

Etude des variations thermiques saisonnière dans les régions semi-arides.

Zekri Dj, Lehout A, Souilah N, Alatou Dj.

Université Mentouri Constantine,

Laboratoire de développement et valorisation des ressources phytogénétiques, faculté des sciences de la nature et de la vie- Route de Ain El Bey 25000 Constantine, Algérie.

zekriecologie@yahoo.fr

Plusieurs études sur les changements climatiques globaux indiquent que l'augmentation des températures, devrait entraîner des modifications appréciables, en particulier au Nord de la méditerranée où une augmentation annuelle moyenne de 3 °C déterminerait un décalage d'un étage de végétation.

Notre étude vise à évaluer l'impact des changements climatiques surtout thermiques, sur les capacités de survie hivernale et estivale des plantes. Ces changements entraîneront, d'après les modèles actuels, d'une part, une aggravation des stress thermiques estivaux, et d'autre part, un adoucissement des températures moyennes hivernales sans diminuer pour autant les risques de gelées printanières.

L'analyse des résultats thermique tri horaire de la région de Constantine montre que le printemps a connu une augmentation significative des températures minimales, suivi d'une hausse nette pour les températures maximales. L'évolution des températures de l'automne est plus représentative et représenté par une courbe de tendance très significative avec des coefficients de corrélations négatives pour les minima et les maