Stations	Pluviométrie annuelle en (mm)	M (⁰ C)	m (⁰ C)	Q ₂
<i>CONSTANTINE</i>	556.14	34.50	2.89	60.30
<i>DJ –OUAHCH</i>	694.01	32.08	1.51	77.84
<i>CHETTABA</i>	717.36	31.63	1.25	81.58

Les températures maximales les plus élevées pour les trois stations sont remarquées durant le mois de juillet, ainsi que la saison estivale (juin, juillet et août) qui est représentée par des valeurs relativement élevées ,ce qui donne une saison extrêmement sec.

Les températures minimales les plus basses pour les trois stations sont remarquées durant le mois de janvier,ainsi que la saison hivernale (décembre,janvier et février) qui est représentée par des valeurs relativement basses,ce qui favorise les risque de gelées.

Après les résultats obtenus, si l'on reporte les valeurs du Q₂ et m sur le climagramme d' Emberger nous pouvons déduire que la station de référence (*CONSTANTINE*) se trouve dans l'étage semi-aride frais. La station de *DJ –OUAHCH* et *CHETTABA* dans l'étage Sub-humide à hiver frais.

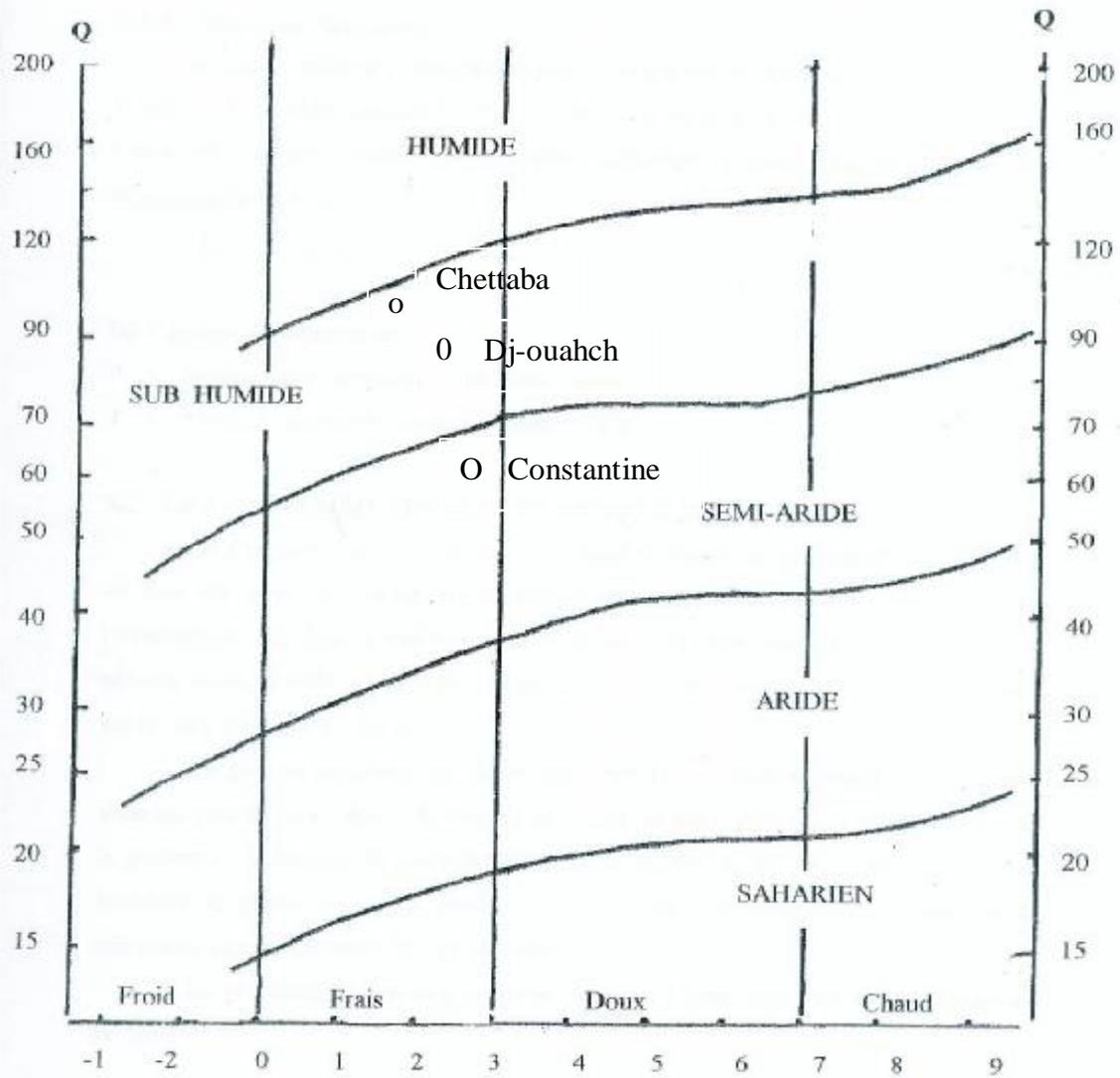


Figure 01 :Climmagramme d'EMBERGER

Tableau08 : Variation annuelle du Q₂ sur une période de 10 ans (1995-2004) dans la région de Constantine.

Paramètres Années	Pluviométrie annuelle en (mm)	Mois le plus chaud	Mois le plus froid	M (°C)	m (°C)	Q ₂
1995	543.6	juillet	janvier	34.3	2.2	58.14
1996	628	août	février	33.3	3	71.18
1997	506.5	juillet	mars	33.8	3.2	56.78
1998	570.3	juillet	décembre	35.4	2.3	59.03
1999	514.2	août	février	37.3	1.5	49.12
2000	390.5	juillet, août	janvier	35.1	-0.3	37.98
2001	463.5	juillet	février	35.9	2.2	47.09
2002	485.2	juillet	janvier	33.5	1.2	51.73
2003	767.6	juillet	février	37	2.6	76.20
2004	701	août	janvier	35.5	2.8	74.58
Moyenne	556.14			35.38	2.4	58.18

Pendant cette dernière décennie la température minimale du mois le plus froid est enregistré durant le mois de décembre, janvier, février et mars avec une variation de -0.8 à 2.7°C, alors que la température maximale du mois le plus chaud est enregistrée dans le mois de juillet et août avec une variation de 1.92 à 2.08°C.

Q₂ varie d'une année à l'autre avec un coefficient de variation CV=0.2051 soit 20,51%.

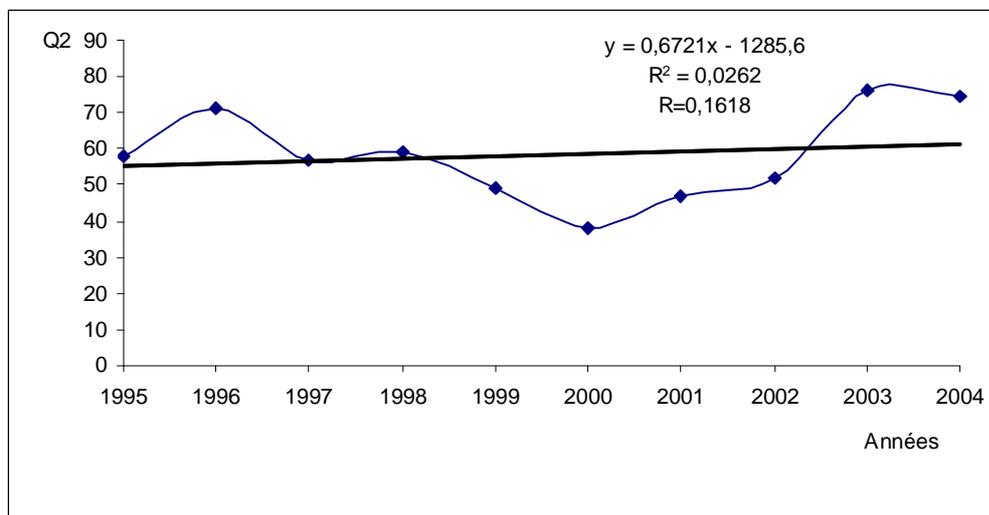


Figure02 : Variation du Q₂ durant cette dernière décennie (1995-2004).

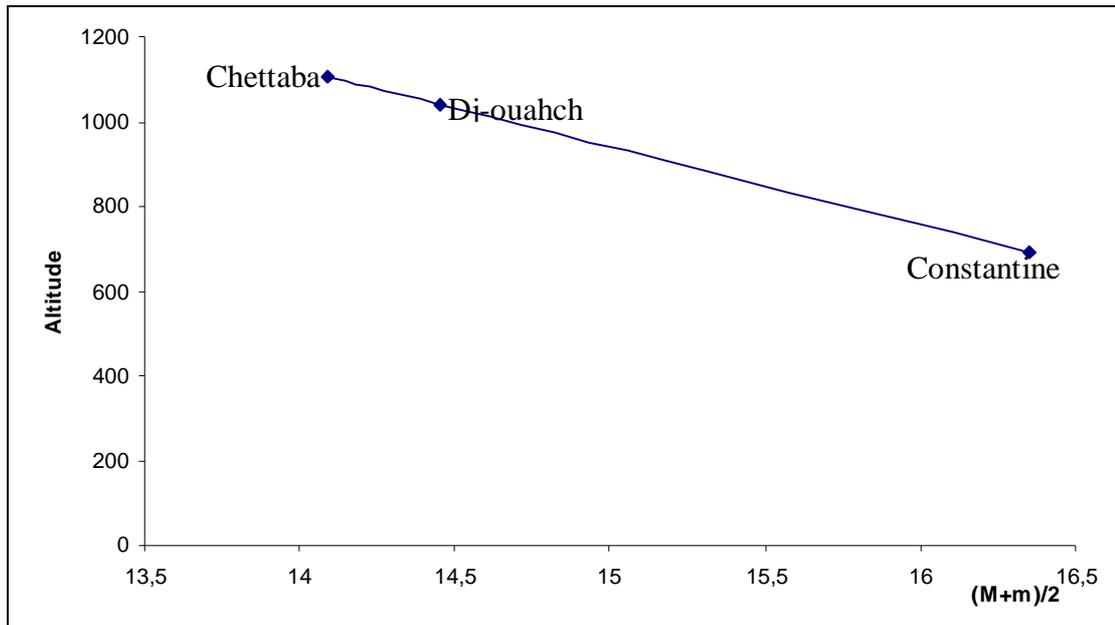


Figure03 : Gradients thermiques altitudinaux

3.5 Synthèse climatique :

Les températures et les précipitations constituent les deux principaux paramètres des climats car l'ensoleillement est de façon générale, bien corrélé avec la température. Divers types de diagrammes destinés à donner une représentation graphique des paramètres majeurs du climat propre à une région donnée. Les principaux sont les climatogrammes et les diagrammes ombrothermiques de Gaussen (Ramade, 1999), climagramme d'Emberger et le climagramme hydrothermique à partir desquels sont dégagées les caractéristiques climatiques de la forêt (Rouag & Bousbiat cité par Kherief & Djouadi, 1999).

3.5.1 Diagramme Ombrothermiques :

Il constitue un type de représentation très utilisé pour comparer les climats (Ramade F., 1999). Bagnoul & Gaussen ; cité par Kadik., 1987, considèrent qu'un mois est sec quant le total des précipitations exprimées en mm est égale ou inférieur au double de la température exprimée en degrés Celsius.

Il consiste à figurer en ordonnée à gauche les températures moyennes mensuelles en 0C à une échelle double de celle des précipitations ($P=2T$), en abscisse les mois de l'année et en ordonnée à droite les précipitations moyennes mensuelles en mm et de joindre les points ainsi obtenus .On obtient en fait deux diagrammes superposés. Les périodes d'aridité sont celles où la courbe pluviométrique est au dessous de la courbe thermique (Ramade F., 2003).

Selon l'échelle $P=2T$, les courbes ombrothermiques déterminent deux périodes, l'une humide, l'autre sèche.

Tableau09 : Durée des périodes humides et sèches pour les stations d'études.

Stations	Durée en jours	
	Période sèche	Période humide
<i>CONSTANTINE</i>	120	240
<i>DJ -OUAHCH</i>	90	270
<i>CHETTABA</i>	95	265

Remarque :

En vue de faciliter le calcul, nous avons pris chaque mois équivalant à 30 jours.

✚ Pour la station de Constantine :

- Période sèche : Caractérisée par de fortes températures présentant deux maximums, l'un au mois de juillet et l'autre au mois d'août.
- Période humide : Caractérisée par de fortes précipitations présentant deux maximums, l'un au mois de décembre et l'autre au mois de janvier.

✚ Pour la station de Djebel-ouahch :

- Période sèche : Caractérisée par deux maximums de température, l'un au mois de juillet et l'autre au mois d'août mais moins que celles de Constantine.
- Période humide : Caractérisée par de fortes précipitations présentant deux maximums, l'un au mois de décembre et l'autre au mois de janvier plus intenses que celle qui caractérisent la station de Constantine.

✚ Pour la station de Chettaba :

- Période sèche : Caractérisée par de fortes températures présentant deux maximums, l'un au mois de juillet et l'autre au mois d'août mais moins que celles qui caractérisent la station de Djebel-ouahch .
- Période humide : Caractérisée par de fortes précipitations présentant deux maximums, l'un au mois de décembre et l'autre au mois de janvier plus intenses que celle qui caractérisent la station de Djebel-ouahch.

3.5.2 Climagramme hydrothermique :

Les schémas hydrothermiques des stations ont des formes allongées, ce qui correspond à un climat caractérisé par des saisons à la fois thermiques et pluviométriques bien individualisées (Kadik., 1994). La droite $P=2T$ délimite une fois de plus les mois secs des mois humides (Bouchemara., 1994).

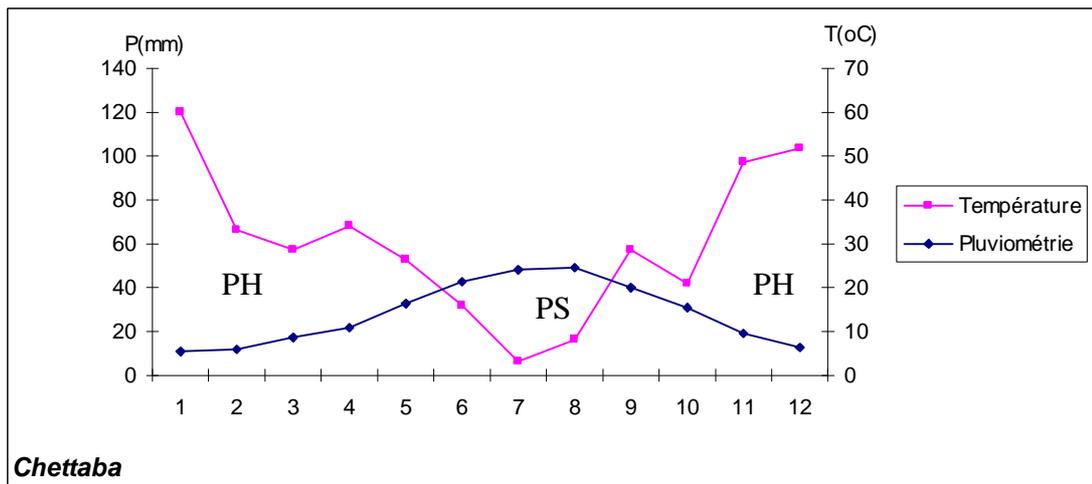
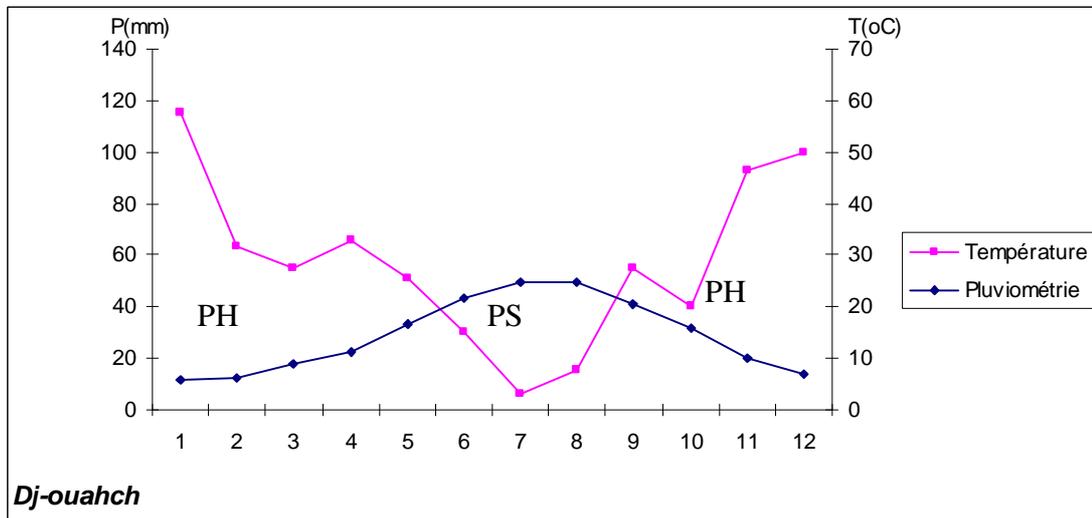
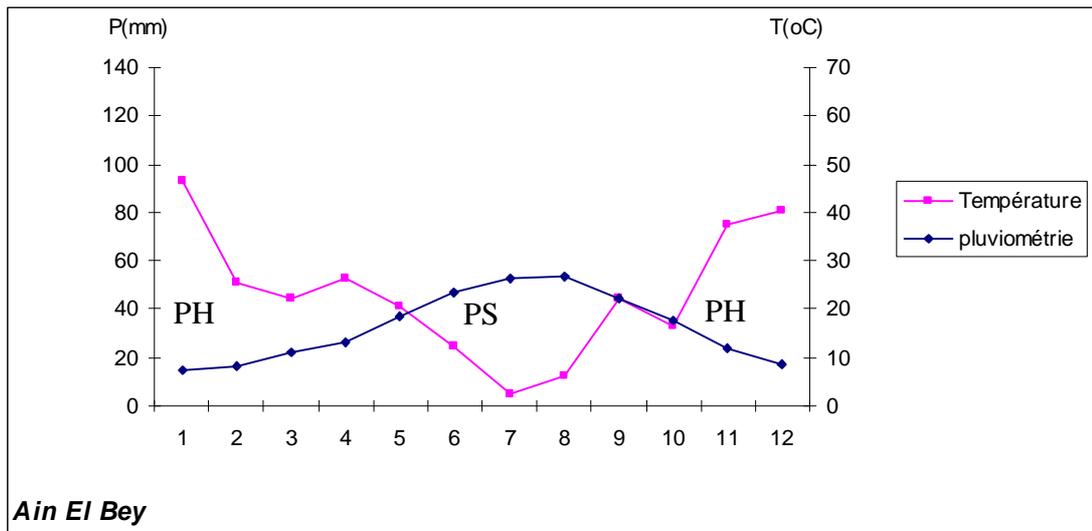


Figure 04 : Diagrammes ombrothermiques

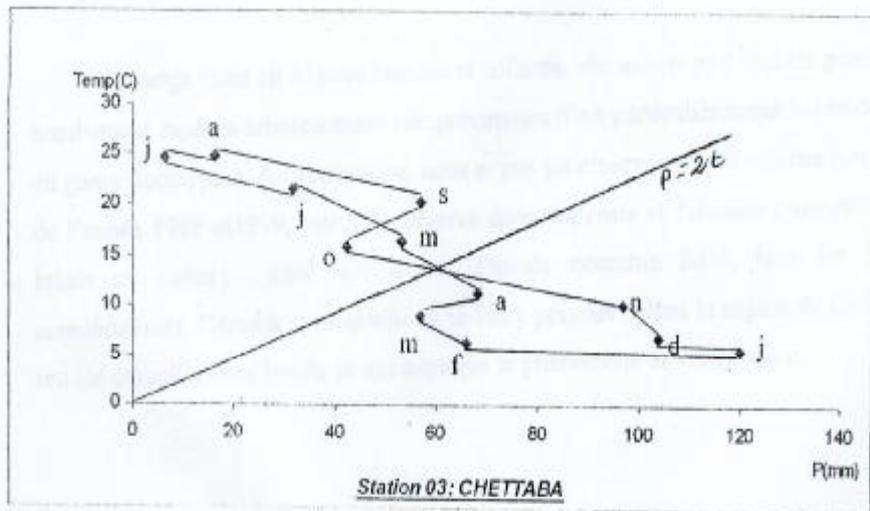
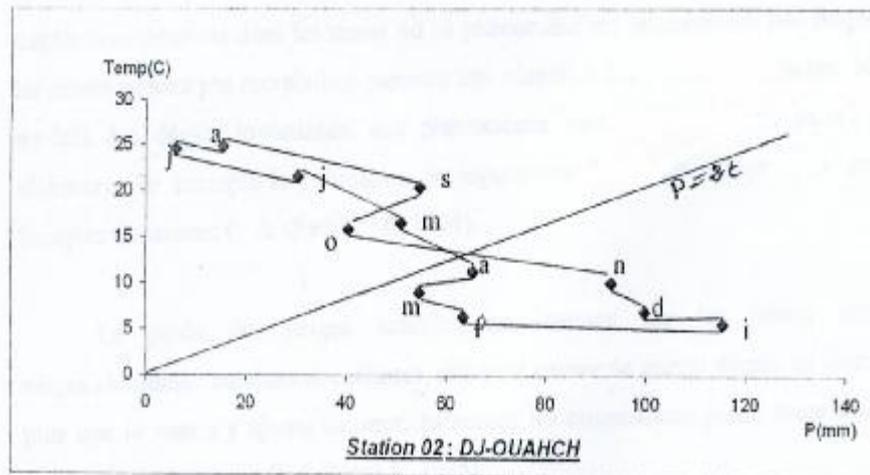
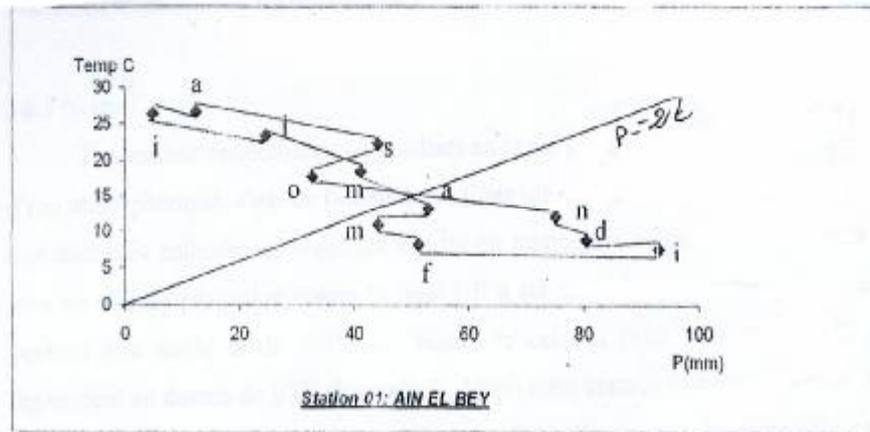


Figure05 : Climagrammes hydrothermiques

3.6 Autres facteurs climatiques :

3.6.1 Neige :

Phénomène météorologique résultant en la formation par condensation de la vapeur d'eau atmosphérique, c'est un facteur écologique important qui conditionne l'ensemble des communautés animales et végétales surtout en montagnes et sous le climat froid dont il joue un rôle de protection contre le froid (Il à été montré que les températures de l'air peuvent être au-de là de -20°C au dessus de celui-ci celle à la surface du sol sont légèrement au dessus de 0°C) (Ramade F., 1999), ainsi comme réservoir d'eau. (Lacoste & Salanon., 1969, cité par Kherief & Djouadi, 1999). D'autre part, la neige peut causer des dégâts considérables dans les zones où ce phénomène est relativement peu fréquent et où les arbres ne sont pas morphologiquement très adaptés à des chutes importantes. Ici encore, au-delà des dégâts instantanés, ces phénomènes sont générateurs de développements ultérieurs, par exemple la pullulation de populations d'insectes ravageurs notamment les Scolytes (Aussenac G & Guehl J M., 1994).

Le poids des neiges tombées massivement sur les arbres surtout des neiges «lourdes», humides et collantes, elle peut causer de graves dégâts en forêt, d'autant plus que le vent s'y ajoute souvent, balançant les cimes ayant perdu toute souplesse, et surchargées (Aussenac G & Pardé J., 1985).

La neige étant en Algérie humide et collante, elle adhère aux feuilles persistantes de nombreuses espèces arborescentes sempervirentes c'est particulièrement le cas des espèces du genre *Eucalyptus*. A Constantine, nous avons pu observer ce phénomène lors de l'hiver de l'année 1998 et 1999, ou l'*Eucalyptus camaldulensis* et l'*Acacia cyanophilla* ont été brisés en cimes ; ainsi que durant l'année courante 2005, tous les *Eucalyptus camaldulensis*, l'*Acacia cyanophilla* et le Faux poivrier dans la région de Djebel-ouahch ont été complètement brûlés ce qui explique le phénomène de congélation.

Dans notre zone d'étude et durant la dernière décennie (1995-2004), la fréquence, l'intensité, ainsi que la durée est très faible avec une moyenne annuelle de 0.50 jour. La durée la plus longue est enregistrée dans le mois de janvier avec une valeur moyenne de 2.2 jours et février de 2 jours.

3.6.2 Les gelées :

Un facteur limitant pour les plantes, elle cause des dégâts très néfastes pour les jeunes plantes. Durant la période d'étude, elle tombe exclusivement pendant une période de six mois de novembre à avril, ce qui coïncide avec la durée de plantation et de croissance des jeunes plant avec une moyenne de 2.37 jours par an et une période comprise entre 3-22 jours pour le mois de janvier, 0-13 jours pour décembre, 5-11 jours pour février, 1-11 jour pour mars, 1-5 jours pour avril et de 4 jours pour novembre. Le tableau suivant montre la fréquence des gelées en fonction des variantes climatiques hivernales.

Tableau10: Corrélation entre les variantes climatiques et le risque de gelée selon (Emberger & Sauvage., 1963).

m ⁰ C	0 ⁰ C		3 ⁰ C	7 ⁰ C
Gelée	Très fréquente	Assez fréquente	Occasionnelle	Nulle
Variante en hiver	Froid	Frais	Tempéré	Chaud

Selon les températures minimales comprises entre -0.3⁰C et 3.2⁰C, on remarque que les gelées dans la wilaya de Constantine sont assez fréquentes.



Photo (54): Des arbres d'*Eucalyptus* altérés par les gelées de 1998-1999 :
Les sommets sont les plus altérés (la reprise est assez bonne)

(Nouari A.,2002)



Photo (55): Des arbres de *Casuarina* altérés par les gelées de 1998-1999 :
Les sommets sont les plus altérés (la reprise est assez bonne)

Photo56 : La reprise des arbres de *Casuarina* altérés par les gelées de 1998-1999 après huit ans (2006)



Photo57 : La reprise des arbres d'*Eucalyptus* altérés par les gelées de 1998-1999 après huit ans (2006)

3.6.3 Vent :

Lorsque les vents sont fréquents et forts, la physiologie et la morphologie des arbres sont affectées : transpiration accrue, photosynthèse et croissance diminuées, houppiers dissymétriques. Si la vitesse du vent est en permanence très importante (cas des zones d'altitude en montagne ou certaines îles à des altitudes relativement basses), elle empêche la croissance des arbres et on atteint alors la limite supérieure de la forêt (Aussenac G & Guehl J M., 1994).

Le vent constitue en certaines conditions un facteur écologique limitant, par leur fréquence, leur température, leurs degrés hygrométriques, les vents exercent sur la végétation forestière en place une influence considérable (Letreuche Belarouci N, 1991). Il est très néfaste pour les plantes (forte évapotranspiration), en effet, dans certaines zones, d'une intensité telle qu'il perturbe, voire empêche, la croissance des arbres c'est par exemple à cause du vent que la forêt n'excède guère 1500m dans le massif central (Ramade F., 2003). La région d'étude est soumise à des vents dominants avec une vitesse moyenne de 2.57m/s annuellement; les plus importants sont les vents du Sud appelés Sirocco qui peut s'observer à n'importe quelle époque de l'année (Djebaili, 1984).

3.6.4 L'évaporation :

Phénomène par lequel l'eau apportée à un sol dépourvu de végétation par les précipitations l'évaporation dans l'atmosphère. Maximal dans le désert, l'évaporation existe dans les écosystèmes continentaux pourvus d'une forte biomasse végétale, par passage direct dans l'air de l'eau dépensée par la pluie à la surface du feuillage qui ne s'est pas ressuyer et qui s'évapore sans avoir été absorbée par la végétation (Ramade., 2003 ; Gérard guyot., 1999). D'après les résultats présentés dans le tableau 01, l'évaporation moyenne annuelle est de 89.78%. L'évaporation moyenne mensuelle est très forte en faveur d'une forte élévation des températures par la fréquence du vent sec au cours des mois de juin, juillet, août et septembre.

3.6.5 Humidité :

Désigne la teneur de l'air en vapeur d'eau. Dans la troposphère et selon les données de l'O.N.M, l'air n'est jamais sec et contient toujours une part plus au moins importante d'eau à l'état gazeux.

Elle à une grande importance pour la végétation forestière, elle réduit l'évaporation de l'eau du sol et l'intensité de la transpiration des végétaux ; donc elle permet la conservation de l'eau dans le sol et son utilisation par la plante. Selon les résultats l'humidité moyenne annuelle est de 66.23%.

3.6.6 Le brouillard :

Par définition le brouillard est formé de fines gouttelettes d'eau (quelquefois de glace) en suspension dans l'air, dûes à la condensation de la vapeur d'eau présente dans l'atmosphère (Gisèle Escourrou., 1996).

C'est une autre source d'eau pour la végétation, qui permet d'éviter la formation de gelée nocturne (Rouag & Bousbiat, 1992).

4 Conclusion :

D'après les résultats obtenus de l'analyse des données climatiques de la dernière décennie, on constate une très grande variation des précipitations et des températures.

Le climat de Constantine est assez instable, c'est-à-dire très variable d'une année à l'autre ; bien que les températures minimales de l'hiver puissent par fois constituer un facteur limitant pour la végétation, celle-ci est en règle générale et comme partout en région méditerranéenne, essentiellement conditionnée par la pluviométrie annuelle et surtout par la durée et l'intensité de la saison sèche.

Chapitre II: Synthèse bibliographique

1 Situation générale des forêts dans la wilaya de Constantine.

Commune	Superficie (ha)	Localisation	Superficie par forêt (ha)	Espèces dominantes
Constantine	4255 ha	- Mansourah - Djebel-el-ouahch - Oued-Zied - Djebess - Hadji Baba	32 ha 3280 ha 50 ha 120 ha 641 ha	Pin d'Alep Pin d'Alep Pin d'Alep Pin d'Alep Pin d'Alep
El-khroub	1936 ha	- Drâa-Naga - El-Meridj - Baraouia	1686 ha 202 ha 48 ha 64 a	Eucalyptus Pin d'Alep+Cyprès Pin d'Alep
Ibn-Badis	4974 ha	- Darmoun - Tarafana - Tessinga - Alaïga - Djebel-Krami - El-Hambli - Bou zemzem - Haddaj	110 ha 1090 ha 678 ha 38 ha 1494 ha 1043 ha 500 ha 21 ha	Pin d'Alep Pin d'Alep+Pin Pignon Cyprès Pin d'Alep Pin d'Alep Pin d'Alep+ Cyprès Cyprès Pin d'Alep
Ain - Abid	1487 ha	Ain boumaz	1487 ha	Pin d'Alep
Oueled Rahmoun	337 ha 24 a	- Sila - Badaoui - Medelsou	42 ha86 a 94 ha 38 a 200 ha	Pin d'Alep Cyprès Cyprès+ Pin d'Alep
Ain Smara	253 ha 06 a 25 ca	- Chettaba - Hadj-Salah - Ain-Smara	243 ha 250 ha 157 ha 06 a 25 ca	Pin d'Alep Pin d'Alep+ Cyprès Pin d'Alep
Zighoud - Youcef	1139 ha	- Drâa El-youidi - Berkane - El-Kantour - Gattoucha - Sefardjla	159 ha 547 ha 168 ha 110 ha 155 ha	Pin d'Alep Chêne liège Pin d'Alep+Eucalyptus Chêne liège Pin d'Alep
Hamma-Bouziane	53 ha	- Bekira	53 ha	Eucalyptus
Messaoud-boudjriou	275 ha	- Ain kerma - Kef beni hamza - Boukhalfa	120 ha 15 ha 140 ha	Pin d'Alep Pin d'Alep+ ChêneVert Pin d'Alep+ ChêneVert
Ibn Ziad	515 ha	- Ibn Ziad - Sidi-Slimene - R'mail	15 ha 227 ha 273 ha	Pin d'Alep Pin d'Alep+ ChêneVert Pin d'Alep+ ChêneVert
Didouche-Mourad	500 ha	- Djebel-ouahch	500 ha	Pin d'Alep+Pin Pignon
Total:			18008 ha, 94a, 25ca	

2 Recensement des espèces plantées dans la wilaya de Constantine :

Pour recenser les espèces existantes dans la wilaya de Constantine, on a suivi les espèces utilisées pour les plantations pendant trois ans.

Les espèces plantées dans la wilaya de Constantine varient entre arbres forestiers, plantes à hautes tiges et plantes d'ornements. La liste des espèces est la suivante :

Acacia(cyanophilla et horrida)-Micocoulier- Sophora- Caroubier- Mélia- Frêne- Faux poivrier Cyprès- Févier d'Amérique- Casuarina- Eucalyptus- Troène arbre- Myoporum- Ailante- Mûrier- Genevrier- Robinier pseudo Acacia- Pin d'Alep – Pin pignon- Peuplier- Saule pleureur- Lierre- Troène (japon et orientale)- Laurier rose- Romarin- Iris- Genéa- Palmier washingtonia- Canna- Bigaradier- Troène haie- Jasmin jaune- Jasmin blanc- Ambre- Fusin- Agave- Galant de nuit- Passiflore- Vigne vierge – Lavande- Géranium- Spirée- Chrysanthème- Souci- Biota- Pyracanthe- Seringa- Rosier- Œillet d'Inde- Plante grasse- Belle de nuit- Hibiscus- Lantana- Ricin- Spire- Chèvre feuille- Abutilon- Ciste- Verveine- Absinthes- Hibiscus R/ chène- Justicia- Girofle- Maryolaine- Yocca- Pyttos sporom- Margueritte- Clou des girofle (Conservation des forêts de Constantine ;2005) .

3 Etablissement des fiches techniques des espèces étudiées :

Dans la région de Constantine, les changements climatiques, la pollution, les maladies parasitaires et les incendies ravagent et amenuisent la végétation urbaine, faisant renaître les mêmes interrogations : que replanter de moins combustible, moins sensible aux parasites, résistant à la sécheresse et aux froids de la région, de croissance assez rapide pour avoir le bon résultat.

On pourra faire le choix parmi ces espèces sélectionnées en fonction également des caractéristiques écologiques, biologiques, botaniques et leurs emplois. Parmi les arbres urbains les plus importants sont :

3.1 Le Casuarina (Filao)

Nom scientifique : Casuarina equisetifolia

Taxonomie :

Emb : Spermaphytes

S/Emb : Angiospermes

Classe : Dicotylédones

S/Classe : Dicotylédones Apétales

Ordre : Casuarinales

Famille : Casuarinacées.

Genre : Casuarina.

Espèce : Casuarina equisetifolia.

1. Caractères botaniques :

- Arbre à rameaux articulés comme ceux des prêles, toujours verts, sans feuilles apparentes, ayant l'aspect des tamaris et de certains conifères. L'ordre des casuarinales ne renferme qu'une seule famille, celle des Casuarinacées, et qu'un seul genre, *Casuarina*, qui compte environ une quarantaine d'espèce d'arbres, d'Australie, d'Indonésie, de Malaisie et de nouvelle Calédonie. On connaît également quelques représentants Africains (Corsin P., 1971).
- Leur nom, qui vient du malais Kasuari désignant le Casuar, leur à été donné en raison de la vague ressemblance de leur rameaux pendant, qui brillent au soleil avec les longues plumes retombantes de ce grand oiseau proche de L'Autruche (Brosse J., 2000).
- Feuille : Absente ou réduites à des petites écailles pointues et disposées au niveau des nœuds, en verticilles de plus de 3 éléments.
- Fleurs : Monoïques, parfois dioïques ; en chatons ; les mâles portant à la base 2-4 bractéoles (Sépales), les femelles sans périanthe.
- Fruits : Sorte de cônes à valves.

- Ecorce : grise à noire, fissurée.

2. Caractères Ecologiques :

- Origine : Australie.
- Climat :
 - Pluviométrie supérieure à 400 mm. La résistance au gelées semble bonne dans quelque régions froides du pays (Ksar El-Boukhari, à Saïda, à Tenira.). Les températures minimales absolues peuvent descendre sous 0°C (Letreuch- Belarouci N, 1995).
 - Etage Bioclimatique : semi-arides, aride et même saharien (Letreuch- Belarouci N, 1995), ainsi que l'étage subhumide et humide à hiver doux ou chauds.
 - Sols : Profonds ; préférence pour sols sableux. *Casuarina equisetifolia* et *Casuarina glauca* supportent le sel et le calcaire. *Casuarina stricta* se contente de sols érodés, pauvres.
- Altitude : 0-400m pour *C.equisetifolia* (+ pour certaines espèces).

3. Caractères Biologiques :

- Accroissement : rapide en hauteur pour *C.equisetifolia* (Production : 2-3 m³/ha/an).
- Hauteurs possibles :
 - Ø *C.equisetifolia* et *C.cunninghamiana* : 30m.
 - Ø *C.glauca*..... : 20m.
 - Ø *C.stricta*..... : 10m.
- Longévité : De l'ordre de 50 ans.
- Reproduction : Par semis et rejets de souche.

4. Emplois :

- Caractères du bois et usages : Le *Casuarina equisetifolia* très dur, lourd, mais sujet à se fendre et à casser ; excellent combustible ; pieux et poteaux ; traverses. Autre : bois d'œuvre de qualité moyenne.
- Utilisation :
 - Ü Brise-vent quand il n'y a pas risque de gel (en terrains salés, préfère *E.glauca*) ; les filaos ont l'avantage sur les cyprès de former des écrans plus filtrants et de rejeter de souche.

- Ø Fixation de dunes maritimes.
- Ø Le casuarina possède des micro-organismes symbiotiques qui leur permettent de fixer directement l'Azote atmosphérique, mais cette symbiose est rarement observée, un plant sur 500 en moyenne présente des nodosités à la pépinière O.N.T.F de Bougara (Letreuch- Belarouci N, 1995).
- Autres boisements : C.glauca se montre mieux adapté aux conditions défavorables de sol et de climat que C. equisetifolia et C. cunnighamiana. En très mauvaises conditions (stations très sèches, sols médiocres) utiliser E .stricta.

3.2 L'Acacia d'Australie

Nom scientifique : *Acacia cyanophylla*

Nom arabe : Bellat ou Telah

Taxonomie :

Emb : Spermaphytes

S/Emb : Angiospermes

Classe : Dicotyledones

Sous/Classe : Dialypétales

Ordre : Rosales

Famille : Legumineuses

S/Famille : Mimosaceae

Genre : *Acacia*

Espèce : *Acacia cyanophylla*

1. Caractères botaniques :

- Petit arbre, arbuste ou arbrisseau, 5-8m, à cime étalée.
- Feuilles : Persistantes ; phyllodes de 10-30 cm x 2-3 cm alternes courtement pétiolés, lancéolés plus ou moins larges à linéaires, parfois légèrement arqués à nervures.
- Fleurs : En glomérules assez gros, groupés en grappes par 3-7, jaune vif.

- Fruits : Gousses plates, assez rétrécies entre les graines, 7-13 cm x 0.5cm généralement assez droites.
- Graines : Brun verdâtre foncé, à funicule moins long qu'elles.

2. Caractères Ecologiques :

- Origine : Australie occidentale.
- Climat : P de 750-1000mm en Australie, se contente de 300mm et même moins en Algérie résistant à la sécheresse ; sensible au froid. Etage bioclimatique semi-aride et subhumide doux à chaud.
- Sol : Préfère sablonneux profond ; s'accommode de calcaire ou légèrement salé.
- Altitude : 0-800m.
- Tempérament : Très plastique.
- Stations : Plantation sur dunes dans toute l'Algérie du Nord.

3. Caractères Biologiques :

- Longévité : 20 environ.
- Répartition : Très facile par semis ; rejette et drageonne abondamment.

4. Emplois :

- Usage : Piquets, chauffage, tanin (écorce 22%).
- Utilisation : Fixation de dunes côtières (essence pionnière) ; restauration de sols ruinés, même secs ; plantation en mélange avec Eucalyptus (Tell).

3.3 L'Acacia d'Australie

Nom scientifique : *Acacia horrida* (Souvent appelé *Acacia eburnea*, nom d'une espèce voisine absente d'Algérie)

Nom arabe : Bellat ou Taleh

Taxonomie :

Emb : Spermaphytes

S/Emb : Angiospermes

Classe : Dicotylédones

Sous/Classe : Dialypétales

Ordre : Mimosale

Famille : Legumineuse

S/Famille : Mimosacée

Genre : Acacia

Espèce : Acacia horrida

1. Caractères botaniques :

- Arbuste ou arbrisseau, 6-8m, à branche étalée, très épineux.
- Feuille : Caduque, alternes, doublement composées (folioles de 8mm environ), à stipules transformées en épines blanche, très longues (jusqu'à 10cm), effilées.
- Fleurs : Jaunes, en glomérules denses sur de longs pédoncules (2cm) portant vers leur milieu 2 bractéoles.
- Fruits : Gousses longues, linéaire, plus incurvées, plates, coriaces, un peu resserrées entre les graines.
- Graines : Vert olive, oblongues, aplaties, très petit funicule.
- Ecorce : Persistante, sombre.

2. Caractères Ecologiques :

- Origine : Afrique australe, le long des ruisseaux.
- Climat : Etage bioclimatique semi-aride, ou sub-humide frais à chaud.
- Sol : Profond, bien structuré.
- Stations : Haies.

3. Caractères Biologiques :

- Longévité : 30ans environ.
- Reproduction : Par semis et rejets de souche.

4. Emplois :

Haies défensives ou mortes (Zéribas).

3.4 Le Caroubier

Nom scientifique : *Ceratonia siliqua*

Nom arabe : kharroube

Taxonomie :

Emb : Spermaphytes / Phanérogames

S/Emb : Angiospermes

Classe : Dicotylédones

Ordre : Rosales

Famille : Légumineuse

S/Famille : Cesalpiniées

Genre : *Ceratonia*

Espèce : *Ceratonia siliqua*

1. Caractères botaniques :

- Arbre à feuillage persistant (5 à 15 cm), enracinement pivotant, puissant, cime dense globuleuse, parfois étalée.
- Feuille : Persistantes, alternes, composées ; 2 à 5 paires de folioles opposées plus un, avec un petit pétiole, coriaces, ovales arrondies souvent échancrées au sommet, vert foncé et luisantes en dessus, plus claires en dessous (2-5 cm x 1,5-4 cm) (Quezel P & Santa S., 1963).
- Rameaux : Gris clair, couverts de poils.
- Fleurs : Mâles et femelles sur pieds différents (sauf rares exceptions), sans pétales, 5 sépales, en grappes dressées sur bois d'un an.
- Fruits : Gousses allongées, aplaties, brun violacé plus ou moins tordues, légèrement charnues, (8-15 cm x 2-2,5 cm), appelées caroubes.
- Graines : Ovoïdes aplaties, brunes, brillantes, dures, 12 à 16 par gousse.
- Ecorce : Gris plus au moins clair se craquelant en quadrillage irrégulier.

2. Caractères Ecologiques :

- Climat : Pluviométrie de 300-800mm(ne fructifie pas si la pluviométrie est supérieur à 800mm), très résistant à la sécheresse. Etage bioclimatique, semi-aride et sub-humide à hiver doux à chaud.
- Sol : Assez indifférent (sauf forte humidité), préfère un sol calcaire et alluvions profondes.
- Altitude : Jusqu'à 1700m (fructification sensible aux gelées).
- Tempérament : Essence adaptée à la chaleur (indicateur de stations chaudes), rustique, forestière et arboricole.
- Situation : Commun dans le Tell.
- Association végétale : Avec l'Oleolentisque.

3. Caractères biologiques :

- Accroissement : lent.
- Longévité : assez grande.
- Reproduction : Par semis en pépinière ;par rejet de souche,boutures.

4. Emplois :

- Caractères du bois : rouge foncé, veiné, avec aubier blanc, lourd.
 - Usage : Bois de chauffage et les fruits comme alimentation de bétail (100 à 200kg à 20ans).
 - Utilisation :
- Ø Cultivé pour ses gousses (100-200 arbre/ha), prévoir au moins 5 % de pieds mâles pour la pollinisation.
- Ø Alignement.
- Ø Enrichissement de boisements de faible valeur.

3.5 L'Ailanthus altissima (Synonyme : Vernis du Japon)

Nom scientifique : *Ailanthus altissima* (glandulosa)

Nom arabe : Elantousse

Taxonomie :

Emb : Spermapytes

S/Emb : Angiospermes

Classe : Dicotylédones

Famille : Simarubacées

Genre : Ailanthus

Espèce : *Ailanthus altissima*

1. Caractères botaniques :

- Arbre à hauteur de 20à30m, à cime élancée (15-20m couramment).
- Feuilles : Caduques, composées, alternes, à 15-35 folioles portant chacune deux glandules à la base ; odeur fétide.
- Rameaux : épais, bruns, avec de grandes traces foliaires.
- Fleures : Hermaphrodites ou unisexuées en panicules, petites : 5 sépales, 5Pétales, 5 à 10 étamines, ovaire supère.
- Fruits : samare de 3cm sur 0,5cm portant la graine au milieu.
- Ecorce : Gris pâle, mince, finement fissurée longitudinalement.

2. Caractères écologiques :

- Origine : Chine (Nord).
- Climat : Croit magnifiquement dans tous les étages bioclimatiques du pays, mais plus particulièrement dans le semi-aride et même l'étage aride (Aflou et El-Byadh) et le saharien (Biskra) (Letreuch- Belarouci N, 1995).
- Sol : Indifférent, il a l'avantage de s'adapter aux sols calcaire (Guinaudeau C.,1993) avec une légère préférence pour les sols argileux et humide, croit magnifiquement sur les sols les plus ingrats (Letreuch- Belarouci N, 1995).

3. Caractères biologiques :

- Accroissement : Très rapide, jusqu'à 2m par an en hauteur.
- Longévité : Courte (40 ans).
- Reproduction : Abondante par drageons et par semis, rejets de souches.

4. Emplois :

- Fixation des sols en pente et en glissement, et des talus des chemins de fer et de routes grâce à ses nombreux drageons.
- Essence fourragère, dans les Aurès et à Batna, les taillis de vernis du Japon sont fort bien appréciés par les chèvres.
- Le feuillage dense étouffe la végétation combustible.
- L'enracinement superficiel puissant fixe les sols soumis à l'érosion hydrique.
- La production d'humus est active.
- La matière ligneuse est de grande valeur.
- Arbre ornemental devenu envahissant, craint par les apiculteurs à cause de son nectar amer.
- Arbre pour bosquets et avenues.

3.6 Le *Melia azedarach* (Synonyme : *Melia* du Japon)

Nom scientifique : *Melia azedarach*

Nom Arabe : El Zenzelkhat

Taxonomie :

Emb : Spermaphytes

S/Emb : Angiospermes

Classe : Dicotylédones

Famille : Méliacées

Genre : *Melia*

Espèce : *Melia azedarach*

1. Caractères botaniques :

- Arbre (15m), à port étalé relativement bas.
- Feuilles : Alternes, 2 parfois 3 composées, longues de 25-75cm ; folioles en nombre impair, de 2-5cm, ovales à lancéolées, dentées ou lobées.
- Inflorescence : Panicules lâches.
- Fleurs : de couleur sombre, fibreuse, sillonnée longitudinalement, persistante.

2. Caractères écologiques :

- Origine : L'Asie (Himalaya) et l'Australie.
- Climat : Modérément résistant à la sécheresse, sensible au froid.
- Sol : Profond et fertile.
- Tempérament : Espèce très plastique.

3. Caractères biologiques :

- Régénération : Facile par semis.

4. Emplois :

- Caractères du bois : Rouge à brun jaune pâle, tendre.
- Utilisation : Ornement, alignement sur types variés de sols (feuillage non mangé par les sauterelles).

3.7 *Eucalyptus camaldulensis*

Nom scientifique : *Eucalyptus camaldulensis*

Nom arabe : El kafour

Taxonomie :

Emb : Spermaphytes

S/Emb : Angiospermes

Classe : Dicotylédones

Famille : Myrtacées

Genre : *Eucalyptus*

Espèce : *Eucalyptus camaldulensis*

1. Caractères botaniques :

- Arbre à feuillage persistant.
- Feuillage :
- Ø Feuillage de jeunesse : Pétiolées, opposées pour trois à quatre paires puis alternes ; largement lancéolées à ovales (6-9 x 2.5cm), vert terne un peu glauque passant souvent au rouge.
- Ø Feuilles adultes : Pétiolées, alternes, lancéolées étroites à lancéolées (6-30 x 0,8-2cm), vert terne et souvent pâle sur les deux faces ; à nervation bien marquée, nervures secondaires obliques (40-50°).
- Rameaux : Rouges, pâlissant ensuite, à extrémité anguleuse devenant rapidement cylindrique ; demeurant assez souples en vieillissant.
- Inflorescence : ombelles axillaires de 5-10 fleurs ; à fin pédoncule cylindrique de 6-15mm.
- Fleurs : boutons de 65-10 x 4-5 mm, à pédicelle fin de 3-5mm, opercule rostre.
- Fruits : de 6-8 x 5-6mm, finement pédicellés, hémisphérique à globuleux tronqués, à disque large et convexe, quatre valves (parfois 3 ou 5) légèrement incurvées.
- Ecorce : Caduque se détachant en plaques arrondies plus au moins allongées et plus étendues ; écorce fraîche claire à reflets argentés.
- Variété : Cinq ont été distinguées, surtout d'après les caractères des boutons ; des hybrides avec *Eucalyptus botryoïdes* et *Eucalyptus rudis* ont été reconnus en Algérie.

2. Caractères forestiers :

- Dimension :
- Ø Hauteur : 40m.
- Ø Diamètre : 1 à 2m.
- Port : En futaie, élancé avec fût élagué très haut ; à l'état isolé, tronc trapu et cime globuleuse.
- Couvert : Assez léger.
- Enracinement : Puissant, profond et étendu.

3. Caractères écologiques :

- Origine : Toutes zones boisées d'Australie, mais cantonné, à de rares exceptions près, dans les fonds de vallées inondables.
- Climat : Préfère un climat subtropical .Les précipitations varient entre 225 à 640mm pendant une période de 40-150 jours (De la Lama., 1976 ; cité par Gorge Serradilla Santiago, 2000).Tolère une température hivernale de -5°C , et une température estivale de 40°C (une température optimale moyenne de 16°C) (Gorge Serradilla Santiago, 2000).Supporte de légères gelées.
- Altitude : Jusqu'à 600m en Australie, 1000m en Algérie.
- Tempérament : rigoureux, plastique vis-à-vis des sols, mais sous calcaire assimilable et du climat, peut supporter l'inondation pendant 15 à 20 jours ; résiste à une faible salinité.
- Association végétale : Concurrent pour les autres espèces.
- Station : En Algérie, en arboretum, alignement, reboisement.

4. Caractères biologiques :

- Accroissement :
 - Ø rapide en bonnes conditions.
 - Ø Volume : 5-15m³/ha/an en taillis à révolution 9-12 ans, 10-12m³/ha/an en futaies.
- Longévité : Supérieur à 100ans en Australie.
- Régénération :
 - Ø Facile par semis en pépinière.
 - Ø Rejette très vigoureusement de souches.

5. Emplois :

- Caractères du bois : Aubier blanc jaunâtre, cœur rouge acajou, dense, dur, résistant à la pourriture ; de qualité moindre en Algérie du nord qu'en Australie du fait de sa croissance rapide et de sa mauvaise tenue au séchage.
- Usage : Médiocre bois d'œuvre en Algérie, poteaux de mine, traverses, poteaux, chauffage, piquets, charbon.
- Utilisation :
 - Ø Plantation d'ombrage, rideau abris, brise vents.

- Ø Reboisements industriels dans tout l'Algérie du Nord en dessous de 1000m, en sols non calcaires, non ou très peu salés, pas trop argileux.

6. Danger :

- Champignons : *Armillaria mellea*.
- Insectes : *Phoracantha*.

3.8 Le Faux poivrier ou poivrier d'Amérique

Nom scientifique : *Schinus molle*

Nom commun : Faux poivrier ou poivrier d'Amérique

Nom latin : *Schinus molle*

Nom arabe : Felfel rafia el aouraks

Taxonomie:

Emb : Spermaphytes

S/Emb : Angiospermes

Classe : Dicotylédones

Famille : Anacardiacees

Genre : *Schinus*

Espèce : *Schinus molle*

1. Caractères botaniques :

- Arbre à hauteur varie de 10 à 15m à port pleureur.
- Feuillage : Composé, persistant à odeur de térébinthe.
- Floraison : En grappes pendants au printemps.
- Tronc : Nouveaux à écorce noir rougeâtre.
- Fleurs : Couleur Jaune verdâtre, drupes aromatisées rouges corail en été.
- Inflorescence : Arbre dioïque.

2. Caractères écologiques :

- Climat : adapté au climat maritime, craint le gel. Supporte très bien la sécheresse.
- Emplacement : Soleil.
- Sol : indifférent.

3. Caractères biologiques :

- Reproduction : Par semis au printemps.
- Croissance : Rapide.
- Plantation : Au printemps ou à l'automne.
- Entretien : Arroser la première année.

4. Emplois :

- Utilisation : Les drupes sont utilisées comme épice sous les noms : de poivre rose, baies de bourbon, faux poivre.
- Arbre riche en huiles essentielles (<http://www.plantencyclo.com/>).

3.9. Le Févier d'Amérique :

Nom scientifique : *Gleditsia triacanthos*

Taxonomie:

Emb : Spermaphytes

S/Emb : Angiospermes

Classe : Dicotylédones

Famille : Légumineuses

S/Famille : Fabacées

Genre : *Gleditsia*.

Espèce : *Gleditsia triacanthos*

1. Caractères botaniques :

- Arbre épineux à feuillage caduc, cime étalée, couvert léger, enracinement profond ; 30-40m dans pays d'origine.
- Feuille : Alterne, de 15-20cm de longueur, simplement ou doublement composées ; à rachis pubescent ; à folioles de 1 à 5 cm longueur x moins de 1cm de largeur, oblongues à lancéolées, légèrement denticulées.
- Rameaux : Solides à écorce brune violacée avec de fortes épines.
- Inflorescence : Grappes étroites axillaires.

- Fleurs : Calice de 3 à 5 lobes et corolle de 3 à 5 pétales blancs jaunâtre, 4 à 8mm de longueur, irrégulières mais non papilionacées.
- Fruits : Gousses brune, aplaties, coriaces, 15 à 45cm de long, souvent falciformes et parfois contournées.
- Graine : Ellipsoïdes ou ovoïdes, pointues, brun marron.
- Ecorce : Grise ou noire, persistante, sillonnée longitudinalement.

2. Caractères écologiques :

- Origine des montagnes et plateaux du centre et de l'Est des Etats-Unis.
- Climat : Précipitation comprise entre 500 et 1700mm ; il résiste à des températures de -25°C ; résistant à la sécheresse (Bourbouz A, Donadieu R.,1987).
- Sol : Profond, frais et assez fertile ; se contente de sables relativement secs.
- Tempérament : Assez plastique ; héliophile.
- Stations : Plantations dans la ZOR de ZERRIBA.

3. Caractères biologiques :

- Accroissement : Assez rapide.
- Longévité : Mal connue.
- Reproduction : Rejette bien des souches.

4. Emplois :

- Caractères du bois : Brun rougeâtre, dur, dense, à grain assez fin, facile à travailler, assez durable.
- Usage :
- Ø Bois de charpente, poteaux et pieux, menuiserie et ébénisterie.
- Ø Gousses riches en éléments nutritifs.
- Utilisation : Fixation des sols ; création de haies défensives ; ornement.

3.10 Le Cyprès méditerranéen :

Nom scientifique : *Cupressus sempervirens*

Nom berbère : Azel

Nom arabe : Saroual

Taxonomie:

Famille : Cupressacées

Genre : *Cupressus*

Espèce : *Cupressus sempervirens*

1. Caractères botaniques :

- Arbre à feuillage persistant.
- Feuillage : écailles opposées, minces, petites, ovales et pointues, appliquées sur le jeune rameau qu'elles recouvrent lui donnant une teinte d'un vert foncé, gland résinifère peu visible.
- Rameaux : cylindriques ou légèrement quadrangulaires, de 1mm environ de diamètre, non rudes.
- Inflorescence : mâles et femelles sur le même pied.
- Fruit : cône subglobuleux verdâtre puis gris brun, un peu luisant de 18 à 40mm, composé de 10 à 14 écailles.
- Graines : 8 à 20 par écaille, brun clair, de forme irrégulière, entourées d'une aile étroite ; plantule à deux cotylédons.
- Ecorce : mince et lisse puis crevassée longitudinalement, gris brunâtre ; ne s'exfoliant pas.
- Variétés :
 - Cyprès horizontal (cônes de 35 à 40mm, groupés par deux ou trois).
 - Cyprès pyramidal (cônes de 20 à 35mm, solitaires).

2. Caractères forestiers :

- Dimension :
 - Hauteur de 20 à 30m.
 - Diamètre de 30 à 40cm (à 100m).

- Port :
 - Cyprès horizontal : branches étalées (ou plus ou moins dressées).
 - Cyprès pyramidal : branches dressées formant une cime conique à fusiforme.
- Couvert : très dense.
- Enracinement : profond et étendu.

3. Caractères écologiques :

- Climat :
 - Pluviométrie de 250 à 450mm ; résistant à la sécheresse.
 - Supporte des températures hivernales relativement basses.
 - Etage bioclimatique semi-aride à hiver frais à doux, et subhumide à hiver frais à chaud.
- Sol : indifférent ; bonne croissance sur les marnes ; peut croître sur les sols humides à l'exception des terrains marécageux et salés.
- Altitude : 0 à 1200m.
- Température : robuste, plastique et frugal.
- Association végétale : élimine la végétation du sous-bois (plantation sur pare feu).
- Station : pas de station naturelle en Algérie.

4. Caractères biologiques :

- Accroissement :
 - Hauteur : 20 à 30 cm/an pour 60 ans.
 - Diamètre : 1 à 3mm/an jusqu'à 100 ans.
 - Volume : 1 à 3 m³ /ha/an en moyenne (4 à 5 en bon sol et pluviométrie de 600 à 700mm).
- Longévité : 200 à 500 ans.
- Régénération : par semis : facile en pépinière (graines abondante se conservant bien : cône à maturation bisannuelle, ne rejette pas de souches).

5. Emplois :

- Usage : charpente ; menuiserie.
- Utilisation :

- reboisement de production (Cyprès horizontal).
- Brise-vent.
- Pare-feux.

6. Dangers :

- Sensible aux facteurs de destruction due à l'homme.

3.11. Frêne oxyphille :

Nom scientifique : *Fraxinus oxyphille*

Nom arabe : Dardar.

Emb : Phanérogames.

S/M : Angiospermes.

Classe : Dicotylédones.

S/Classe : Gamopetales.

Ordre : Gentianales.

Famille : Oléacées.

Genre : *Fraxinus*

Espèce : *Fraxinus oxyphille*

1. Caractères botaniques :

- Arbre 10-20m.
- Rameaux : glabres.
- Bourgeons : brunâtres, allongés.
- Feuillage : caduque, 12-25cm, à 5-13 grandes folioles, étroites, longuement acuminées, dentées en scie, glabres.
- Inflorescence : grappes allongées 3-7cm, ramifiée, puissant avant les feuilles.
- Fleurs : sans calice, ni corolle, hermaphrodites et unisexuées sur le même arbre.
- Fruits ; samares ovales, lancéolées, souvent aiguës au sommet.
- Ecorce : d'abord grise et lisse, puis plus sombre et craquelée en long et en travers.

2. Caractères écologiques :

- Climat :

- Pluviométrie 500mm au minimum.
- Etages bioclimatiques sub-humides et humides à hiver frais à doux.
- Sol : profond, frais et fertile, calcaire ou argileux, non acide.
- Altitude : jusqu'à 1500m.
- Station : disséminé dans les forêts fraîches ; bord des eaux ; en alignement dans toute l'Algérie du Nord sauf en climat aride.

3. Caractères biologiques :

- Accroissement : très rapide sur de bons sols.
- Longévité : grande.
- Régénération : facile par semis et par rejets des souches.

4. Emplois :

- Bois : blanc, avec cœur brun, dense, flexible.
- Usage : excellent bois de menuiserie ; charonnage, manches d'outils, feuillage fourrager.
- Utilisation : reboisement dans les endroits frais, alignement, fixation de berges d'oued, surtout dans l'Est de l'Algérie.

3-12. Le Bigarade ou Bigaradier:

Nom binominal : *Citrus sp*

Taxonomie

Règne : Plantae

Division : Magnoliopsida

Classe : Magnoliopsida

Ordre : Sapindales

Famille : Rutaceae

Genre : *Citrus* (Carl .V. Linne , 1753) (Tela botanbica 38945) .

1. Caractères botaniques :

- Hauteur : 1à3m. Arbuste original, chargé de longues et fortes épines, vertes comme le bois.
- Fleurs : blanches faisant beaucoup d'effet.
- Fruits : globuleux de la grosseur d'une petite pomme.
- Multiplication : Par semis et boutures herbacées.
- Sol : Aime les endroits chauds et secs, prospère en tout terrain.

2. Emplois :

Se plante couramment pour les promenades publiques comme arbuste défensif (Pierre A., 1989).

3-13. Le *Sophora japonica* (*Sophora* du Japon) :

Taxonomie :

Règne : Plantae

Division : Magnoliophyta

Classe : Magnoliopsida

Ordre : Fabales

Famille : Fabaceae

Genre : *Sophora* (JEAN.BAPTISTE.B). (Tela botanbica 38945)

1. Caractères botaniques :

- Arbre proche parent de l'Acacia, au tronc vert foncé.
- Hauteur : 15à20m.
- Feuilles : caduques d'un vert plus foncé que l'Acacia.
- Foliolles : nombreuses.
- Fleurs : blanc jaunâtre, disposées en panicule (août- septembre).
- Fruits : gousses un peu charnues, mûrissant tardivement.

2. Emplois : Se plante isolé sur pelouse ou derrière un banc. S'emploie pour former des salles d'ombrage. Il faut alors le soutenir au cours de sa formation par une charpente et le tailler relativement court.

3-14. Le Troène :

Taxonomie

Emb : Phanerogames.

S/E : Angiospermes.

C: Dicotylédones.

S/C: Gamopétales.

Ord: Gentinales.

F: Oléacées.

G : Lygustrum.

Espèce : *Troène Lygustrum*.

1. Caractères botaniques :

- Arbre ou arbuste à feuilles persistantes, s'élevant jusqu'à 6,5 m, originaire de Corée et du Japon. Orne les bords de voies urbaines et des jardins algériens. Mellifère ; Pollen allergisant.
- Feuilles : opposées à court pétiole, entières, coriaces, ovales, glabres, verts sombre luisant, bord rougeâtre.
- Fleurs : Petites, groupées en panicule pubescente pyramidale.
- Fruits : Drupes à aspect de baies noires, globuleuses.

2-Caractères écologiques :

- Sol : Croit dans tous les sols.

3-Caractères biologiques :

- Reproduction : Par bouture.

4-Emplois :

- Usage : C'est la plante par excellence pour formes haies, rideaux et groupés en sous-bois. Orne les voies urbaines.

4 Les changements climatiques :

Le secteur de l'agriculture a été identifié comme étant l'un des secteurs les plus sensibles aux changements climatiques (Article d'internet., 2005). Ces derniers devraient se traduire par :

- l'élévation de la température moyenne.
- l'augmentation du volume des précipitations annuelles.
- l'accentuation des contrastes saisonniers : une saison des pluies marquée par des averses et des orages brutaux, une saison sèche plus longue et plus rigoureuse. La réponse des peuplements aux stress hydriques et thermiques se traduira par des changements adaptatifs de la biologie, de la dynamique et de la répartition des populations, de la composition et de la richesse taxonomique des communautés.

4.1 Influence des changements globaux :

A mesure que la terre se réchauffera, les extrêmes de températures élevées seront plus fréquents, les extrêmes froids seront moins fréquents et plus de précipitations tomberont dans des périodes plus courtes. Cela risque d'accroître la fréquence des fortes précipitations très intenses de même que celle des inondations locales. Ces phénomènes humides extrêmes feront contrepois aux sécheresses extrêmes qui séviront dans d'autres régions. Certaines parties du monde seront victimes de sécheresses multiples et prolongées à cause d'une évaporation accrue du sol, des lacs et de la végétation. Il y aura aussi, dans certaines régions, une augmentation des tornades et des orages intenses ainsi que des grands vents et de la grêle qui les accompagnent d'ordinaire (www.msc.ec.gc.ca; 2003).

Du point de vue thermique, une évolution de 4 à 5°C sur un siècle (période brève à l'échelle de la restructuration de paysages végétaux) pourrait se solder par une extension de l'étage thermo-méditerranéen vers le nord, le climat du littoral français étant alors du type de celui du littoral algérois aujourd'hui (Pierre Quezel., 2000).

En outre l'élévation de la température provoquerait :

- ü La fusion des glaciers et une partie de la banquise ;
- ü Une élévation des niveaux de la mer (Le niveau de la mer s'élèverait de 6cm par décennie) ;
- ü Les précipitations et l'évaporation augmenteraient de 3 à 15% dans les altitudes (Jiseles Escourrou ,1996) ;
- ü Des phénomènes météorologiques plus exceptionnels ;
- ü Une perturbation des activités agricoles et commerciales ;
- ü Une expansion des régions désertiques ;
- ü Des habitats et des écosystèmes naturels endommagés (climatechange.gc.ca, 2004).

Comme de même que la structure, la composition et la biomasse des végétaux réagissent au changement climatique, le comportement des feux sera lui aussi modifié (Fosberg & al ,1990).On prévoit en particulier une augmentation de la fréquence et de l'intensité des feux et un allongement de la saison des feux dans les zones déjà sujettes à ce phénomène (Nawel / Nouve., 2006).

5 Les végétaux et le stress :

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 (Dubois J ,1991).

Il est admis que les végétaux subissent comme tous les êtres vivants, l'action de divers stress.

Dans l'environnement, les plantes confrontent les principaux stress suivants :

- o Température élevée (chaleur) ;
- o Faibles températures (froid et gel) ;
- o Excès d'eau (inondation, anoxie) ;
- o Déficit hydrique (sécheresse, faible potentiel hydrique) ;
- o Salinité ;

- Radiations (lumière visible, ultraviolet) ;
- Produits chimiques (pesticides, métaux lourds, polluants atmosphériques) ;
- Biotiques (pathogènes, compétition).

Les stress communément rencontrés dans notre région d'étude sont l'action des températures extrêmes, positives et négatives.

6 Effet des Températures critiques :

On appelle températures critiques, les températures minima et maxima au-dessous et au dessus desquelles le végétal est tué. Elles sont extrêmement variables suivant les espèces et selon le stade de végétation (Diehl, 1975).

La gamme de températures compatibles avec une vie active est assez étroite : en général de -5 ou -10 à 45°C. On observe seulement quelques exceptions : conifères de Sibérie, pouvant vivre normalement jusqu'à -65°C, lichens des régions froides assimilant encore à -20°C, le cactus peut résister à des chaleurs de 60° C (René H, 1977).

6.1 Les basses températures :

6.1.1 Les basses températures positives (froid) :

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 de sensations désagréables. Les espèces«craignent le froid» de façon très diverse (Champagnat., in Daniel C ; 1992). 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).

6.1.2 Les basses températures négatives (gel) :

C'est l'abaissement de la température de l'air à une valeur égale ou inférieure au point de congélation de l'eau (Nouari., 2001).Le gel s'accompagne par la formation de cristaux de glace dans les tissus de la plante et peut aussi agir indirectement, en déchaussant les jeunes semis ou bien encore, au printemps en s'opposant à l'absorption racinaire lorsque le sol reste gelé sur une grande profondeur. (Daniel C., 1992).

6.1.2.1 Effet des températures négatives (gel) :

- Û Formation de cristaux de glace dans les tissus de la plante ;
- Û Il intervient également au moment de la reprise de l'activité végétale (gelées de printemps), en particulier chez de nombreux végétaux ligneux à floraison précoce ;
- Û Il peut agir directement sur le végétal et produire de nécroses de bourgeons ;

En période hivernale, les effets du gel dépendent de son intensité plus que de sa durée (Dereuddre J & Gazeau C., in Côme ; 1992).

6.1.2.2 Comportement des végétaux vis-à-vis au gel :

- Plantes sensibles au gel : Elles ne résistent pas à la formation de glace dans leurs tissus et sont incapables de s'endurcir ;
- Plantes moyennement résistantes au gel : Ces végétaux supportent la formation de glace dans leurs tissus. Il en est ainsi le cas de la plupart des plantes herbacées d'hiver ;
- Plantes très résistantes au gel : Cette résistance est marquée dans le cas des arbres des régions tempérées, dont la plupart résistent jusqu'à des températures de -40°C (Dereuddre J & Gazeau C., in Côme ; 1992).

6.1.2.3 Moyens de lutte des végétaux contre le gel :

- a) Absence de cristallisation : Par ce moyen, la plante évite la formation de cristaux de glace internes ; ce mécanisme est favorisé par l'abaissement de la température de cristallisation et par les possibilité de surfusion.
- b) Tolérance à la formation de glace : c'est le mode le plus répandu chez les végétaux, il nécessite une adaptation particulière qui se développe uniquement pendant la période hivernale.
- c) Différenciation d'organes de résistance : La plante sensible au gel peut développer des organes de résistance (exp : Les spores chez la bactéries, champignons, des fougères et des mousses).

Enfin des gels tardifs créent des désordres lors de la reprise de végétation.

6.1.3 Effet des basses températures :

6.1.3.1 Effet métabolique du froid : Selon (Lance C & Moreau F, in Côme., 1992).

A. Sur les enzymes : le froid peut affecter les protéines enzymatiques de plusieurs façons :

- ü Il peut modifier l'affinité de ces enzymes pour leurs substrats ;
- ü Modifier le contenu, la structure et l'activité des enzymes en diminuant la vitesse des réactions qu'ils catalysent ;
- ü Perturber la composition et la stabilité des protéines ;
- ü Modifier l'organisation de la phase lipidique des membranes.

Les différents aspects seront envisagés successivement (Claude L & François M., in Côme ; 1992).

A.1 La cinétique des réactions :

La plupart des effets de la température sur l'activité des enzymes se traduisent par :

- La modification de la vitesse : La vitesse d'une réaction varie en fonction de la température car la plupart des réactions enzymatiques obéissent à une loi exprimée quantitativement par l'intermédiaire de la température.
- La modification de l'affinité : La vitesse d'une réaction enzymatique peut être fortement influencée par la concentration en substrat disponible pour l'enzyme. En effet, la température exerce non seulement un effet très important sur la vitesse maximale de la réaction enzymatique dans des conditions de concentration en substrats saturants, mais elle peut également modifier l'affinité de l'enzyme pour son substrat (Claude L & François M., in Côme ; 1992).

A.2 La concentration en enzymes :

Les basses températures peuvent affecter le métabolisme en modifiant le contenu en enzyme, soit en l'augmentant, soit en le diminuant dans les tissus foliaires (Claude L & François M., in Côme ; 1992).

A.3 La stabilité des enzymes :

Bien que la plupart des enzymes soient plus stables aux basses températures, certains d'entre eux sont spécifiquement inactivés par le froid exp. le carboxylase (Claude L & François M., 1992).

L'effet de la température peut aussi induire des changements réversibles dans la conformation de l'enzyme sans entraîner la dissociation de la protéine en sous unités (Challet & Anderson, 1977).

A.4 Les enzymes membranaires :

En ce qui concerne les effets du froid sur le fonctionnement des enzymes membranaires, une modification de la composition lipidique des membranes composant la rigidification induite par les basses températures (Claude L & François M., 1992).

En réponse aux changements de température du milieu, la structure et la composition des biomembranes végétales se modifient ; ces changements retentissent à leur tour sur le fonctionnement des enzymes et des transporteurs inclus dans la matrice lipidique des membranes (Anonyme., 2005).

6.1.3.2 Effet du froid sur la photosynthèse :

L'effet global de la température sur l'activité photosynthétique que l'on mesure généralement par l'incorporation du CO₂, et donc la résultante de multiples effets sur des étapes élémentaires du processus photosynthétique. De plus, la réponse de l'incorporation du CO₂ à la température est une fonction de l'intensité de l'éclairement et de la concentration en CO₂. On peut résumer ces processus par les étapes suivantes :

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

6.1.3.3 Effet sur la respiration :

Le rôle de la respiration fournit une source d'énergie utilisable pour toutes les réactions intervenant dans le métabolisme cellulaire.

L'abaissement de la température provoque une diminution régulière de l'intensité respiratoire (Aussenac., 1973).

L'effet de la température sur la respiration globale des tissus n'est en fait qu'une traduction de l'effet de la température au niveau du processus le plus élémentaire, ainsi la capacité mitochondriale extraite d'un tissu végétal à oxyder un substrat du cycle de Krebs est très sensible à la température.

Pour les tissus résistants au froid, on obtient une droite en fonction de la température quelque soit la durée de leur exposition aux basses températures, dans le cas d'un tissu sensible au froid, le comportement est différent selon la durée d'exposition.

Pour des temps relativement brefs, le tissu manifeste le même comportement que les mitochondries (Meribai S., 2004).

La synthèse d'ATP, aussi chez les tissus sensibles que résistants au froid provient uniquement de la réduction de la vitesse de transport des éléments. Des perturbations dans le rendement en ATP n'apparaissent que lorsque les tissus sont exposés à des températures trop basses, provoquant des désorganisations des systèmes membranaires.

L'exposition prolongée à des basses températures d'un matériel végétal induit des désordres métaboliques qui, lorsqu'ils acquièrent un caractère irréversible (Côme D., 1992).

6.1.3.4 Effets bénéfiques du froid :

Le froid non gelant, peut avoir au contraire des effets bénéfiques :

- ü Acquisition de l'aptitude à la germination ;
- ü Débourrement des bourgeons (levée de la dormance) ;
- ü Induction de la mise à fleur (vernalisation) ;
- ü Acquisition de la résistance au gel (endurcissement) ;
- ü Amélioration de la maturation de certains fruits...etc.

6.1.3.5 Mécanismes face au froid :

En dessous de 0°C la plante vit au ralenti. Elle peut mourir s'il y a cristallisation de l'eau dans ses tissus et éclatement des cellules... Mais elle se défend de deux façons :

- 1- En perdant ses parties aériennes dans le cas de nombreuses vivaces, se réfugiant ainsi sous terre ;
- 2- En épaississant son liquide cellulaire qui circule moins vite, elle baisse son point de congélation.

En cas de soleil et d'air froid et sec, les plantes respirent par leurs stomates, mais les racines dans le sol gelé ne peuvent pas réagir. La durée du gel devient donc aussi importante que l'intensité du froid. La neige par contre assure une protection naturelle pour les vivaces en dormance et n'empêche pas le rayonnement solaire par diffraction entre les cristaux .Le résultat est même bénéfique pour les plantes (Bernard, 2000).

6.1.3.6 Classement des espèces selon leur sensibilité au froid :

- Espèces résistantes au froid : Essentiellement représentées par des végétaux d'origine tempérée, qui supportent un refroidissement jusqu'au voisinage du point de congélation des tissus (-1 à -3°C).
- Espèces modérément sensibles au froid : Altérées, selon les cas à des températures inférieurs à 2 ou 7°C.
- Espèces très sensibles au froid : Qui ne supportent pas des températures situées au dessous de 7 à 15°C, parfois même 20°C (Pierre M., in Côme ; 1992).

6.1.3.7 Mécanismes d'endurcissement :

Les plantes ne restent pas sans réaction devant l'agression représentée par l'abaissement de la température du milieu. Un mécanisme se déclenche pour contrarier l'effet immédiat des basses températures :

L'endurcissement se définit comme l'acquisition de résistance au gel par les plantes. Les processus de l'endurcissement au froid sont sous contrôle d'un système génétique très complexe. Ce système est induit par les basses températures durant la période

d'acclimatation ainsi que la lumière et l'état physiologique des plantes (Boitard, 2002.cité par Lahmar R & Khalfi N ; 2004).

Selon Dereuddre J & Gazeau C, 1992 :

- ü La synthèse de nouvelles catégories de lipides membranaires ;
- ü Synthèse de nombreux composés tels que protéines, lipides ou métabolites divers ;
- ü Modification dans la structure des ribosomes ;
- ü Modification dans la structure des enzymes et leurs propriétés cinétiques ;
- ü Augmentation des lipides (phospholipides) et du degré d'insaturation des acides gras ce qui permet un accroissement de la fluidité membranaire ;
- ü L'amélioration des performances de l'activité photosynthétique aux basses températures peut résulter de modification génétique (adaptation), ou de changements phénotypiques (acclimatation) ;
- ü Le bon déroulement des réactions photochimiques et le transfert d'électrons.

Selon (Fuchigani & al., 1982),l'endurcissement est possible quelle que soit la température(de 5 à 20⁰C).

Chez les plantes ligneuses, on distingue deux étapes dans l'endurcissement :

- 1) L'endurcissement débute en septembre-octobre, la résistance de la plante passant de -5 à -10⁰C.Cette première phase nécessite de la lumière et températures relativement basses, comprise entre 0 et 20⁰C.Les températures élevées (supérieures à 12⁰C) inhibent l'endurcissement.
- 2) La lumière dans cette étape n'est pas indispensable, elle est favorisée par des faibles gelées (-2 à -3⁰C).

6.2 Les hautes températures et ses conséquences :

L'élévation des températures, entraîne généralement des modifications diverses, on cite :

- ü Une augmentation des températures annuelles moyennes de l'ordre de 3°C déterminerait un décalage dans les étages de végétation (Quézel., 1985) exp : le climat du littoral français étant alors du type de celui qui règne actuellement sur le littoral Algérois ;

- ü Un appauvrissement et une banalisation des peuplements ;
- ü Raccourcissement des cycles de végétation par diminution du temps disponible pour mettre en place la production et donc par diminution de celle-ci ;
- ü Diminution de la durée de croissance et de maturation des organes récoltables (exp : les graminées, légumineuses) ;
- ü Le réchauffement favorise le développement de maladies cryptogamiques...etc.

Au niveau du végétal, les fortes chaleurs entraînent :

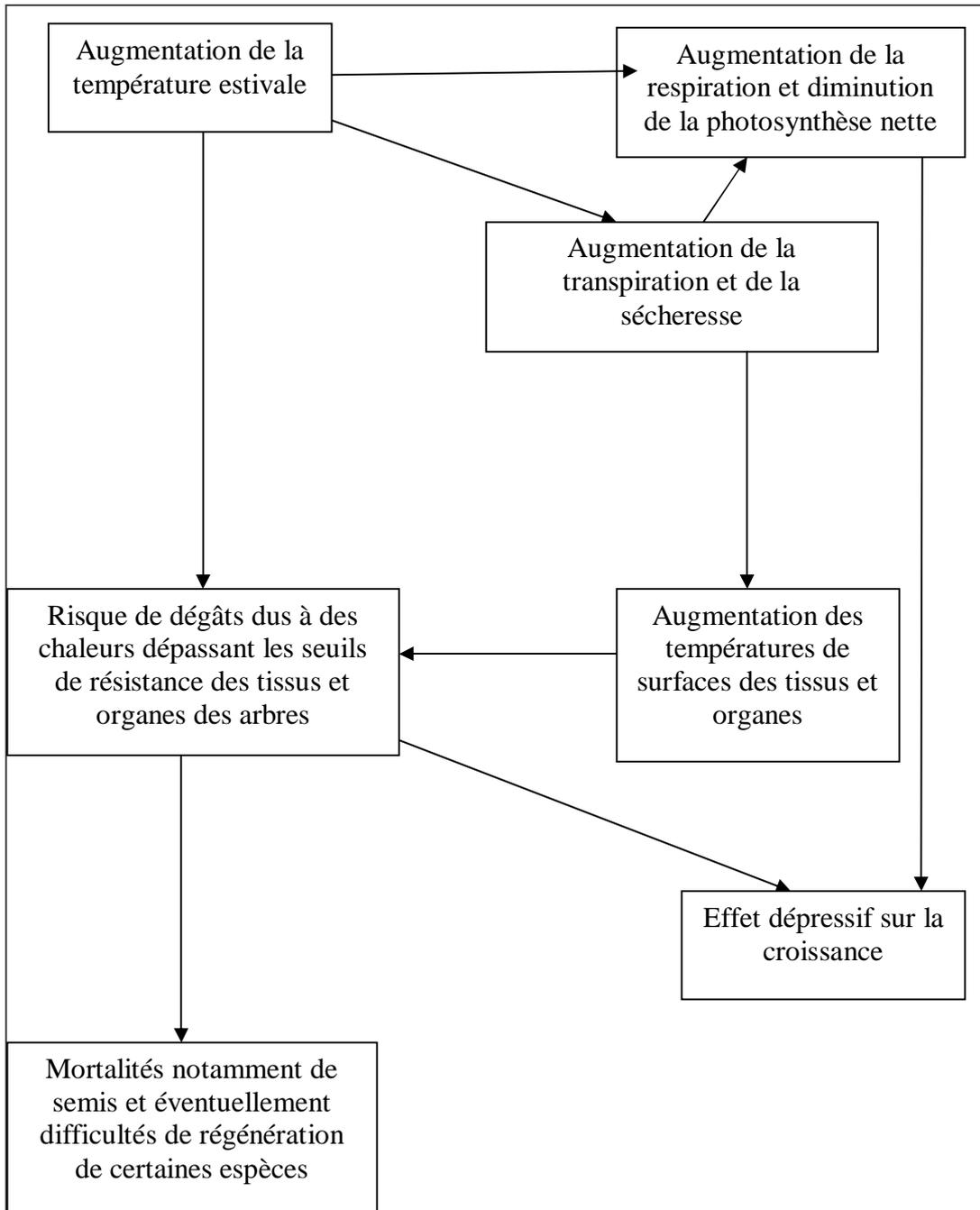
- ü Une augmentation de la respiration ;
- ü Une baisse du rapport assimilation de carbone/photorespiration ;
- ü Une double réponse, à la température : des phénomènes physiques sensibles (solubilisation différentielle de l'oxygène et du CO₂ dans les feuilles) et des mécanismes enzymatiques résultant en une baisse de l'assimilation photosynthétique nette (l'enzyme fixant le CO₂ voit son affinité relative pour ce dernier baisser avec la température) ;

En effet, il faut aussi tenir compte d'interactions complexes qui pourraient intervenir sur la conductance stomatique (Breda N, Garnier A & Aussenac G., 2000).

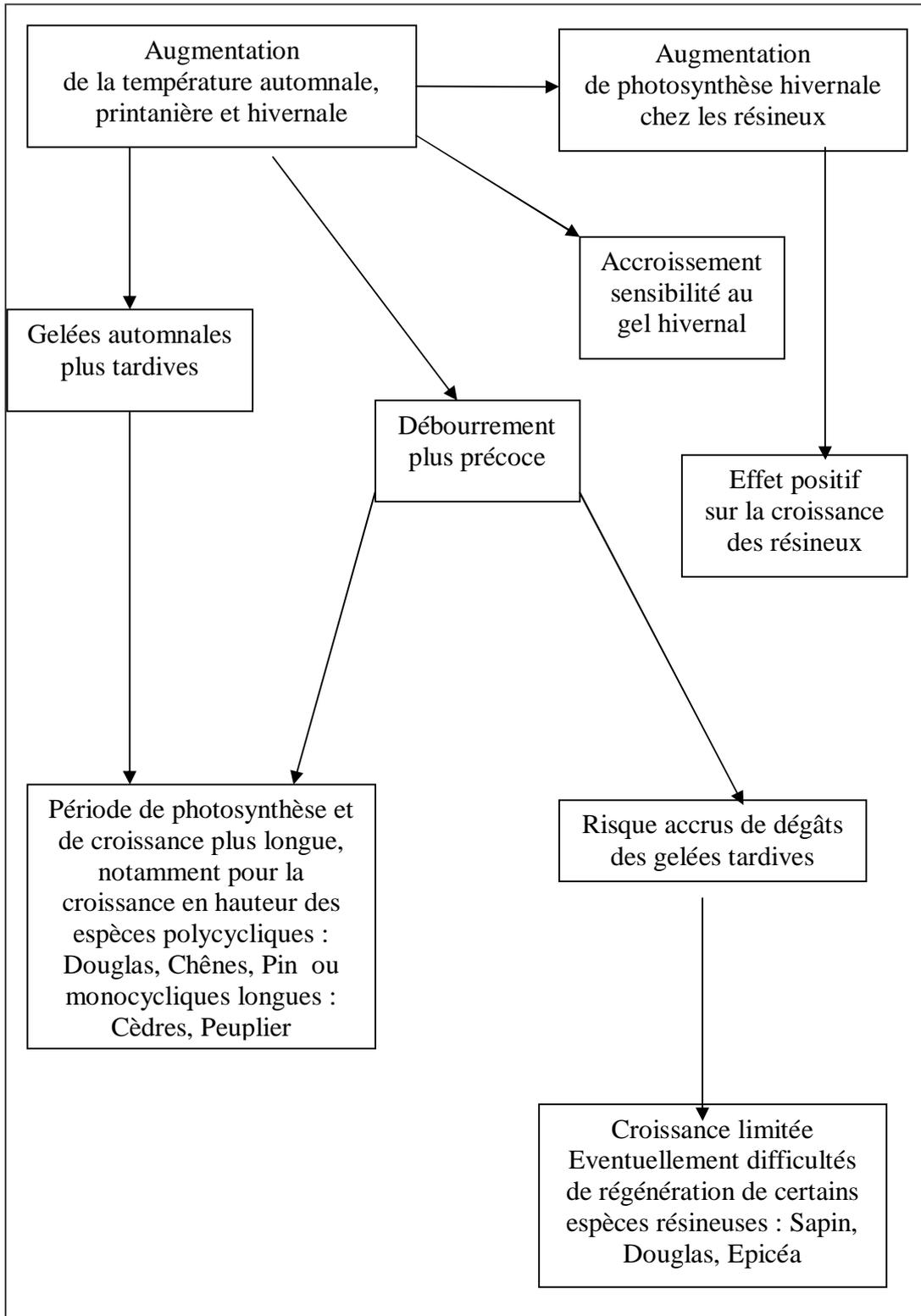
Par ailleurs, il faut remarquer que la situation peut être plus difficile pour les semis et jeunes plants forestiers qui ont un enracinement plus superficiel et dont la partie aérienne se trouve dans un environnement (proximité du sol) où la température peut être beaucoup plus élevée serait à redouter. Ainsi, une augmentation des températures estivales serait susceptible d'entraîner une mortalité importante et des effets limitants sur la régénération des peuplements. Des techniques sylvicoles spécifiques devraient alors être mises en œuvre (Breda N, Garnier A & Aussenac G., 2000).

D'après, (Dreyer E., cité par Breda N, Garnier A & Aussenac G., 2000). Le transport des électrons, par exemple, pourrait diminuer à partir de température de 33-35⁰C, alors que la carboxylation serait affectée à des températures supérieures (40⁰C). La stabilité des transporteurs d'électrons serait fortement compromise au-delà de 47⁰C (Breda N, Garnier A & Aussenac G., 2000).

6.2.1 Incidence d'une augmentation de la température estivale sur la transpiration, la photosynthèse, la respiration et la croissance des arbres (Breda N, Garnier A & Aussenac G., 2000).



6.2.2 Incidences d'une augmentation de la température automnale, hivernale et printanière sur la phénologie, la photosynthèse et la croissance des arbres (Breda N, Garnier A & Aussenac G., 2000).



6.2.3 Mécanismes de tolérance à la chaleur :

En cas de sécheresse, la plante stressée, ses racines lui donnent l'alerte, la plante essaie de s'adapter par divers mécanismes :

- ü Limitation de l'évaporation (fermeture des stomates);
- ü Augmentation des réserves hydriques ;
- ü Arrêt de l'assimilation carbonique ;
- ü La synthèse des protéines de résistance aux chocs thermiques « heat shock proteins » (ABROL Yash P .,2004);
- ü Evolution de leurs structure et régulation de la croissance de leurs feuilles et racines pour s'adapter exp : L'Ocotillo (*Fouquieria splendens*) dans les déserts de Sonora et Chihuahua présente des branches sans feuilles (Anonyme., Internet).

Parmi les végétaux résistants à la sécheresse, les ligneux à petites feuilles vernissées sont très résistants, les herbacées à feuillage duveteux se protègent de la chaleur grâce aux poils, les plantes grasses ont développé une gangue protectrice de leurs tissus, les épineux sont des réponses également aux conditions sèches, les feuilles linéaires verticales sont résistantes et montrent le moins possible de surface au soleil direct (Bernard, 2000).

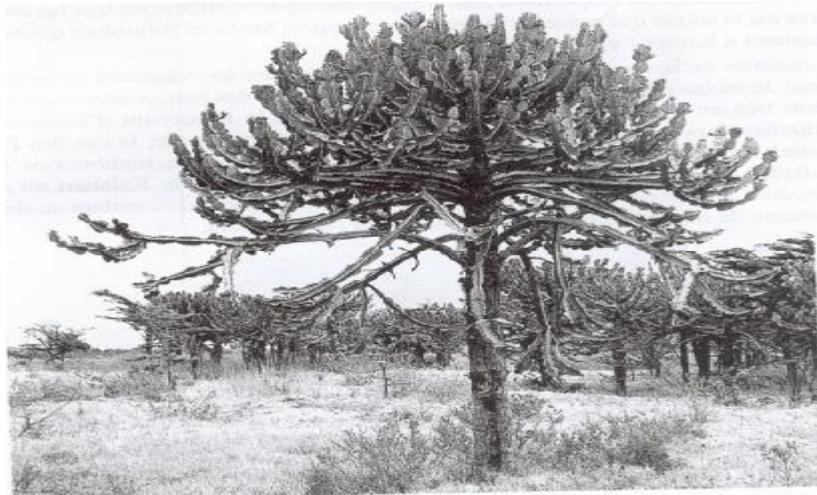


Photo 53 : Une forme d'adaptation à la sécheresse

Euphorbe arborescente succulente dans la vallée du Rift, Kenya. On remarque l'absence de feuilles (aphyllie) et la succulence des rameaux. (cliché F. Ramade.).

6.3 Les gelées tardives de printemps :

La période de débourrement constitue une composante essentielle de l'adaptation des arbres au climat dans les zones tempérées et boréales ; en effet, un débourrement trop précoce a fréquemment pour conséquences des dégâts de gelées qui peuvent, dans des situations particulière, compromettre le développement et la croissance de certains espèces. En effet, dans les populations naturelles, le débourrement des arbres est synchronisé avec le cycle annuel de la température qui constitue le facteur principal conditionnant le développement des bourgeons (Bréda N, Garnier A & Aussenac G., 2000).

Pendant la période de repos automno-hivernale une exposition plus au moins longue, selon les espèces, à des températures comprises entre -5°C et $+5^{\circ}\text{C}$ est nécessaire pour lever la dormance des bourgeons. Le développement de ces derniers va alors dépendre de l'augmentation des températures (Ramade., 1995). Dans les régions tempérées, le débourrement a pu être mis en relation avec la somme des degrés-jours précédant ce stade phénologique, calculée en additionnant les moyennes journalières de température (Assenac., 1973).

Cannell & Smith (1986), ainsi que Hannien (1991), montrent que, très probablement, l'augmentation de température devrait se traduire par un accroissement des risques de dégâts au printemps en Grande-Bretagne et en Finlande.

D'après Assenac (1973), on peut penser que, pour les espèces dont le débourrement est essentiellement conditionné par le relèvement thermique printanier comme les résineux, une augmentation de la température moyenne de 2°C ne diminuerait pas les risques de dégâts des gelées et sans doute les accroîtrait. Par contre, en ce qui concerne les feuillus, l'intervention de phénomènes physiologiques liés au photopériodisme pourrait avoir pour conséquence de diminuer le risque de gelées tardives.

Les gelées d'automne sont, de façon générale, beaucoup moins dommageables et ne concernent vraiment que les espèces exotiques à longue saison de végétation et non adaptées aux conditions climatiques locales (Aussenac.1977).

7 Les échanges gazeux foliaires:

7.1 Rappel sur les processus physiques de la transpiration des végétaux :

La transpiration peut se définir comme l'émission ou l'exhalation de vapeur d'eau par les plantes vivantes. La plante prélève l'eau du sol par l'intermédiaire de ses racines munies de cellules épidermiques. Le développement du système racinaire est lié à la quantité d'eau disponible dans le sol ; les racines peuvent atteindre des profondeurs très variables, d'une dizaine de centimètres à plusieurs mètres. L'absorption de l'eau est réalisée par osmose ou par imbibition. L'eau circule à l'intérieur des canaux du système vasculaire de la plante pour atteindre les feuilles. Le siège de l'évaporation se situe alors essentiellement au niveau des parois internes des stomates. Une certaine évaporation peut se produire directement au travers de la cuticule des feuilles (www.gcw.nl/kiosk/sahel.2005).

En effet les échanges de substances entre la feuille et l'atmosphère se font par diffusion libre et sont régulés par les différentes résistances rencontrées par les flux gazeux (Alatou D., 1984).

7.2 Résistance stomatique et transpiration foliaire :

La transpiration se produit essentiellement par les feuilles, mais aussi par les jeunes troncs et les pièces florales. La transpiration s'effectue pour une part au travers de la cuticule, si celle-ci est suffisamment mince, mais surtout par les stomates.

Les stomates sont formés de deux cellules de garde en regard, réniformes, laissant entre elles une ouverture, l'ostiole, plus au moins fermée ou ouverte selon les conditions ambiantes. On constate que la face inférieure contient généralement plus de stomates que la face supérieure

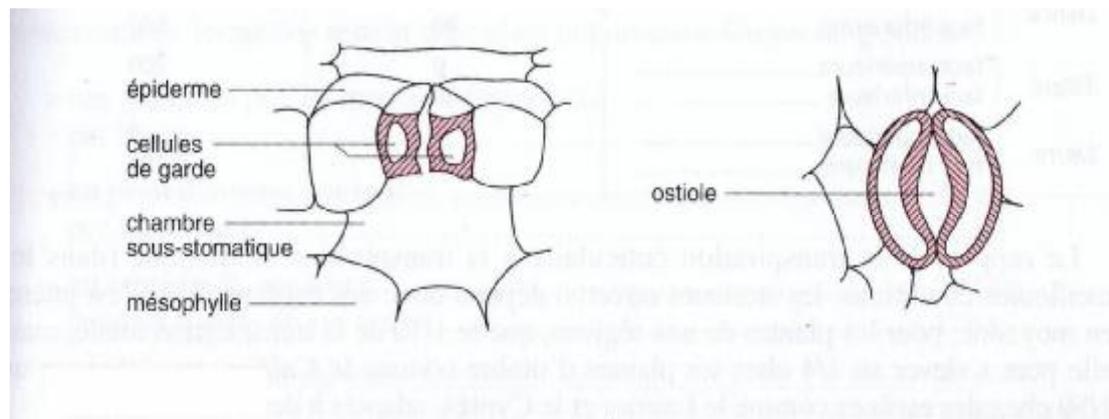


Figure07 : Stomate (Garreau .,1849)

La transpiration des végétaux permet à la vapeur d'eau de s'échapper des plantes vers l'atmosphère.

La transpiration épidermique est définie comme le taux de transpiration dans le cas d'une ouverture des stomates. Elle est égale à la somme de la transpiration cuticulaire et de la transpiration stomatique résiduelle (Muchow & Sinclair., 1991.cité par Gherbi Az et Fenineche M ; 2001).La transpiration dépend de l'importance de la surface foliaire,de la nature des tissus épidermiques,de l'épaisseur de la cuticule qui couvre l'épiderme et surtout du nombre , la disposition et du degré d'ouverture des stomates .La mesure de la transpiration épidermique peut être considérée comme un critère essentiel de sélection pour l'adaptation à la sécheresse.

La résistance stomatique ce traduit par le degré d'ouverture des stomates (Vignes & Planchon., 1979. cité par Bouhouhou M ; 1998).

Les stomates sont la voie principale des échanges gazeux (vapeur d'eau, CO₂) entre la plante et le milieu environnant, tandis que le degré d'ouverture des stomates traduit le confort physiologique de la plante.

7.2.1 Mécanisme de l'ouverture :

L'ouverture des stomates est fonction de la différence ($T_g - T_e$) entre la pression de turgescence des cellules de garde (T_g) et celle des cellules épidermique (T_e) qui les entourent :

- Lorsque $(T_g - T_e)$ est négative ou faiblement positive, les cellules de garde sont comprimées par les cellules épidermiques et appliquées l'une contre l'autre et l'ostiole est fermé ;
- Lorsque $(T_g - T_e)$ augmente, les cellules de garde se gonflent et comme leur paroi extérieure (opposée à l'ostiole) est plus mince et donc se dilate plus que leur paroi intérieure (face à l'ostiole), elles ont tendance à s'incurver et l'ostiole s'ouvre.

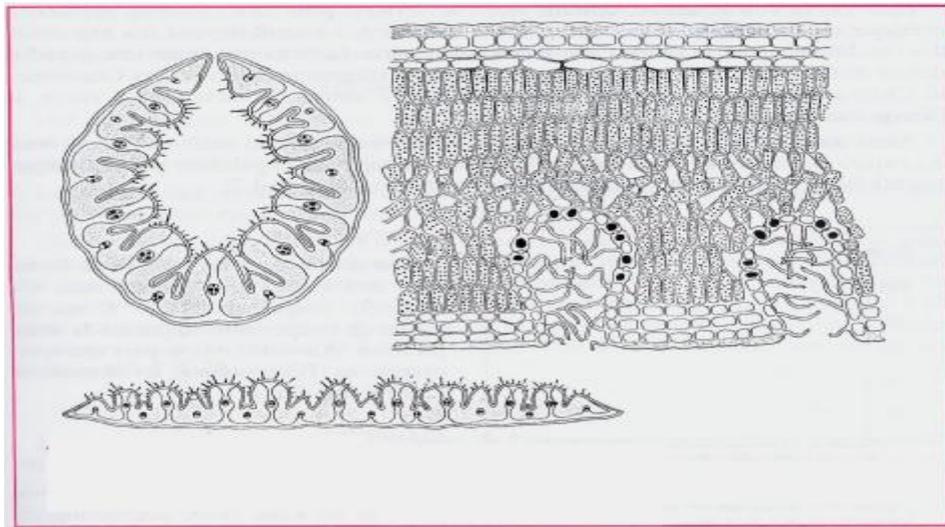


Figure08 : Disposition des stomates et adaptation à la sécheresse

En bas et à gauche : coupe d'une feuille ouverte et repliée de *stipa capillata* (en gris le parenchyme chlorophyllien, en blanc le sclérenchyme). A droite : Coupe de feuille de laurier-rose (*Nerium oleander*) d'après (Kerner, 1896).

7.2.2 Réaction des stomates face à la sécheresse :

- Quant la sécheresse est faible ($HR=80\%$), l'évaporation de l'eau s'effectue plus vite à partir des cellules épidermiques, aux parois relativement minces. Donc T_e diminue plus vite que T_g , les stomates ont tendance à s'ouvrir ;
- Quant la sécheresse est plus forte ($HR=50\%$), alors l'évaporation gagne à leur tour les cellules de garde, T_g diminue et les stomates se ferment.

L'action de la température peut s'expliquer en partant de la même manière, elle agit essentiellement en modifiant l'HR de l'air (Réné H & al., 2004).

8 Rôle de la végétation en ville :

8.1 Le rôle écologique :

8.1.1 L'épuration chimique :

ü La végétation contribue à l'épuration et à la réduction du taux de CO₂ par l'intermédiaire de la fonction chlorophyllienne (Lors de l'activité photosynthétique, un hectare enherbé retient 1000 m³ de carbone provenant de 2400m³ de CO₂ absorbé).

ü Grâce à leur métabolisme, les végétaux fixent des gaz nocifs tels que l'anhydride sulfureux.

ü Au niveau du sol, les structures végétales de type haie, constituent d'excellents régulateurs, en absorbant tout ou une partie des produits phytosanitaires utilisés en excès sur les parcelles cultivées(engrais, pesticides), limitant ainsi les problèmes de pollution de sols, de rivières ou de nappes phréatiques.

8.1.2 L'épuration bactériologique :

La teneur en particules microbiennes est variable selon les zones d'habitation. Les végétaux, en fixant les poussières et en sécrétant des substances à propriétés antibiotiques, contribuent à la diminution de la teneur en germes microbiens de l'air.

8.1.3 La fixation des poussières :

Les arbres accumulent les polluants de l'air durant les périodes de sécheresse par suite de l'action de filtration à travers le feuillage, efficace dans la prise de gaz, particules, fumées et gouttelettes. Ce phénomène a été depuis longtemps identifié comme bénéfique pour prévenir la qualité de l'air dans les villes (Seaward & Richardson., 1992 cité par Dellaa ; 2003).. Cependant, (Les végétaux arborescents fixent environ 50 tonnes de poussières par an et par hectare).

8.1.4 La thermorégulation :

ü Les espaces arborés favorisent également un abaissement des températures (d'ou un rafraîchissement de l'ambiance) et une augmentation de l'humidité relative de l'air (un hectare de forêts rejette dans l'atmosphère 30 tonnes d'eau par jour).

Ü La baisse de température entraîne des mouvements d'air descendant, compensant la circulation ascendante de l'air au niveau des zones bâties. En absence de vent, ces mouvements évitent la formation et la stagnation des masses d'airs polluées, qui se forment au-dessus des villes et qui constituent un bouchon empêchant le flux d'air frais.

Ü Les divers aménagements, basés sur le végétal ou l'eau, assurent des rôles biologiques essentiels à la conservation de la biodiversité végétale, par la présence d'une pluri spécificité dans les différentes strates, et animaux par les fonctions d'habitat, de refuge, de repos, d'alimentation et de lieu support de la reproduction.

8.2 L'amélioration de la qualité de vie :

8.2.1 Le rôle psychologique :

Les espaces verts urbains favorisent le maintien de l'équilibre psychique et psychologique de l'être humain, des études approfondies (GRAHN, 1989), montrent que les moments passés au grand air ont une fonction curative réelle pour les patients et les résidant des hôpitaux, des hospices de vieillards et de maison de repos. Les individus dormaient mieux, avaient besoin moins de médicaments, étaient moins agités et beaucoup plus loquaces.

Une théorie à été élaboré par KAPLAN, 1989 sur le rapport entre l'attention de l'homme et son cadre de vie, indiquant que la végétation et la nature renforce notre attention spontanée et permettent à notre système sensoriel de se détendre et aiguisent notre concentration.

8.2.2 Le rôle décoratif :

Le rôle décoratif d'un aménagement accompagne et complète en général la fonction utilitaire. Le rôle fondamental d'embellissement, par l'utilisation de

végétaux, de minéraux et de l'eau se retrouve bien entendu dans les aménagements paysagers spécifiques comme les jardins ou parcs d'ornements, mais également dans des conceptions plus naturelles (végétation de berges) ou plus rigides (autoroute, immeuble).

8.2.3 Le rôle d'isolation phonique :

La lutte contre le bruit permet de réduire un certain nombre de troubles psychologiques (gêne, perturbation), physiologique (perte d'audition, fatigue) et fonctionnels (interférence sur l'activité exercée) chez l'homme (Ababsa M A.,2003).

9. Conclusion :

Les changements climatiques apportent des hivers plus courts et plus doux. Cependant, les scientifiques affirment qu'au cours des mois d'été du prochain siècle, il faudra s'attendre à des vagues de chaleur :

- Plus fréquents ;
- Plus intenses ;
- Plus longues ;
- Plus humides.

Un climat plus chaud pourrait augmenter la fréquence et l'intensité des phénomènes météorologiques graves tels qu'ouragans, tornades, orages, inondations et sécheresses (Emmanuel L., 2005). Pour protéger les populations vulnérables et réduire l'effet d'îlot thermique urbain , on propose que les espaces de végétation naturelle doivent être remplacés par des surfaces qui absorbent les températures plus élevées et les vagues de chaleur prolongées qui augmenteront la pollution atmosphérique particulièrement dans les régions urbaines.

Chapitre III:

Matériel et méthodes

1 Matériel végétal et condition de culture :

1.1 Essence : Les espèces utilisées dans notre travail sont les plus répandues dans la ville de Constantine: l'*Eucalyptus camaldulensis*, *Acacia cyanophylla*, *Acacia horrida*, *Casuarina equisetifolia*, *Ceratonia siliqua*, *Cupressus sempervirens*, *Schinus molle*, *Gledistia triacanthos*, *Sophora japonica*, *Melia azedarach*, *Ailanthus altissima*, *Citrus sp*, *Myoporum leatum*, *Lygustrum japonicum* et le *Fraxinus oxyphille*.

1.2 Plants: Les plants sont âgés de 20 mois, ils ont été élevés en pépinière de Dj-Ouahch pendant 12 mois dans un sol à $\text{pH} = 8.22$, puis mis en pots pendant 8 mois en conditions contrôlées dans une chambre de culture, les plants sont arrosés régulièrement une fois par semaine avec l'eau de robinet.

1.3 Chambre de culture : Avec une température qui varie entre -2°C et 23°C et un éclairage lumineux artificiel composé de Néons (OSRAM et PHILIPS 36W) d'une intensité 3000 lux, appliqué pendant 16 heures/24 (photopériode de 16/24).

1.4 Congélateur : le réfrigérateur permet de passer les espèces sous des températures basses contrôlées grâce à un régulateur de température.

1.5 Etuve : Permet de passer les espèces sous des hautes températures grâce à un régulateur de température.

1.6 Poromètre de type AP4: Il permet de contrôler le comportement stomatique des deux faces des feuilles selon les conditions d'éclairage et de température.

2 Méthodes :

2.1 Analyse statistique des données climatiques : Les calculs ont été réalisés à l'aide du logiciel d'analyse et de traitement statistique des données MINITAB (, 2000).

2.1.1 Sur une période de trois ans : Cette analyse qui traite des données thermiques trihoraires, des deux saisons (hivernale et estivale) consiste à déterminer :

- Ø L'intensité (durée) et la fréquence des températures extrêmes critiques sur une période de trois ans (1998,1999 et 2000) ;
- Ø La variabilité des températures moyennes journalières durant la saison hivernale et estivale sur la même période ;
- Ø La répartition du stress thermique durant cette période afin de l'utiliser comme une base pour nos traitements par la suite ;
- Ø Variabilité saisonnière des températures trihoraires pour la même période ;
- Ø Variabilité mensuelle des températures trihoraires de chaque saison pour chaque année ;
- Ø Variabilité des températures trihoraires entre saison pour les trois années.

2.1.2 Sur une période de dix ans : cette analyse traite des données thermiques journalières des deux saisons (hivernale et estivale), ainsi que le mois d'avril (risque des gelées tardives) sur une période de dix ans (1995-2004), afin de tirer les caractères climatiques suivants de la région de Constantine :

- Ø Variabilité des températures moyennes mensuelle (minimales, maximales) pour chaque saison de chacune des 10 années ;
- Ø Variabilité des températures moyennes mensuelles (minimales, maximales) du même mois pour les 10 années;
- Ø Variabilité hivernale des températures moyennes saisonnières (minimales, maximales) pour les 10 années ;
- Ø Variabilité estivale des températures moyennes saisonnières (minimales, maximales) pour les 10 années.

2.2 Méthode de refroidissement : Ce stress consiste à exposer les plants à des températures basses contrôlées durant un temps donné, et observer les différents symptômes causés par le refroidissement.

2.2.1 Traitements : Les différents plants sont mis en place dans un congélateur, la température est stabilisée aux températures suivantes (0,-1,-2, -4,-6, -8, -10, et -13⁰C).

2.3 Méthode de réchauffement : Selon le stress déterminé pendant cette période, ce stress consiste à exposer les plants à des hautes températures, et mesurer le taux de

transpiration sous l'effet de la température et la lumière, afin de déterminer la résistance stomatique (RS) ou la conductance stomatique ($g_s=1/r_s$) des différentes espèces. La résistance globale équivalente de la feuille est obtenue par la formule suivante (Cruizat, 1979 ; cité par Tosca, 1991 in Rached.1993) :

$$1/R_e=1/R_{si}+1/R_{ss}.$$

R_{si} : Résistance stomatique de la face inférieure.

R_{ss} : Résistance stomatique de la face supérieure.

2.3.1 Traitements : Ce stress consiste à exposer les plants aux températures suivantes (35, 40 et 45°C) pendant une durée de trois heures et mesurer après une demi heure le taux de transpiration des différentes espèces.

3 Traitements à des basses températures.

Traitement (1) : Consiste en un transfert de *l'Acacia cyanophylla* à une température de (0°C) pendant 4 heures. l'espèce est replacée ensuite en conditions initiales.

Traitement (2) : Transfert à une température de (-1°C) pendant une durée de 1 heure et 3 heures des espèces débourrées et d'autres non débourrées. Les espèces utilisées sont : Le *Fraxinus oxyphille*, le *Melia azedarach*, le *Gledistia triacanthos*. Ils sont transférés à une température de (-1°C) deux fois, une fois pendant une heure et après quelques jours pendant 3 heures ; l' *Ailanthus altissima*, le *Sophora japonica* et l' *Acacia horrida* pendant une durée d'une heure. Les espèces sont replacées ensuite en conditions initiales à 23°C.

Traitement (3) : Transfert à une température de (-2°C) pendant une durée de (deux heures et 3 heures). Les espèces utilisées sont : Le *Fraxinus oxyphille*, le *Melia azedarach*, le *Gledistia triacanthos* et l' *Ailanthus altissima* et l' *Acacia horrida*. Ils sont transférés à une température de -2°C deux fois, une fois pendant 2 heures et après quelques jours pendant 3 heures. Les plants sont replacés ensuite en conditions initiales à 23°C.

Traitement (4) : Transfert à une température de (-4°C) pendant une durée de (deux heures et 3 heures). Les espèces utilisées sont : Le *Gledistia triacanthos* (non débourré), le *Sophora* (non débourré), le *Melia azedarach*(non débourré), l'*Ailanthus altissima*(non débourré), le *Schinus molle*(non débourré), l'*Acacia horrida* (non débourré), l'*Acacia cyanophilla*, l'*Eucalyptus camaldulensis*, le *Ceratonia siliqua*, le *Citrus sp*, le *Lygustrum japonicum*, le *Myoporum leatum*, le *Cupressus sempervirens* et le *Casuarina equisetifolia*. Ils sont transférés à une température de -4°C deux fois, une fois pendant 2 heures et après quelques jours une autre fois pendant 3 heures. Les semis sont replacés ensuite en conditions initiales à 23°C.

Traitement (5) : Transfert à une température de (-6°C) pendant une durée de deux heures. Les espèces utilisées sont : Le *Gledistia triacanthos* (débourré et non débourré), le *Sophora* (débourré et non débourré), le *Melia azedarach*(non débourré), l'*Ailanthus altissima*(non débourré), le *Schinus molle*(non débourré), *Fraxinus oxyphille*(débourré et non débourré) , l'*Acacia horrida* (débourré et non débourré), l'*Acacia cyanophilla*, l'*Eucalyptus camaldulensis*, le *Ceratonia siliqua*, le *Citrus sp* ,le *Lygustrum japonicum*, le *Myoporum leatum*, le *Cupressus sempervirens* et le *Casuarina equisetifolia* :. Ils sont transférés à une température de (-6°C) pendant 2 heures. Les semis sont replacés ensuite en conditions initiales à 23°C.

Traitement (6) : Transfert à une température de (-8°C) pendant une durée de deux heures. Les espèces utilisées sont : Le *Gledistia triacanthos* (non débourré), le *Sophora* (non débourré), le *Melia azedarach*(non débourré), l'*Ailanthus altissima*(non débourré), le *Schinus molle*(non débourré), *Fraxinus oxyphille*(non débourré) , l'*Acacia horrida* (débourré et non débourré), *Citrus sp*, *Myoporum leatum*, le *Ceratonia siliqua*, l'*Eucalyptus camaldulensis*, le *Cupressus sempervirens* et le *Casuarina equisetifolia*. Ils sont transférés à une température de -8°C pendant 2 heures. Les semis sont replacés ensuite en conditions initiales à 23°C.

Traitement (7) : Transfert à une température de (-10°C) pendant une durée de deux heures. Les espèces utilisées sont : le *Cupressus sempervirens* et le *Casuarina equisetifolia*. Ils sont transférés à une température de -10°C pendant 2 heures. Les semis sont replacés en suite en conditions initiales à 23°C.

Traitement (8) : Transfert à une température de (-13°C) pendant une durée de deux heures. Les espèces utilisées sont : *Eucalyptus camaldulensis*, *Cupressus sempervirens* et le *Casuarina equisetifolia*. Ils sont transférés à une température de -13°C pendant 2 heures. Les semis sont replacés ensuite en conditions initiales à 23°C.

Traitement (9) : ce stress consiste à laisser les espèces suivantes : *Eucalyptus camaldulensis*, *Acacia cyanophylla*, *Ceratonia siliqua*, *Cupressus sempervirens*, *Schinus molle*, *Gledistia triacanthos*, *Sophora japonica*, *Citrus sp*, *Myoporum leatum*, *Lygustrum japonicum*, dans la nature (en pépinière) c'est-à-dire sous l'effet des températures basses de la saison hivernale de l'année 2005 et voir en suite la capacité d'adaptation de ces espèces.

4. Traitements à des hautes températures. Pour bien illustrer l'effet des hautes températures, on a fait passer les différents plants une fois dans un étuve où la température est stabilisée aux températures suivantes (35,40 et 45°C), et une autre fois en conditions naturelles du milieu durant des journées chaudes.

Traitement (10) : Transfert à une température de 35°C pendant 3heures.

Les espèces utilisées sont : *Eucalyptus camaldulensis*, *Acacia cyanophylla*, *Acacia horrida*, *Casuarina equisetifolia*, *Ceratonia siliqua*, *Cupressus sempervirens*, *Schinus molle*, *Gledistia triacanthos*, *Sophora japonica*, *Melia azedarach*, *Ailanthus altissima*, *Citrus sp*, *Myoporum leatum*, *Lygustrum japonicum*, *Fraxinus oxyphille*.

Traitement (11) : Transfert à une température de 40°C pendant 3heures.

Les espèces utilisées sont : *Eucalyptus camaldulensis*, *Acacia cyanophylla*, *Acacia horrida*, *Casuarina equisetifolia*, *Ceratonia siliqua*, *Cupressus sempervirens*, *Schinus molle*, *Gledistia triacanthos*, *Sophora japonica*, *Melia azedarach*, *Ailanthus altissima*, *Citrus sp*, *Myoporum leatum*, *Lygustrum japonicum*, *Fraxinus oxyphille*.

Traitement (12) : Transfère à une température de 45 °C pendant 3heures.

Les espèces utilisées sont : *Eucalyptus camaldulensis*, *Acacia cyanophylla*, *Acacia horrida*, *Casuarina equisetifolia*, *Ceratonia siliqua*, *Cupressus sempervirens*, *Schinus molle*, *Gledistia triacanthos*, *Sophora japonica*, *Melia azedarach*, *Ailanthus altissima*, *Citrus sp*, *Myoporum leatum*, *Lygustrum japonicum*, *Fraxinus oxyphille*.

Traitement (13) : Transfert en conditions naturelles.

Dans ce traitement les mesures de l'évolution des résistances stomatiques sont prises au cours des jours très chauds en mois de juillet chaque deux heures. Les espèces utilisées sont : *Eucalyptus camaldulensis*, *Acacia cyanophylla*, *Acacia horrida*, *Casuarina equisetifolia*, *Ceratonia siliqua*, *Cupressus sempervirens*, *Schinus molle*, *Gledistia triacanthos*, *Sophora japonica*, *Melia azedarach*, *Ailanthus altissima*, *Citrus sp*, *Myoporum laetum*, *Lygustrum japonicum*, *Fraxinus oxyphille*.

Chapitre IV:

Résultats et discussion

1 Analyses statistiques :

1.1 L'analyse statistique descriptive des données climatiques :

La température représente un facteur limitant de toute première importance car, elle contrôle l'ensemble des phénomènes métaboliques et conditionne de ce fait la répartition de la totalité des espèces et des communautés d'êtres vivants dans la biosphère (Ramade., 1984).

Les températures moyennes ne possèdent qu'un sens très relatif. C'est surtout la température moyenne du mois le plus froid, du plus chaud et les minima enregistrés qui méritent plus d'attention. Pour bien illustrer le paramètre climatique thermique, il faut déterminer plusieurs variables : La moyenne des maxima (M), la moyenne des minima (m), le coefficient de variation (CV), l'écart type (S) et l'erreur standard (ES). Notre travail, traite les deux saisons (estivale et hivernale) et le mois d'avril (risque des gelées tardives) sur une période de dix ans (1995-2004), afin de connaître la variabilité des températures extrêmes et leurs effets sur la pérennité des arbres urbains dans la wilaya de Constantine.

Le coefficient de variation et l'écart type permettent de mesurer et de préciser l'intensité des irrégularités thermiques. En effet, le coefficient de variation et l'écart type permettent de comparer la dispersion des données thermiques (Bruno F., 1998). Dont on note :

$$CV = S/m$$

$$ES = S/\sqrt{n-1}$$

- S : Ecart type (°C) ;
- CV : Coefficient de variation (%) ;
- ES : Erreur standard (%) ;
- m : Moyenne (°C) ;
- n : La taille de l'échantillons (n=30).

L'étude statistique descriptive a donné les résultats suivants :

Tableau 11: Résultats descriptives des températures minimales (Moyenne mensuelle, Ecart type, Coefficient de variation, Erreur standard, Température mensuelle minimale la plus grande, Température mensuelle minimale la plus petite).

	décembre	janvier	février	avril	juin	juillet	août
1995 M	3,350	2,057	4,740	5,123	15,373	18,490	18,210
S	2,293	3,048	2,784	3,193	3,144	1,942	2,789
CV	68,447	148,176	58,734	62,326	20,451	10,502	15,157
ES	7,906	10,103	9,6	11,010	10,841	6,696	9,617
Maxi	9	9,700	10,000	10,300	22,500	22,700	23,400
Mini	-0,5	-4,800	-0,800	-0,900	7,200	15,000	10,900
1996 M	5,970	5,410	3,173	7,373	13,470	17,147	19,130
S	3,216	2,602	2,721	3,382	2,166	2,661	2,628
CV	53,869	48,096	85,754	45,870	16,080	15,518	13,737
ES	11,089	8,972	9,382	11,662	7,468	9,175	9,062
Maxi	11,900	10,000	8,000	15,000	18,600	24,0	24,500
Mini	0,400	0,500	-1,200	1,400	10,400	11,500	14,400
1997 M	5,207	5,940	4,013	6,503	17,957	18,633	18,833
S	3,122	8,660	2,258	3,392	3,448	3,237	2,686
CV	59,957	144,781	56,267	52,160	19,014	17,372	14,262
ES	10765	29,862	7,786	11,696	11,889	11,162	9,262
Maxi	12,000	8,600	8,000	12,600	24,000	25,300	26,000
Mini	-2,300	-0,100	-0,300	0,000	12,000	13,500	14,000
1998 M	4,857	2,573	2,640	7,067	15,537	18,047	18,550
S	2,437	2,588	2,546	3,076	3,731	2,995	2,658
CV	50,175	100,582	96,969	43,526	24,013	16,595	14,328
ES	8,403	8,924	8,779	10,606	12,865	10,327	9,165
Maxi	9,000	8,500	7,000	12,000	22,400	26,200	24,000
Mini	-0,100	-2,400	-0,500	-0,300	7,600	12,900	14,500
1999 M	2,267	3,180	1,400	6,560	17,540	17,907	22,047
S	2,384	2,440	4,159	3,437	3,327	2,919	2,792
CV	105,161	76,729	297,071	52,393	18,968	16,300	12,663
ES	8,220	8,413	14,341	11,851	11,472	10,065	9,627
Maxi	7,700	7,000	7,400	18,000	23,500	23,500	30,400
Mini	-1,000	-2,300	-10,200	2,500	12,900	12,900	15,500
2000 M	4,150	-0,377	2,503	8,273	15,430	19,053	18,360
S	2,806	1,865	2,597	3,350	2,683	2,748	2,394
CV	69,881	-494,694	103,755	40,493	17,388	14,422	13,039
ES	9,675	6,431	8,955	11,551	9,251	9,475	8,255
Maxi	9,400	3,300	7,000	14,600	20,000	22,800	22,200
Mini	-1,500	-3,100	-2,900	1,700	10,400	12,500	14,600
2001 M	4,147	3,573	2,343	6,343	15,600	19,027	19,050
S	2,898	2,514	2,223	2,370	3,656	3,033	2,548
CV	69,881	70,361	94,878	37,364	23,435	15,940	13,375
ES	9,993	8,668	7,665	8,172	12,606	10,458	8,786
Maxi	10,800	8,700	6,600	10,400	24,500	24,900	25,400
Mini	-1,60	-1,200	-2,000	2,100	9,500	13,400	13,500
2002 M	2,463	1,260	3,050	8,147	16,557	18,783	19,163
S	2,689	3,062	1,919	2,958	3,532	3,726	3,318
CV	109,175	243,015	62,918	36,307	21,332	19,837	17,314
ES	9,272	10,558	6,617	10,2	12,179	12,848	11,441
Maxi	7,300	6,000	7,000	16,000	23,500	26,000	28,000
Mini	-4,100	-4,200	0,000	4,000	8,200	13,200	13,000
2003 M	5,223	4,050	2,520	8,567	17,400	20,277	19,630
S	2,516	2,239	2,442	3,690	2,889	2,354	2,319
CV	48,171	55,283	96,904	43,072	16,603	11,609	11,813
ES	8,675	7,720	8,420	12,724	9,962	8,117	7,996
Maxi	10,500	10,000	7,000	16,500	25,000	24,500	28,100
Mini	0,200	0,100	-1,500	2,000	13,000	16,400	15,500
2004 M	2,610	2,833	2,880	6,230	13,930	17,570	19,350
S	3,639	2,682	3,647	3,282	2,782	2,798	2,442
CV	139,425	94,669	126,631	52,680	19,971	15,924	12,620
ES	12,548	9,248	12,575	11,317	9,593	9,648	8,420
Maxi	8,800	9,000	16,000	12,000	19,400	22,800	24,200
Mini	-4,000	-1,600	-1,500	0,000	9,200	10,700	15,300

Tableau12: Résultats descriptives des températures maximales (Moyenne mensuelle, Ecart-type, Coefficient de variation, Erreur standard, Température mensuelle maximales la plus grande, Température mensuelle maximale la plus petite).

	décembre	janvier	février	avril	juin	juillet	août
1995 M	13,240	10,17	15,503	18,097	29,700	34,333	32,360
S	3,994	5,67	3,138	3,461	4,131	3,196	3,913
CV	30,166	55,752	20,241	19,124	13,909	9,308	12,092
ES	13,772	19,551	10,820	11,934	14,244	11,020	13,493
Maxi	19,50	19,200	20,400	25,800	41,500	42,600	40,400
Mini	6,50	1,600	7,000	12,100	20,300	27,500	25,000
1996 M	14,570	13,967	10,980	17,220	26,827	32,727	33,747
S	3,481	3,246	3,422	4,601	4,453	4,925	3,111
CV	23,891	23,240	31,222	26,718	16,598	15,048	9,218
ES	12,003	11,193	11,8	15,865	15,355	16,982	10,727
Maxi	21,800	20,400	16,800	26,700	35,400	40,700	38,700
Mini	10,000	8,900	4,000	9,600	17,000	23,200	20,700
1997 M	14,817	13,343	14,790	18,447	33,047	33,763	33,123
S	3,982	3,057	3,577	3,509	4,849	5,017	3,099
CV	26,874	22,910	24,185	19,022	14,673	14,859	9,356
ES	13,731	10,541	12,334	12,1	16,720	17,3	10,686
Maxi	21,000	19,000	23,300	25,800	41,900	43,500	40,300
Mini	5,600	6,300	9,200	11,900	23,100	25,600	28,600
1998 M	13,120	12,640	14,880	20,740	32,34	35,303	33,673
S	2,642	2,690	3,348	4,522	5,550	3,971	4,774
CV	20,137	21,281	22,5	21,803	17,161	11,248	14,177
ES	9,110	9,275	11,544	15,593	19,137	13,693	16,462
Maxi	19,700	16,800	20,000	30,200	41,500	42,000	40,100
Mini	8,200	7,400	7,300	14,100	22,100	28,100	22,100
1999 M	11,577	12,883	9,83	20,520	32,227	33,337	37,517
S	3,083	2,955	5,88	4,723	4,257	4,068	4,004
CV	26,630	22,937	59,816	23,016	13,209	12,202	10,672
ES	10,631	10,189	20,275	16,286	14,679	14,027	13,806
Maxi	16,600	19,500	20,60	33,300	40,100	41,100	42,700
Mini	5,500	2,000	1,30	11,000	25,300	26,600	29,500
2000 M	12,167	10,060	14,273	21,590	29,607	35,193	34,973
S	2,868	2,729	3,436	4,991	5,287	4,654	5,212
CV	23,571	27,127	24,073	23,117	17,857	13,224	14,902
ES	9,889	9,410	11,848	17,210	18,231	16,048	17,972
Maxi	17,000	19,600	20,200	34,300	37,500	41,100	40,800
Mini	6,100	4,600	9,500	13,500	20,500	27,600	21,000
2001 M	15,677	13,677	13,223	19,030	31,997	35,867	34,830
S	3,206	3,974	3,800	4,590	4,735	3,420	2,807
CV	20,450	29,056	28,737	24,119	14,798	9,535	8,059
ES	11,055	13,703	13,103	15,827	16,327	11,793	9,679
Maxi	22,400	23,000	19,300	27,500	39,000	42,000	40,000
Mini	6,700	7,000	7,000	11,000	24,000	28,000	29,800
2002 M	11,667	12,497	15,997	20,977	33,323	33,567	33,217
S	3,696	3,264	4,618	4,774	4,521	4,895	3,994
CV	31,679	26,118	28,867	22,758	13,567	14,582	12,023
ES	12,744	11,255	15,924	16,462	15,589	16,879	13,772
Maxi	17,700	23,300	24,200	29,700	39,600	42,800	42,200
Mini	5,000	8,000	7,400	13,500	20,800	23,000	26,100
2003 M	14,130	11,530	10,607	19,830	33,407	37,083	35,670
S	3,554	3,814	3,817	6,370	4,067	3,686	2,978
CV	25,152	33,078	35,985	32,123	12,174	9,939	8,348
ES	12,255	13,151	13,162	21,965	14,024	12,710	10,268
Maxi	19,200	17,100	17,100	32,90	42,000	42,500	42,500
Mini	6,100	3,600	3,600	7,00	25,900	30,300	29,100
2004 M	11,847	12,300	15,387	17,713	28,990	34,067	35,557
S	4,096	3,814	3,423	3,786	5,356	4,302	3,484
CV	34,574	31,008	22,246	21,374	18,475	12,628	9,798
ES	14,124	13,151	11,803	13,055	18,468	14,834	12,013
Maxi	19,200	19,500	21,900	20,325	37,600	38,600	41,900
Mini	6,100	6,600	10,200	15,325	15,300	25,100	30,000

1.2 Discussion :

L'examen des tableaux (11 et 12) des températures de cette dernière décennie montre, que l'amplitude des températures extrêmes moyennes varie d'une année à une autre avec une amplitude thermique de 15 à 20°C pour les minima et de 20 à 25°C pour les maxima. Les moyennes des maxima de l'hiver varient de 10,06 à 15,997°C, alors que pour la saison estivale, elle est de 26,827 à 37,517°C. Les moyennes des minima de l'hiver varient entre -0,377 et 5,970°C, alors que pour la saison estivale, elle est de 13,470 à 22,047°C. Enfin, il est particulièrement important d'insister ici sur les minima de l'hiver, surtout gênantes de l'année 1998, 1999 et 2000 car elles peuvent limiter l'utilisation de certaines essences forestières intéressantes dans la ville de Constantine, on donne comme exemple le cas de *l'Acacia cyanophylla*, le *Faux poivrier* et *l'Eucalyptus camaldulensis*, dont leur feuillage a été complètement brûlé à cause du gel du mois de janvier, février et mars de cette année en cours (2005) ; ce qui explique le phénomène de congélation chez certaines espèces sensibles aux gel.

Tableau 13: Durée et fréquences des températures fraîches inférieures à zéro degrés.

Année/ Mois		1998	1999	2000
Décembre	Fréquence	1	2	4
	Durée (heure)	3	6	12
Janvier	Fréquence	3	7	23
	Durée (heure)	9	21	69
Février	Fréquence	0	29	0
	Durée (heure)	0	87	0
Durée totale (heure)		12	114	81

Tableau 13 : La durée totale des températures fraîches inférieures à 0°C est respectivement de 12h durant l'année 1998, 114h pour l'année 1999 et 81h pour l'année 2000 (Figure : 06).

- ✓ Pour l'année 1998, la durée totale mensuelle des températures fraîches est de 3 heures au mois de décembre et de 9 heures pour janvier (Fig :6a).
- ✓ Pour l'année 1999, la durée totale mensuelle des températures fraîches est de 6 heures pour décembre, 21 heures pour janvier et 87 heures pour février (Fig :6b).

- ✓ Pour l'année 2000, la durée totale mensuelle des températures fraîches est de 12 heures en décembre et 69 heures pour janvier (Fig6c).

Tableau 14: Durée et fréquence des hautes températures pour la saison estivale des années 98-99-2000.

Classes des T en (°C)		32 - 34	34 - 36	36 - 38	38- 40	40 - 42	Total
Années							
1998	Fréquence	52	37	32	12	5	138
	Durée(heure)	156	111	96	36	15	414
1999	Fréquence	57	33	26	11	14	141
	Durée(heure)	171	99	78	33	42	423
2000	Fréquence	59	23	32	21	4	139
	Durée(heure)	177	69	96	63	12	417

Tableau 14: La durée totale des températures chaudes supérieures à la température moyenne mensuelle est respectivement de 414heures durant l'année 1998, 423h pour l'année 1999 et 417h pour l'année 2000(Figure : 09).

- ✓ Pour l'année 1998, la durée total mensuelle des températures chaudes est de 102 heures en juin, 183 heures en juillet et de 129 heures en août (Fig :9d).
- ✓ Pour l'année 1999, la durée totale mensuelle des températures chaudes supérieur à la température moyenne mensuelle est de 84 heures en juin, 117 en juillet et de 222 heures en août (Fig :9e).
- ✓ Pour l'année 2000, la durée total mensuelle des températures chaudes supérieur à la température moyenne mensuelle est de 57 heures en juin, 186 en juillet et de 174 heures en août (Fig :9f).

1-2 Pour des données journalières : La durée traitée est de sept mois sur une période de dix ans (1995-2004).

Les résultats sont portés sur les tableaux 15,16 et 17 :

Tableau 15: Comparaison des moyennes mensuelles des (Tn et Tx) pour chaque saison de chacune des 10 années à l'aide de l'analyse de la variance à un caractère de classification.

	Températures minimales (Tn)				Températures maximales (Tx)			
	Moyenne	Ecart type	Fobs	P	Moyenne	Ecart type	Fobs	P
Décembre 94	3.350	2.293	7.27	0.001 **	13.240	3.994	11.12	0.000 ***
Janvier 95	2.057	3.048			10.170	5.672		
Février 95	4.740	2.784			15.503	3.138		
Juin 95	15.373	3.144	12.48	0.000 ***	29.700	4.131	11.42	0.000 ***
Juillet 95	18.490	1.942			34.333	3.196		
Août 95	18.210	2.789			32.360	3.913		
Décembre 95	5.970	3.216	8.04	0.001 **	29.700	4.131	9.68	0.000 ***
Janvier 96	5.410	2.602			34.333	3.196		
Février 96	3.173	2.721			32.360	3.913		
Juin 96	13.470	2.166	39.74	0.000 ***	29.700	4.131	23.36	0.000 ***
Juillet 96	17.147	2.661			34.333	3.196		
Août 96	19.130	2.628			32.360	3.913		
Décembre 96	5.207	3.122	0.94	0.393 NS	14.817	3.982	1.68	0.192 NS
Janvier 97	5.937	8.659			13.343	3.057		
Février 97	4.013	2.258			14.790	3.577		
Juin 97	17.957	3.486	0.64	0.532 NS	33.047	4.849	0.24	0.788 NS
Juillet 97	18.633	3.237			33.763	5.017		
Août 97	18.833	2.686			33.123	3.099		
Décembre 97	4.857	2.437	9.02	0.000 ***	13.120	2.642	4.92	0.009 ***
Janvier 98	2.573	2.588			12.640	2.690		
Février 98	2.640	2.051			14.880	3.348		
Juin 98	15.537	3.731	7.83	0.001 **	33.047	4.849	2.85	0.063 *
Juillet 98	18.047	2.995			33.763	5.017		
Août 98	18.550	2.658			33.123	3.099		
Décembre 98	2.267	2.384	2.46	0.091 *	11.577	3.083	4.00	0.022 *
Janvier 99	3.180	2.440			12.883	2.955		
Février 99	1.400	4.159			9.830	5.876		
Juin 99	17.540	3.327	20.58	0.000 ***	32.227	4.257	13.81	0.000 ***
Juillet 99	17.907	2.919			33.337	4.068		
Août 99	22.047	2.792			37.517	4.004		
Décembre 99	4.150	2.806	26.11	0.000 ***	12.167	2.868	14.53	0.000 ***
Janvier 00	-0.377	1.865			10.060	2.729		
Février 00	2.503	2.597			14.273	3.436		
Juin 00	15.430	2.683	16.25	0.000 ***	29.607	5.287	11.73	0.000 ***
Juillet 00	19.053	2.748			35.193	4.654		
Août 00	18.360	2.394			34.973	5.212		
Décembre 00	4.147	2.898	3.89	0.024 *	15.677	3.206	3.79	0.027 *
Janvier 01	3.573	2.514			13.677	3.974		
Février 01	2.343	2.223			13.223	3.800		
Juin 01	15.600	3.656	12.21	0.000 ***	31.997	4.735	8.60	0.000 ***
Juillet 01	19.027	3.033			35.867	3.420		
Août 01	19.050	2.548			34.830	2.807		
Décembre 01	2.463	2.689	3.69	0.029 *	11.667	3.696	10.42	0.000 ***
Janvier 02	1.260	3.062			12.497	3.264		
Février 02	3.050	1.919			15.997	4.618		
Juin 02	16.557	3.532	4.78	0.011 *	33.323	4.521	0.05	0.953 NS
Juillet 02	18.783	3.726			33.567	4.895		
Août 02	19.163	3.318			33.217	3.994		
Décembre 02	5.223	2.516	9.56	0.000 ***	14.130	3.554	7.20	0.001 **
Janvier 03	4.050	2.239			11.530	3.814		
Février 03	2.520	2.442			10.607	3.817		
Juin 03	17.400	2.889	10.64	0.000 ***	33.407	4.067	7.94	0.001 **
Juillet 03	20.277	2.354			37.083	3.686		
Août 03	19.630	2.319			35.670	2.978		
Décembre 03	2.610	3.639	0.06	0.946 NS	11.847	4.096	7.76	0.001 **
Janvier 04	2.833	2.682			12.300	3.814		
Février 04	2.880	3.647			15.387	3.423		
Juin 04	13.930	2.782	31.90	0.000 ***	28.990	5.356	17.98	0.000 ***
Juillet 04	17.570	2.798			34.067	4.302		
Août 04	19.350	2.442			35.557	3.484		

Tableaux 16: Comparaison des températures moyennes mensuelles (minimales et maximales) du même mois pour les 10 années à l'aide de la variance à un caractère de classification.

	Températures minimales (Tn)				Températures maximales (Tx)			
	Moyenne	Ecart type	Fobs	P	Moyenne	Ecart type	Fobs	P
Décembre94	3.350	2.293	6.38	0.000 ***	13.240	3.994	5.28	0.000 ***
Décembre95	5.970	3.216			14.570	3.481		
Décembre96	5.207	3.122			14.817	3.982		
Décembre97	4.857	2.437			13.120	2.642		
Décembre98	2.267	2.384			11.577	3.083		
Décembre99	4.150	2.806			12.167	2.868		
Décembre00	4.147	2.898			15.677	3.206		
Décembre01	2.463	2.689			11.667	3.696		
Décembre02	5.223	2.516			14.130	3.554		
Décembre03	2.610	3.639			11.847	4.096		

	Températures minimales				Températures maximales			
	Moyenne	Ecart type	Fobs	P	Moyenne	Ecart type	Fobs	P
Janvier 95	2.057	3.048	7.75	0.000 ***	10.170	5.672	4.17	0.000 ***
Janvier 96	5.410	2.602			13.967	3.246		
Janvier 97	5.937	8.659			13.343	3.057		
Janvier 98	2.573	2.588			12.640	2.690		
Janvier 99	3.180	2.440			12.883	2.955		
Janvier 00	-0.377	1.865			10.060	2.729		
Janvier 01	3.573	2.514			13.677	3.974		
Janvier 02	1.260	3.062			12.497	3.264		
Janvier 03	4.050	2.239			11.530	3.814		
Janvier 04	2.833	2.682			12.300	3.814		

	Températures minimales				Températures maximales			
	Moyenne	Ecart type	Fobs	P	Moyenne	Ecart type	Fobs	P
Février 95	4.740	2.784	3.34	0.001 **	15.503	3.138	10.01	0.000 ***
Février 96	3.173	2.721			10.980	3.422		
Février 97	4.013	2.258			14.790	3.577		
Février 98	2.640	2.051			14.880	3.348		
Février 99	1.400	4.159			9.830	5.876		
Février 00	2.503	2.597			14.273	3.436		
Février 01	3.050	1.919			13.223	3.800		
Février 02	2.520	2.442			15.997	4.618		
Février 03	2.880	3.647			10.607	3.817		
Février 04	2.343	2.223			15.387	3.423		

	Températures minimales				Températures maximales			
	Moyenne	Ecart type	Fobs	P	Moyenne	Ecart type	Fobs	P
Avril 95	5.123	3.193	3.36	0.001 **	18.097	3.461	3.28	0.001 **
Avril 96	7.373	3.382			17.220	4.601		
Avril 97	6.503	3.392			18.447	3.509		
Avril 98	7.067	3.076			20.740	4.522		
Avril 99	6.560	3.437			20.520	4.723		
Avril 00	8.273	3.350			21.590	4.991		
Avril 01	6.343	2.370			19.030	4.590		
Avril 02	8.147	2.958			20.977	4.774		
Avril 03	8.567	3.690			19.827	6.368		
Avril 04	6.230	3.282			17.713	3.786		

	Températures minimales				Températures maximales			
	Moyenne	Ecart type	Fobs	P	Moyenne	Ecart type	Fobs	P
Juin 95	15.373	3.144	6.64	0.000 ***	29.700	4.131	6.59	0.000 ***
Juin 96	13.470	2.166			26.827	4.453		
Juin 97	17.957	3.486			33.047	4.849		
Juin 98	15.537	3.731			32.343	5.551		
Juin 99	17.540	3.327			32.227	4.257		
Juin 00	15.430	2.683			29.607	5.287		
Juin 01	15.600	3.656			31.997	4.735		
Juin 02	16.557	3.532			33.323	4.521		
Juin 03	17.400	2.889			33.407	4.067		
Juin 04	13.930	2.782			28.990	5.356		

	Températures minimales				Températures maximales			
	Moyenne	Ecart type	Fobs	P	Moyenne	Ecart type	Fobs	P
Juillet 95	18.490	1.942	2.85	0.003 **	34.333	3.196	2.90	0.003 **
Juillet 96	17.147	2.661			32.727	4.925		
Juillet 97	18.633	3.237			33.763	5.017		
Juillet 98	18.047	2.995			35.303	3.971		
Juillet 99	17.907	2.919			33.337	4.068		
Juillet 00	19.053	2.748			35.193	4.654		
Juillet 01	19.027	3.033			35.867	3.420		
Juillet 02	18.783	3.726			33.567	4.895		
Juillet 03	20.277	2.354			37.083	3.686		
Juillet 04	17.570	2.798			34.067	4.302		

	Températures minimales				Températures maximales			
	Moyenne	Ecart type	Fobs	P	Moyenne	Ecart type	Fobs	P
Août 95	18.210	2.789	4.94	0.000 ***	32.360	3.913	4.88	0.000 ***
Août 96	19.130	2.628			33.747	3.111		
Août 97	18.833	2.686			33.123	3.099		
Août 98	18.550	2.658			33.673	4.774		
Août 99	22.047	2.792			37.517	4.004		
Août 00	18.360	2.394			34.973	5.212		
Août 01	19.050	2.548			34.830	2.807		
Août 02	19.163	3.318			33.217	3.994		
Août 03	19.630	2.319			35.670	2.978		
Août 04	19.350	2.442			35.557	3.484		

Tableaux 17: Comparaison des moyennes saisonnières des températures (Tn et Tx) de la même saison pour les 10 années.

	Températures minimales (Tn)				Températures maximales (Tx)			
	Moyenne	Ecart type	Fobs	P	Moyenne	Ecart type	Fobs	P
Saison hivernale 95	3.382	2.912	9.82	0.000 ***	12.971	4.870	61.60	0.000 ***
Saison hivernale 96	4.851	3.076			13.172	3.700		
Saison hivernale 97	5.052	5.468			14.317	3.586		
Saison hivernale 98	2.282	3.156			13.547	3.037		
Saison hivernale 99	2.282	3.156			11.430	4.333		
Saison hivernale 00	2.092	3.072			12.167	3.456		
Saison hivernale 01	3.354	2.642			14.192	3.788		
Saison hivernale 02	2.258	2.678			13.387	4.293		
Saison hivernale 03	3.931	2.623			12.089	3.982		
Saison hivernale 04	2.774	3.318			13.178	4.065		
	Températures minimales (Tn)				Températures maximales (Tx)			
	Moyenne	Ecart type	Fobs	P	Moyenne	Ecart type	Fobs	P
Saison estivale 95	17.358	2.998	6.11	0.000 ***	32.131	4.186	6.62	0.000 ***
Saison estivale 96	16.582	3.413			31.100	5.189		
Saison estivale 97	18.474	3.141			33.311	4.370		
Saison estivale 98	17.378	3.394			33.773	4.908		
Saison estivale 99	19.164	3.626			34.360	4.666		
Saison estivale 00	17.614	3.028			34.231	4.049		
Saison estivale 01	17.892	3.482			34.231	4.049		
Saison estivale 02	18.168	3.676			33.369	4.437		
Saison estivale 03	19.102	2.795			35.387	3.876		
Saison estivale 04	16.950	3.487			32.871	5.227		

1-3 Pour des données tri horaires : La durée traitée est de trois ans (98-99-2000):

Tableau 18: Comparaison des températures moyennes mensuelles pour chaque saison des 10années

	Moyenne	Ecart type	Fobs	P
Décembre97	8.429	3.288	8.31	0.000 ***
Janvier 98	7.108	3.717		
Février98	8.190	4.274		
Décembre98	6.503	3.445	17.19	0.000 ***
Janvier 99	7.542	3.351		
Février99	5.294	5.468		
Décembre99	7.505	3.595	60.24	0.000 ***
Janvier 00	4.463	3.707		
Février00	8.190	4.514		
Juin 98	23.728	7.053	11.08	0.000 ***
Juillet 98	26.522	6.602		
Août 98	25.478	6.015		
Juin 99	24.315	5.840	43.62	0.000 ***
Juillet 99	25.397	5.930		
Août 99	29.105	5.905		
Juin 00	22.266	6.141	37.01	0.000 ***
Juillet 00	26.965	6.446		
Août 00	26.235	6.718		

Tableau 19 : Comparaison des moyennes mensuelles du même mois pour les 3 années à l'aide d'AV1.

	Moyenne	Ecart type	Fobs	P
Décembre 97	8.429	3.288	18.76	0.000 ***
Décembre 98	6.503	3.445		
Décembre 99	7.505	3.595		
Janvier 98	7.108	3.717	51.56	0.000 ***
Janvier 99	7.542	3.351		
Janvier 00	4.463	3.707		
Février 98	8.190	4.274	29.37	0.000 ***
Février 99	5.294	5.468		
Février 00	8.190	4.514		
Juin 98	23.728	7.053	6.59	0.001 **
Juin 99	24.315	5.840		
Juin 00	22.266	6.141		
Juillet 98	25.478	6.015	22.68	0.000 ***
Juillet 99	29.105	5.905		
Juillet 00	26.235	6.718		
Août 98	26.522	6.602	3.91	0.020 *
Août 99	25.397	5.930		
Août 00	26.965	6.446		

Tableau 20: Comparaison des moyennes saisonnières de la même saison entre les 3 années à l'aide de l'AV1.

	Moyenne	Ecart type	Fobs	P
Saison hivernale 98	7.909	3.820	24.49	0.000 ***
Saison hivernale 99	6.446	4.296		
Saison hivernale 00	6.802	4.276		
Saison estivale 98	25.291	6.654	5.76	0.003 **
Saison estivale 99	26.247	6.227		
Saison estivale 00	25.203	6.756		

1-4. Discussion :

Dans notre traitement, on a utilisé l'analyse de la variance à un critère de classification ou un facteur, elle sert à comparer les moyennes à plusieurs populations normales, et de même variance à partir des échantillons aléatoires simples et indépendants les uns des autres. Une fois, elle donne des variations factorielles c'est à dire entre les différents mois, saisons et années ; et une autre fois des variations résiduelles, c'est-à-dire à l'intérieur de chaque mois, saison et année.

Les résultats sont obtenus à l'aide de la comparaison de F_{obs} avec $F_{1-\alpha}$, cette dernière est tirée à partir de la table de FISHER, pour $K_1=p-1$ et $K_2=n-p$.

Pour $\alpha = 0.05$

Si $F_{obs} \geq F_{1-\alpha}$, on dit qu'il existe des différences significatives entre les moyennes (*).

Pour $\alpha = 0.01$

Si $F_{obs} \geq F_{1-\alpha}$, on dit qu'il existe des différences hautement significatives entre les moyennes (**).

Pour $\alpha = 0.001$

Si $F_{obs} \geq F_{1-\alpha}$, on dit qu'il existe des différences très hautement significatives entre les moyennes (***) (Dagnelie., 1999).

D'après les résultats, on remarque généralement qu'il existe des variations très hautement significatives entre les différents moyennes, ce qui explique une grande variabilité des températures journalières (minimales et maximales) inter et intra (mois, saisons et années), dont la saison hivernale varie du froid au plus froid, et la saison estivale du chaud au plus chaud.

1-4-1. La saison hivernale :

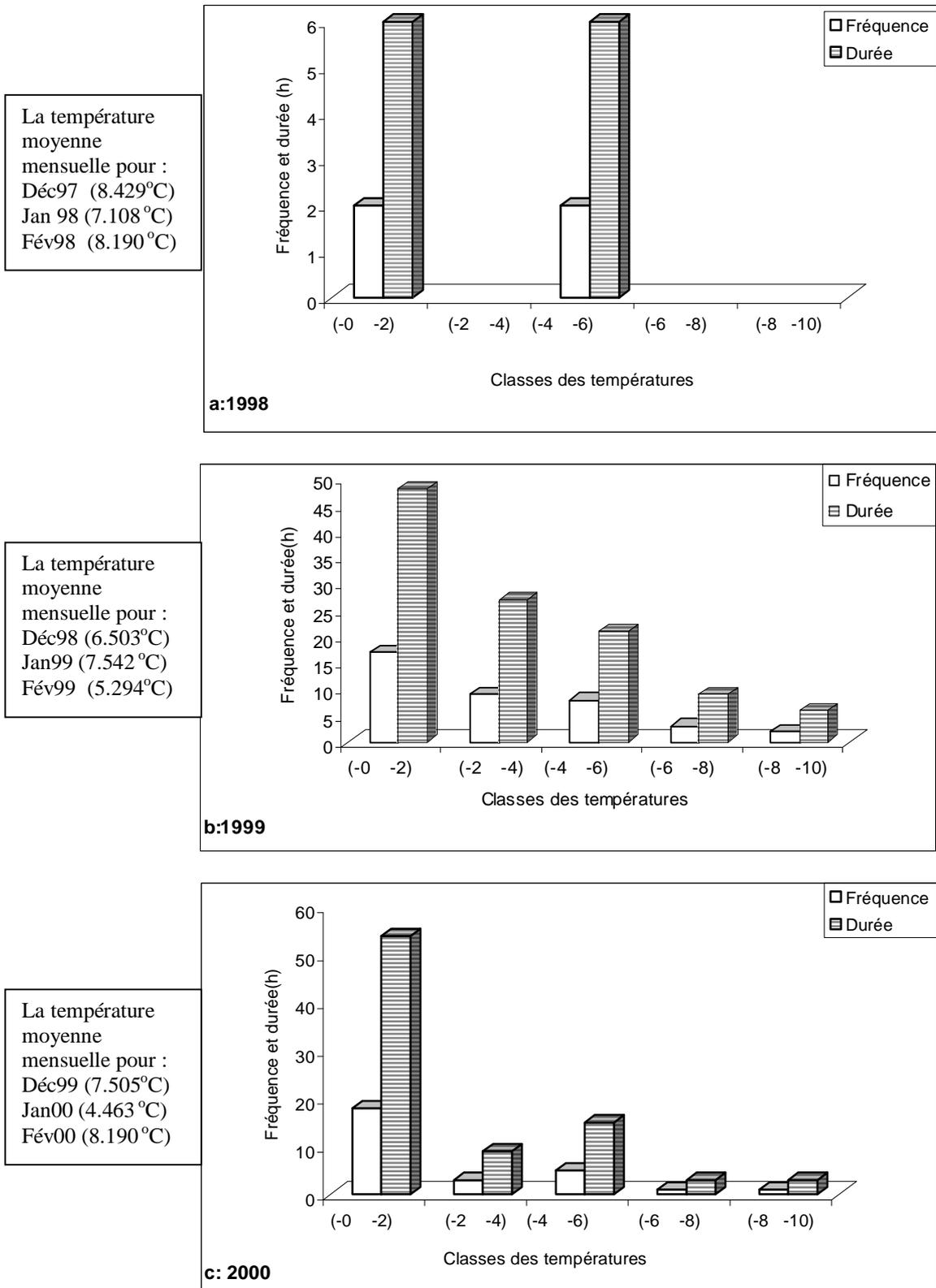


Figure06 : Fréquence et durée des températures fraîches pour les années 1998, 1999 et 2000.

La figure 06 : représente l'analyse des fréquences et la durée des températures fraîches sur une durée de trois ans (1998,1999 et 2000).

- ▼ Pour l'année 1998 (Fig :6a), deux refroidissements sont enregistrés par une fréquence totale de quatre fois pendant une durée totale de 12heures ; le premier par une fréquence de deux, l'une au mois de décembre, et l'autre en mois de janvier, pour une durée totale de 6heures pour des températures comprises entre $[0 -2^{\circ}\text{C}]$; le deuxième, par la même fréquence et la même durée au mois de janvier, pour des températures comprises entre $[-4 -6^{\circ}\text{C}]$.

- ▼ Pour l'année 1999 (Fig :6b), on remarque plusieurs refroidissements (05 stress successifs), le premier par une fréquence de 17 fois pendant une durée totale de 51 heures au mois de décembre, janvier et février pour des températures comprises entre $[0 -2^{\circ}\text{C}]$, le second avec une fréquence totale de 9 pour une durée totale de 27 heures pendant le mois de février pour la classe de température $[-2 -4^{\circ}\text{C}]$, le troisième par une fréquence totale de 8 fois pour une durée totale de 24 heures au mois de février $[-4 -6^{\circ}\text{C}]$, le quatrième par une fréquence totale de trois fois pour une période de 9heures au mois de février $[-6 -8^{\circ}\text{C}]$, le cinquième par une fréquence totale de deux fois pour une période totale de 6heures pour le même mois pour la classe de températures $[-8 -10^{\circ}\text{C}]$.

- ▼ Pour l'année 2000 (Fig :6c), cinq refroidissements sont observés, le premier par une fréquence totale de 18 fois pour une durée totale de 54heures au mois de décembre et janvier pour la classe $[0 -2^{\circ}\text{C}]$, le deuxième et le troisième, par une fréquence totale de trois fois pour une période de 9heures pour chacun d'eux au mois de janvier pour des températures entre $[-2 -6^{\circ}\text{C}]$, le quatrième par une seule fréquence pour une durée de trois heures en mois de janvier $[-6 -8^{\circ}\text{C}]$, le cinquième par une fréquence de deux fois pour une durée de 6 heures en mois de janvier pour des températures comprises entre $[-8 -10^{\circ}\text{C}]$.

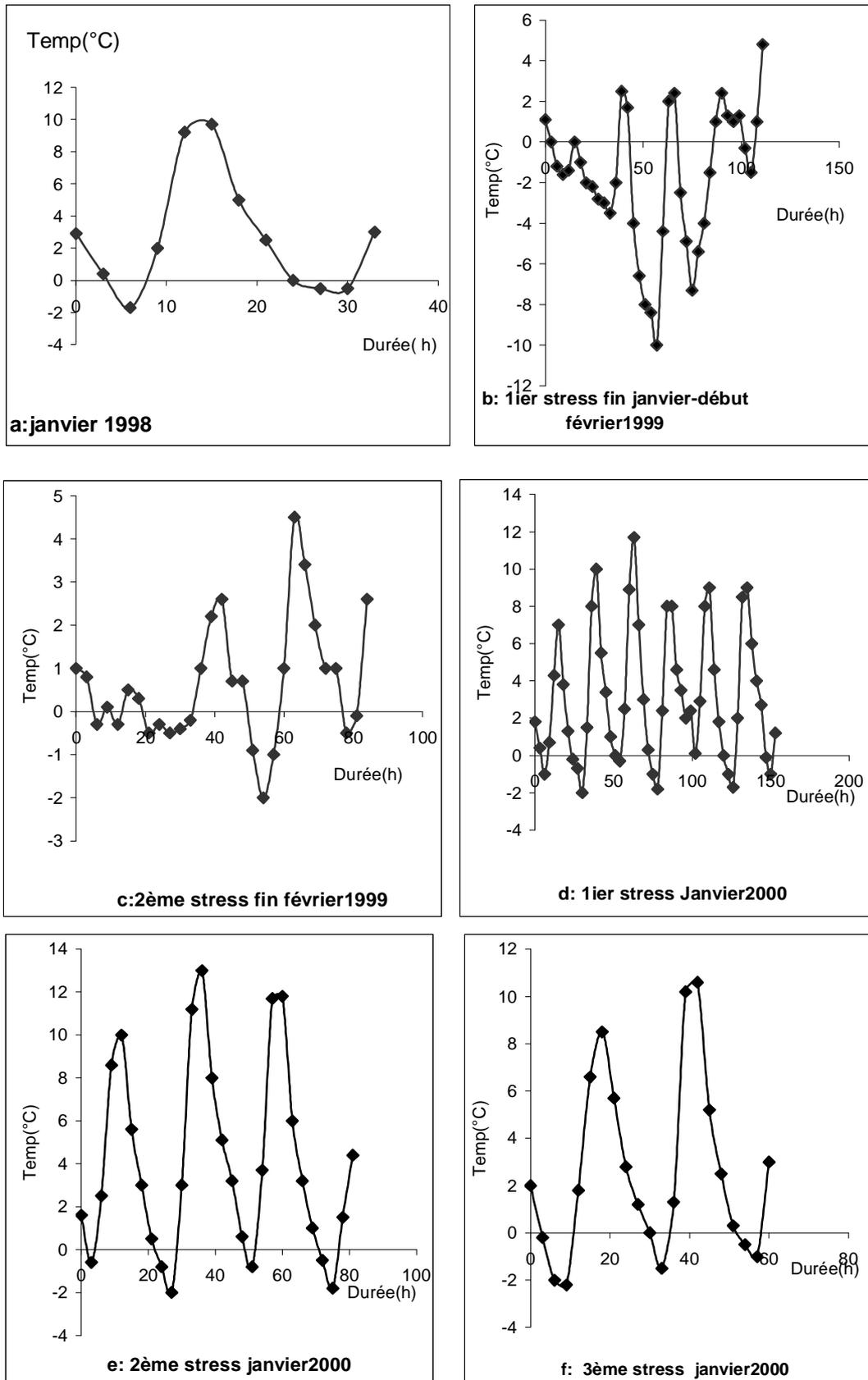


Figure07 : Cinétique des températures fraîches de la période hivernale pour l'année 1998,99 et 2000.

La figure 07: Représente l'analyse détaillée du refroidissement durant la même période, c'est-à-dire des températures inférieures à 0°C. La figure : 7a, présente le plus court stress de janvier 1998, où les températures négatives comprises entre [0 -2°C] ont durées 16heures. La figure : 7b, présente le plus grand stress continu, où les températures négatives comprises entre [0 -10°C] ont durée plus que 78 heures durant le mois janvier et février de l'année 1999.La figure : 7c, présente le deuxième stress de la même année, où les températures négatives comprises entre [0 -2°C] ont durée plus de 36 heures. La figure : 7(d,e,f), montre trois stress, assez bref de janvier 2000, où les températures négatives comprises entre [0 -2°C] ont durée 42 heures durant le premier, 18 heures pour le second et 21heures pour le troisième.

Les gelées des saisons hivernales sont estimées : 22 jours pour l'année1998, 35 jours pour l'année 99 et 33 jours pour l'année 2000.Il faut remarquer que les phénomènes se poursuivent jusqu'au mois de mars, dont on note respectivement les valeurs suivantes : 11 jours pour l'année 1998 et 4 jours pour l'année 99 ainsi que l'année 2000.

En ce qui concerne les gelées tardives du mois d'avril, on note 2 jours pour l'année 1998 et une journée pour les années 99 et 2000.

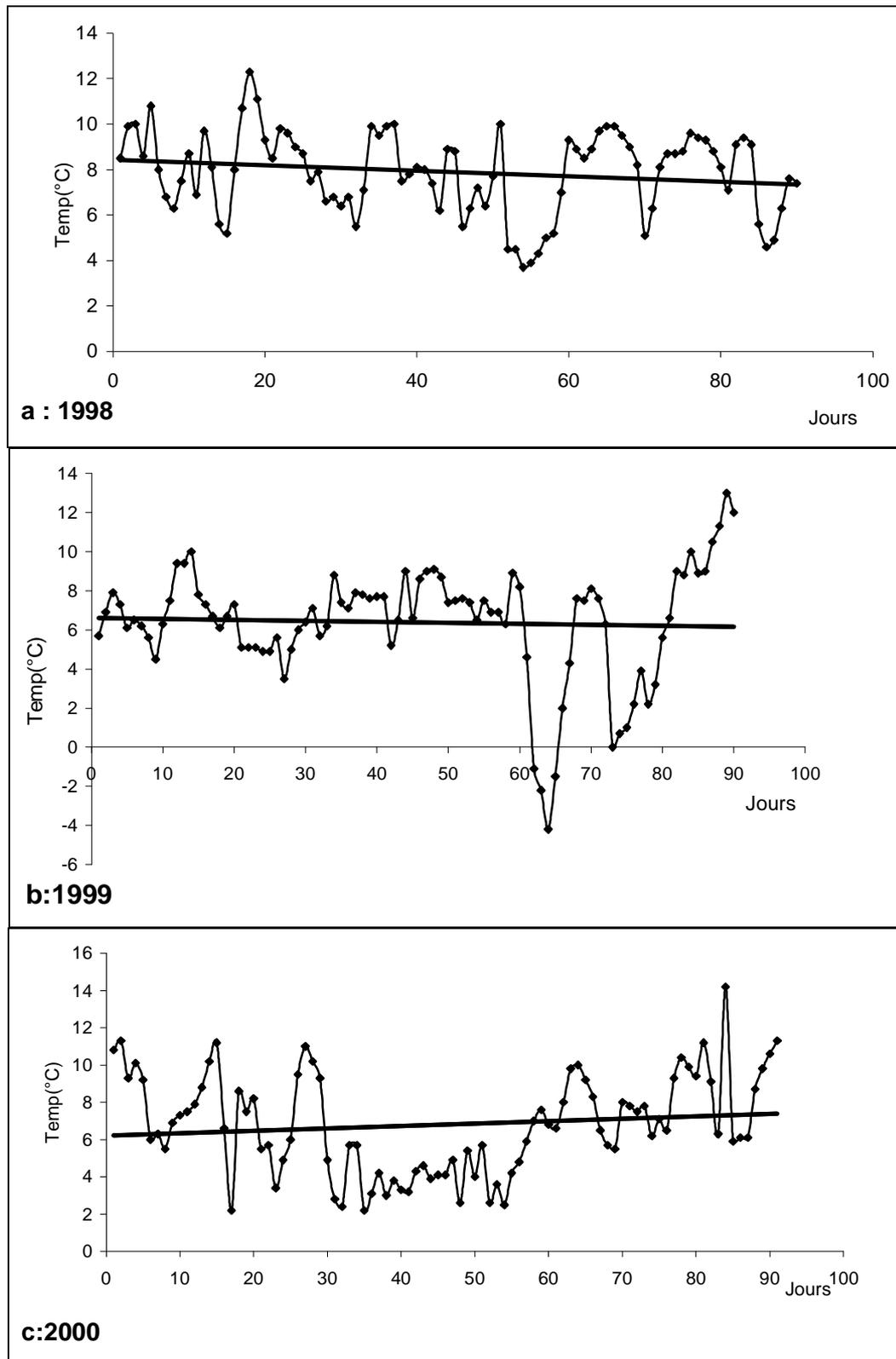


Figure08 : Variabilité des températures minimales moyennes de la saison hivernale des années (1998-99-2000).

La figure08 : illustre la variabilité des températures minimales moyennes de la saison hivernale pour les années 1998-99 et 2000. Les figures (Fig :8a) et (Fig :8b), montrent des tendances vers un refroidissement hivernal ; Ce qui explique les deux plus grands refroidissements de l'année 1999 (Fig :7b) que la région de Constantine a subi. Par contre, l'année 2000, montre une tendance d'un hiver moins frais (Fig :8c).

1.4.2 La saison estivale :

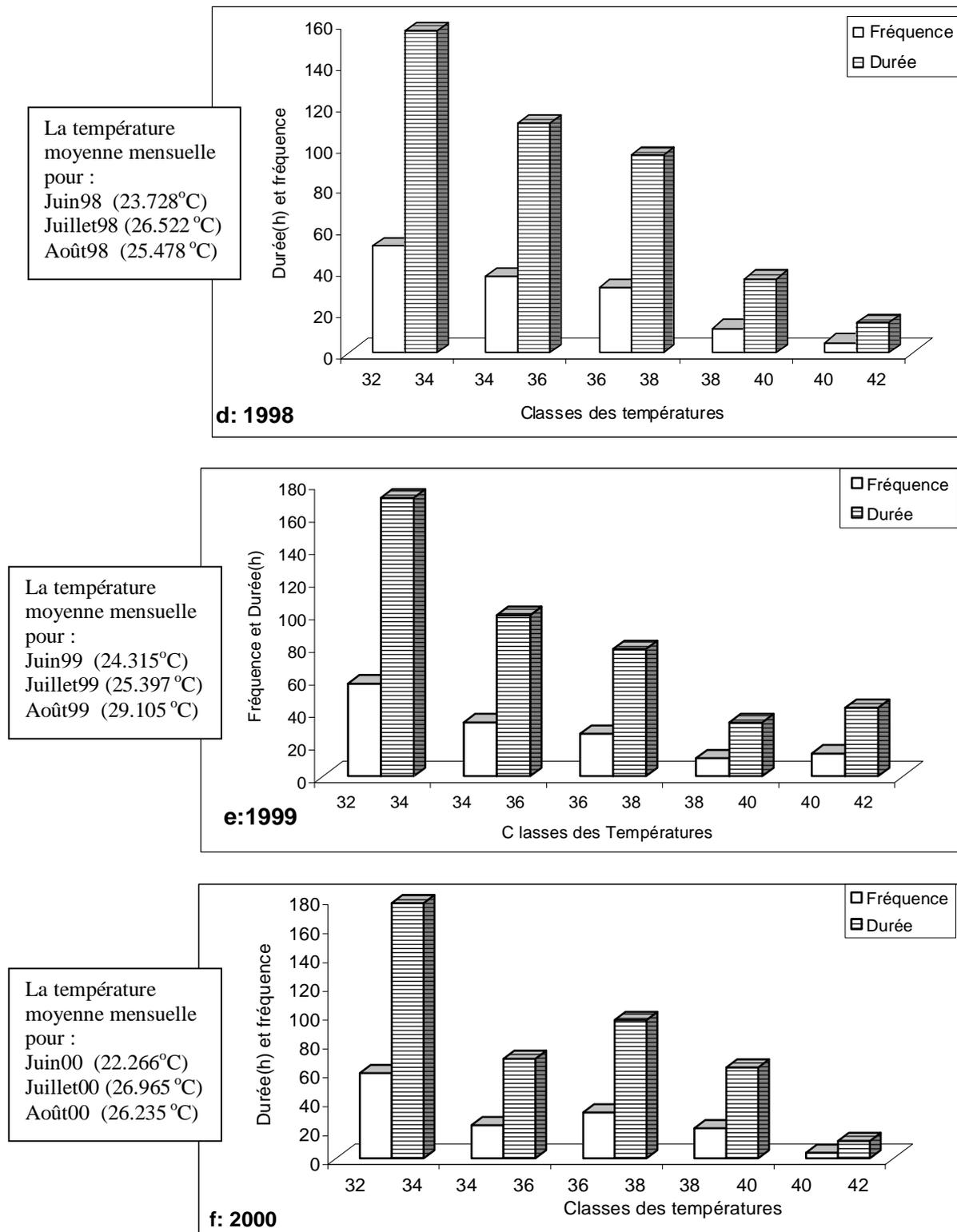


Figure09 : Fréquence et durée des températures chaudes pour les années 98-99-2000

La figure09 : Analyse des fréquences et des durées des températures estivales supérieure à la température moyenne mensuelle pour la période 1998 - 2000.

▼ Pour l'année 1998 (Fig :9d) : Cinq réchauffement sont enregistrés avec une fréquence totale de 138 fois et une durée totale de 414 heures au mois de juin, juillet et août .Pour des températures comprises entre 32 et 34°C,la fréquence totale est de 52 fois et une durée totale de 156 heures ;pour la classe [34 36°C],la fréquence totale est de 37 fois et une durée totale de 111 heures ;pour la classe [36 38°C],la fréquence totale est de 32 fois et une durée totale de 96 heures ;pour la classe[38 40°C], une fréquence de 12 fois pour une durée de 36heures et finalement pour la classe [40 42°C],une fréquence de 5 fois pour une durée de 15 heures. Donc le mois le plus chaud pour cette année est le mois de juillet avec une durée de 183 heures.

▼ Pour l'année 1999 (Fig :9e) : Aussi cinq grands réchauffements sont enregistrés avec une fréquence totale de 141 fois et une durée de 423 heures durant les mois de juin, juillet et août. Pour les températures comprises entre 32 et 34°C,la fréquence totale de cette année est de 57 fois pour une durée totale de 171 heures ;pour la classe [34 36°C],la fréquence totale est de 34 fois avec une durée de 102 heures ;pour la classe des températures chaudes [36 38°C],la fréquence totale est 26 fois avec une durée totale de 78 heures ;pour la classe [38 40°C],la fréquence totale est de 11fois avec une durée totale de 33 heures et pour la dernière classe [40 42°C],la fréquence totale est de 14 fois enregistrés seulement durant le mois d'août pour une durée totale de 42 heures. On observe donc pour cette année, que le mois d'août est plus chaud avec une durée totale de 222heures.

▼ Pour l'année 2000 (Fig :9f) : Même durée de réchauffement que les années 1998-99, mais avec une fréquence totale inférieure que celle de l'année 1999, mais supérieure à celle de l'année1998 ; donc la fréquence totale des températures chaudes enregistrées pour les mois de juin, juillet et août est de 139 fois avec une durée de 417 heures. La fréquence totale des températures chaudes comprises dans la classe [32 34°C] est de 59 fois pour une durée de 177 heures ; pour la classe [34 36°C], la fréquence totale est de 23 fois pour une durée totale de 69 heures ; pour la classe [36 38°C], la fréquence totale est 32 fois avec une durée totale de 96 heures ; pour la classe

[38 40°C], la fréquence totale est de 21 fois pour une durée de 63 heures et finalement pour la classe [40 42°C], la fréquence est de 4 fois avec une durée de 12 heures. Donc, le mois le plus chaud pour cette année est juillet avec une durée totale de 186 heures.

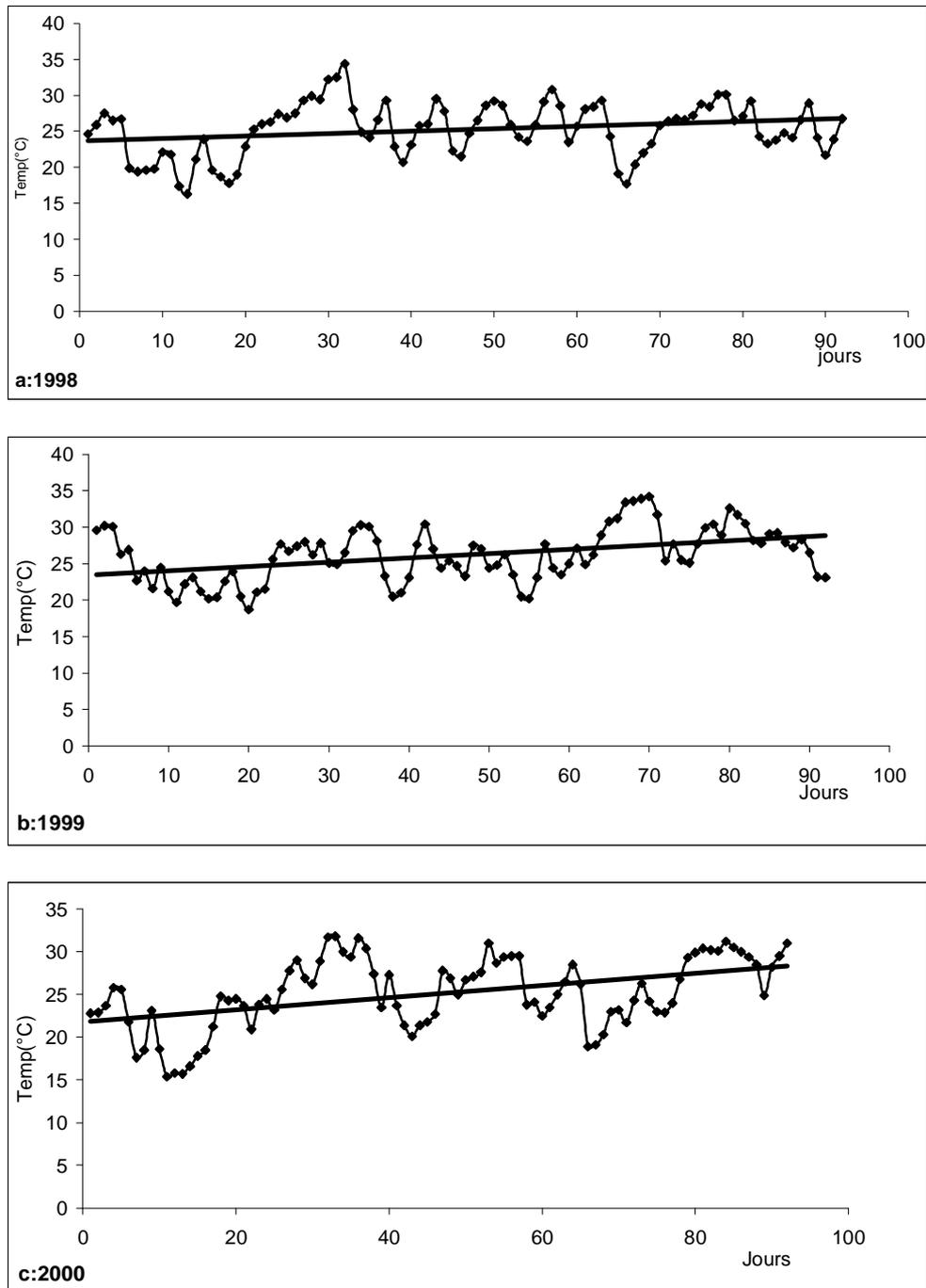


Figure10: Variation des températures maximales moyennes de la saison estivale pour la période 98-2000.

La figure10: illustre la variabilité des températures maximales moyennes de la saison estivale pour les années 1998-99 et 2000. Pour les trois ans, on remarque que les courbes de tendance tendent vers un réchauffement, ce qui explique le réchauffement estivale de la région.

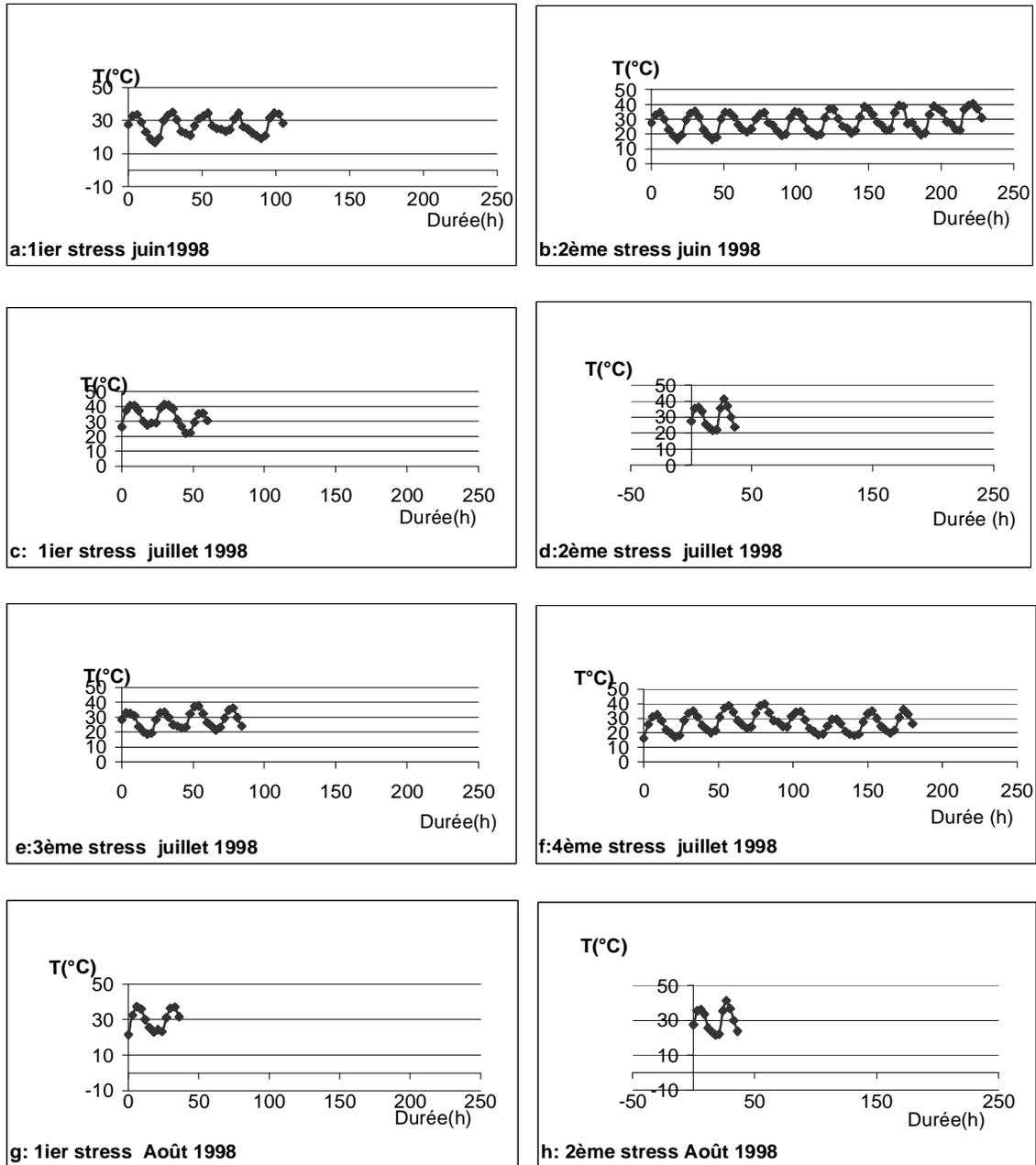
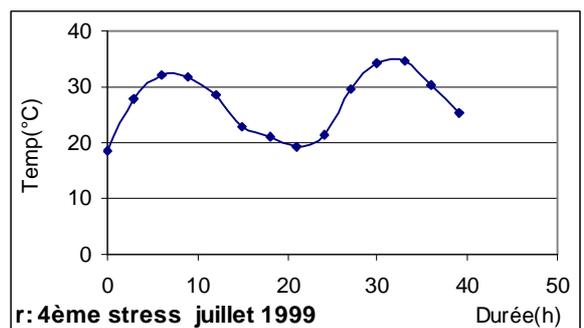
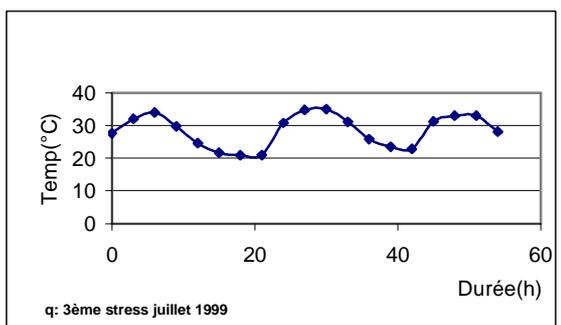
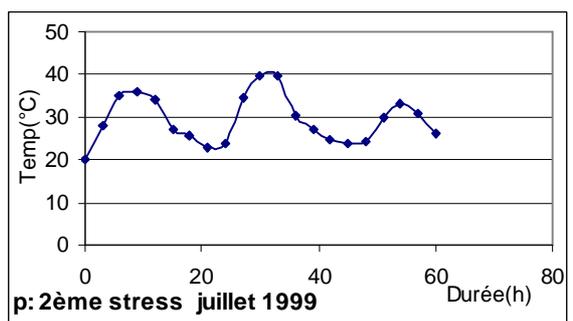
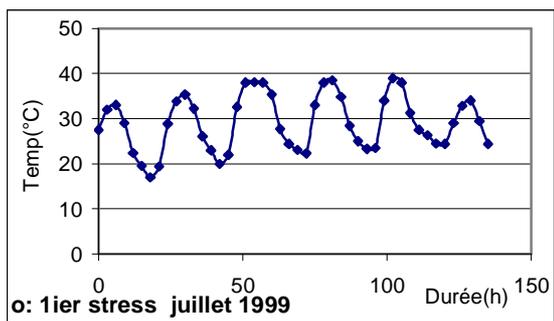
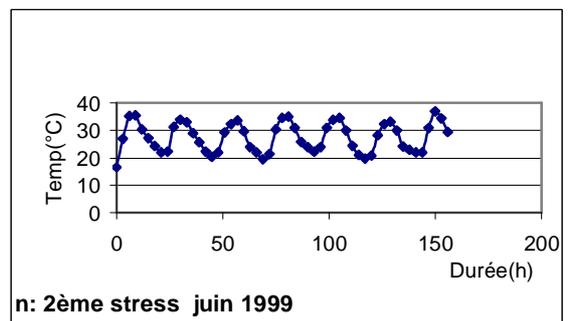
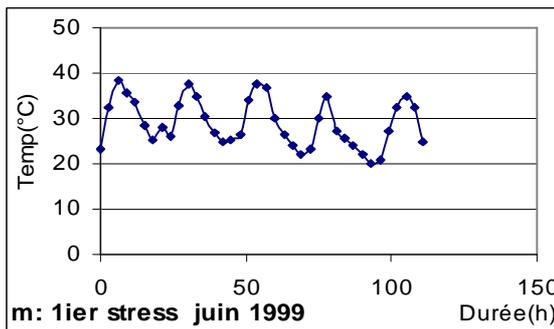
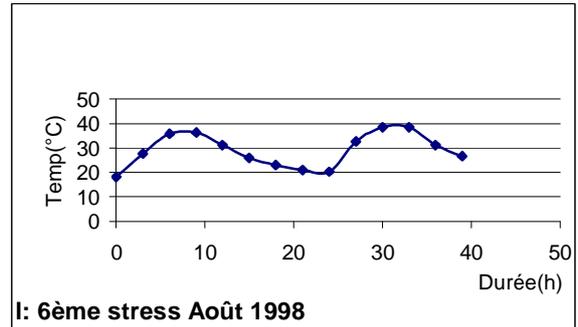
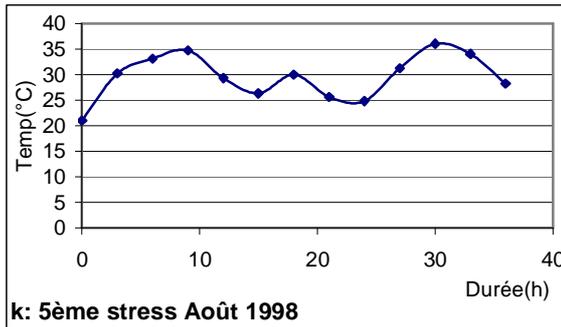
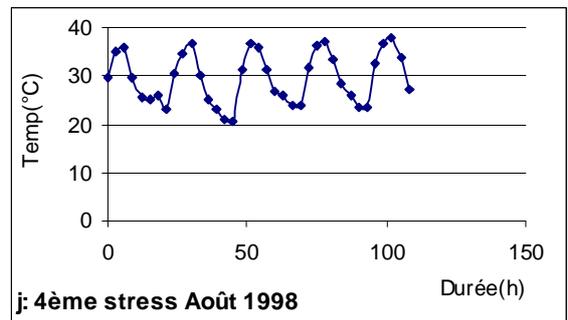
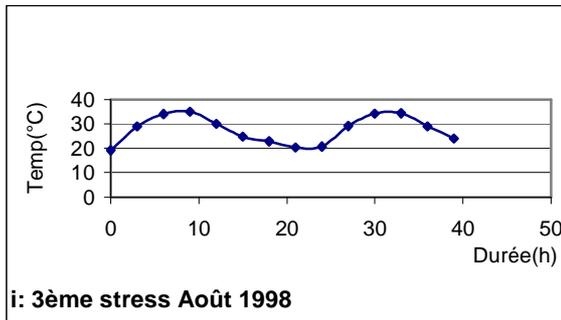
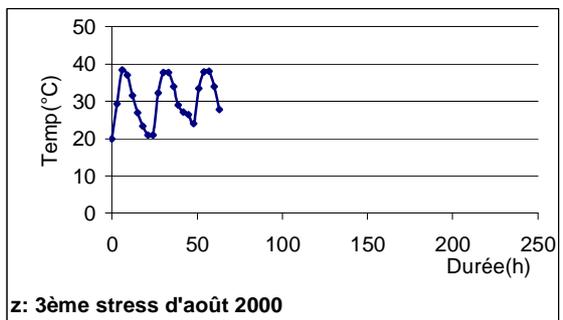
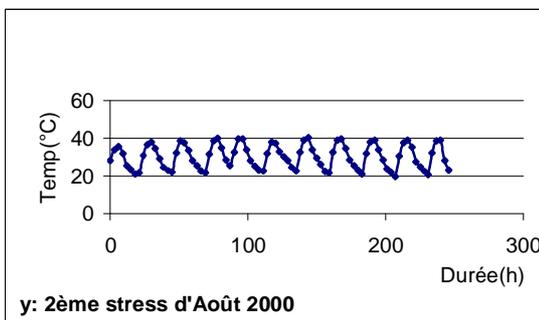
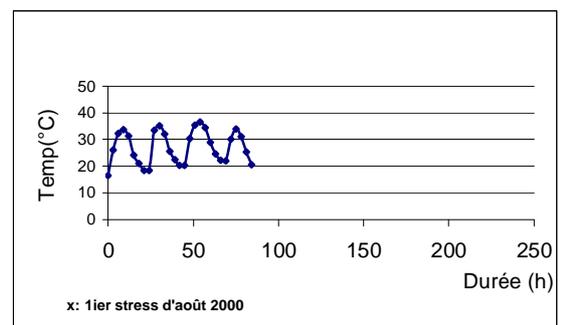
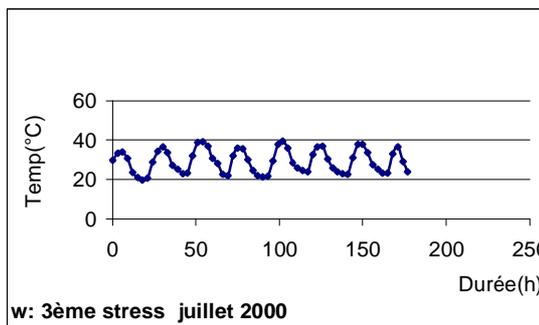
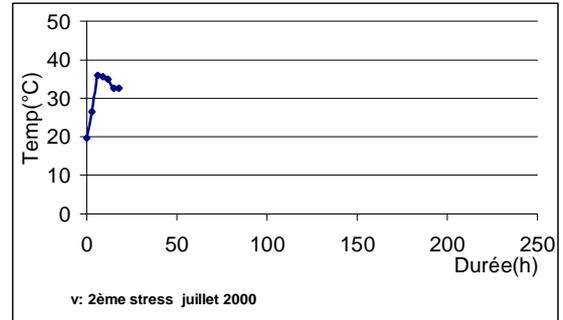
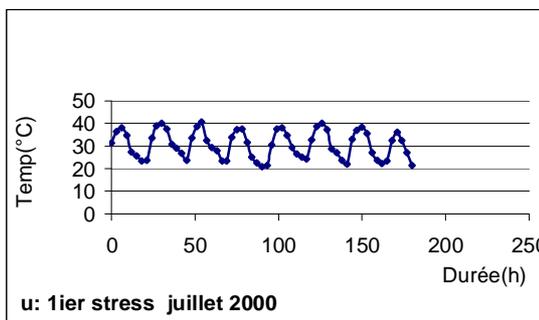
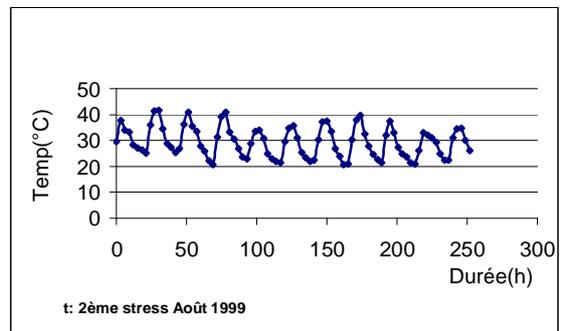
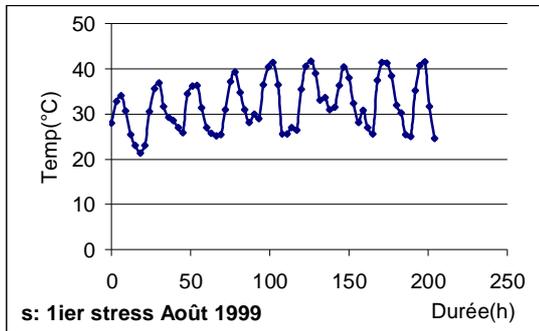


Figure11 : Cinétique des températures chaudes de la période estivale pour les années 98-99-2000.

figure 11 :



Suite figure 11 :



La figure11 : représente l'analyse fine du réchauffement durant la même période, c'est-à-dire des températures supérieures à 32°C.

Juin 1998 : deux stress sont enregistrés, le premier (Fig :11a), où les températures chaudes comprises entre 32-35°C ont durées 27heures(5pics) ,le deuxième stress(Fig :11b) par des températures chaudes comprises entre 34-42°C ont durées 75 heures(10pics).

Juillet 1998 : quatre stress sont enregistrés, le premier(Fig :11c), où les températures chaudes comprises entre 32-42°C ont durées 33 heures (3pics) ;le deuxième stress(Fig :11d), où les températures chaudes comprises entre 34-42°C ont durées 18 heures(2pics) ; le troisième stress (Fig :11e), où les températures chaudes comprises entre 32-38°C ont durées 33 heures(4pics) ; le quatrième(Fig :11f) est le plus long stress de juillet1998, où les températures sèches comprises entre 32-40°C ont durées63 heures(8pics). Comme on n'oublie pas de souligner que durant ce mois il y a une fréquence de 4fois pour les températures chaudes comprises entre 40-42°C avec une durée de 12heures et qui ne figurent pas sur la fig :11f.

Août 1998 : six stress sont enregistrés, le premier stress (Fig :11g), où les températures chaudes comprises entre 32-38°C ont durées 21heures(2pics) ; le deuxième stress (Fig :11h), où les températures chaudes comprises entre 32-42°C ont durées 18heures(2pics) ;le troisième stress (Fig :11i), où les températures chaudes comprises entre 32-38°C ont durées 16heures(2pics) ; le quatrième stress (Fig :11j), où les températures sèches comprises entre 32-38°C ont durées 48heures(5pics) ;le cinquième stress (Fig :11k), où les températures chaudes comprises entre 32-38°C ont durées 16heures(2pics) ;le sixième stress(Fig :11l), où les températures chaudes comprises entre 32-40°C ont durées 21heures(2pics).

Juin 1999 : deux stress sont enregistrés, le premier stress (Fig :11m), où les températures chaudes comprises entre 32-38°C ont durées 45heures (5pics) ;le deuxième stress (Fig :11n), où les températures chaudes comprises entre 32-38°C ont durées 57heures(8pics).

Juillet 1999 : quatre stress sont enregistrés, le premier stress(Fig :11o), où les températures chaudes comprises entre 32-38°C ont durées 60heures(6pics) ;le deuxième stress (Fig :11p), où les températures chaudes comprises entre 32-40°C ont durées 24heures(3pics) ;le troisième stress (Fig :11q), où les températures chaudes comprises entre 32-36°C ont durées 27heures(3pics) ; le dernier stress de juillet99(Fig :11r), où les températures chaudes comprises entre 32-36°C ont durées 15heures(2pics).

Août 1999 : deux stress sont enregistrés, le premier stress (Fig :11s), où les températures chaudes comprises entre 32-42°C ont durées 126heures (9pics). (Fig :11t) présente le plus long stress d'août 99, où les températures chaudes comprises entre 32-42°C ont durées 91heures (11pics).

Juillet 2000 : trois stress sont enregistrés, le premier stress (Fig :11u), où les températures chaudes comprises entre 32-40°C ont durées 93heures (8pics) ; le deuxième stress (Fig :11v), où les températures chaudes comprises entre 32-36°C ont durées 15heures (1pic) ;le troisième stress (Fig :11w), où les températures chaudes comprises entre 32-40°C ont durées 78heures(8pics).

Août 2000 : trois stress sont enregistrés, le premier stress (Fig : 11x), où les températures chaudes comprises entre 32-38°C ont durées 33heures (4pics) ; le deuxième stress (Fig :11y), où les températures chaudes comprises entre 32-40°C ont durées 105heures (11pics) ; le troisième stress (fig11z), où les températures chaudes comprises entre 32-38°C ont durées 33heures (3pics).

2 Les basses températures :

L'évolution du stress est basée sur ses manifestations en tenant compte des caractères physiologiques des différentes espèces ; on ne peut détecter un état de stress que par comparaison avec l'état considéré comme normal. Cet état peut être détecté par les signes visibles d'une déstabilisation physiologique en particulier pendant la réaction de stress durant la phase d'alarme, mais aussi dans l'évaluation des processus de réparation, résistance, protection : cet ensemble constitue les critères de stress (Lahmar R et Khalfi N.,2005).Dans notre travail le comportement des différentes espèces vis-à-vis au stress est présenté sous trois caractères physiologique (le taux de flétrissement, de mortalité et finalement le taux de régénération).

Traitement (1) : Transfert à 0°C.

La cinétique d'évolution de l'*Acacia cyanophylla*, évolue de la manière suivante : Pour les deux plants, le taux de flétrissement et de mortalité sont nuls, ce qui donne une bonne reprise avec un taux de 100% (photo :00).



Photo 00 : *Acacia cyanophylla* à 0°C/4h

Traitement (2) : Transfert à -1°C.

La cinétique d'évolution des plants transférés évolue de la manière suivante : après les deux stress effectués sur le *Gledistia triacanthos* débourré, dont le premier a duré 1 heure et le deuxième, 3 heures, le taux de flétrissement et de mortalité dans les deux stress est nul, avec 100% de rejet de souches. Chez le *Melia azedarach*, deux stress ont été effectués séparément, le premier pour 1 heure de temps et le deuxième pour 3 heures du temps, le résultat dans les deux cas est la bonne résistance, suivi par un taux de 100% de rejets de souches. Pour l' *Ailanthus altissima*, après un stress d'une heure, l'espèce présente une bonne résistance, donc le taux de flétrissement et de mortalité sont nuls, avec un taux de reprise de 100%. Chez le *Sophora japonica*, le *Fraxinus oxyphille* et l' *Acacia horrida*, le résultat est identique à celui de l' *Ailanthus altissima*.

Traitement (3) : Transfert à -2°C.

La cinétique d'évolution des plants transférés à une température de (-2°C) pendant deux heures présente un taux de flétrissement de 100% chez le *Gledistia triacanthos* et un taux de mortalité de 10 %, suivi par un taux de reprise de 100%. Pour le *Sophora* non débourré, le taux de flétrissement et de mortalité sont nuls, suivi par un taux de reprise de 100%. Chez le *Melia azedarach*, le taux de flétrissement est de 100% avec un taux de mortalité de 80%, suivi par un taux de reprise de 10%. Pour l' *Ailanthus altissima*, le taux de flétrissement est de 20%, le taux de mortalité est nul, suivi avec un taux de reprise de 40%. Chez l' *Acacia horrida non débourrée*, le taux de flétrissement et de mortalité est nul et après quatre jours le débourement est de 100%.

Traitement (4) : Transfert à -4°C.

La cinétique d'évolution des plants transférés évolue de la manière suivante : Chez le *Casuarina equisetifolia* le taux de flétrissement et de mortalité sont nuls pour les deux traitements malgré le changement de la durée du stress, avec un taux de reprise de 100%. Pour le *Schinus molle*, le taux de flétrissement est de 10% avec le même taux de mortalité et un taux de reprise de 70%. Pour l'*Ailanthus altissima* débourré, le taux de flétrissement et de mortalité sont de 50%, suivi après quelques jours par un taux de reprise de 100% (Photo : 01), alors que pour le non débourré, on observe un débourrement de 100% juste après quelques jours du stress. Pour le *Melia azedarach* (non débourré) le même comportement que celui de l'*Ailanthus altissima* (Photo : 06). Pour *Gledistia triacanthos* non débourré, le taux de flétrissement et de mortalité est nul, ceci est expliqué par un bon débourrement de celle-ci juste après quelques jours du stress (photo : 08). Après le stress du *Ceratonia siliqua* et malgré le changement de la durée de ce dernier, on observe le même taux de flétrissement de 10% et le même taux de mortalité de 0%, suivi ensuite par un taux de reprise de 100% (photo : 05). Chez l'*Acacia cyanophylla* et pour un stress de deux heures, on observe un taux de flétrissement de 20% et un taux de mortalité de 10% avec un taux de reprise de 100%, alors que pour un stress de trois heures, le taux de flétrissement est 50% et le taux de mortalité est de 10%, suivi par un taux de reprise de 75% (Photo : 11). Chez l'*Eucalyptus camaldulensis*, le taux de flétrissement est de 100% et le taux de mortalité est de 10%, suivi par la suite par un taux de reprise de 100% (Photo : 03). Pour le *Citrus sp* (Photo : 04) et le *Myoporum leatum* (Photo : 07), après un stress de deux heures, le taux de flétrissement et de mortalité sont nuls, expliqué ensuite par un taux de reprise de 100% ; alors que pour le stress de trois heures, chez le *Citrus sp*, le taux de flétrissement est de 100% avec un taux de mortalité de 20%, mais après quelque jours le taux de reprise est de 80%, tandis que chez le *Myoporum leatum*, le taux de flétrissement et de mortalité est le même que le stress précédant, suivi en suite par une reprise de 100% (Photo : 07). Pour le stress du *Cupressus sempervirens*, le taux de flétrissement et de mortalité est de 0%, expliqué par un taux de reprise de 100% (Photo : 09). Chez le *Sophora japonica* non débourré et pour les deux stress, le taux de flétrissement et de mortalité sont nuls, suivi ensuite par un taux de reprise de 100% après 20 jours (Photo : 02). Chez le *lygustrum japonicum*, le taux de flétrissement est de 100% et le taux de mortalité est 80%, suivi ensuite par un taux de reprise de 50% (Photo : 10). Après le stress de l'*Acacia horrida* non débourré, on observe une bonne résistance de la plante expliqué par un taux

de débourrement de 100%(Photo :12). Alors que pour l'*Acacia horrida* débourré, le flétrissement est de 50% et le taux de mortalité est nul, suivi ensuite par un taux de reprise de 100%(Photo :12).



Photo01 : Reprise de l'*Ailanthus altissima* à $-4^{\circ}\text{C}/3\text{h}$ après un flétrissement



Photo02 : Débourrement du *Sophora japonica* à $-4^{\circ}\text{C}/3\text{h}$



Photo03 : Résistance d'*Eucalyptus camaldulensis* à $-4^{\circ}\text{C}/3\text{h}$



Photo04 : Reprise après flétrissement total à $-4^{\circ}\text{C}/3\text{h}$ chez le *Citrus sp*



Photo05 : La bonne résistance du *Ceratonia siliqua* à -4°C/3h



Photo06 : La reprise après flétrissement total du *Melia azedarach* à -4°C / 3h



Photo07 : La bonne résistance du *Myoporum* à -4°C/3h



Photo08 : La bonne résistance du *Gledistia triacanthos* à -4°C/3h



Photo09 : La bonne résistance du *Cupressus sempervirens* à -4°C/3h



Photo10: Reprise après flétrissement total du *Troëne lygustrum* à -4°C/3h



Photo11 : Reprise après flétrissement de l'*Acacia cyanophylla* à -4°C/3h



Photo12 : Résistance de l'*Acacia horrida* à -4°C/3h

Traitement (5) : Transfert à -6°C.

La cinétique d'évolution des plants transférés évolue de la manière suivante : Pour le *Casuarina equisetifolia*, on observe une bonne résistance de la plante ce qui donne ensuite une reprise de 100%(Photo :27).Chez le *Schinus molle*, le taux de flétrissement et de mortalité est 100% suivi par une reprise de 50% (Photo :25).Pour le *Fraxinus oxyphille* ,le taux de flétrissement et de mortalité est 100%,mais suivi par une reprise de 100%(Photo :19). Pour l'*Acacia horrida non débourré*,le taux de débourrement est de 100%,ce qui explique la bonne résistance de celle-ci (Photo :26) ; alors que pour l'*Acacia horrida débourré*, le taux de flétrissement est de 100% avec un taux de mortalité de 10% et une reprise de 50%.Chez le *Lygustrum japonicum* ,le taux de flétrissement et de mortalité est 100%,suivi par un taux de reprise de 20%.Chez le *Sophora japonica non débourré*,on observe une bonne résistance suivi par un taux de débourrement de 100%(Photo : 17) ;Après un stress d'une heure pour le *Sophora débourré*,on observe un taux de flétrissement et de mortalité de 100%,mais suivi ensuite par une reprise de 80%. Chez l'*Ailanthus altissima*, le taux de flétrissement et de mortalité sont 100% et avec aucune reprise par la suite. Pour le *Melia azedarach non débourrée* ,le taux de reprise est de 100% (Photo :16).Pour *Cupressus sempervirens*, le taux de flétrissement et de mortalité sont nul avec une reprise de 100%.Pour le *Citrus sp* le taux de flétrissement et de mortalité sont de 100% avec une de reprise de 50%(Photo :14).Chez le *Myoporum leatum*,le taux de flétrissement et de mortalité sont nul, avec une bonne résistance (Photo:21).Après le stress d' *Eucalyptus camaldulensis*,le taux de flétrissement est 100%,le taux de mortalité est de

10%, avec une reprise de 25% (Photo :13). Chez l' *Acacia cyanophylla* ,le taux de flétrissement et de mortalité est de 100%, après sans aucune reprise (Photo :22). Pour le *Ceratonia siliqua*,le taux de flétrissement 100%,le taux de mortalité 20%,suivi par une reprise de 50%. Chez le *Gledistia triacanthos* non débourrée, on observe aucun changement après le stress,suivi ensuite par un taux de débourrement de 100% (Photo : 15) .



Photo13 : La reprise d' *Eucalyptus camaldulensis* à $-6^{\circ}\text{C}/2\text{h}$



Photo14 : Reprise après flétrissement total du *Citrus sp* à $-6^{\circ}\text{C}/2\text{h}$



Photo15 : Débourrement de *Gledistia triacanthos* à $-6^{\circ}\text{C}/2\text{h}$



Photo16 : Débourrement de *Melia azedarach* à $-6^{\circ}\text{C}/2\text{h}$



Photo17 : Débourrement du *Sophora japonica* à -6°C/2h



Photo18 : Débourrement de l'*Ailanthus altissima* à -6°C/2h



Photo19 : Débourrement du *Fraxinus oxyphille* à -6°C/2h



Photo20 : Résistance du *Casuarina equisetifolia* à -6°C/2h



Photo21 : Résistance du *Myoporum leatum* -6°C/2h



Photo22 : Mortalité de l'*Acacia cyanophilla* à -6°C/2h



Photo23 : Reprise du *Lygustrum japonicum* à $-6^{\circ}\text{C}/2\text{h}$



Photo24 : Débourement du *Melia azedarach* à $-6^{\circ}\text{C}/2\text{h}$



Photo25 : Reprise après flétrissement total du *Schinus molle* à $-6^{\circ}\text{C}/2\text{h}$



Photo26 : Reprise après flétrissement total de l'*Acacia horrida* à $-6^{\circ}\text{C}/2\text{h}$

Traitement (6) : Transfert à -8°C .

La cinétique d'évolution des plants transférés évolue de la manière suivante : Pour le *Ceratonia siliqua*, le taux de flétrissement ainsi que le taux de mortalité sont de 100%, alors que la reprise est nul (Photo :36). Chez l'*Eucalyptus camaldulensis*, on observe un taux de flétrissement et de mortalité de 100%, alors que la reprise est de 20%. Pour le *Casuarina equisetifolia*, le taux de flétrissement est de 80%, le taux de mortalité est de 50%, et la reprise est de 80% (Photo :34). Chez le *Schinus molle*, le taux de flétrissement et de mortalité sont de 100%, alors la reprise est de 50% (Photo :32). après le stress du *Citrus sp* (Photo :30) et le *Myoporum laetum* (Photo :28), le taux de flétrissement et de mortalité sont de 100%, avec aucune reprise par la suite. Pour le *Cupressus sempervirens*, le taux de flétrissement est de 100%, le taux de mortalité est de 20% avec une reprise de 80%

(Photo : 27). Pour l'*Acacia horrida* non débourré et après quelques jours du stress, le taux de débourrement est de 100%(Photo : 33).



Photo27 : Reprise du *Cupressus sempervirens* à -8°C/2h



Photo28 : Mortalité du *Myoporum laetum* à -8°C/2h



Photo29 : Débourrement du *Melia azedarach* à -8°C/2h



Photo30 : Mortalité du *Citrus sp* à -6°C/2h



Photo31 : Débourrement du *Sophora japonica* à $-8^{\circ}\text{C}/2\text{h}$

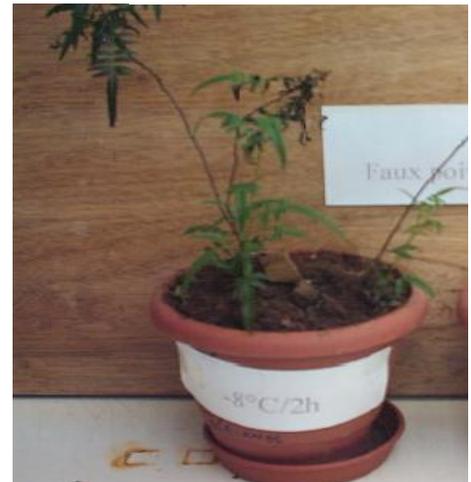


Photo32 : Reprise après flétrissement du *Schinus molle* à $-8^{\circ}\text{C}/2\text{h}$



Photo33 : Débourrement de l'*Acacia horrida* à $-8^{\circ}\text{C}/2\text{h}$



Photo34 : Régénération du *Casuarina equisetifolia* à $-8^{\circ}\text{C}/2\text{h}$



Photo35 : Débourrement de l'*Ailanthus altissima* à $-8^{\circ}\text{C}/2\text{h}$



Photo36 : Flétrissement et mortalité du *Ceratonia siliqua* à $-8^{\circ}\text{C}/2\text{h}$



Photo37 : Débourrement du *Gledistia triacanthos* à $-8^{\circ}\text{C}/2\text{h}$



Photo38 : Flétrissement du *Gledistia triacanthos* à $-8^{\circ}\text{C}/2\text{h}$

Traitement (7) : Transfert à -10°C .

La cinétique d'évolution des plants transférés évolue de la manière suivante : Après le stress du *Casuarina equisetifolia*, le taux de flétrissement est de 100%, le taux de mortalité est de 50%, suivi ensuite par un taux de reprise de 50% (Photo :43). Chez le *Cupressus sempervirens*, le taux de flétrissement est de 100%, le taux de mortalité est de 50, suivi par un taux de reprise de 20%(Photo :41,42). Pour l'*Acacia horrida* débourré, le taux de flétrissement est de 100% suivi par le même taux de mortalité (Photo : 39). Pour l'*Acacia horrida non débourré* le taux de débourement est de 100%(Photo : 40).



Photo39 : Flétrissement total de l'*Acacia horrida* à $-10^{\circ}\text{C}/2\text{h}$



Photo40 : Reprise de l'*Acacia horrida* à $-10^{\circ}\text{C}/2\text{h}$



Photo41 : Reprise du *Casuarina equisetifolia* à $-10^{\circ}\text{C}/2\text{h}$

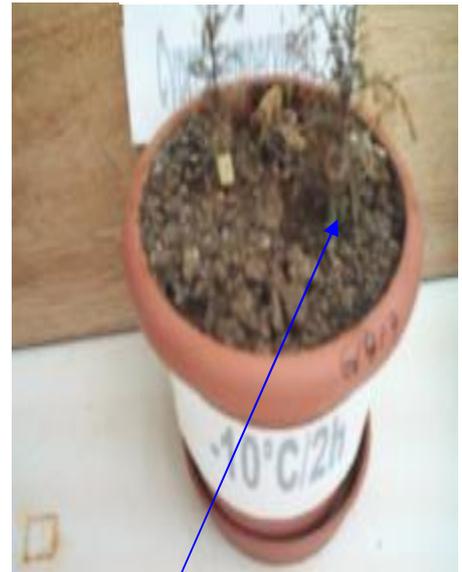


Photo42 : Reprise du *Cupressus sempervirens* à $-10^{\circ}\text{C}/2\text{h}$

Traitement (8) : Transfert à -13°C .

La cinétique d'évolution des plants transférés à (-13°C), évolue de la manière suivante : Après le stress du *Casuarina equisetifolia*, *Cupressus sempervirens* et l'*Eucalyptus camaldulensis*, on observe le même résultat chez les trois espèces, avec un taux de flétrissement de 100% (Photo : 43, 44,45).



Photo43: Flétrissement du *Casuarina equisetifolia* à $-13^{\circ}\text{C}/2\text{h}$



Photo 44 : Flétrissement l'*Eucalyptus camaldulensis* à $-13^{\circ}\text{C}/2\text{h}$

Photo45 : Flétrissement
du *Cupressus*
sempervirens à -13°C/2h



Traitement (9) : Transfert dans les conditions naturelles.

Après un stress de 39heures dont la température est comprise entre -0.4 et -4.7⁰C, enregistré en mois de janvier, suivi par un deuxième stress de 126heures dont la température est comprise entre -0.1 et -2.8⁰C au mois de février. La cinétique d'évolution des plants évolue de la manière suivante: Pour, l'*Eucalyptus camaldulensis* (Photo :50) ,ensuite l' *Acacia cyanophylla* ,le *Ceratonia siliqua* (Photo :49),le *Myoporum leatum* (Photo :51) et le *Lygustrum japonicum*,le taux de flétrissement est de 100%, le taux de mortalité sont nuls, suivi par une reprise de 100%(photo :).Pour le *Citrus sp*,le taux de flétrissement est de 100%, le taux de mortalité est de 10%,avec une reprise de 100% (Photo :48).Pour le *Schinus molle*,le taux de flétrissement et de mortalité sont de 100%,suivi par un taux de reprise de 40%(Photo :47).Chez le (*Gledistia triacanthos et Sophora japonica*) non débourré,le taux de débourrement est de 100%(photo :52).Pour le *Cupressus sempervirens*,le taux de flétrissement et de mortalité sont nuls ,suivi par une bonne résistance du plants.



Photo47 : Reprise après flétrissement
du *Citrus sp*



Photo46 : Reprise après flétrissement
total du *Schinus molle*



Photo48 : Reprise après flétrissement total du *Ceratonia siliqua*



Photo49 : Reprise après flétrissement total d'*Eucalyptus camaldulensis*



Photo50 : Reprise après flétrissement total du *Gleditsia triacanthos*



Photo51 : Reprise après flétrissement total du *Myoporum leatum*

D'après les résultats obtenus, on peut donner le comportement suivant des plants :

2.1 Tableau 22 : Comportement des plantes soumises à un stress thermique.

T	Espèces	Intensité de stress (°C)	Durée du stress (h)	Taux de flétrissement (%)	Taux de Mortalité (%)	Nombre de rejets (%)
1	<i>Acacia cyanophilla</i>	0	4	00	00	100
2	<i>Melia azedarach</i>	-1	1	00	00	100
	<i>Ailanthus altissima</i>			00	00	100
	<i>Fraxinus oxyphille</i>			100	00	100
	<i>Acacia horrida</i>			00	00	100
	<i>Gledistia triacanthos</i>			00	00	100
	<i>Sophora japonica</i>			00	00	100
2	<i>Gledistia triacanthos</i>	-1	3	00	00	100
	<i>Melia azedarach</i>			00	00	100
	<i>Fraxinus oxyphille</i>			100	00	100
3	<i>Melia azedarach</i>	-2	2	100	80	10
	<i>Ailanthus altissima</i>			20	00	40
	<i>Sophora j non débourré</i>			00	00	100
	<i>Acacia horrida ND</i>			-	-	100
	<i>Gledistia triacanthos</i>			100	10	100
4	<i>Acacia cyanophilla</i>	-4	2	20	10	100
	<i>Schinus molle</i>			10	10	70
	<i>Ailanthus altissima</i>			50	50	100
	<i>Melia azedarach</i>			50	50	100
	<i>Sophora japonica ND</i>			-	-	100
	<i>Citrus sp</i>			00	00	100
	<i>Myoporum leatum</i>			10	00	100
	<i>Ceratonia siliqua</i>			10	00	100
	<i>Acacia horrida ND</i>			50	00	100
	<i>Casuarina equisetifolia</i>			00	00	100
	<i>Cupressus sempervirens</i>			00	00	100
	<i>Eucalyptus camldulensis</i>			100	10	100
	4			<i>Acacia Cyanophilla</i>	-4	3
<i>Ailanthus al non débourré</i>		-	-	100		
<i>Gledistia t non débourré</i>		-	-	100		
<i>Melia az non débourré</i>		10	-	100		
<i>Ceratonia siliqua</i>		100	00	100		
<i>Citrus sp</i>		100	20	80		
<i>Sophora j non débourré</i>		-	-	100		
<i>Lygustrum japonicum</i>		100	80	50		
<i>Acacia h non débourré</i>		-	-	100		
<i>Casuarina equisetifolia</i>		00	00	100		
<i>Myoporum leatum</i>		00	00	100		

Suite du tableau 22 :

T	Espèces	Intensité de stress (°C)	Durée du stress (h)	Taux de flétrissement (%)	Taux de Mortalité (%)	Nombre de rejets (%)
5	<i>Acacia Cyanophilla</i>	-6	2	100	100	00
	<i>Ailanthus non débourré</i>			-	-	100
	<i>Ailanthus altissima</i>			100	100	00
	<i>Schinus molle</i>			100	100	50
	<i>Fraxinus oxy non débourré</i>			-	-	100
	<i>Acacia h non débourré</i>			-	-	100
	<i>Acacia horrida</i>			100	10	50
	<i>Lygustrum japonicum</i>			100	100	20
	<i>Sophora japonica</i>			100	100	80
	<i>Sophora j non débourré</i>			-	-	100
	<i>Melia az non débourré</i>			-	-	100
	<i>Gledistia tr non débourré</i>			-	-	100
	<i>Myoporum leatum</i>			00	00	100
	<i>Ceratonia siliqua</i>			100	50	20
	<i>Citrus sp</i>			100	100	50
	<i>Cupressus sempervirens</i>			00	00	100
	<i>Eucalyptus camaldulensis</i>			100	10	25
<i>Casuarina equisetifolia</i>	00	00	100			
6	<i>Casuarina equisetifolia</i>	-8	2	80	50	80
	<i>Ceratonia siliqua</i>			100	100	00
	<i>Eucalyptus camaldulensis</i>			100	100	20
	<i>Schinus molle</i>			100	100	50
	<i>Citrus sp</i>			100	100	00
	<i>Cupressus sempervirens</i>			100	20	80
	<i>Acacia h non débourrée</i>			-	-	100
	<i>Myoporum leatum</i>			100	100	00
7	<i>Cupressus sempervirens</i>	-10	2	100	50	20
	<i>Casuarina equisetifolia</i>			100	50	50
	<i>Acacia horrida</i>			100	00	00
	<i>Acaia horrida ND</i>			-	-	100
8	<i>Casuarina equisetifolia</i>	-13	2	100	-	-
	<i>Eucalyptus camaldulensis</i>			100	-	-
	<i>Cupressus sempervirens</i>			100	-	-

2.2 Discussion :

L'analyse des résultats montre : Pour la gamme des températures comprises entre 0 et -4°C, tous les plants transférés (tableau22) ont donnés par la suite une bonne reprise, ce qui explique que cette gamme de température n'est pas le zéro de végétation pour l'ensemble des plants malgré le taux de flétrissement qui varie d'une espèce à une autre et malgré le changement de la durée du stress d'une heure à trois heures. Pour le transfert à

-6°C, l'ensemble des plants (voir tableau 22) soumises à cette température ont donné une certaine reprise malgré le taux de flétrissement qui atteint le 100% chez certains plants, ce qui explique que cette température n'est pas le zéro de végétation pour l'ensemble des plants sauf chez *l'Acacia cyanophylla* et *l'Ailanthus altissima* qui n'ont donné aucune reprise par la suite, ce qui explique que cette température est le zéro de végétation pour ces deux plants. Pour le transfert à -8°C pendant deux heures, les huit espèces transférées ont donné une bonne reprise sauf chez le *Ceratonia siliqua* et le *Myoporum leatum*, où le flétrissement est brutal et important pour les deux espèces; ce phénomène est occasionné généralement par une perte exagérée d'eau durant le refroidissement, et plus ce dernier est sévère, plus le flétrissement est intense et son action est irréversible, ce genre de refroidissement aboutit à la formation de glace au sein des cellules qui sont dans ce cas plus petit et nombreux (Duthil, 1970; cité par Nouari, 2002), la reprise est nulle, ce qui prouve que cette température est le zéro de végétation pour ces deux espèces. Pour les quatre espèces transférées à la température -10°C pendant deux heures, la reprise est bonne sauf chez *l'Acacia horrida* non débourrée qui n'a donné aucune reprise, donc cette température est le zéro de végétation pour cette dernière. Le transfert à -13°C pendant deux heures du *Cupressus sempervirens*, le *Casuarina equisetifolia* et *l'Eucalyptus camaldulensis* à montrer un taux de flétrissement de 100% chez les trois espèces, chez *l'Eucalyptus camaldulensis*, le taux de rejet est nul ce qui explique que le zéro de végétation pour cette espèce est sûrement situé dans l'intervalle [-8°C -13°C]; alors que chez le *Casuarina* et le *Cupressus sempervirens*, le zéro de végétation pour eux est sûrement inférieure à -13°C.

La remarque faite pour les plants (*l'Eucalyptus camaldulensis*, *Cupressus sempervirens*, *Acacia cyanophylla*, *Ceratonia siliqua*, *Schinus molle*, *Gledistia triacanthos*, *Sophora japonica*, *Citrus sp*, *Myoporum leatum* et *Lygustrum japonicum*) subissent un stress naturel au mois de janvier et février de l'année 2005. C'est que le passage d'une température à l'autre est rapide (il se fait en 1 à 3 heures). C'est donc à un véritable choc thermique (stress) que ces espèces subissent chaque jour; l'effet du froid est bien remarquable malgré que les températures n'étaient pas trop basses, l'effet est sûrement dû à la durée expliquée par un taux de flétrissement de 100% (des brûlures légères et par fois radiales du feuillage) des espèces suivantes: *l'Eucalyptus camaldulensis*, *Acacia cyanophylla*, *Ceratonia siliqua*, *Schinus molle*, *Gledistia triacanthos*, *Sophora*, *Citrus sp*, *Myoporum leatum* et *Lygustrum japonicum*). Ce qui nous permet de déduire qu'il y a sûrement une relation entre le taux de flétrissement et la surface foliaire, c'est-à-dire plus la

teneur en eau est grande plus le risque de flétrissement est rapide même si la température n'est pas trop basse, le cas des espèces sempervirents (exp : l'*Eucalyptus camaldulensis*, l'*Acacia cyanophylla*, l'*Ailanthus altissima*, le *Melia azédarach*, le *Sophora*, le *Myoporum... etc*), par contre chez les résineux (surface foliaire réduite) le flétrissement est lent, sauf pour les très basses températures (cas du *Casuarina* et le *Cyprès*) .En période hivernale, les effets des basses températures (gel) dépendent de son intensité plus que de sa durée. Il peut agir directement sur le végétal et produire des nécroses des bourgeons, le noircissement du xylème, l'éclatement des troncs et la mort des feuilles pour les plantes à feuillage persistant. La résistance d'une plante au gel ne reste pas toujours constante pendant toute la période hivernale. Ainsi, des gelées moyennes mais brutales, survenant après une période prolongée de redoux, sont par fois plus dangereuses que des gelées plus intenses, mais plus progressives (Daniel C ; 1992).

L'importance et la durée des fluctuations climatiques autour des valeurs optimales définissent les risques de dégâts et de dépérissement voir la disparition de l'espèce dans une zone géographique déterminée, si le phénomène persiste et devient durable (Aussenac G et Guehl J M., 1994).

Il existe une corrélation directe entre la résistance d'un organe végétal au froid et son degré de déshydratation. De ce fait, les graines dont la teneur en eau est inférieure à 5% représentent les formes végétales qui, dans chaque espèce, sont susceptibles de supporter les plus faibles températures. En revanche, les pousses et les autres organes végétatifs riches en eau supportent mal l'action du froid et gèlent en règle générale à des températures comprises entre 0 et -5⁰C (Ramade F., 2003).

D'après les résultats précédents et le comportement des plants vis-à-vis aux températures négatives, on peut classer les essences selon leur résistance comme suit :

- Ø *Casuarina equisetifolia*.
- Ø *Cupressus sempervirens*.
- Ø *Eucalyptus camaldulensis*.
- Ø *Acacia horrida*.
- Ø *Ceratonia siliqua*.
- Ø *Myoporum leatum*.
- Ø *Troène lygustrum*.
- Ø *Schinus molle*.
- Ø *Citrus sp*.

- Ø *Acacia Cyanophilla.*
- Ø *Sophora japonica.*
- Ø *Ailanthus altissima.*
- Ø *Gledistia triacanthos.*
- Ø *Mélia azedarach.*
- Ø *Fraxinus oxyphille.*

3 Les hautes températures :

✓ Note :

- Ø La résistance stomatique exprimée en $\text{m}^2\text{s mol}^{-1}$ est obtenue par la formule suivante : $1/R_e = 1/R_{si} + 1/R_{ss}$ (Cruizat ; cité par Tosca ,1991 in Lahmar R et Khalfi N, 005)
- Ø R_{si} : résistance stomatique de la face inférieure.
- Ø R_{ss} : résistance stomatique de la face supérieure.
- Ø La température en ($^{\circ}\text{C}$).
- Ø L'éclairement en $\mu\text{mol m}^2\text{s}^{-1}$.
- Ø Chaque valeur des paramètres (R_s , T et L) est une moyenne de trois mesures.

Traitement (11) : Transfert à 35°C.

La mesure de la résistance stomatique sur les deux faces de la feuille des plants citées précédemment, en fonction d'une température constante (35°C) montre l'évolution des résistances stomatiques suivantes : On remarque généralement que la résistance de la face inférieure est plus importante que la face supérieure. Pour les plants, dont la mesure de la résistance stomatique sur les deux faces de la feuille révèle l'importance capitale de la face inférieure donc le rapport de la résistance stomatique de la face supérieure à la résistance stomatique de la face inférieure est de : $80.6 \text{ m}^2\text{s mol}^{-1}$ pour l'*Acacia cyanophilla*, suivie par le *Faux poivrier* avec une valeur de $60.9 \text{ m}^2\text{s mol}^{-1}$, l'*Acacia horrida* avec $52.3 \text{ m}^2\text{s mol}^{-1}$, le *Sophora* avec de $50 \text{ m}^2\text{s mol}^{-1}$, le *Févier d'Amérique* avec $32 \text{ m}^2\text{s mol}^{-1}$, et finalement l'*Eucalyptus camaldulensis* avec une valeur de $11.3 \text{ m}^2\text{s mol}^{-1}$. Pour les espèces où la mesure de la résistance stomatique est limitée seulement sur la face inférieure, on observe l'évolution suivante : Chez le *Myoporum*, la résistance stomatique est de $125.6 \text{ m}^2\text{s mol}^{-1}$, le *Troène arbre* avec $68 \text{ m}^2\text{s mol}^{-1}$, le *Citrus* avec une valeur de $61.3 \text{ m}^2\text{s mol}^{-1}$, le

Caroubier avec une valeur de $53 \text{ m}^2\text{smol}^{-1}$, l'*Ailanthé* avec $48 \text{ m}^2\text{smol}^{-1}$, le *Mélia* avec $47.6 \text{ m}^2\text{s mol}^{-1}$ et le *Frêne* avec une résistance stomatique de $47 \text{ m}^2\text{smol}^{-1}$. Pour le *Casuarina* et le *Cyprès* dont la forme épineuse des feuille, la résistance stomatique est de $119.3 \text{ m}^2\text{s mol}^{-1}$ chez la première et de $94 \text{ m}^2\text{s mol}^{-1}$ pour le *Cyprès* (Tableau : 23).

Traitement (12) : Transfert à 40°C.

La mesure de la résistance stomatique sur les deux faces de la feuille des plants en fonction d'une température constante (40°C) montre l'évolution des résistances stomatiques suivante : Pour les plants, dont la mesure de la résistance stomatique sur les deux faces de la feuille révèle l'importance capitale de la face inférieure est comme suit : La grande valeur à cette température est observée chez le *Faux poivrier* ($76.3 \text{ m}^2\text{smol}^{-1}$), suivie par le *Sophora* avec une valeur de $56.2 \text{ m}^2\text{smol}^{-1}$, $55.8 \text{ m}^2\text{smol}^{-1}$ pour le *Févier d'Amérique*, $55.5 \text{ m}^2\text{smol}^{-1}$ pour le *l'Acacia horrida*, $32 \text{ m}^2\text{smol}^{-1}$ pour *l'Acacia cyanophilla* et finalement *l'Eucalyptus* avec une valeur de $26.5 \text{ m}^2\text{smol}^{-1}$. Pour les espèces dont les mesures des résistances stomatiques sont limitées seulement à la face inférieure, on observe l'évolution suivante : Chez le *Troène arbre*, la résistance stomatique est de $105 \text{ m}^2\text{smol}^{-1}$, pour le *Myoporium* est de $81.6 \text{ m}^2\text{smol}^{-1}$, le *Caroubier* avec une résistance stomatique de $72.1 \text{ m}^2\text{smol}^{-1}$, l'*Ailanthé* est de $62.1 \text{ m}^2\text{smol}^{-1}$, le *Frêne* avec $53.6 \text{ m}^2\text{smol}^{-1}$, le *Mélia* est de $48.3 \text{ m}^2\text{smol}^{-1}$, et finalement le *Citrus* avec une valeur de $40.2 \text{ m}^2\text{s mol}^{-1}$. Pour le *Casuarina*, la résistance stomatique est de $48.2 \text{ m}^2\text{smol}^{-1}$ et chez le *Cyprès* est de $41.6 \text{ m}^2\text{smol}^{-1}$ (Tableau :23).

Traitement (13) : Transfert à 45°C.

La mesure de la résistance stomatique sur les deux faces de la feuille des espèces en fonction d'une température constante (45°C) montre l'évolution des résistances stomatiques suivantes : Pour les plants, dont la mesure de la résistance stomatique sur les deux faces de la feuille révèle l'importance capitale de la face inférieure, on note que la grande résistance stomatique est observée chez le *Faux poivrier* par $78.7 \text{ m}^2\text{smol}^{-1}$, suivie par *l'Eucalyptus* avec une résistance stomatique de $56.4 \text{ m}^2\text{smol}^{-1}$, par *l'Acacia horrida* avec $48.3 \text{ m}^2\text{smol}^{-1}$, par le *Févier d'Amérique* avec $47.3 \text{ m}^2\text{smol}^{-1}$, *l'Acacia cyanophilla* par une valeur de $38.7 \text{ m}^2\text{smol}^{-1}$ et enfin le *Sophora* avec une résistance stomatique de $34.2 \text{ m}^2\text{smol}^{-1}$. Pour les plants dont les mesures des résistances stomatiques sont limitées seulement à la face inférieure, on observe l'évolution suivante :

La grande résistance stomatique est observée chez le *Myoporum* par $173.3 \text{ m}^2\text{smol}^{-1}$, suivie par le *Citrus* avec $111.6 \text{ m}^2\text{smol}^{-1}$, le Troène avec $72 \text{ m}^2\text{s mol}^{-1}$, le *Melia azedarach* avec $\text{m}^2\text{smol}^{-1}$, l'*Ailanthé* avec $67.1 \text{ m}^2\text{smol}^{-1}$, le *Fraxinus oxyphille* avec $57.5 \text{ m}^2\text{smol}^{-1}$, suivie par le Caroubier avec une résistance stomatique de $22.3 \text{ m}^2\text{smol}^{-1}$. Pour le *Cyprès* une résistance stomatique de $94 \text{ m}^2\text{smol}^{-1}$ et le *Casuarina* par une résistance stomatique de $93.6 \text{ m}^2\text{smol}^{-1}$ (Tableau :23) .

D'après les mesures effectuées sur les deux faces de la feuille, on constate que la face inférieure de la feuille, généralement plus riche en stomates transpire d'avantage. Chez certaines espèces la face supérieure de la feuille ne présente pas de stomates, donc la transpiration dépend de l'espèce (surface foliaire) ainsi que les conditions extérieures. Comme on observe que la réponse des plants en fonction de la température est irrégulière.

3.1 Tableau 23: Evolution des résistances stomatiques en fonction de la température.

Espèces	Traitement à 35°C /3h		Traitement à 40°C/3h		Traitement à 45°C/3h	
	Avant	Après	Avant	Après	Avant	Après
<i>Ailanthé</i>	40.4	48	49.1	62.1	26.8	67.1
<i>Acacia cyanophilla</i>	44.8	80.6	18	32	52	60.2
<i>Acacia horrida</i>	22	52.3	22	55.5	15.1	48.3
<i>Casuarina</i>	88	119.3	47.5	48.2	76.6	93.6
<i>Caroubier</i>	41.8	53	15	72.1	10.6	22.3
<i>Citrus</i>	50.8	61.3	35	40.2	39	111.6
<i>Cyprès</i>	76.6	94	37.5	41.6	73	97
<i>Eucalyptus</i>	5.9	11.3	7.5	26.5	18.5	56.4
<i>Faux poivrier</i>	35.8	60.9	76.3	76.3	21.7	78.7
<i>Févier d'Amérique</i>	64.5	67.3	33.3	55.8	47.1	47.3
<i>Frêne</i>	38.5	47	25.7	59.6	30.7	57.5
<i>Mélia</i>	125	147.6	26.6	48.3	53.8	68.8
<i>Myoporum</i>	77.5	125.6	23.5	81.6	167.6	173.3
<i>Sophora</i>	32	50	54	56.2	31.8	34.2
<i>Troène</i>	45	68	58.3	105	98.3	172

3.2 Discussion

Les arbres de la région de Constantine sont susceptibles de supporter sans dommage majeur des températures très élevées de l'ordre de 47°C. Actuellement, les grandes chaleurs (températures de l'air de 35-47°C) ont un effet limité sur la végétation et ne deviennent véritablement dommageables (mortalité totale ou partie de l'arbre) que lorsque s'y ajoute l'influence d'une forte sécheresse. Dans cette situation à la fois de sécheresse et de températures élevées, les stomates se ferment et n'assurent plus de refroidissement du feuillage par évaporation : les températures des feuilles peuvent alors devenir supérieures à la température de l'air. Ainsi seulement, des effets létaux irréversibles peuvent intervenir sur une partie du feuillage. Les réponses aux facteurs écologiques (température, éclaircissement) sont différentes d'une espèce à une autre. D'après les mesures réalisées sur les deux faces des feuilles avant et après traitement, on observe une certaine fermeture des stomates et donc une augmentation des résistances de façon irrégulière presque chez toutes les espèces sauf chez *Eucalyptus camaldulensis*, *Ailanthus altissima*, *Glédistia triacanthos* et le *Troène lygustrum* où l'augmentation de la résistance stomatique est régulière; L'action de la température peut s'expliquer en partie de la même manière que la sécheresse, dont on peut la résumer comme suite :

- Quant la sécheresse est faible (par exemple HR=80%) l'évaporation de l'eau s'effectue plus vite à partir des cellules épidermiques, aux parois relativement minces, qu'à partir des cellules de garde aux parois plus épaisses. Donc T_e diminue plus vite que T_g les stomates ont tendance à s'ouvrir ;
- Quant la sécheresse est plus forte (par exemple HR=50%), alors l'évaporation gagne à son tour les cellules de garde, T_g diminue et les stomates se ferment (René al., 2004).

4 L'effet de la température et de l'éclaircissement :

Traitement (14) : Evolution de la résistance stomatique en conditions naturelles.

La lumière fait en général ouvrir les stomates. L'ouverture s'accompagne d'une élévation de la pression osmotique des cellules de garde (Robert E et al., 2004). La lumière agit de deux façons :

- Elle est source principale de l'évaporation de l'eau (avec accessoirement les vents chauds).
- Elle agit sur l'ouverture des stomates.

L élévation de la température augmente la transpiration. Au-delà, mis à part quelques exceptions, les stomates se ferment.

La mesure des résistances stomatiques sur les deux faces des feuilles, prises périodiquement toutes les deux heures sous l'effet de la température et de l'éclairement de toutes les essences forestières étudiées, montre la cinétique d'évolution présentée sur la figure 12 .

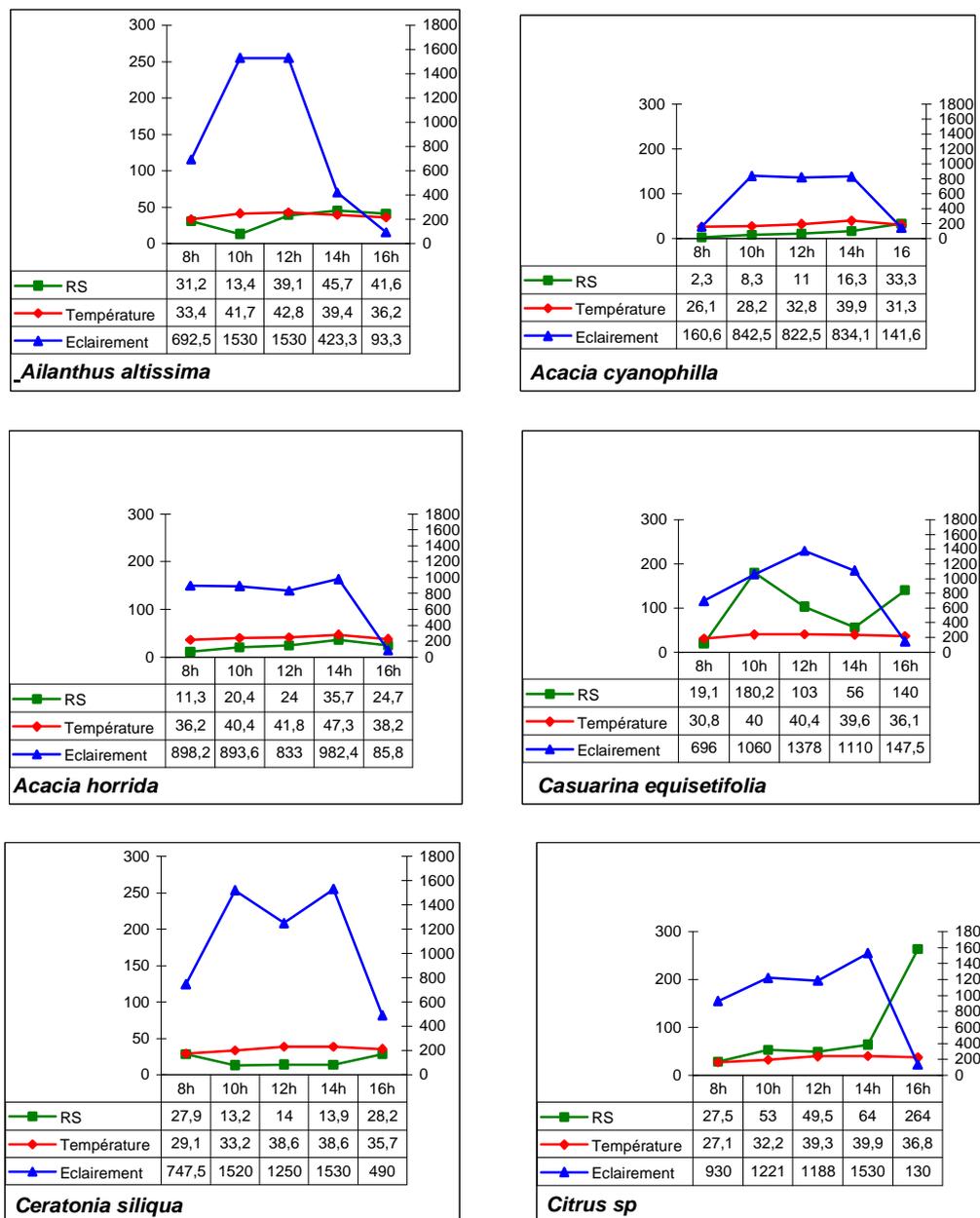
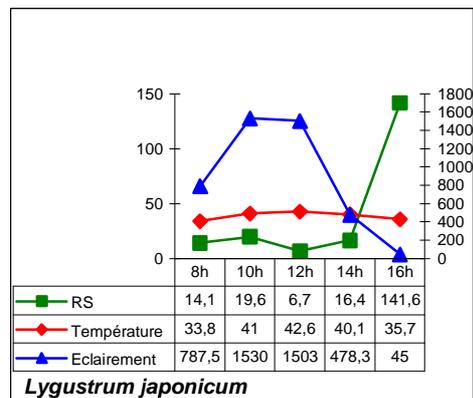
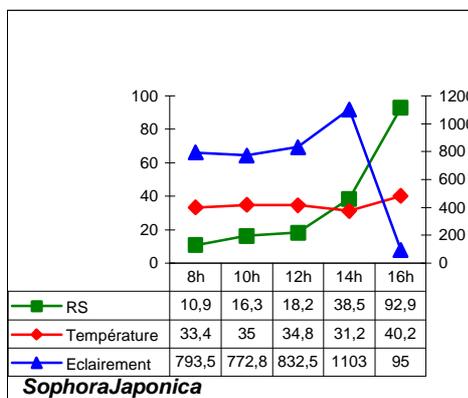
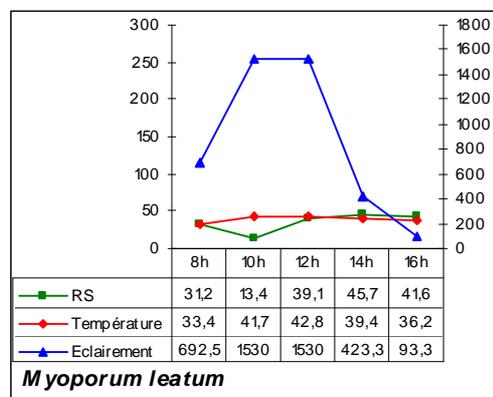
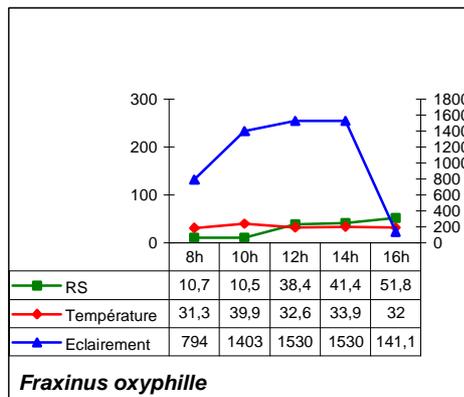
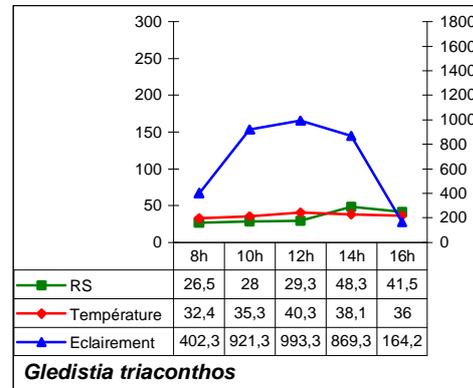
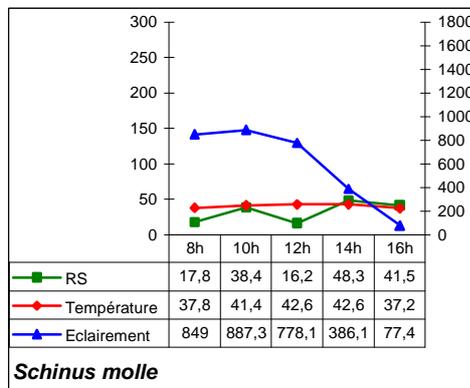
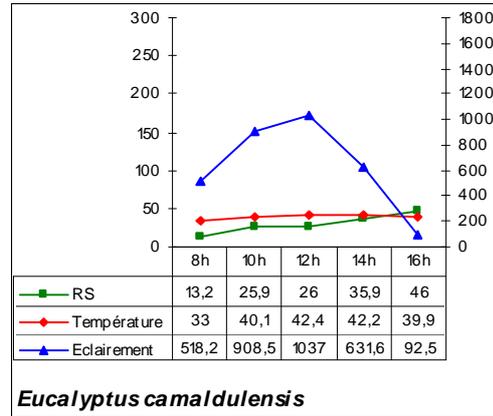
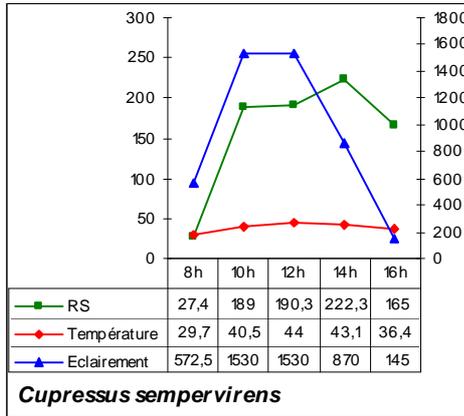


Figure12 : Evolution de la résistance stomatique en fonction de la température et de l'éclairement chez quelques espèces urbaines.

Figure 12:



4.1 Discussion :

Les mesures de résistance stomatique permettent donc de quantifier globalement le poids des contraintes environnementales à la condition toute fois de bien connaître la physiologie de l'espèce végétale étudiée.

De même l'assimilation de CO₂ atmosphérique nécessite l'ouverture des stomates, tan disque tout facteur inhibant la photosynthèse (éclairage faible, manque d'eau...etc) entraîne la fermeture des stomates.

La figure12 : Montre l'évolution de la résistance stomatique en fonction de la température et de l'éclairage chez les espèces citées précédemment. Pour toutes les essences, on remarque une grande amplitude de fermeture et d'ouverture, ce rapport augmente d'une façon irrégulière avec la température. Au cours de la journée, on observe une certaine fermeture des stomates donc une augmentation des résistances chez toutes les essences.

Pour l'*Ailanthus altissima*, la résistance stomatique varie d'une façon irrégulière avec la variation de la température et l'éclairage au cours de la journée. Chez l'*Acacia cyanophylla*, l'*Acacia horrida*, le *Citrus sp*, le *Ceratonia siliqua*, le *Cupressus sempervirens*, le *Gledistia triacanthos*, et le *Schinus molle*, l'évolution de la résistance stomatique augmente régulièrement avec la température et l'éclairage. Pour le *Casuarina equisetifolia*, le *Lygustrum japonicum*, le *Sophora japonica* et l'*Eucalyptus camaldulensis*, l'évolution de la résistance stomatique, augmente régulièrement avec la température et l'éclairage à partir de 8heures jusqu'à 14heures. Au de là, la résistance stomatique continue à augmenter avec la température malgré l'abaissement de l'éclairage. Pour le *Fraxinus oxyphille* et *Myoporum leatum*, au début, la résistance stomatique augmente régulièrement avec la température et l'éclairage jusqu'à 14heures. Au de là, on observe une grande fermeture des stomates malgré l'abaissement des deux facteurs écologiques ; ce qui est dus peut être à l'effet précédent des deux paramètres.

Lorsqu'il y a déséquilibre entre la demande atmosphérique de vapeur d'eau et la disponibilité en eau pour la plante, les stomates se ferment partiellement ou totalement pour limiter la transpiration. Dans notre travail, on note le cas du *Schinus molle*, *Melia azedarach*, *Gledistia triacanthos*.

D'après les résultats, on peut classer les plants selon leur résistance stomatique comme suit :

- ü *Cupressus sempervirens* avec une résistance maximum de 222.3 m²s mol⁻¹ ;
- ü *Casuarina equisetifolia* avec 180.2 m²s mol⁻¹ ;
- ü *Lygustrum japonicum* avec 141.6 m²s mol⁻¹ ;
- ü *Sophora japonica* avec 92.9 m²s mol⁻¹ ;
- ü *Citrus sp* avec une résistance maximum de 64 m²s mol⁻¹ ;
- ü *Fraxinus oxyphille* avec 51.8 m²s mol⁻¹ ;
- ü *Schinus molle* et *Gledistia triacanthos* avec 48.3 m²s mol⁻¹ ;
- ü *Eucalyptus camaldulensis* avec de 46 m²s mol⁻¹ ;
- ü *Myoporum leatum* avec 45.7 m²s mol⁻¹ ;
- ü *Ailanthus altissima* avec 41.6 m²s mol⁻¹ ;
- ü *Acacia horrida* avec 35.7 m²s mol⁻¹ ;
- ü *Acacia cyanophilla* avec 33.3 m²s mol⁻¹ ;
- ü *Ceratonia siliqua* avec 28.2 m²s mol⁻¹ .

4-2. Conclusion :

Puisque les arbres sont immobiles, ils doivent s'adapter aux conditions dominantes du sol et de la météo par la mise en œuvre des mécanismes biochimiques et physiologiques complexes. Selon nos traitements, on remarque que les différentes espèces ligneuses étudiées n'ont pas le même comportement vis-à-vis au stress thermique.

Conclusion générale

IV. Conclusion générale :

A Constantine les paramètres climatiques sortent de temps en temps de la fourchette optimale. Notre travail a pour objectif de traiter les variabilités des paramètres thermiques, notamment les températures minimales et maximales des saisons froides et chaudes, les risques des gelées du mois d'avril et leur conséquences sur la pérennité, l'adaptation d'un certain nombre d'essences forestiers urbains de la région de Constantine. L'analyse thermique des températures extrêmes de la dernière décennie de la région de Constantine montre une grande variabilité des températures minimales et maximales, la température minimale varie entre -0.6 et 2.7 °C et la température maximale varie entre 1.92 et 2.08 °C, la variabilité des températures maximales moyennes de la saison estivale pour les années 1998,99 et 2000 donne des courbes tendent vers un réchauffement, ce qui explique le réchauffement estivale de la région, la variabilité des températures minimales moyennes de la saison hivernale pour les années 1998-99 montre le refroidissement hivernal, par contre, l'année 2000, montre un réchauffement hivernal, cependant les saisons des années 98- 99 et 2000 traitées sur des données tri-horaire présente un nombre assez élevé de stress, où la saison hivernale de l'année 1999 a montré le plus grand pic atteint -10 °C avec une période de 78 heures, alors que la saison estivale de l'année 2000 a montré le plus grand stress avec 11 pics d'une série de températures comprises entre 38 et 40 °C avec une période de 63 heures. Les gelées des saisons hivernales des trois années varient entre 22 et 35 jours, bien que les gelées se poursuivent jusqu'au mois de mars et varient entre 4 et 11 jours. En ce qui concerne les gelées tardives du mois d'avril, on note 2 jours pour l'année 1998 et une journée pour les années 99 et 2000.

Les changements climatiques sont avérés et la température moyenne à la surface de la terre a déjà augmenté de 0.6 °C au 20^{ème} siècle. Selon les modèles climatiques et les hypothèses d'évolution des émissions de CO₂, le réchauffement mondial sera compris en moyenne entre 1.4 et 5.8 °C au 21^e siècle, avec une modification de la pluviométrie et un accroissement de la fréquence des événements climatiques extrêmes.

Les impacts des changements climatiques auront des effets directs et /ou indirects variables selon le type de cultures végétales. Globalement, la modification du climat aura un impact sur :

- ü Le régime saisonnier des précipitations, influençant l'humidité des sols et la disponibilité en eau ;
- ü L'augmentation de la température moyenne qui se traduira par un raccourcissement des cycles de végétation et affectera la production ;
- ü L'augmentation de la fréquence des températures élevées sera néfaste pour la production ;
- ü L'expansion des insectes et les maladies des végétaux.

La sensibilité des plants aux températures extrêmes et très variable, certaines sont tuées ou lésées par des baisses modérées de température, dans nos traitement le taux de mortalité est observé à des seuils thermique de -6°C (*Acacia cyanophylla* et *Ailanthus altissima*), alors que d'autres parfaitement acclimatées, sont capables de survivre à des basses températures jusqu'à -13°C (*Casuarina equisetifolia*, *Cupressus sempervirens*). le stress par des températures élevées induit la synthèse d'un groupe de protéines de stress particulières. Les plantes ont le "stress" en l'absence d'eau. Grâce aux stomates elles laissent pénétrer le gaz carbonique, l'utilisent pour synthétiser les sucres, et transpirent. Plus les feuilles sont grandes, plus on dit que la plante est évaporante. Les racines des plantes génèrent de l'acide abscissique qui, véhiculée par la sève jusqu'aux feuilles, déclenche la fermeture des stomates, d'après les mesures de la résistance stomatique les plants qui montré les meilleures capacités de résistance sont représentés par *Casuarina equisetifolia*, *Cupressus sempervirens* et l'*Acacia horrida*.

Donc pour la croissance et le développement, chaque plante exige une gamme bien particulière de température, chaque plante possède une température optimale de croissance et de développement, qui ne peut se dérouler qu'entre des limites supérieures et inférieures. Lorsque la température avoisine ces limites, la croissance diminue, et au de là elle s'annule.

Résumé :

Suite à la fréquence des températures extrêmes observées dans la région de Constantine et aux dégâts occasionnées sur la pérennité des arbres ligneux urbains (exp : l'hiver rigoureux de l'année 99 avec une vague de froid, où la température minimale a atteint un seuil de -10°C).

Notre travail traite d'une part la variabilité des températures extrêmes sur une période de 10ans notamment des saisons(hivernales et estivales),ainsi que le mois d'avril justifiant les risques des gelées et d 'autre part tester les aptitudes de résistance (températures comprises entre 33 et 47°C) et d'endurcissement (températures comprises entre 0 et -13°C) de 15essences forestières l'*Eucalyptus camaldulensis*, *Acacia cyanophylla*, *Acacia horrida*, *Casuarina equisetifolia*, *Ceratonia siliqua*, *Cupressus sempervirens* , *Schinus molle*, *Gledistia triacanthos*, *Sophora japonica*, *Melia azedarach* ,*Ailanthus altissima*,*Citrus sp*, *Myoporum leatum*, *Lygustrum japonicum* et le *Fraxinus oxyphille*.

L'analyse thermique montre un refroidissement de la saison hivernale pour l'année 98 et 99, et un réchauffement pour l'année 2000 ; alors que pour la saison estivale, la courbe de tendance indique un réchauffement pour les trois années. Les espèces qui montrent le meilleur comportement aux températures négatives sont (*Casuarina equisetifolia*, *Cupressus sempervirens* et *Eucalyptus camaldulensis*). Les essences qui présentent la meilleure résistance sont le *Casuarina equisetifolia*, l'*Acacia horrida* et le *Cupressus sempervirens*.

Mots clés : Constantine, Températures extrêmes, Espèces forestières urbaines, Endurcissement, Résistance stomatique.

Abstract :

Following the frequency of the extreme temperatures observed in the region of Constantine and to the damages caused on the everlastingness of the urban woody trees (exp : the rigorous winter of the year 99 with a wave of cold weather, where the minimal temperature reached a doorstep of -10oC).

Our work calls the variability of the extreme temperatures one the one hand notably one period 10ans of the seasons (winery and summery),as well as the month of April justifying the risks of frosts and other hend to test the faculties of resistance (included temperatures between 33 and 47oC) and of obduracy (included temperatures between 0 and -13oC) of 15 essences forest the *Eucalyptus camaldulensis*, *Acacia cyanophylla*, *Acacia horrida*, *Casuarina equisetifolia*, *Ceratonia siliqua*, *Cupressus sempervirens*, *Schinus soft*, *Gledistia triacanthos*, *Scholar tree japonica*, *Melia azadiracta*, *Ailanthus altissima*, *Citrus sp*, *Myoporum leatum*, *Lygustrum japonicum* and the *Fraxinus oxyphille*.

The thermal analysis shows a cooling of the wintry season for the year 98 and 99, and a warming up for the year 2000; whereas for the summery season, the curve of tendency indicates a warming up for the three years. The cash that show the best behavior to the negative temperatures are (*Casuarina equisetifolia*, *Cupressus sempervirens* and *Eucalyptus camaldulensis*). The gases that present the best resistance are the *Casuarina equisetifolia*, the *Acacia horrida* and the *Cupressus sempervirens*.

Key words : Constantine region, extreme temperatures, urban woody trees, faculties of resistance, obduracy.

ملخص

نضرا لترددات درجات حرارية الغير عادية بمدينة قسنطينة و آثارها علي نمو و صحة الأشجار الغابية بالمدينة، ند كر علي سبيل المثال (خريف 1999الذي تميز بسلسلة من درجات الحرارة المنخفضة، أين انخفضت درجة الحرارة إلى 10 درجات تحت الصفر.

عملنا يهدف من جهة إلى دراسة تغيرات درجات الحرارة خلال مدة 10 سنوات، أين ركزنا علي فصلي(الشتاء والصيف) و شهر أفريل بهدف دراسة آثار الجليد علي حياة الأشجار. و من جهة أخرى إلى دراسة حساسية و مقاومة 15 نوع من الأشجار :

Eucalyptus camaldulensis, Acacia cyanophylla, Acacia horrida, Casuarina equisetifolia, Ceratonia siliqua, Cupressus sempervirens, Schinus Schinus, Gledistia triacanthos, Sophora japonica, Melia azedarach, Ailanthus altissima, Citrus sp, Myoporum leatum, Lygustrum japonicum and the Fraxinus oxyphille.

أين تم إخضاع هذه الأخيرة إلى سلسلة من درجات الحرارة، تارة منخفضة تتراوح ما بين الصفر و 13 ما تحت الصفر، و تارة أخرى مرتفعة تتراوح ما بين 33 و 47 درجة ما فوق الصفر.

التحليل الحراري بين أن فصل الشتاء لعام 1998 و 1999 يميل إلى البرودة على غرار شتاء 2000 الذي أبدى منحنى يميل إلى الحرارة. أما فصل الصيف فكان بمنحنى يميل إلى الحرارة للأعوام الثلاثة.

أما بالنسبة لدرجة المقاومة و التحمل لدرجات حرارة منخفضة فكانت الأنواع التالية هي الأكثر تحملا :
(*Eucalyptus camaldulensis Casuarina equisetifolia, Cupressus sempervirens*)

و الأنواع الأكثر مقاومة لدرجات الحرارة العالية هي :

Casuarina equisetifolia, Acacia horrida Cupressus sempervirens

الكلمات المفتاحية: قسنطينة، درجات الحرارة الدنيا و القصوى، أشجار غابية، حساسية و مقاومة الأشجار.

Annexes

Tableau 24: Précipitation mensuelles (mm)

	jan	fév	mar	avr	mai	jui	jul	août	sep	oct	nov	dec
1995	216.1	17.5	84.7	30.1	5.9	52.4	0.0	1.2	47.5	8.3	42.5	28.4
1996	88.0	181.0	54.0	67.0	62.0	42.0	21.0	15.0	15.0	10.0	26.0	47.0
1997	33.1	22.4	59.0	57.7	18.0	33.2	1.2	17.2	38.9	50.2	110.0	65.6
1998	36.4	52.7	37.4	70.8	49.6	18.3	0.0	8.9	75.2	32.6	135.3	53.1
1999	73.7	42.1	57.6	31.7	10.5	20.4	3.3	7.7	58.7	35.7	79.2	93.6
2000	17.4	36.0	14.4	32.9	84.4	43.6	0.0	15.7	18.4	38.3	31.7	57.7
2001	123.4	44.7	17.6	38.3	52.9	0.0	0.2	10.4	79.2	48.3	28.5	20.0
2002	23.5	53.3	18.2	31.8	17.0	4.5	19.4	24.0	22.3	26.8	134.7	109.7
2003	231.2	50.2	31.7	120.1	44.4	1.2	2.4	11.1	61.5	46.0	19.8	148.0
2004	87.2	11.5	66.4	47.5	66.2	29.7	0.6	12.9	24.5	30.4	142.9	181.2
Tot	3116.2	2508.2	2486.1	2406.2	1893.4	917.7	334.7	480.6	1620.0	1658.7	2095.2	3159.8

Tableau 25: Températures moyennes mensuelles (degrés celsius).

	jan	fév	mar	avr	mai	jui	jul	août	sep	oct	nov	dec
1995	5.9	9.7	9.0	11.2	18.2	21.9	25.9	24.5	20.7	16.7	11.5	10.1
1996	9.1	6.5	10.2	11.9	16.4	19.7	24.6	25.6	19.3	14.5	12.2	9.6
1997	8.3	9.1	9.1	12.3	19.9	24.9	25.5	25.3	21.0	16.7	11.7	8.3
1998	7.1	8.1	9.4	13.3	16.2	23.6	26.5	25.4	22.2	14.5	10.0	6.4
1999	7.1	5.5	10.0	13.3	21.0	24.2	25.4	28.8	23.1	19.3	10.4	7.5
2000	4.6	8.2	11.2	14.7	20.1	22.3	26.9	26.4	21.9	15.9	12.3	9.1
2001	8.0	7.4	14.3	12.4	17.2	23.8	27.1	26.3	21.6	20.2	10.9	6.6
2002	6.4	8.6	11.1	14.0	18.7	24.8	25.6	25.0	21.3	17.9	12.3	9.2
2003	7.0	6.3	10.5	14.0	17.7	25.3	28.4	27.4	20.9	18.6	12.0	6.8
2004	7.2	8.8	10.6	11.9	15.1	21.4	25.7	26.9	21.0	19.4	9.9	7.9

Tableau 26: Températures moyennes mensuelles des minimas (°C).

	jan	fév	mar	avr	mai	jui	jul	août	sep	oct	nov	dec
1995	2.2	4.5	4.0	5.1	11.2	15.4	18.5	18.1	15.4	11.4	6.6	6.3
1996	5.4	3.0	5.6	7.4	10.6	13.5	17.2	19.1	13.7	9.1	6.9	5.2
1997	4.4	4.1	3.2	6.5	12.5	18.0	18.7	18.8	21.1	16.8	11.7	8.3
1998	2.7	2.5	3.7	7.1	10.8	15.5	18.1	18.6	16.3	9.3	5.7	2.3
1999	3.0	1.5	4.7	6.6	13.4	17.5	17.9	21.8	17.1	13.8	6.6	4.0
2000	-0.3	2.6	5.0	8.3	13.4	15.4	18.9	18.5	15.5	1.7	7.0	4.0
2001	3.7	2.2	8.2	6.3	11.5	15.6	19.1	19.0	16.1	14.1	6.8	2.5
2002	1.2	3.1	5.7	8.1	11.4	16.6	18.8	19.0	15.4	11.6	8.3	5.3
2003	3.8	2.6	5.6	8.6	11.6	17.4	20.1	19.7	15.6	14.0	7.2	2.6
2004	2.8	3.0	5.0	6.2	9.3	13.9	17.6	19.2	14.7	12.6	5.8	4.3

Tableau 27: Températures moyennes mensuelles des maximas(°C).

	jan	fév	mar	avr	mai	jui	jul	août	sep	oct	nov	dec
1995	10.1	15.6	14.6	18.1	26.1	29.7	34.3	32.2	27.7	23.6	17.5	15.1
1996	13.9	10.9	15.7	17.2	22.7	26.8	32.6	33.3	26.3	21.0	18.4	14.9
1997	13.3	14.8	15.5	18.4	27.9	33.0	33.8	33.2	27.7	22.8	16.6	13.1
1998	12.7	14.9	16.0	20.7	22.8	32.3	35.4	33.7	29.9	21.3	15.6	11.6
1999	12.4	10.2	16.2	20.5	29.4	32.2	33.4	37.3	30.7	26.4	15.5	12.0
2000	10.6	14.3	18.0	21.6	27.8	29.7	35.1	35.1	29.5	22.0	18.6	15.4
2001	13.5	13.6	21.4	19.0	24.0	32.0	35.9	34.7	29.1	27.7	16.1	11.9
2002	12.9	15.6	17.5	21.0	26.8	33.3	33.5	33.1	28.4	25.4	16.8	14.0
2003	11.1	11.0	16.5	19.8	24.7	33.4	37.0	35.7	27.6	24.1	17.8	11.8
2004	12.4	15.4	16.9	17.7	21.6	29.0	34.0	35.5	28.8	27.2	14.7	11.9

Tableau 28: Vent moyens en m/s.

	jan	fév	mar	avr	mai	jui	jul	août	sep	oct	nov	dec
1995	3.6	2.2	3.1	2.3	2.4	2.7	2.2	2.2	2.3	1.2	2.0	3.0
1996	2.6	4.2	2.8	2.5	2.1	2.0	2.0	2.4	2.3	2.5	3.1	3.9
1997	2.7	1.8	1.8	2.9	2.8	3.2	2.5	2.2	1.8	2.2	3.2	2.9
1998	2.6	4.2	2.8	2.5	2.1	2.0	2.0	2.3	2.3	2.5	3.1	3.9
1999	2.7	2.9	3.2	3.0	2.7	2.9	2.6	2.9	2.2	2.4	2.8	3.4
2000	1.0	2.4	2.1	3.7	3.0	2.5	2.9	2.4	2.6	3.3	3.2	2.8
2001	3.2	2.9	2.9	2.6	2.5	2.4	2.6	2.2	1.9	1.4	2.0	1.8
2002	1.8	2.1	2.7	3.5	2.8	2.5	2.8	2.7	2.1	2.1	4.1	3.1
2003	4.5	3.0	2.1	2.6	2.1	2.1	2.8	2.6	1.9	2.5	2.1	3.2
2004	2.6	2.5	2.3	2.9	2.9	2.1	2.1	2.1	1.8	1.4	2.0	2.3

Tableau 29: Humidité moyenne en (%).

	jan	fév	mar	avr	mai	jui	jul	août	sep	oct	nov	dec
1995	82	76	74	70	59	63	48	54	65	69	65	69
1996	74	79	72	75	73	67	52	54	64	68	64	68
1997	76	77	74	68	55	51	51	53	67	72	67	72
1998	79	81	75	71	76	49	44	55	66	76	66	76
1999	81	80	73	66	56	52	49	44	63	65	63	65
2000	85	75	68	61	65	61	47	47	59	71	59	71
2001	76	70	59	70	67	45	46	49	70	67	70	67
2002	76	76	70	64	56	45	52	58	62	60	62	60
2003	80	79	73	76	70	51	42	43	69	68	69	68
2004	82	75	78	79	77	67	51	50	64	60	85	84

Tableau 30: Evaporation en (%).

	jan	fév	mar	avr	mai	jui	jul	août	sep	oct	nov	dec
1995	40	45	58	80	124	132	211	171	110	81	60	50
1996	48	37	62	63	81	92	182	184	117	81	102	88
1997	58	55	63	72	148	208	194	164	98	78	49	44
1998	43	27	48	64	55	151	153	146	102	54	41	34
1999	35	34	55	80	137	146	167	201	111	78	34	32
2000	24	36	59	88	94	96	166	176	102	71	70	46
2001	46	48	97	60	74	160	183	159	74	89	36	28
2002	36	41	65	88	119	155	152	135	94	91	69	34
2003	34	30	51	50	63	130	217	200	102	97	56	35
2004	33	61	60	49	69	94	169	172	106	119	29	29

Tableau 31 : Gelée (jours).

	jan	fév	mar	avr	mai	jui	jul	août	sep	oct	nov	dec
1995	6	7	6	5	0	0	0	0	0	0	2	0
1996	3	6	4	2	0	0	0	0	0	0	0	3
1997	3	5	8	3	0	0	0	0	0	0	0	5
1998	10	7	11	2	0	0	0	0	0	0	2	13
1999	11	11	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0
2000	22	7	4	1	0	0	0	0	0	0	0	7
2001	6	10	1	0	0	0	0	0	0	0	0	9
2002	15	8	2	0	0	0	0	0	0	0	0	4
2003	6	9	3	0	0	0	0	0	0	0	0	10
2004	5	8	3	2	0	0	0	0	0	0	0	3

Tableau 32 : Neige(jours).

	jan	fév	mar	avr	mai	jui	jul	août	sep	oct	nov	dec
1995	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1996	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
1997	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1998	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0
1999	2	7	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
2000	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
2001	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2002	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
2003	6	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7
2004	2	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	2

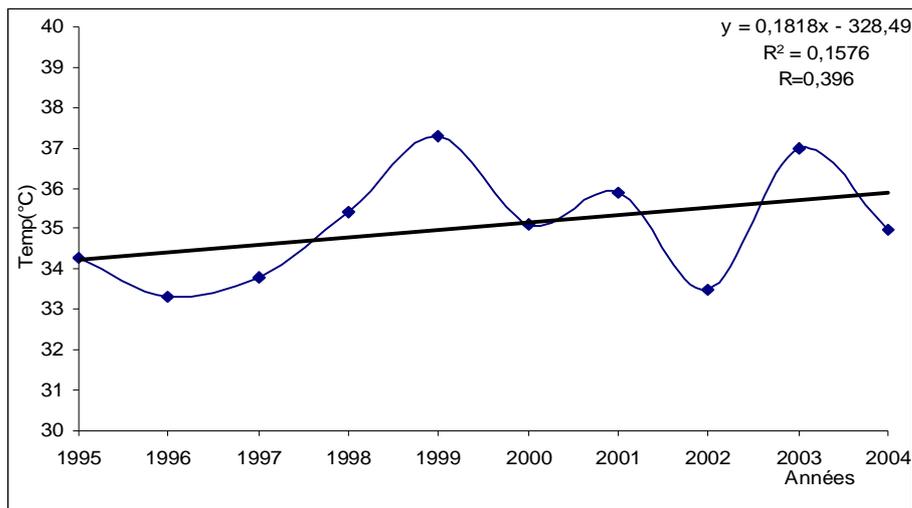


Figure12 : Variation des températures maximales moyennes annuelles sur une période (95-2004).

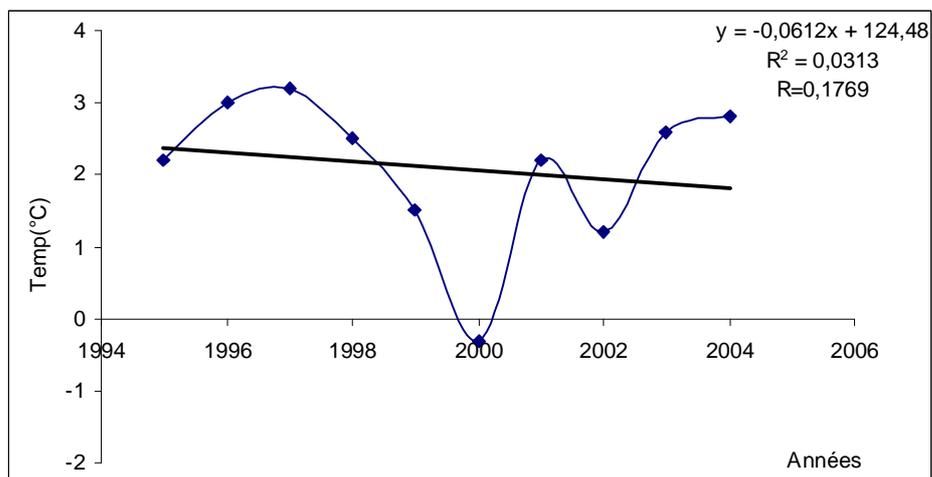


Figure13 : Variation des températures minimales moyennes annuelles sur une période (95-2004).

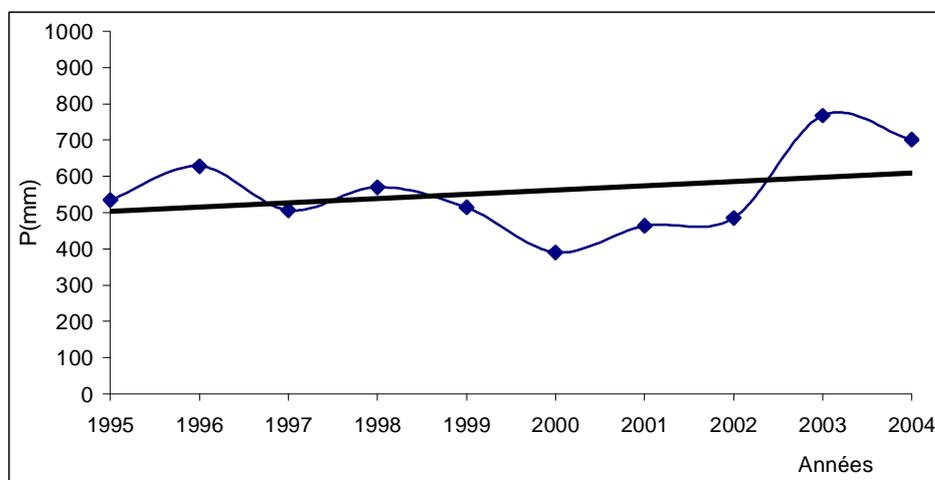


Figure14 : Variation des précipitations moyennes annuelles sur une période de dix ans (95-2004).

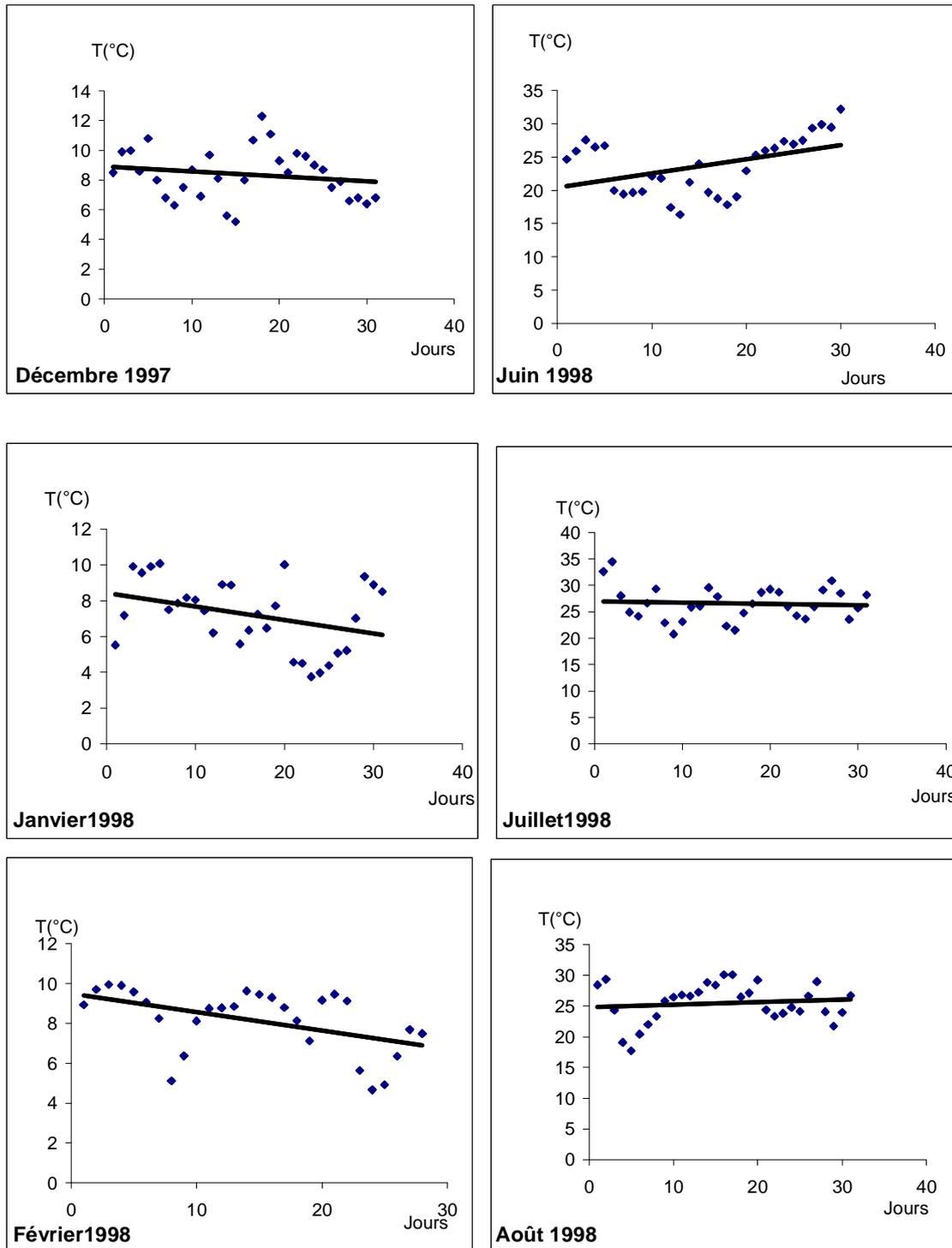


Figure15 : Variation journalière des températures moyennes pour la saison hivernale et estivale de l'année 1998.

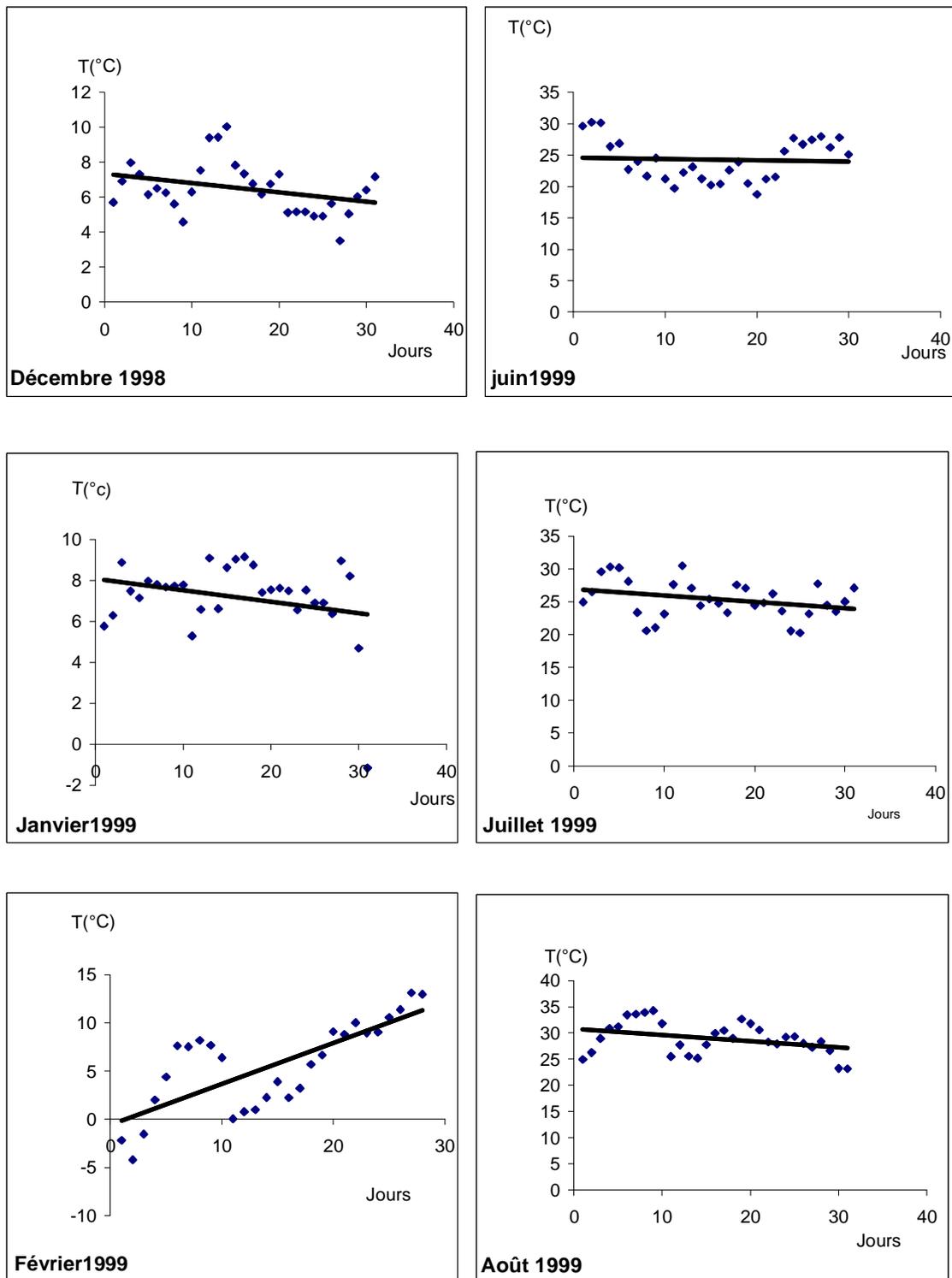


Figure 16 : Variation journalière des températures moyennes pour la saison hivernale et estivale de l'année 1999.

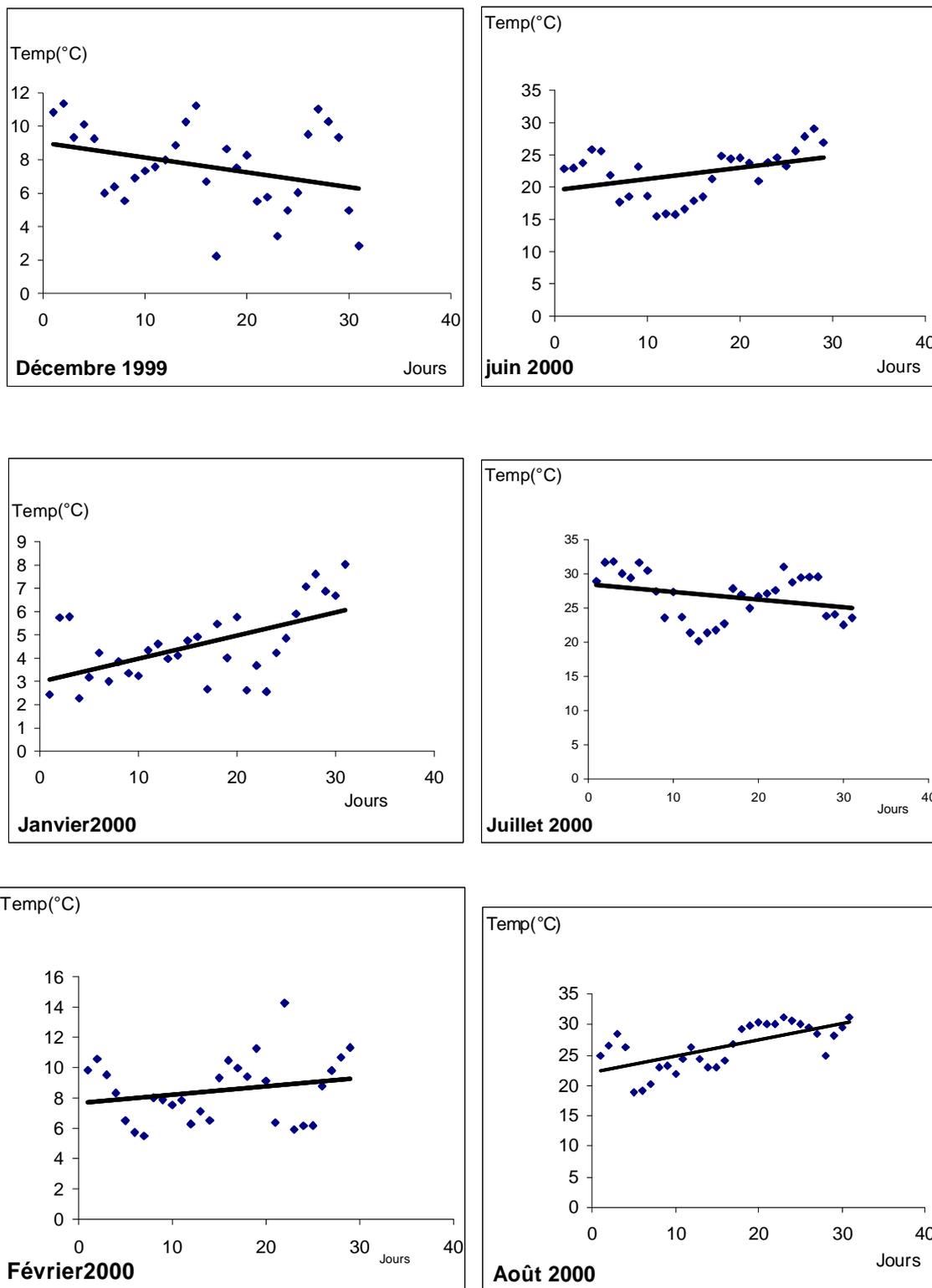


Figure17 : variation journalière des températures moyennes pour la saison hivernale et estivale de l'année2000.

Tableaux 33 : Evolution de la résistance stomatique en fonction de la température

Frêne	Avant traitement à 35°C/3h					
	Face inférieure					
	RS	T	L	Cup°C	ΔT°C	RH%
Mesure 1	38	29.9	10	29.9	0.4	42
Mesure 2	44	29.8	5	29.8	0.5	41.9
Mesure 3	33	29.6	10	29.6	0.5	42
Moyenne	38.5					
RS m² s mol⁻¹	38.5					

Frêne	Après traitement à 35°C/3h					
	Face inférieure					
	RS	T	L	Cup°C	ΔT°C	RH%
Mesure 1	54	30.2	5	30.2	0.2	41.9
Mesure 2	37.5	30.2	5	30.2	0.2	41.9
Mesure 3	49.5	30.2	10	30.2	0.3	41.9
Moyenne	47					
RS m² s mol⁻¹	47					

Ailante	Avant traitement à 35°C/3h					
	Face inférieure					
	RS	T	L	Cup°C	ΔT°C	RH%
Mesure 1	52	28.4	5	28.4	0.5	42
Mesure 2	23.2	28.3	5	28.3	0.4	41.7
Mesure 3	46	28.4	10	28.4	0.3	41.9
Moyenne	40.4					
RS m² s mol⁻¹	40.4					

Ailante	Après traitement à 35°C/3h					
	Face inférieure					
	RS	T	L	Cup°C	ΔT°C	RH%
Mesure 1	33	30.2	10	30.2	0.2	41.8
Mesure 2	57	30.3	10	30.3	0.2	41.9
Mesure 3	54	30.3	15	30.3	0.2	41.9
Moyenne	48					
RS m² s mol⁻¹	48					

Citrus	Avant traitement à 35°C/3h					
	Face inférieure					
	RS	T	L	Cup°C	ΔT°C	RH%
Mesure 1	86	25.2	5	25.2	0	42
Mesure 2	29	25.4	5	25.5	0.1	41.8
Mesure 3	37.5	25.4	5	25.4	0.2	41.9
Moyenne	50.8					
RS m² s mol⁻¹	50.8					

Citrus	Après traitement à 35°C/3h					
	Face inférieure					
	RS	T	L	Cup°C	ΔT°C	RH%
Mesure 1	36	27.7	15	27.7	0.2	41.9
Mesure 2	64	27.7	15	27.7	0.1	41.9
Mesure 3	84	27.7	10	27.7	0.1	41.9
Moyenne	61.3					
RS m² s mol⁻¹	61.3					

Caroubier	Avant traitement à 35°C/3h					
	Face inférieure					
	RS	T	L	Cup°C	ΔT°C	RH%
Mesure 1	59	25.5	5	25.5	0.1	41.9
Mesure 2	29	25.5	5	25.5	0.1	41.9
Mesure 3	37.5	25.4	5	25.5	0.2	41.9
Moyenne	41.8					
RS m² s mol⁻¹	41.8					

Caroubier	Après traitement à 35°C/3h					
	Face inférieure					
	RS	T	L	Cup°C	ΔT°C	RH%
Mesure 1	53	27.7	20	27.7	0.23	42
Mesure 2	62	27.7	20	27.7	0.3	42
Mesure 3	44	27.7	20	27.7	0.5	41.9
Moyenne	53					
RS m² s mol⁻¹	53					

Févier d'Amérique	Avant traitement à 35°C/3h											
	Face inférieure						Face supérieure					
	RS	T	L	Cup°C	ΔT°C	RH%	RS	T	L	Cup°C	ΔT°C	RH%
Mesure 1	139	29.3	10	29.3	0.1	42	125	29.8	5	29.8	0.1	42
Mesure 2	123	29.3	5	29.3	0	42	154	29.8	5	29.8	0.2	42
Mesure 3	155	29.6	10	29.6	0	41.9	80	29.8	5	29.8	0.2	42
Moyenne	139						119.6					
RS m² s mol⁻¹	64.5											

Févier d'Amérique	Après traitement à 35°C/3h											
	Face inférieure						Face supérieure					
	RS	T	L	Cup°C	ΔT°C	RH%	RS	T	L	Cup°C	ΔT°C	RH%
Mesure 1	84	29.2	5	29.2	0.2	41.9	103	29.7	5	29.7	0.2	41.9
Mesure 2	38.5	29.3	5	29.3	0.1	41.9	97	29.8	5	29.8	0.2	41.9
Mesure 3	30	29.3	5	29.3	0.1	41.9	72	29.8	5	29.8	0.3	42
Moyenne	50.8						90.6					
RS m² s mol⁻¹	32.5											

Acacia horrida	Avant traitement à 35°C/3h											
	Face inférieure						Face supérieure					
	RS	T	L	Cup°C	ΔT°C	RH%	RS	T	L	Cup°C	ΔT°C	RH%
Mesure 1	32	25	5	25	0.2	41.8	31.5	25.3	5	25.3	0.2	41.9
Mesure 2	35	25.1	5	25.1	0.2	41.9	23.2	25.4	5	25.4	0.4	41.9
Mesure 3	53	25.1	5	25.1	0.2	42	92	25.5	5	25.6	0.5	41.9
Moyenne	40						48.9					
RS m² s mol⁻¹	22											

Acacia horrida	Après traitement à 35°C/3h											
	Face inférieure						Face supérieure					
	RS	T	L	Cup°C	ΔT°C	RH%	RS	T	L	Cup°C	ΔT°C	RH%
Mesure 1	88	27.1	10	27.1	0.3	42	72	26.9	5	26.9	0.3	41.9
Mesure 2	85	27.2	10	27.2	0.3	42	98	27	5	27	0.4	41.9
Mesure 3	106	27	15	27	0.3	42	114	26.8	5	26.8	0.4	41.9
Moyenne	93						94.6					
RS m² s mol⁻¹	52.3											

Casuarina	Avant traitement à 35°C/3h					
	Face inférieure					
	RS	T	L	Cup°C	ΔT°C	RH%
Mesure 1	84	27.1	15	27.1	0.1	42
Mesure 2	99	27.2	20	27.2	0	42
Mesure 3	81	27.1	25	27.1	0.1	42
Moyenne	88					
RS m² s mol⁻¹	88					

Casuarina	Après traitement à 35°C/3h					
	Face inférieure					
	RS	T	L	Cup°C	ΔT°C	RH%
Mesure 1	76	30	15	30	0	41.9
Mesure 2	148	30	10	30	-0.1	41.9
Mesure 3	134	30.1	10	30.1	-0.1	42
Moyenne	119.3					
RS m² s mol⁻¹	119.3					

Cyprés	Avant traitement à 35°C/3h					
	Face inférieure					
	RS	T	L	Cup°C	ΔT°C	RH%
Mesure 1	71	26.9	10	26.9	0.1	41.9
Mesure 2	73	27.1	5	27.1	0.1	41.9
Mesure 3	86	27	15	27	0.1	42
Moyenne	76.6					
RS m² s mol⁻¹	76.6					

Cyprés	Après traitement à 35°C/3h					
	Face inférieure					
	RS	T	L	Cup°C	ΔT°C	RH%
Mesure 1	100	30	10	30	0.2	42
Mesure 2	98	30.2	15	30.2	0.1	42
Mesure 3	84	30.2	15	30.2	0.1	42
Moyenne	94					
RS m² s mol⁻¹	94					

Eucalyptus	Avant traitement à 35°C/3h											
	Face inférieure						Face supérieure					
	RS	T	L	Cup°C	ΔT°C	RH%	RS	T	L	Cup°C	ΔT°C	RH%
Mesure 1	18.1	28.2	5	28.2	0.4	41.8	5.9	28.2	5	28.2	0.6	41.6
Mesure 2	6.10	28.3	10	28.3	0.8	41.5	12.9	28.3	5	28.3	0.8	42
Mesure 3	15.4	28.3	10	28.3	0.7	41.9	9.4	28.3	5	28.3	0.8	41.6
Moyenne	16.5						9.4					
RS m² s mol⁻¹	5.9											

Eucalyptus	Après traitement à 35°C/3h											
	Face inférieure						Face supérieure					
	RS	T	L	Cup°C	ΔT°C	RH%	RS	T	L	Cup°C	ΔT°C	RH%
Mesure 1	40	28.5	5	28.5	-0.3	42	22	28.9	5	28.9	0.1	42
Mesure 2	7.4	28.7	10	28.7	-0.2	42	24.8	29.1	10	29.1	0.1	42
Mesure 3	19.9	28.8	10	28.8	0	41.8	22.2	29.1	10	29.1	0.2	41.9
Moyenne	22.4						23					
RS m² s mol⁻¹	11.3											

Melia	Avant traitement à 35°C/3h					
	Face inférieure					
	RS	T	L	Cup°C	ΔT°C	RH%
Mesure 1	91	25.8	5	25.8	0	41.9
Mesure 2	184	25.9	5	25.9	0.1	42
Mesure 3	109	26.1	5	26.1	0	41.9
Moyenne	128					
RS m² s mol⁻¹	128					
Mélia						

Melia	Après traitement à 35°C/3h					
	Face inférieure					
	RS	T	L	Cup°C	ΔT°C	RH%
Mesure 1	25.4	30.1	10	30.1	0.2	42
Mesure 2	40.5	30.2	10	30.2	0.3	42
Mesure 3	77	30.1	10	30.1	0.1	41.9
Moyenne	47.6					
RS m² s mol⁻¹	47.6					

Acacia cyanophylla	Avant traitement à 35°C/3h											
	Face inférieure						Face supérieure					
	RS	T	L	Cup°C	ΔT°C	RH%	RS	T	L	Cup°C	ΔT°C	RH%
Mesure 1	40	26.5	5	26.5			114	27.5	5	27.5		
Mesure 2	145	26.6	5	26.6			28.2	27.4	5	27.4		
Mesure 3	109	26.6	5	26.6			105	27.7	5	27.7		
Moyenne	98						82.4					
RS m² s mol⁻¹	44.8											

Acacia cyanophylla	Après traitement à 35°C/3h											
	Face inférieure						Face supérieure					
	RS	T	L	Cup°C	ΔT°C	RH%	RS	T	L	Cup°C	ΔT°C	RH%
Mesure 1	156	30.3	15	30.3	0.1	41.9	153	30.3	10	30.3	0.2	41.9
Mesure 2	110	30.5	15	30.5	0.1	41.9	155	30.4	25	30.4	0.1	41.9
Mesure 3	204	30.4	15	30.4	0.1	41.9	187	30.4	20	30.4	0.2	41.9
Moyenne	156.6						165					
RS m² s mol⁻¹	80.6											

Févier d'Amérique	Avant traitement à 40 °C/3h											
	Face inférieure						Face supérieure					
	RS	T	L	Cup°C	ΔT°C	RH%	RS	T°C	L	Cup°C	ΔT°C	RH
Mes 1	62	24	10	23.9	0.3	42	50	24.5	5	24.5	0	42
Mes2	59	24.3	5	24	-0.4	42	92	24.9	5	24.9	0.2	42
Mes3	53	24.5	5	24.3	-0.2	42	84	25.1	5	25.1	0.4	42
Moyenne	58						75.3					
RS m² s mol⁻¹	33.3											

Févier d'Amérique	Après traitement à 40 °C/3h											
	Face inférieure						Face supérieure					
	RS	T	L	Cup°C	ΔT°C	RH%	RS	T°C	L	Cup°C	ΔT°C	RH
Mes 1	92	27.9	25	27.9	-0.4	35	94	27.6	5	27.6	0.4	42
Mes2	115	27.7	15	27.7	0.2	39	102	27.7	5	27.7	0.5	42
Mes3	130	26.7	10	26.6	-0.1	39.1	135	27.2	5	26.8	0.4	42
Moyenne	112.3						110.3					
RS m² s mol⁻¹	55.8											

Faux poivrier	Avant traitement à 35°C/3h											
	Face inférieure						Face supérieure					
	RS	T	L	Cup°C	ΔT°C	RH%	RS	T	L	Cup°C	ΔT°C	RH%
Mesure 1	55	29.5	5	29.5	0.4	42	186	29.6	5	29.6	0.3	42
Mesure 2	44.5	29.4	5	29.4	0.3	42	88	29.5	5	29.5	0.4	40
Mesure 3	40	29.4	5	29.4	0.2	41.9	190	29.5	5	29.5	0.2	41.9
Moyenne	46.5						154.6					
RS m² s mol⁻¹	35.8											

Faux poivrier	Après traitement à 35°C/3h											
	Face inférieure						Face supérieure					
	RS	T	L	Cup°C	ΔT°C	RH%	RS	T	L	Cup°C	ΔT°C	RH%
Mesure 1	45	30.2	10	30.2	0.3	41.9	190	30.5	5	30.5	0.3	41.9
Mesure 2	141	30.5	15	30.5	0	42	144	30.7	5	30.7	0.2	40.6
Mesure 3	155	30.7	15	30.7	-0.1	42	60	30.5	5	30.5	0.3	41.9
Moyenne	113.6						131.3					
RS m² s mol⁻¹	60.9											

Myoporum	Avant traitement à 35°C/3h											
	Face inférieure											
	RS	T	L	Cup°C	ΔT°C	RH%						
Mesure 1	92	27.2	10	27.2	0.2	41.9						
Mesure 2	94	27.2	25	27.2	0.2	41.9						
Mesure 3	46.5	27.1	15	27.1	0.3	41.9						
Moyenne	77.5											
RS m² s mol⁻¹	77.5											

Myoporum	Après traitement à 35°C/3h											
	Face inférieure											
	RS	T	L	Cup°C	ΔT°C	RH%						
Mesure 1	70	30.4	10	30.4	0.3	42						
Mesure 2	132	30.2	15	30.2	0.1	41.9						
Mesure 3	175	30.2	5	30.2	0.3	42						
Moyenne	125.6											
RS m² s mol⁻¹	125.6											

Sophora	Après traitement à 35°C/3h											
	Face inférieure						Face supérieure					
	RS	T	L	Cup°C	ΔT°C	RH%	RS	T	L	Cup°C	ΔT°C	RH%
Mesure 1	132	26.8	10	26.8	0.1	41.9	179	28.4	10	28.4	0.1	41.9
Mesure 2	119	26.9	10	26.9	0.2	41.9	193	27.9	5	27.9	0.2	41.9
Mesure 3	172	27.6	10	27.6	0.1	41.9	208	27.9	5	27.9	0.1	41.9
Moyenne												
RS m² s mol⁻¹	50											

Espèce	Avant traitement à 40 °C/3h											
	Face inférieure						Face supérieure					
	RS	T	L	Cup°C	ΔT°C	RH%	RS	T	L	Cup°C	ΔT°C	RH%
Acacia horrida												
Mesure 1	32	25	5	25	0.2	42	31.5	25.3	5	25.2	0.2	41.9
Mesure 2	35	25	5	25	0.2	42	23.2	25.4	5	25.4	0.4	41.9
Mesure 3	53	25	5	25	0.2	42	92	25.5	5	25.5	0.5	41.9
Moyenne	40						48.9					
RS m² s mol⁻¹	22											

Troène	Avant traitement à 40 °C/3h											
	Face inférieure											
	RS	T	L	Cup°C	ΔT°C	RH%						
Mesure 1	71	28.1	5	28.1	0.1	41.9						
Mesure 2	55	28.2	5	28.2	0.1	41.8						
Mesure 3	49	28.2	5	28.2	0.2	41.8						
Moyenne	58.3											
RS m² s mol⁻¹	58.3											

Troène	Après traitement à 40 °C/3h											
	Face inférieure											
	RS	T	L	Cup°C	ΔT°C	RH%						
Mesure 1	110	27.7	15	27.7	0.3	41.9						
Mesure 2	118	27.9	5	27.9	0.4	42						
Mesure 3	87	30	5	30	0.7	41.9						
Moyenne	105											
RS m² s mol⁻¹	105											

Myoporum	Avant traitement à 40°C/3h											
	Face inférieure											
	RS	T	L	Cup°C	ΔT°C	RH%						
Mesure 1	26.2	28.4	15	28.4	0	41.8						
Mesure 2	21.2	28.3	5	28.3	0.1	41.7						
Mesure 3	23.2	28.3	5	28.3	0.1	41.9						
Moyenne	23.5											
RS m² s mol⁻¹	23.5											

Myoporum	Après traitement à 40°C/3h											
	Face inférieure											
	RS	T	L	Cup°C	ΔT°C	RH%						
Mesure 1	83	28.8	5	28.8	0	42						
Mesure 2	76	29.3	5	29.3	0.2	42						
Mesure 3	86	29.4	5	29.4	0.2	42						
Moyenne	81.6											
RS m² s mol⁻¹	81.6											

Sophora	Avant traitement à 40°C/3h											
	Face inférieure						Face supérieure					
	RS	T	L	Cup°C	ΔT°C	RH%	RS	T	L	Cup°C	ΔT°C	RH%
Mesure 1	49.5	26	5	26	0.2	42	149	26.1	5	26.1	0.2	42
Mesure 2	53	26	5	26	0.2	42	126	26.2	5	26.2	0.5	42
Mesure 3	76	26.1	5	26.1	0.2	42	151	26.1	5	26.2	0.2	42
Moyenne	59.5						142					
RS m² s mol⁻¹	42											

Sophora	Après traitement à 40°C/3h											
	Face inférieure						Face supérieure					
	RS	T	L	Cup°C	ΔT°C	RH%	RS	T	L	Cup°C	ΔT°C	RH%
Mesure 1	78	27.4	15	27.4	0.3	42	164	27.7	5	27.7	0.4	42
Mesure 2	86	27.4	20	27.4	0.2	41.9	119	28	5	28	0.4	42
Mesure 3	92	27.4	15	27.4	0.2	41.9	158	28	5	28	0.5	42
Moyenne	85.3						147					
RS m² s mol⁻¹	54											

Frêne	Avant traitement à 40°C/3h						
	Face inférieure						
	RS	T	L	Cup°C	ΔT°C	RH%	
Mesure 1	34.5	27.6	5	27.6	0.3	42	
Mesure 2	11.2	27.6	5	27.5	0.4	42	
Mesure 3	31.5	27.6	5	27.6	0.4	42	
Moyenne	25.7						
RS m² s mol⁻¹	25.7						

Frêne	Après traitement à 40°C/3h						
	Face inférieure						
	RS	T	L	Cup°C	ΔT°C	RH%	
Mesure 1	20	27.3	5	27.3	0.3	41.9	
Mesure 2	68	27.2	5	27.2	0.3	39.5	
Mesure 3	91	27.2	10	27.2	0	41.9	
Moyenne	59.6						
RS m² s mol⁻¹	59.6						

Acacia cyanophylla	Avant traitement à 40°C/3h											
	Face inférieure						Face supérieure					
	RS	T	L	Cup°C	ΔT°C	RH%	RS	T	L	Cup°C	ΔT°C	RH%
Mesure 1	34.5	28.3	5	28.3	0.3	41.9	41.5	28.3	10	28.3	0.4	41.9
Mesure 2	23.8	28.3	5	28.3	0.3	41.9	55	28.3	30	28.3	0.5	41.8
Mesure 3	31.5	28.3	5	28.3	0.2	42	40.5	28.3	5	28.3	0.5	41.9
Moyenne	29.9						45.6					
RS m² s mol⁻¹	18											

Acacia cyanophylla	Après traitement à 40°C/3h											
	Face inférieure						Face supérieure					
	RS	T	L	Cup°C	ΔT°C	RH%	RS	T	L	Cup°C	ΔT°C	RH%
Mesure 1	72	30	15	30	0.3	41.9	84	29.8	5	29.8	0.3	41.9
Mesure 2	58	30	5	30	0.5	41.9	53	29.9	5	29.9	0.5	42
Mesure 3	60	29.9	5	29.9	0.4	41.9	66	29.8	5	29.8	0.5	42
Moyenne	63.3						67.6					
RS m² s mol⁻¹	32											

Eucalyptus	Avant traitement à 40°C/3h											
	Face inférieure						Face supérieure					
	RS	T	L	Cup°C	ΔT°C	RH%	RS	T	L	Cup°C	ΔT°C	RH%
Mesure 1	39	27.7	5	27.7	0.2	41.9	12.3	27.2	5	27.2	0.3	42
Mesure 2	30.5	27.7	5	27.7	0.1	42	8.9	27.2	5	27.2	0.5	42
Mesure 3	27.8	27.7	5	27.7	0.2	42	8.10	27.2	5	27.2	0.6	41.5
Moyenne	32.4						9.7					
RS m² s mol⁻¹	7.5											

Eucalyptus	Après traitement à 40°C/3h											
	Face inférieure						Face supérieure					
	RS	T	L	Cup°C	ΔT°C	RH%	RS	T	L	Cup°C	ΔT°C	RH%
Mesure 1	54	26.4	15	26.4	0.2	42	48.5	26.4	5	26.4	0.3	41.9
Mesure 2	49	26.5	5	26.5	0.2	42	32	26.4	5	26.4	0.4	42
Mesure 3	68	26.5	10	26.5	0.3	38.5	69	26.5	5	26.5	0.4	41.9
Moyenne	57						49.8					
RS m² s mol⁻¹	26.5											

Ailante	Avant traitement à 40°C/3h					
	Face inférieure					
	RS	T	L	Cup°C	ΔT°C	RH%
Mesure 1	37.5	27.6	5	27.7	0.7	41.9
Mesure 2	40	27.6	5	27.6	0.7	42
Mesure 3	70	27.5	5	27.5	0.6	41.9
Moyenne	49.1					
RS m² s mol⁻¹	49.1					

Ailante	Après traitement à 40°C/3h					
	Face inférieure					
	RS	T	L	Cup°C	ΔT°C	RH%
Mesure 1	43.5	26.4	5	26.4	0.3	41.9
Mesure 2	66	26.4	5	26.4	0.2	41.9
Mesure 3	77	26.4	5	26.4	0.2	41.9
Moyenne	62.1					
RS m² s mol⁻¹	62.1					

Melia	Avant traitement à 40°C/3h											
	Face inférieure						Face supérieure					
	RS	T	L	Cup°C	ΔT°C	RH%	RS	T	L	Cup°C	ΔT°C	RH%
Mesure 1	39	27.5	5	27.5	0.4	40	89	27.6	5	27.6	0.4	40
Mesure 2	28	27.6	10	27.6	0.4	40	85	27.7	5	27.7	0.4	40
Mesure 3	51	27.6	10	27.6	0.4	40	74	27.7	5	27.7	0.4	40
Moyenne	39.3						82.6					
RS m² s mol⁻¹	26.6											

Melia	Après traitement à 40°C/3h											
	Face inférieure						Face supérieure					
	RS	T	L	Cup°C	ΔT°C	RH%	RS	T	L	Cup°C	ΔT°C	RH%
Mesure 1	55	26.4	5	26.4	0	41.9	151	26.5	5	26.5	0.2	42
Mesure 2	73	26.4	5	26.4	0	41.9	156	26.7	5	26.7	0.3	42
Mesure 3	96	26.4	10	26.4	0	42	99	26.6	5	26.6	0.4	41.9
Moyenne	74.6						135.3					
RS m² s mol⁻¹	48.3											

Citrus	Avant traitement à 40°C/3h					
	Face inférieure					
	RS	T	L	Cup°C	ΔT°C	RH%
Mesure 1	33.5	27.6	5	27.6	-0.1	41.9
Mesure 2	42	27.6	5	27.6	-0.2	41.9
Mesure 3	30	27.6	5	27.6	-0.2	41.9
Moyenne	35.1					
RS m² s mol⁻¹	35.1					

Citrus	Après traitement à 40°C/3h					
	Face inférieure					
	RS	T	L	Cup°C	ΔT°C	RH%
Mesure 1	7.7	29.5	5	29.5	0.4	41.6
Mesure 2	8.20	29.5	5	29.5	0.6	42
Mesure 3	10.5	29.5	10	29.5	0.7	42
Moyenne	8.8					
RS m² s mol⁻¹	8.8					

Caroubier	Avant traitement à 40°C/3h					
	Face inférieure					
	RS	T	L	Cup°C	ΔT°C	RH%
Mesure 1	15	28.2	5	28.2	0.3	41.7
Mesure 2	15.5	28.2	5	28.2	0.4	41.9
Mesure 3	14.5	28.2	5	28.2	0.4	41.6
Moyenne	15					
RS m² s mol⁻¹	15					

Caroubier	Après traitement à 40°C/3h					
	Face inférieure					
	RS	T	L	Cup°C	ΔT°C	RH%
Mesure 1	101	29.6	10	29.6	0.2	41.9
Mesure 2	66	29.5	10	29.5	0.2	42
Mesure 3	49.5	29.5	10	29.5	0.1	41.9
Moyenne	72.1					
RS m² s mol⁻¹	72.1					

Casuarina	Avant traitement à 40°C/3h					
	Face inférieure+Face supérieure					
	RS	T	L	Cup°C	ΔT°C	RH%
Mesure 1	39	28.1	10	28.1	0.2	41.8
Mesure 2	36.5	28	5	28	0	41.9
Mesure 3	67	28.2	5	28.2	0	41.9
Moyenne	47.5					
RS m² s mol⁻¹	47.5					

Casuarina	Après traitement à 40°C/3h					
	Face inférieure+Face supérieure					
	RS	T	L	Cup°C	ΔT°C	RH%
Mesure 1	36.5	29.6	5	29.6	0.3	41.9
Mesure 2	49	29.7	5	29.7	0.3	41.9
Mesure 3	59	29.9	5	29.9	0.3	42
Moyenne	48.2					
RS m² s mol⁻¹	48.2					

Cyprés	Avant traitement à 40°C/3h					
	Face inférieure					
	RS	T	L	Cup°C	ΔT°C	RH%
Mesure 1	35.5	27.6	15	27.6	0	41.9
Mesure 2	32.5	27.7	10	27.7	-0.1	41.9
Mesure 3	44.5	27.7	20	27.7	-0.2	41.9
Moyenne	37.5					
RS m² s mol⁻¹	37.5					

Cyprés	Après traitement à 40°C/3h					
	Face inférieure					
	RS	T	L	Cup°C	ΔT°C	RH%
Mesure 1	33	28.5	20	28.5	-0.1	42
Mesure 2	27	28.5	10	28.5	0	41.8
Mesure 3	65	28.6	10	28.6	0.1	42
Moyenne	41.6					
RS m² s mol⁻¹	41.6					

Faux poivrier	Avant traitement à 45 °C/3h											
	Face inférieure						Face supérieure					
	RS	T	L	Cup°C	ΔT°C	RH%	RS	T	L	Cup°C	ΔT°C	RH%
Mesure 1	28.4	28.4	5	28.4	0.2	41.9	68	28.3	10	28.3	0.3	42
Mesure 2	27.6	28.4	5	28.4	0.3	41.9	58	28.1	20	28.1	0.1	41.9
Mesure 3	41.5	28.4	5	28.4	0.5	41.9	70	28.3	20	28.3	0.3	41.9
Moyenne	32.5						65.3					
RS m² s mol⁻¹	21.7											

Faux poivrier	Après traitement à 45°C/3h											
	Face inférieure						Face supérieure					
	RS	T	L	Cup°C	ΔT°C	RH%	RS	T	L	Cup°C	ΔT°C	RH%
Mesure 1	137	29.3	15	29.3	0.2	42	150	29.5	5	29.5	0.1	39
Mesure 2	66	29.3	5	29.6	0.3	41.9	244	29.5	5	29.5	0.1	42
Mesure 3	162	29.5	5	29.5	0.1	41.9	248	29.6	5	29.6	0	41.9
Moyenne	123.6						214					
RS m² s mol⁻¹	78.7											

Myoporum	Avant traitement à 45°C/3h					
	Face inférieure					
	RS	T	L	Cup°C	ΔT°C	RH%
Mesure 1	88	29.3	15	28.3	0.1	41.9
Mesure 2	216	18.1	5	28.1	0	41.9
Mesure 3	199	29.4	10	29.4	0.1	41.9
Moyenne	167.6					
RS m² s mol⁻¹	167.6					

Myoporum	Après traitement à 45°C/3h					
	Face inférieure					
	RS	T	L	Cup°C	ΔT°C	RH%
Mesure 1	170	29	10	29	0.1	41.9
Mesure 2	185	29.1	5	29.1	0.1	42
Mesure 3	165	29.2	5	29.2	0	41.9
Moyenne	173.3					
RS m² s mol⁻¹						

Sophora	Avant traitement à 45°C/3h											
	Face inférieure						Face supérieure					
	RS	T	L	Cup°C	ΔT°C	RH%	RS	T	L	Cup°C	ΔT°C	RH%
Mesure 1	50	28.4	5	28.4	0.3	41.9	99	28.6	20	28.6	0.3	42
Mesure 2	39	28.5	5	28.5	0.3	41.9	114	28.5	5	28.5	0.3	42
Mesure 3	48.5	28.4	5	28.4	0.2	41.9	101	28.5	5	25.5	0.5	41.9
Moyenne	45.8						104.6					
RS m² s mol⁻¹	31.8											

Sophora	Après traitement à 45°C/3h											
	Face inférieure						Face supérieure					
	RS	T	L	Cup°C	ΔT°C	RH%	RS	T	L	Cup°C	ΔT°C	RH%
Mesure 1	28	29.7	10	29.7	0.7	40.8	173	29.5	5	29.5	0.4	41.9
Mesure 2	60	29.6	10	29.6	0.5	41.9	210	29.3	10	29.3	0.1	41.9
Mesure 3	38	29.5	10	29.5	0.5	41.9	167	29.3	5	29.3	0.1	41.9
Moyenne	42						183.3					
RS m² s mol⁻¹	34.2											

Frêne	Avant traitement à 45°C/3h					
	Face inférieure					
	RS	T	L	Cup°C	ΔT°C	RH%
Mesure 1	24.8	27.1	5	27.1	0.1	42
Mesure 2	37.5	27.2	10	27.2	0.1	42
Mesure 3	30	27.2	5	27.2	0	41.9
Moyenne	30.7					
RS m² s mol⁻¹	30.7					

Frêne	Après traitement à 45°C/3h					
	Face inférieure					
	RS	T	L	Cup°C	ΔT°C	RH%
Mesure 1	56	27.7	5	27.7	0.2	41.9
Mesure 2	68	27.7	5	27.7	0	42
Mesure 3	48.5	27.7	5	27.7	0	41.9
Moyenne	57.5					
RS m² s mol⁻¹	57.5					

Acacia cyanophylla	Avant traitement à 45°C/3h											
	Face inférieure						Face supérieure					
	RS	T	L	Cup°C	ΔT°C	RH%	RS	T	L	Cup°C	ΔT°C	RH%
Mesure 1	212	27.4	15	17.4	0.1	42	-4	27.3	30	27.3	0	38.4
Mesure 2	216	28.1	5	28.1	0.1	41.9	134	27.3	10	27.3	0.1	42
Mesure 3	222	28.3	5	28.3	-0.1	41.9	75	27.4	20	27.4	0.1	40
Moyenne	216.6						68.3					
RS m² s mol⁻¹	52											

Acacia cyanophylla	Après traitement à 45°C/3h											
	Face inférieure						Face supérieure					
	RS	T	L	Cup°C	ΔT°C	RH%	RS	T	L	Cup°C	ΔT°C	RH%
Mesure 1	36	29.3	15	29.3	0.4	40.2	69	29.2	5	29.2	0.4	42
Mesure 2	114	29.1	15	29.1	0.2	42	56	29.3	5	29.3	0.5	42
Mesure 3	66	29.2	15	29.2	0.3	41	126	29.3	10	29.3	0.4	42
Moyenne	72						83.6					
RS m² s mol⁻¹	38.7											

Eucalyptus	Avant traitement à 45°C/3h											
	Face inférieure						Face supérieure					
	RS	T	L	Cup°C	ΔT°C	RH%	RS	T	L	Cup°C	ΔT°C	RH%
Mesure 1	31.5	28	20	28	0.1	41.9	45	28.2	10	28.2	0.6	42
Mesure 2	17.7	27.9	10	27.9	0.3	37.9	56	28.2	10	28.2	0.7	41.9
Mesure 3	51	27.8	15	27.8	0.1	42	53	28.2	5	28.3	0.4	41.9
Moyenne	33.4						41.6					
RS m² s mol⁻¹	18.5											

Eucalyptus	Après traitement à 45°C/3h											
	Face inférieure						Face supérieure					
	RS	T	L	Cup°C	ΔT°C	RH%	RS	T	L	Cup°C	ΔT°C	RH%
Mesure 1	123	27.8	10	27.8	-0.1	42	95	27.8	20	27.8	0.2	42
Mesure 2	99	27.7	5	27.7	0.1	42	93	28	10	28	0.2	42
Mesure 3	95	27.8	5	27.8	0.1	42	174	28	35	28	0.3	42
Moyenne	105.6						120.6					
RS m² s mol⁻¹	56.4											

Ailante	Avant traitement à 45°C/3h											
	Face inférieure											
	RS	T	L	Cup°C	ΔT°C	RH%						
Mesure 1	22.8	27.7	10	27.7	0.1	41.9						
Mesure 2	34	27.7	5	27.7	0.1	41.9						
Mesure 3	23.6	27.7	5	27.7	0.1	41.8						
Moyenne	26.8											
RS m² s mol⁻¹	26.8											

Ailante	Après traitement à 45°C/3h											
	Face inférieure											
	RS	T	L	Cup°C	ΔT°C	RH%						
Mesure 1	40.5	27.7	5	27.7	0.1	41.9						
Mesure 2	58	27.6	5	27.6	0	41.9						
Mesure 3	103	27.9	10	27.9	0	41.9						
Moyenne	67.1											
RS m² s mol⁻¹	67.1											

Melia	Avant traitement à 45°C/3h											
	Face inférieure											
	RS	T	L	Cup°C	ΔT°C	RH%						
Mesure 1	54	27.4	5	27.4	-0.1	41.9						
Mesure 2	63	27.4	5	27.4	-0.1	42						
Mesure 3	44.5	27.7	5	27.7	-0.2	41.9						
Moyenne	53.8											
RS m² s mol⁻¹	53.8											

Melia	Après traitement à 45°C/3h											
	Face inférieure											
	RS	T	L	Cup°C	ΔT°C	RH%						
Mesure 1	59	28.4	10	28.4	0.1	41.9						
Mesure 2	48.5	28.5	5	28.5	0.2	41.9						
Mesure 3	99	28.5	15	28.5	0.1	41.9						
Moyenne	68.8											
RS m² s mol⁻¹	68.8											

Citrus	Avant traitement à 45°C/3h					
	Face inférieure					
	RS	T	L	Cup°C	ΔT°C	RH%
Mesure 1	34	29.1	5	29.1	0.4	41.9
Mesure 2	29	27.8	10	27.8	0.4	41.8
Mesure 3	54	27.8	5	27.8	0.3	42
Moyenne	39					
RS m² s mol⁻¹	39					

Citrus	Après traitement à 45°C/3h					
	Face inférieure					
	RS	T	L	Cup°C	ΔT°C	RH%
Mesure 1	182	29.2	15	29.2	-0.1	42
Mesure 2	69	29.3	15	29.3	0	41.9
Mesure 3	84	29.3	10	29.3	-0.1	42
Moyenne	111.6					
RS m² s mol⁻¹	111.6					

Caroubier	Avant traitement à 45°C/3h					
	Face inférieure					
	RS	T	L	Cup°C	ΔT°C	RH%
Mesure 1	13.2	27.2	10	27.2	0.2	41.9
Mesure 2	10.1	27.2	15	27.2	0.2	41.6
Mesure 3	8.6	27.2	20	27.2	0.3	41.9
Moyenne	10.6					
RS m² s mol⁻¹	10.6					

Caroubier	Après traitement à 45°C/3h					
	Face inférieure					
	RS	T	L	Cup°C	ΔT°C	RH%
Mesure 1	23.2	27.6	5	27.7	0.2	42
Mesure 2	8.9	27.6	30	27.6	0.3	42.9
Mesure 3	35	27.7	15	27.7	0.4	41.9
Moyenne	22.3					
RS m² s mol⁻¹	22.3					

Casuarina	Avant traitement à 45°C/3h					
	Face inférieure+Face supérieure					
	RS	T	L	Cup°C	ΔT°C	RH%
Mesure 1	59	27.2	5	27.2	-0.1	42
Mesure 2	87	27.3	10	27.2	-0.1	41.9
Mesure 3	84	27.3	10	27.3	-0.2	41.9
Moyenne	76.6					
RS m² s mol⁻¹	76.6					

Casuarina	Après traitement à 45°C/3h					
	Face inférieure+Face supérieure					
	RS	T	L	Cup°C	ΔT°C	RH%
Mesure 1	88	28.3	5	28.3	0.1	42
Mesure 2	91	28.4	5	28.4	0.1	42
Mesure 3	102	28.4	10	28.4	0.1	41.9
Moyenne	93.6					
RS m² s mol⁻¹	93.6					

Troène	Avant traitement à 45 °C/3h					
	Face inférieure					
	RS	T	L	Cup°C	ΔT°C	RH%
Mesure 1	79	27.2	5	27.2	0.1	41.9
Mesure 2	53	27.2	5	27.2	0.1	41.9
Mesure 3	163	27.3	5	27.3	0.2	41.9
Moyenne	98.3					
RS m² s mol⁻¹	98.3					

Troène	Après traitement à 45 °C/3h					
	Face inférieure					
	RS	T	L	Cup°C	ΔT°C	RH%
Mesure 1	63	29.3	5	29.3	0.3	41.9
Mesure 2	91	29.5	5	29.5	0.5	41.9
Mesure 3	62	29.6	5	29.6	0.7	42
Moyenne	72					
RS m² s mol⁻¹	72					

Févier d'Amérique	Avant traitement à 45°C/3h											
	Face inférieure						Face supérieure					
	RS	T	L	Cup°C	ΔT°C	RH%	RS	T	L	Cup°C	ΔT°C	RH%
Mesure 1	70	28.4	5	28.4	0.1	41.9	118	28.8	5	28.8	0.3	42
Mesure 2	88	28.4	10	28.4	0.1	41.9	129	28.8	15	28.8	0	41.9
Mesure 3	82	28.1	10	28.1	0.2	42	97	28.9	15	28.9	0.3	42
Moyenne	80						114.6					
RS m² s mol⁻¹	47.1											

Févier d'Amérique	Après traitement à 45°C/3h											
	Face inférieure						Face supérieure					
	RS	T	L	Cup°C	ΔT°C	RH%	RS	T	L	Cup°C	ΔT°C	RH%
Mesure 1	79	29.3	5	29.3	-0.1	42	137	29.5	15	29.5	0.2	41.9
Mesure 2	87	29.3	5	29.3	0.2	42	115	29.6	20	29.6	0.4	42
Mesure 3	77	29.3	5	29.3	0.3	41.9	89	29.6	25	29.6	0.3	41.9
Moyenne	81						113.6					
RS m² s mol⁻¹	47.3											

Acacia horrida	Avant traitement à 45°C/3h											
	Face inférieure						Face supérieure					
	RS	T	L	Cup°C	ΔT°C	RH%	RS	T	L	Cup°C	ΔT°C	RH%
Mesure 1	25	28.1	5	28.1	0.3	42	32	28.1	5	28.1	0.2	41.9
Mesure 2	44	28.1	5	28.1	0.2	42	28	28.2	10	28.1	0.3	41.9
Mesure 3	17.3	28	10	28	0.3	42	35	28.1	5	28.1	0.4	41.9
Moyenne	28.7						31.6					
RS m² s mol⁻¹	15.1											

Acacia horrida	Après traitement à 45°C/3h											
	Face inférieure						Face supérieure					
	RS	T	L	Cup°C	ΔT°C	RH%	RS	T	L	Cup°C	ΔT°C	RH%
Mesure 1	34.5	29.7	5	29.7	0.2	42	102	29.6	5	29.6	0.2	41.9
Mesure 2	110	29.7	10	29.7	0.2	42	72	29.7	5	29.7	0.3	41.9
Mesure 3	123	29.7	5	29.7	0.3	42	142	29.8	5	29.8	0.2	41.9
Moyenne	89.1						105.3					
RS m² s mol⁻¹	48.3											

Tableaux 34 : Evolution de la résistance au cours de la journée en fonction de la température et de l'éclairement.

Citrus	A 8h						A 10h					
	RS	T	L	Cup°C	ΔT°C	RH	RS	T	L	Cup	ΔT	RH
	29	26.6	1340	26.6	-1.5	42	264	31.8	1530	31.8	-0.1	42
	15	27	780	27	-1.7	41.8	101	32.1	1510	32.1	-3	41.9
	33	27.2	740	27.2	-2.1	42	33	32.3	315	32.3	-3.5	41.7
	20.6	27.9	860	27.9	-2.8	41.7	25.2	32.6	1530	32.6	-	42.1
Moyenne	27.5	27.1	930				53	32.2	1221.2			

Citrus à 12h							A 14h					A 16h						
RS	T	L	Cup	ΔT	RH		RS	T	L	Cup	ΔT	RH	RS	T	L	Cup	ΔT	RH
21.2	39.1	1530	39.1	-3.6	42		38	39.9	1530	39.9	-3.1	42	296	36.4	120	36.4	-1.4	42
50	39.3	160	39.3	-3.2	42		98	39.9	1530	39.9	-6.6	41.9	81	36.4	120	36.4	-2.7	42
45.5	39.4	1530	39.4	-3.7	42		56	40.1	1530	40.1	-5.5	41.9	415	37.6	150	37.6	-4.5	42
53	39.6	1530	39.6	-3	41.9													
49.5	39.3	1187.5					64	39.9	1530				264	36.8	130			

Caroubier	A 8h						A 10h					
	RS	T	L	Cup	ΔT	RH	RS	T	L	Cup	ΔT	RH
	15.2	29.1	800	29.1	0	42.1	13.3	33.3	1530	33.3	-2.9	41.7
	8.8	28.9	930	28.9	-1.9	41.9	11.3	33.3	1530	33.3	-3.5	41.8
	23.8	29.1	900	29.1	-0.4	42	15	33	1500	33	-2.7	41.6
	35	29.4	360	29.4	0	42						
Moyenne	27.9	29.1	747.5				13.2	33.2	1520			

Caroubier à 12h							A 14h					A 16h						
RS	T	L	Cup	ΔT	RH		RS	T	L	Cup	ΔT	RH	RS	T	L	Cup	ΔT	RH
15	38.1	450	38.1	-4.9	41.5		6.8	38.3	1530	38.3	-3.7	42	56	33.9	1530	33.9	-2	40.9
9.6	38.4	1530	38.4	-5	41.7		19	38.6	1530	38.6	-3.2	42.1	23.6	34.2	130	34.2	-4.3	42
23	38.8	1530	38.8	-4.7	42.1		21	38.7	1530	38.7	-3.3	41.6	17.7	34.9	150	34.9	--	41.9
8.4	39.1	1530	39.1	--	41.5		9.10	38.9	1530	38.9	--	41.6	15.7	35	150	35	--	41.6
14	38.6	1260					13.9	38.6	1530				28.2	35.7	490			

Ailante	A 8h						A 10h					
	RS	T	L	Cup	ΔT	RS	RS	T	L	Cup	ΔT	RS
	45.5	28.5	850	28.5	-1.7	41	35.3	33	1260	33	-2.6	41.9
	12.6	28.9	820	28.9	-1.5	41.6	44	33	1530	33	-2.6	41.9
	30	29.2	1420	29.2	-1.4	42	28.4	33	130	33	-3.7	42
	18.1	29.3	800	29.3	-0.7	42	39	32.9	1530	32.9	--	41.9
Moyenne	20.2	28.9	972.5				34.3	33	1437.25			

Ailante	A 12h						A 14h					
	RS	T	L	Cup	ΔT	RS	RS	T	L	Cup	ΔT	RS
	80	40.3	1530	40.3	-4.8	41.9	395	39.5	1530	39.5	-2.8	42
	101	40.5	1530	40.5	-2.4	42	44.5	39.7	1530	39.7	-2.8	42
	92	40.5	1530	40.5	-4.8	41.9	105	39.9	1530	39.9	-2.8	42
	300	40.1	1330	40.1	-0.1	40.9	89	40.6	1530	40.6	-2.8	41.9
Moyenne	91	40.3	1480				196.3	39.9	1530			

Casuarina	A 8h						A 10h					
	RS	T	L	Cup	ΔT	RH	RS	T	L	Cup	ΔT	RH
	21.4	30.5	820	30.5	-1.2	41.9	208	40	1530	40	0.6	42
	22.6	30.6	820	30.6	--	41.8	228	40	700	40	-0.2	42
	24.4	31	780	31	-1.5	41.9	53	40	1320	40	-1.2	42
	10.7	30.9	580	30.9	-1.1	41.6	232	40.3	690	40.3	-0.3	42
	16.8	31.2	480	31.2	-0.9	41.7						
Moyenne	19.1	30.8	696				180.2	40	1060			

Casuarina A 12h						A 14h						A16h					
RS	T	L	Cup	ΔT	RH	RS	T	L	Cup	ΔT	RH	RS	T	L	Cup	ΔT	RH
31	36.4	1170	36.4	-4.5	42	60	38.4	1030	38.4	-3.5	41.9	236	34.3	165	34.3	--	41.9
292	38.7	1280	38.7	-2.8	41.9	52	39.5	1150	39.5	-3.2	41.9	63	36.4	70	36.4	-0.4	41.9
39	43	1530	43	-0.9	41.9	56	40.9	1150	40.9	-1.9	41.9	45	36.8	190	36.8	-0.4	41.9
49	43.7	1530	43.7	--	41.9							216	37	165	37	-0.2	41.9
103	40.4	1377.5				56	39.6	1110				140	36.1	147.5			

Frêne	A 8h						A 10h					
	RS	T	L	Cup	ΔT	RH	RS	T	L	Cup	ΔT	RH
	6	31.3	860	31.3	-0.1	41.9	10.1	40.1	1350	40.1	-1.3	42
	16.7	31.4	1000	31.4	-1	42	12.2	40	1350	40	-0.8	42.2
	31	31.3	940	31.3	-0.8	41.9	9.3	39.8	1510	39.8	-1.1	41.2
	12	31.4	450	31.4	--	41.9						
	14.3	31.3	720	31.3	-1.7	41.8						
Moyenne	10.7	31.3	794				10.5	39.9	1403			

Frêne à 12h						A 14h						A 16h					
RS	T	L	Cup	ΔT	RH	RS	T	L	Cup	ΔT	RH	RS	T	L	Cup	ΔT	RH
56	31.7	1530	31.7	-3.7	42	14.9	31.4	1530	31.4	-4.1	41.9	240	30.7	110	30.7	-2.1	42
25.6	32.6	1530	32.6	-4.6	42	60	33	1530	33	-4.3	42	47.5	31.5	150	31.5	-2.2	41.9
33.5	33.7	1530	33.7	-5	41.8	24.6	33.9	1530	33.9	-4.5	41.7	40	32.5	155	32.5	-2.1	42
						39.5	35.2	1530	35.2	-4.9	42	68	33.4	150	33.4	--	41.9
						11.2	36.3	1530	36.3	--	41.6						
38.4	32.6	1530				41.4	33.9	1530				51.8	32	141.1			

Cyprés	A 8h						A 10h					
	RS	T	L	Cup	ΔT	RH	RS	T	L	Cup	ΔT	RH
	23.6	29.5	750	29.5	-0.7	41.8	61	40.5	1530	40.5	-0.9	41.9
	28	29.5	600	29.5	-1.5	41.8	258	40.1	1530	40.1	--	41.9
	30.5	29.8	550	29.8	-1.8	42	248	40.9	1530	40.9	-0.8	41.9
	27.8	30.2	390	30.2	-1.7	42						
Moyenne	27.4	29.7	572.5				189	40.5	1530			

Cyprés à 12h						A 14h						A 16h					
RS	T	L	Cup	ΔT	RH	RS	T	L	Cup	ΔT	RH	RS	T	L	Cup	ΔT	RH
260	44	1530	44	-0.8	41.9	294	42.4	880	42.4	-2.3	41.9	210	36.8	135	36.8	--	42
59	44.2	1530	44.2	--	41.9	280	43	800	43	-1.7	41.9	202	36.4	170	36.4	0.3	41.9
252	44	1530	44	-0.5	42	93	44	930	44	-1.2	41.9	84	36.2	130	36.2	0.2	42
190.3	44	1530				222.3	43.1	870				165.3	36.4	145			

Myoporum	A 8h						A 10h					
	RS	T	L	Cup	ΔT	RH	RS	T	L	Cup	ΔT	RH
	7.8	33.4	690	33.4	-1.1	42	19	42	1530	42	0.3	41.7
	36.5	33.3	290	33.3	-0.9	41.9	14.5	41.9	1530	41.9	-0.9	41.7
	24.2	33.5	1150	33.5	-1.5	42	16	41.7	1530	41.7	-1.3	41.7
	28.2	33.5	640	33.5	-1.9	42	4.3	41.5	1530	41.5	-1.5	40.7
Moyenne	31.2	33.4	692.5				13.4	41.7	1530			

Myoporum à 12h						A 14h						A 16 h					
RS	T	L	Cup	ΔT	RH	RS	T	L	Cup	ΔT	RH	RS	T	L	Cup	ΔT	RH
17.2	43	1530	43	0.3	41.8	44	39.5	350	39.5	0.5	41.9	31	36.3	105	36.3	0	41.9
94	42.7	1530	42.7	-1.8	41.9	77	39.4	500	39.4	-0.8	41.9	44	36.4	70	36.4	0.2	41.9
7.9	42.7	1530	42.7	-1.9	42.2	16.1	39.5	420	39.5	-1.8	41.9	50	36.1	105	36.1	0.3	41.9
37.5	42.8	1530	42.8	-1.8	41.9												
39.1	42.8	1530				45.7	39.4	423.3				41.6	36.2	93.3			

Troène	A 8h						A 10h					
	RS	T	L	Cup	ΔT	RH	RS	T	L	Cup	ΔT	RH
	12.5	33.7	970	33.7	-	41.6	15.9	41.4	1530	41.4	-0.8	41.9
	15.7	33.7	750	33.7	-1.9	41.9	12.7	41.2	1530	41.2	-0.5	42
	12.9	33.9	710	33.9	-1.3	42	9.9	40.9	1530	40.9	-0.2	41.9
	15.4	34	720	34	-1.3	41.6	40	40.5	1530	40.5	-0.9	42
Moyenne	14.1	33.8	787.5				19.6	41	1530			

Troène à 12h						A 14h						A 16h					
RS	T	L	Cup	ΔT	RH	RS	T	L	Cup	ΔT	RH	RS	T	L	Cup	ΔT	RH
6.9	42.8	1530	42.8	-1.3	41.3	10.5	40	320	40	-1.1	42	85	35.9	30	35.9	0	42
7	42.6	1530	42.6	-0.7	41.6	10.8	40.1	315	40.1	-1.1	41.9	160	35.9	30	35.9	-0.1	42
7.9	42.5	1530	42.5	-2	42.3	28	40.2	800	40.2	-0.7	41.9	180	35.3	75	35.5	-0.1	42
5.1	42.5	1420	42.5	-2	42.1												
6.7	42.6	1502.5				16.4	40.1	478.3				141.6	35.7	45			

Sophora à 8h												
Face inférieure						Face supérieure						
RS	T	L	Cup	ΔT	RH	RS	T	L	Cup	ΔT	RS	
9.30	31.3	1530	31.3	-2.1	42	103	33.6	125	33.6	-0.6	42	
15.1	31.9	1400	31.9	-1.7	41.7	89	35.1	75	35.1	0.4	42	
14.2	32.3	1530	32.3	-2.7	42.1	165	35.7	75	35.7	-2.7	42	
9.4	32.8	1520	32.8	--	41.9							
12	32	1495				119	34.8	91.6				
10.9												

Sophora à 10h												
Face inférieure						Face supérieure						
RS	T	L	Cup	ΔT	RH	RS	T	L	Cup	ΔT	RH	
16.3	32	1530	32	-3.1	1530	120	35	90	35	-1.8	41.9	
18.7	32.3	1530	32.3	-3.9	42	115	38.5	185	38.5	-0.6	41.9	
22	32.9	1530	32.9	-4.4	42	104	39.6	180	39.6	-0.7	41.9	
19	32.4	1530	32.4			113	37.7	151.6				
16.3												

Sophora à 12h											
Face inférieure						Face supérieure					
RS	T	L	Cup	ΔT	RH	RS	T	L	Cup	ΔT	RH
24.6	30.2	1530	30.2	-4.9	42	126	37.1	150	37.1	-2	42
24.2	31	1530	31	-5.5	41.7	204	38.5	105	38.5	-1.5	42
14	32.2	1530	32.2	-5.5	41.1	90	40	150	40	-1.4	42
20.9	31.1	1530				140	38.5	135			
18.2											

Sophora à 14h											
Face inférieure						Face supérieure					
RS	T	L	Cup	ΔT	RH	RS	T	L	Cup	ΔT	RH
36	30	1130	30	-5.3	41.7	Fermeture des stomates					
37.5	31.3	1130	31.3	-5.4	41.9						
42	32.4	1050	32.5	-5.6	41.8						
38.5	31.2	1103	31.2	-5.4	41.8						

Sophora à 16h											
Face inférieure						Face supérieure					
RS	T	L	Cup	ΔT	RH	RS	T	L	Cup	ΔT	RH
168	40.8	85	40.8	0.5	42	Fermeture des stomates					
19.8	40.5	110	40.5	0.8	41.9						
91	39.4	90	39.4	0.4	41.9						
92.9	40.2	95	40.2	0.5	41.9						

Acacia horrida à 8h											
Face inférieure						Face supérieure					
RS	T	L	Cup	ΔT	RH	RS	T	L	Cup	ΔT	RH
9.20	36	1530	36		42	23.2	36.3	290	36.6	-1.2	41.8
19.7	36	1530	36	-2.2	42	29.8	36.6	260	36.3	-0.1	41.8
23.6	36.2	1500	36.2	-1.6	42	20.4	36.3	254	36.3	-0.1	41.7
25.8	36.4	1530	36.4	-2.8	41.9	33.5	36.4	294	36.4	0	42
19.5	36.1	1522	36.1	-8.8	41.9	26.7	36.4	274.5	36.4	-0.3	41.8
11.3											

Acacia horrida à 10h											
Face inférieure						Face supérieure					
RS	T	L	Cup	ΔT	RH	RS	T	L	Cup	ΔT	RH
38.5	39.9	1530	39.9	-0.6	42	35	40.6	260	40.6	-2	42
32.5	40.3	1520	40.3	--	41.9	35.5	40.9	284	40.9	-0.6	41.8
42	40.5	1530	40.5	-2.7	41.9	51	40.8	240	40.8	-0.2	41.9
40.5	40.2	1526	40.2	-1.6	41.9	40.9	40.7	261.3	40.7	-0.9	41.9
20.4											

Acacia horrida à 12h											
Face inférieure						Face supérieure					
RS	T	L	Cup	ΔT	RH	RS	T	L	Cup	ΔT	RH
55	41.1	1530	41.1	-1.3	41.9	66	42.2	250	42.2	-0.8	42
29.4	41.5	1290	41.5	-2	41.9	57	42.1	270	42.1	-0.2	41.9
38.5	41.9	1460	41.9	-1.3	41.9	52	42.2	200	42.2	-0.9	41.9
40.9	41.5	1426	41.5	-1.5	41.9	58.3	42.1	240	42.1	-0.6	41.9
24											

Acacia horrida à 14h											
Face inférieure						Face supérieure					
RS	T	L	Cup	ΔT	RH	RS	T	L	Cup	ΔT	RH
208	40	450	40	-1.7	42	71	42.4	230	42.4	-1.9	41.9
41.5	40.6	4000	40.6	-1.9	41.9	41.5	42.6	220	42.6	-1.9	42
64	41.2	550	41.2	-2.1	42	50	41.4	445	41.4	-2	41.9
104.5	40.6	1666.6	40.6	-1.9	41.9	54.1	42.1	298.3	169.3	-1.9	41.9
35.7											

Acacia horrida à 16h											
Face inférieure						Face supérieure					
RS	T	L	Cup	ΔT	RH	RS	T	L	Cup	ΔT	RH
33.5	39	115	39	0.4	41.9	39	38	80	38	-0.3	41.9
50	38.7	125	38.7	0.4	41.9	52	37.9	40	37.9	-0.4	41.9
52	38.4	105	38.4	0.3	41.9	72	37.6	50	37.9	-0.6	41.9
45.1	38.7	115	38.7	0.3	41.9	54.3	37.8	56.6	37.9	-0.4	41.9
24.7											

Faux poivrier à 8h											
Face inférieure						Face supérieure					
RS	T	L	Cup	ΔT	RH	RS	T	L	Cup	ΔT	RH
26.4	37.9	1530	37.9	0.1	42	45	37.8	204	37.8	-1.3	42
12.9	37.7	1500	37.7	-0.6	41.6	56	37.9	160	37.9	-0.2	42
40	37.9	1530	37.9	-3.3	42	64	38	170	38	0.3	41.9
26.4	37.8	1520	37.8	-1.2	41.8	55	37.9	178	37.9	-0.4	41.9
17.8											

Faux poivrier à 10h											
Face inférieure						Face supérieure					
RS	T	L	Cup	ΔT	RH	RS	T	L	Cup	ΔT	RH
188	41.5	1530	41.5	-0.5	41.9	71	41.5	244	41.5	-1.4	42
41	41.3	1530	41.3	0.2	41.9	48.5	41.6	360	41.6	-2.1	42
36	41.1	1530	41.1	-1.6	41.8	80	41.7	130	41.7	-0.5	42
89	41.3	1530	41.3	-1	41.9						
88.5	41.3	1530	41.3	-0.7	41.8	66.5	41.6	244.6	41.6	-1.3	42
38.4											

Faux poivrier à 12h											
Face inférieure						Face supérieure					
RS	T	L	Cup	ΔT	RH	RS	T	L	Cup	ΔT	RH
25.4	42.3	1450	42.3	-2.4	42	200	43.2	180	43.2	-0.7	41.9
25.4	42.5	1440	42.5	-1.9	42	69	43.1	210	43.1	-	41.9
6.4	42.6	1200	42.6	-2.1	42.3	60	42.3	190	42.3	-0.2	41.9
19	42.4	1363	42.4	-2.1	42.1	109.6	42.8	193.3	42.8	-0.4	41.9
16.2											

Faux poivrier à 14h											
Face inférieure						Face supérieure					
RS	T	L	Cup	ΔT	RH	RS	T	L	Cup	ΔT	RH
224	41.6	294	41.6	-1.4	41.9	94	43.2	365	43.2	-1.2	42
36	42.3	970	42.3	-1.7	41.1	77	43.1	214	43.1	-1.6	41.9
64	43.3	250	43.3	-1	41.9	91	42.5	224	42.5	-1.1	41.9
108	42.4	504.6	42	-1.3	41.6	87.3	42.9	267.6	42.9	-1.3	41.9
48.3											

Faux poivrier à 16h											
Face inférieure						Face supérieure					
RS	T	L	Cup	ΔT	RH	RS	T	L	Cup	ΔT	RH
77	37.9	30	37.9	-0.1	41.9	97	37.1	20	37.1	-0.3	41.9
44.5	37.9	115	37.9	0.1	42	90	36.7	75	36.7	-0.2	41.9
96	37.6	135	37.6	0	41.9	104	36.4	90	36.4	-0.6	41.9
72.5	37.8	93.3	37.8	0	41.9	97	36.7	61.6	36.7	-0.3	41.9
41.5											

Févier d'Amérique à 8h											
Face inférieure						Face supérieure					
RS	T	L	Cup	ΔT	RH	RS	T	L	Cup	ΔT	RH
71	31.4	430	31.4	-1.1	41.9	110	32.1	280	32.1	-0.4	42
21.6	31.5	630	31.5	-1.2	42	37.5	32.1	230	32.1	0.3	42
34	32	800	32	-0.8	41.9	82	32.8	335	32.8	-0.3	42
43	32.1	234	32.1	-0.8	42	52	32.8	280	32.8	0.2	42
42.4	42.3	523.5	31.7	-0.9	41.9	70.3	32.4	281.2	32.4	-0.2	42
26.5											

Février d'Amérique à 10h											
Face inférieure						Face supérieure					
RS	T	L	Cup	ΔT	RH	RS	T	L	Cup	ΔT	RH
44	32.1	1530	32.1	-4.2	42	71	36.1	405	36.1	-2.5	42
39.5	33.3	1530	33.3	-3.8	41.9	79	37	280	37	-1.3	41.9
45	34	1530	34	-3.6	41.9	93	39.6	254	39.6	-0.5	42
42.8	33.1	1530	33.1	-3.8	41.9	81	37.5	313	37.5	-1.4	41.9
28											

Février d'Amérique à 12h											
Face inférieure						Face supérieure					
RS	T	L	Cup	ΔT	RH	RS	T	L	Cup	ΔT	RH
82	36.3	1530	36.3	-2	41.9	45.5	41.4	320	41.4	-2	41.9
47	39.6	1530	39.6	-3	41.9	57	42.1	540	42.1	-2.8	41.9
57	40.2	1440	40.2	-3	41.9	64	42.4	600	42.4	-2.8	41.9
62	38.7	1500	38.7	-2.6	41.9	55.5	41.9	486.6	41.9	-2.5	41.9
29.3											

Février d'Amérique à 14h											
Face inférieure						Face supérieure					
RS	T	L	Cup	ΔT	RH	RS	T	L	Cup	ΔT	RH
210	33.8	1530	33.8	-2.6	42	50	39.9	270	39.9	-2.4	41.9
83	35	900	35	-3	41.9	33	41.1	440	41.1	-1.4	42
32	36.4	1530	36.4	--	42	76	40.4	360	40.4	--	41.9
65	37.8	1530	37.8	-2.1	42	222	40.8	395	40.8	--	41.9
97.5	35.7	1372.5	35.7	-2.5	41.9	95.2	40.5	366.2	40.5	-1.9	41.9
48.3											

Février d'Amérique à 16h											
Face inférieure						Face supérieure					
RS	T	L	Cup	ΔT	RH	RS	T	L	Cup	ΔT	RH
204	32.9	244	32.9	-2.5	42	60	37.2	120	37.2	-0.5	41.9
62	34.3	200	34.3	-2.2	42	18.6	37.2	140	37.2	-0.5	41.9
58	35.9	220	35.9	-1.1	41.9	177	37.3	105	37.3	-0.6	41.9
45	36.7	200	36.7	-0.9	41.9	45	37.3	85	37.3	-0.6	41.9
92.2	34.9	216	34.9	-1.6	41.9	75.1	37.2	112.5	37.2	-0.5	41.9
41.5											

Eucalyptus à 8h											
Face inférieure						Face supérieure					
RS	T	L	Cup	ΔT	RH	RS	T	L	Cup	ΔT	RH
26	32.7	1010	32.7	-1	42	64	33	224	33	--	42
22.4	32.8	1000	32.8	-0.8	42	32	33.2	294	33.2	0.7	42
22.8	32.8	1310	32.8	-1.2	41.8	66	33.5	284	33.5	0.1	42
5.10	32.8	800	32.8	-1.2	41.6	10	33.6	224	33.6	1.1	42
19	32.7	780	32.7	-1.0	41.8	43	33.3	256.5	33.3	0.6	42
13.2											

Eucalyptus à 10h											
Face inférieure						Face supérieure					
RS	T	L	Cup	ΔT	RH	RS	T	L	Cup	ΔT	RH
26.4	40	1530	40	-0.6	42	194	40.7	294	40.7	-0.8	41.9
31.5	40.2	1530	40.2	-2.4	42	81	41.2	250	41.2	0.3	41.9
23	40.2	1530	40.2	-2.8	41.7	177	41.4	340	41.4	0.1	41.9
47	40.3	1530	40.3	-2.4	41.9	86	41.8	264	41.8	0.2	42
32.1	40.1	1530	40.1	-2	41.9	134.5	41.2	287	41.2	-0.05	41.9
25.9											

Eucalyptus à 12h											
Face inférieure						Face supérieure					
RS	T	L	Cup	ΔT	RH	RS	T	L	Cup	ΔT	RH
58	42.2	1530	42.2	-1.8	41.9	66	42.4	820	42.4	0	41.9
31.5	42.2	1530	42.2	-1.8	42	96	42.7	210	42.7	0.6	41.9
31	42.3	1530	42.3	-2	42	62	42.8	600	42.8	-0.2	41.9
40.2	42.2	1530	42.2	-1.8	42	74.6	42.6	543.3	42.6	0.1	41.9
26											

Eucalyptus à 14h											
Face inférieure						Face supérieure					
RS	T	L	Cup	ΔT	RH	RS	T	L	Cup	ΔT	RH
34	41.8	1050	41.8	--	41.9	123	42.7	330	42.7	-1.2	42
58	42	1050	42	-1.3	41.9	122	42.6	330	42.6	-0.6	42
46.5	41.8	900	41.8	-0.4	41.9	113	40.6	145	40.6	-0.5	42
67	42	980	42	-0.4	41.9						
51.3	41.9	995	41.9	-0.7	41.9	119.3	42.6	268.3	41.9	0.7	42
35.9											

Eucalyptus à 16h											
Face inférieure						Face supérieure					
RS	T	L	Cup	ΔT	RH	RS	T	L	Cup	ΔT	RH
96	37.2	115	37.2	-0.3	41.9	175	36.9	80	36.9	-0.6	41.9
59	37.2	125	37.2	-0.2	41.9	170	36.7	75	36.7	-0.4	41.9
44.5	37.2	135	37.2	-0.1	41.9	102	36.4	25	36.4	-0.3	41.9
66.5	37.2	125	37.2	-0.2	41.9	149	36.6	60	36.6	-0.4	41.9
46											

Acacia cyanophylla à 8h											
Face inférieure						Face supérieure					
RS	T	L	Cup	ΔT	RH	RS	T	L	Cup	ΔT	RH
4.3	26.1	240	26.1	0.1	42	3.05	26.2	70	26.2	0.1	41.9
8.1	26.1	244	26.1	0.9	41.6	4.75	26.3	70	26.3	1.3	41.9
5.3	26.1	270	26.1	0.6	41.6	3	26.3	70	26.3	1.2	41.6
5.9	26.1	251.3	26.1	0.5	41.7	3.8	26.2	70	26.2	0.8	41.8
2.3											

Acacia cyanophylla à 10h											
Face inférieure						Face supérieure					
RS	T	L	Cup	ΔT	RH	RS	T	L	Cup	ΔT	RH
12.1	26.6	1530	26.6	-5.2	41.9	11.2	28.1	150	28.1	0	41.2
13.1	27.1	1530	27.1	-4.9	41.9	9.7	29	145	29	-1.5	41.6
21.6	27.6	1470	27.6	-4.2	41.9	31	31.1	230	31.1	0.1	42
15.8	27.1	1510	27.1	-4.7	41.9	17.3	29.4	175	29.4	-0.5	41.6
8.3											

Acacia cyanophylla à 12h											
Face inférieure						Face supérieure					
RS	T	L	Cup	ΔT	RH	RS	T	L	Cup	ΔT	RH
27.8	28.8	1530	28.8	-6.8	41.6	13.9	34.9	135	34.9	-2.1	41.9
30.5	30.7	1530	30.7	-7.1	41.9	132.5	35.2	90	35.2	-1.6	31.4
18.4	31.4	1530	31.4	-1.4	41.9	31	35.8	120	35.8	-1.6	42.1
25.6	30.3	1530	30.3	-5.2	41.8	19.5	35.3	115	35.3	1.7	38.5
11											

Acacia cyanophylla à 14h											
Face inférieure						Face supérieure					
RS	T	L	Cup	ΔT	RH	RS	T	L	Cup	ΔT	RH
16.5	30.3	1530	30.3	--	42	30	34.9	125	34.9	--	42
42	32	1530	32	-6.5	42	33.5	37.3	130	37.3	-1	41.9
32	33.2	1530	33.2	-6.6	42	33.5	37.6	160	37.6	-0.6	41.9
24.6	34.5	1530	34.5	-5.4	41.8						
32.8	43.3	1530	43.3	-6.1	41.9	32.3	36.6	138.3	36.6	-0.8	41.9
16.3											

Acacia cyanophylla à 16h											
Face inférieure						Face supérieure					
RS	T	L	Cup	ΔT	RH	RS	T	L	Cup	ΔT	RH
305	27.5	155	27.5	-3	41.5	28.2	32.2	145	32.2	-3.5	42
40.5	30.7	150	30.7	-4.5	41.9	94	33.5	115	33.5	-1.1	41.9
48.5	31.4	165	31.4	-3	41.9	26.6	32.7	120	32.7	-3.1	41.9
39.8	29.8	156.6	29.8	-3.5	41.7	49.6	32.8	126.6	32.8	-2.5	41.9
33.3											

Melia à 8h											
Face inférieure						Face supérieure					
RS	T	L	Cup	ΔT	RH	RS	T	L	Cup	ΔT	RH
23.6	36.1	1530	36.1	-0.8	41.8	154	36.9	224	36.9	0.4	42
38	36.4	1530	36.4	-2.4	42	157	37.9	155	37.9	0.5	41.9
38	36.4	1530	36.4	-2.4	42	139	37.9	270	37.9	1.3	41.9
33.2	36.3	1530	36.3	-1.8	41.9	150	37.5	216.3	37.5	0.7	41.9
27.3											

Melia à 10h											
Face inférieure						Face supérieure					
RS	T	L	Cup	ΔT	RH	RS	T	L	Cup	ΔT	RH
67	40.9	1530	40.9	-0.7	41.9	Fermeture des stomates					
64	40.9	1530	40.9	-2.4	42						
232	41.4	1530	41.4	-2.4	41.9						
121	41.06	1530	41.06	-1.8	41.9						

Melia à 12h											
Face inférieure						Face supérieure					
RS	T	L	Cup	ΔT	RH	RS	T	L	Cup	ΔT	RH
78	42.5	1530	42.5	-1.5	41.9	Fermeture des stomates					
123	42.8	1530	42.8	-1.5	42						
52	42.9	1390	42.9	-1.4	41.9						
84.3	42.7	1530	42.7	-1.4	41.9						

Melia à 14h											
Face inférieure						Face supérieure					
RS	T	L	Cup	ΔT	RH	RS	T	L	Cup	ΔT	RH
78	42.5	1530	42.5	-4.4	41.9	Fermeture des stomates					
42.5	42.9	1530	42.9	-3.5	42						
61	42.9	1530	42.9	-3.4	41.9						
60.5	42.7	1530	42.7	-3.7	41.9						

Melia à 16h											
Face inférieure						Face supérieure					
RS	T	L	Cup	ΔT	RH	RS	T	L	Cup	ΔT	RH
166	36.6	25	36.6	-0.2	41.9	Fermeture des stomates					
159	36.7	60	36.7	-0.2	41.9						
170	36.6	25	36.6	-0.2	41.9						
165	36.6	36.6	36.6	-0.2	41.9						

Tableau 34 : Evolution des résistances stomatiques en fonction de l'éclairement et de la température.

Espèces à	8h	10h	12h	14h	16h
<i>Ailanthé</i>	RS=20.2 T=28.9 L=972.5	RS=34.3 T=33 L=1437.2	RS=91 T=40.3 L=1480	RS=196.3 T=39.9 L=1530	Fermeture des stomates 100%
<i>Acacia cyanophylla</i>	RS=2.3 T=26.1 L=160.6	RS=8.3 T=28.2 L=842.5	RS=11 T=32.8 L=822.5	RS=16.3 T=39.9 L=834.1	RS=33.3 T=31.3 L=141.6
<i>Acacia horrida</i>	RS=11.3 T=36.2 L=898.2	RS=20.4 T=40.4 L=893.6	RS=24 T=41.8 L=833	RS=35.7 T=47.3 L=982.4	RS=24.7 T=38.2 L=85.8
<i>Casuarina</i>	RS=19.1 T=30.8 L=696	RS=180.2 T=40 L=1060	RS=103 T=40.4 L=1377.5	RS=56 T=39.6 L=1110	RS=140 T=36.1 L=147.5
<i>Caroubier</i>	RS=27.9 T=29.1 L=747.5	RS=13.2 T=33.2 L=1520	RS=14 T=38.6 L=1250	RS=13.9 T=38.6 L=1530	RS=28.2 T=35.7 L=490
<i>Citrus</i>	RS=27.5 T=27.1 L=930	RS=53 T=32.2 L=1221.2	RS=49.5 T=39.3 L=1187.5	RS=64 T=39.9 L=1530	RS=264 T=36.8 L=130
<i>Cyprès</i>	RS=27.4 T=29.7 L=572.5	RS=189 T=40.5 L=1530	RS=190.3 T=44 L=1530	RS=222.3 T=43.1 L=870	RS=165 T=36.4 L=145
<i>Eucalyptus</i>	RS=13.2 T=33 L=518.2	RS=25.9 T=40.1 L=908.5	RS=26 T=42.4 L=1036.6	RS=35.9 T=42.2 L=631.6	RS=46 T=39.9 L=92.5
<i>Faux poivrier</i>	RS=17.8 T=37.8 L=849	RS=38.4 T=41.4 L=887.3	RS=16.2 T=42.6 L=778.1	RS=48.3 T=42.6 L=386.1	RS=41.5 T=37.2 L=77.4
<i>Févier d'Amérique</i>	RS=26.5 T=32.4 L=402.3	RS=28 T=35.3 L=921.3	RS=29.3 T=40.3 L=993.3	RS=48.3 T=38.1 L=869.3	RS=41.5 T=36 L=164.2
<i>Frêne</i>	RS=10.7 T=31.3 L=794	RS=10.5 T=39.9 L=1403	RS=38.4 T=32.6 L=1530	RS=41.4 T=33.9 L=1530	RS=51.8 T=32 L=141.1
<i>Myoporum</i>	RS=31.2 T=33.4 L=692.5	RS=13.4 T=41.7 L=1530	RS=39.1 T=42.8 L=1530	RS=45.7 T=39.4 L=423.3	RS=41.6 T=36.2 L=93.3
<i>Sophora</i>	RS=10.9 T=33.4 L=793.3	RS=16.3 T=35 L=772.8	RS=18.2 T=34.8 L=832.5	RS=38.5 T=31.2 L=1103	RS=92.9 T=40.2 L=95
<i>Troène</i>	RS=14.1 T=33.8 L=787.5	RS=19.6 T=41 L=1530	RS=6.7 T=42.6 L=1502.5	RS=16.4 T=40.1 L=478.3	RS=141.6 T=35.7 L=45

Références bibliographiques

Références bibliographiques

- **Ababsa M.L .,(2003)** : Diagnostic et perspectives des plantations urbaines dans la ville d'El-khroub (Constantine) . Mémoire d'Ingéniorat en écologie, Univ de Constantine.100p.
- **Aggouni M., (2004)** : Contribution à l'inventaire et à l'écologie des Odonades du Constantinois. Thèse de Magister : Entomologie, Univ. de Constantine.p41.106p.
- **Alatou D., (1984)** : Facteurs physiologique de la concurrence interspécifique du chêne liège et du chêne zeen.p73, 78.123p. Thèse de magister : Ecologie végétale. Univ de Constantine.
- **Aussenac G & Pardé J., (1985)** : Forêts, climat et météoeres- Revue forestière française, vol XXXVII, n^ospécial « regards sur la santé de nos forêts »,1985 .p 83-103.
- **Aussenac G & Guehl J M., (1994)** : Les facteurs abiotiques.pp.466-470.
- **Bagnaul & Gaussen ; cité par Kadik., 1987** : Contribution à l'étude de Pin d'Alep (*Pinus halepensis*) en Algérie, dendrométrie, morphologie, office de publication universitaire, Alger.580p.
- **Bouhouhou M., (1998)** : Effet du stress hydrique sur quelques paramètres physiologiques et la composition lipidique des feuilles de plantules de blé dur (*Triticum durum Desf*). Thèse de magister en génétique et amélioration des plantes. Univ de Constantine.70p.
- **Bouchemara K., (1994)** : Contribution à l'étude d'un milieu montagnard en vue d'une éventuelle réorganisation essai sur Djebel-ouahch, mémoire d'ingénieur en écologie,I.S.N. Univ de Constantine.149p.
- **Bazri K.,(1999)** :Les milieux naturels et leur aménagement dans l'extrême Nord-Est Algérien cas de Guerbes et Cap-Rosa. Thèse de magister en aménagement des milieux naturels,Univ de Constantine.269p.
- **Bréda N & al. (2000)** : Evolutions possibles des contraintes climatiques et conséquences pour la croissance des arbres.pp.73-79.
- **Brosse J., (2000)** : La rousse des arbres et des arbustes. Bordas. 576p.

- **Bruno Falissard., 1998** : Comprendre et utiliser les statistiques dans les sciences de la vie. Paris. P
- **D.G.F. (Conservation des forets de Constantine) ;(2005)** : Bilans de plantations 2001,2002 et 2003.
- **D.G.F. (Conservation des forets de Constantine) ;(2000)** : Plan de développement des espaces verts dans la wilaya de Constantine.
- **Claude H & Bernard M., (1998)** : Biologie et physiologie de la plante (âge chronologique, âge physiologique et activités rythmiques). Paris.224p.
- **Corsin P., (1971)** : Flore universelle. Volume 4.Bordas.Paris/Mentreal.p383.
- **ENCARTA ., (2004)** : Collection encyclopédiques. CD.
- **Daniel C., (1992)** : Les végétaux et le froid.Paris.559p.
- **Dellaa Y., (2003)** : Utilisation des végétaux dans l'approche écotoxicologique de la pollution atmosphérique de Constantine. Thèse de Magister, Univ. de Constantine. 173 p.
- **Dereuddre J & Gazeau C., in Côme ; (1992)** : Les végétaux et les très basses températures. Chapitre4.Paris.pp.107-175.
- **Diehl ;(1975)** : Agriculture générale.2^{ème} édition.392p.
- **Djebaili S.,(1984):**Steppe Algérienne. Phytosociologie et écologie. L'office de pub. Univ d'Alger. Edition (1674-06/84).177p.
- **Djekoun A., (1984)** : Recherche sur les possibilités d'introduction de la culture du soja (Glycine max. L. Merril) dans le Constantinois.p115.p80. Thèse de Magister, Univ.de Constantine.
- **Ducrey M., (1988)** : Réaction à la sécheresse de quelques espèces forestières méditerranéennes.p358-369.
- **Dubois J., (1991)** : Les chocs thermiques et leurs applications. Paris, p159-163.
- **Emberger & Sauvage., (1963). in Kadik.,(1987)** : Contribution à l'étude de Pin d'Alep (Pinus halepensis) en Algérie, dendrométrie, morphologie, office de publication universitaire, Alger.580p.
- **Garnier A & Aussenac G., (2000)** : Evolutions possibles des contraintes climatiques et conséquences pour la croissance des arbres .pp73-87.
- **Guehl J M & al ., (1994)** :Dépérissement et accidents climatiques. pp. 454-461.

- **Guinaudeau C., (1993) :** Larousse (Les haies brise-vent et bandes boisées).Paris.128p.
- **Gisèle Escourrou., (1996) :** Transports contraintes climatiques et pollutions.France.172p.
- **Gherbi Az & Fenineche M ; (2001) :** Etude de quelques caractères morphologiques d'adaptation à la sécheresse du blé dur .Mémoire D.E.S.Univ de Constantine.38p.
- **Hopkins ;(2003) :** Physiologie végétale.2^{ème} édition Américaine. Traduction en français (Serge Rambour).Paris.514p.
- **I. T. A. M, (1983) :** Fiches monographique tome 1 et fiches monographique tome 2, 105,206p.Institut de technologie agricole, Mostaganem.
- **Kadik B., 1987 :** Contribution à l'étude de Pin d'Alep (*Pinus halepensis*) en Algérie, dendrométrie, morphologie, office de publication universitaire, Alger.580p.
- **Kherief N S & Djouadi H., (2000) :** Diagnostic et reconstitution de la réserve biologique de Djebel- ouahch dans la région de Constantine.113p. Mémoire d'Ingéniorat en écologie, Univ de Constantine.
- **Laib M.,(2000) :**Caractérisation de quelques variétés de vignes autochtones (*Vitis vinifera L.*)Thèse de magister. Univ de Constantine.77p.
- **Laurent Urban., (1997) :** Introduction à la production sous serre. La gestion du climat .Tome 1.Paris.306p.
- **Lance C & Moreau F, in Côme., (1992) :** Effet métabolique du froid.Chapitre2.Paris.pp.27-50.
- **Laborde P., (1994) :** Les espaces urbains dans le monde.239p.
- **Lahmar R & Khalfi N., (2005) :** L'effet du froid sur l'accumulation sucres solubles, proline et chlorophylles chez les semis de Chêne liège (*Quercus suber L.*). Mémoire d'ingéniorat en écologie, I.S.N. Univ de Constantine.69p.
- **Leutreuche Belarouci N., (1991) :** Le reboisement en Algérie et leur perspective d'avenir.Tome 1 et 2.p
- **Meribai S.,(2004) :** Evolution de la proline et des chlorophylles des semis de Chêne liège (*Quercus suber.L.*) soumis à des températures extrêmes. Mémoire d'ingéniorat. Uni de Constantine. 64p.

- **M.N. Rejeb*, D.Laffray** & P.Louquet**.,(1991)** : Modification de la conductance stomatique de diverses origines tunisienne de Caroubier (*Ceratonia siliqua* L.) soumises à une contrainte hydrique prolongée. Paris. p149-158.
- **Nouari A., (2002)** : Effet du froid sur le comportement de quelques espèces ligneuses dans la région de Constantine.50p. Mémoire d'Ingéniorat en écologie, Univ de Constantine.
- **O.N.M., (2004)** : Données météorologiques (période de 10 ans).
- **Paul Mazliak., in Côme., (1992)** : Les effets du froid sur les biomembranes. Chapitre1.Paris.pp.3-26.
- **Pedelaborde P, (1991)** : Introduction a l'étude scientifique du climat/Paris.352pages.pp.9-18.
- **Pierre allemand. , (1989)**: Espèces exotiques utilisables pour la reconstitution du couvert végétal en région méditerranéenne. Bilan des arboretums forestiers d'élimination. INRA, Paris.
- **Pierre Marcellin., in Côme ; (1992)** : Les maladies physiologiques du froid. Chapitre3.Paris.pp.53-87.
- **Pierre Quezel., (2000)** : Les conséquences sur l'évolution et la gestion des zones humides réponses de l'élément végétal (flore et végétation du bassin méditerranéen) à d'éventuelles modification climatiques. Marseille.p2.
- **P.S.L.B** : Espèces introduites, parcs des sports et de loisirs de Bainem.Alger.42p.
- **Pierre Barbey., 1970** : Arboriculture ornementale. 4^{ème} édition. France.128p.
- **Quezel P & Santa S., (1963)** : Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. Tome 1.Centre national de la recherche scientifique.France.565p.
- **Quezel P & Santa S., (1963)** : Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. Tome 2.Centre national de la recherche scientifique.France.605p.
- **Quezel P & Santa S.,(1962)** :Nouvelle flore de l'Algérie. Tome I.Paris.564p.
- **Quezel P & Santa S.,(1963)** : Nouvelle flore de l'Algérie. Tome II.Paris.1170p.
- **Ramade F., (2005)** : Eléments d'écologie. Ecologie appliquée.6^{ème} édition.Paris.864p.

- **Ramade F., (2003):** Eléments d'écologie, Ecologie fondamentale. 3ème édition. Paris.690p.
- **Ramade F., (1993-2003) :** Dictionnaire encyclopédique de l'écologie et des sciences de l'environnement.700p.
- **Rached M., (1993) :** Les recherches méthodologiques en vue d'un zonage vitivinicole d'une commune Gersoise Nommée Gondrin.Constantine. p55.116p. Thèse de Magister en aménagement des milieux naturels, Univ. de Constantine.
- **Roland D.,(200) :**Le monde végétal .Du génome à la plante entière. Londres- Paris-New york.220p.
- **Rol R., (1962) :** Flore des arbres (arbustes et arbrisseaux).Plaines et collines .Paris.95p.
- **Rol R., (1962) :** Flore des arbres (arbustes et arbrisseaux).Montagnes.Paris.79p.
- **Rouag C & Bousbiat J., (1992) :** Contribution à l'étude pédagogique et phytosociologique de quelques stations du massif forestier du Chettaba, Mémoire d'ingénieur en écologie, I.S.N. Univ de Constantine.129p
- **René H ;(1977) :** Physiologie végétale. NUTRITION. Paris.
- **René H, Robert E & Claude L., (1998) :** Physiologie végétale.1.Nutrition. 6ème édition.Paris.323p.
- **René H, Robert E & Claude L., (2000) :** Physiologie végétale.2.Développement. 6ème édition de l'Abrégé.Paris.p366.
- **René H, Robert E & Claude L., (2004):** Physiologie végétale. Nutrition .6^{ème} édition .France.323p.
- **Seigue Alexandre., (1987) :** La forêt méditerranéenne française. Aménagement et protection contre les incendies.France.159p.
- **Tir K., (1997) :** Expression cartographique de quelques paramètres climatiques et bioclimatiques à partir d'analyse de données (cas de l'extrême Nord-Est Algérien. Mémoire d'Ingénieur en écologie. Univ de Constantine. 140p.

Articles d'Internet

- **Gorge Serradilla Santiago, 2000 :** Internet
- **Nawel/Nouve., (2006) :** Les effets possibles du changement climatique sur les forêts.pp.1-7.

- **INRA Agro Montpellier ., (2002) :** Article Internet. - LEPSE - 2, place Viala -; 34060 Montpellier cedex 1 .p1.
- **Jean. Babtiste. B :** Espèces exotiques utilisables pour la reconstitution du couvert végétal en région méditerranéenne. Bilan des arboretums forestiers d'élimination. INRA, paris. (Tela botanbica 38945).
- **Article d'Internet., (2005) :** Vulnérabilité des pays du Maghreb.pp1-2.
- **<http://www.gcw.nl/kiosk/sahel/IGNEUX/LIGN2.HTM#Heading82>**).
- **<http://www.plantencyclo.com/>**).
- **<http://www.msc.ec.gc.ca/education/scienceofclimatechange/understanding/impacts-f.htm/2003>**.
- **[Bernard.Etlicher@univ-st-etienne.fr.](mailto:Bernard.Etlicher@univ-st-etienne.fr), 2000:** Les facteurs de la répartition des formations végétales tempérées.France.p1-3.
- **Copyright c Green facts asbl /vzw ., 2001-2005:** Consensus scientifique sur le changement climatique et le réchauffement de la planète .p1-11.Source GIEC(2001).
- **Emmanuel L ., (2005) :** Chaud et froid sur le littoral .Impact du changement climatique sur le patrimoine du conservation du littoral.www.conservatoire-du-littoral.fr.
- **Bernard Seguin :** Changement climatique et effet de serre quelles conséquences pour l'agriculture et la forêt .INRA. site Agroparc, 84914 Avignon cedex 9.
- **Association Solagro., (2005) :** Agriculture, effet de serre et changements climatiques en France. <http://www.solagro.org>.
- **John Roper., (2006) :** Les forêts tropicales et le changement climatique.1-12p.
- **Hughes L., (2000) :** Biological consequences of global warming : L'influence des changements climatiques sur les aires de répartition.1-4p. Belgique.
- **Albouchi A & Autres., (2001) :** Influence de la durée d'acclimatation sur l'endurcissement à la sécheresse d'*Acacia cyanophylla Lindl.* Tunisie.519-528p.
- **Yash P. Abrol., (2004) :** Les effets de la hausse des températures diurnes et nocturnes sur la croissance et les rendements de certaines plantes cultivées. New delhi. India.1-18p.

Carte utilisée:

Carte du secteur forestier dans la région de constantine.

Nom : KHERIEF NACERADDINE	Date de soutenance
Prénom : SALIHA	28/10 / 2006
THEME	
<i>Etude de la variabilité des températures extrêmes et pérennité des arbres urbains dans la région de Constantine.</i>	
RESUME	
<p>Suite à la fréquence des températures extrêmes observées dans la région de Constantine et aux dégâts occasionnées sur la pérennité des arbres ligneux urbains (exp : l'hiver rigoureux de l'année 99 avec une vague de froid, où la température minimale a atteint un seuil de -10°C).</p> <p>Notre travail traite d'une part la variabilité des températures extrêmes sur une période de 10ans notamment des saisons(hivernales et estivales),ainsi que le mois d'avril justifiant les risques des gelées et d 'autre part tester les aptitudes de résistance (températures comprises entre 33 et 47°C) et d'endurcissement (températures comprises entre 0 et -13°C) de 15essences forestières l'<i>Eucalyptus camaldulensis</i>, <i>Acacia cyanophylla</i>, <i>Acacia horrida</i>, <i>Casuarina equisetifolia</i>, <i>Ceratonia siliqua</i>, <i>Cupressus sempervirens</i> , <i>Schinus molle</i>, <i>Gledistia triacanthos</i>, <i>Sophora japonica</i>, <i>Melia azedarach</i> ,<i>Ailanthus altissima</i>,<i>Citrus sp</i>, <i>Myoporum leatum</i>, <i>Lygustrum japonicum</i> et le <i>Fraxinus oxyphille</i>.</p> <p>L'analyse thermique montre un refroidissement de la saison hivernale pour l'année 98 et 99, et un réchauffement pour l'année 2000 ; alors que pour la saison estivale, la courbe de tendance indique un réchauffement pour les trois années. Les espèces qui montrent le meilleur comportement aux températures négatives sont (<i>Casuarina equisetifolia</i>, <i>Cupressus sempervirens</i> et <i>Eucalyptus camaldulensis</i>). Les essences qui présentent la meilleure résistance sont le <i>Casuarina equisetifolia</i>, l'<i>Acacia horrida</i> et le <i>Cupressus sempervirens</i>.</p>	
Mots clés : Constantine, Températures extrêmes, Espèces forestières urbaines, Endurcissement, Résistance stomatique.	
Laboratoire de recherche : Développement et valorisation des ressources phylogénétiques.	
<p>Directeur de recherche : Mr ALATOU D. Prof. Université de Constantine.</p> <p>Membres du jury : Président : RAHMOUNE C. Prof. Université de Constantine. Examineur : TAHAR A. Prof. Université d'Annaba. Examineur : BENDERRADJI M^{ed} E. M.C. Université de Constantine</p>	

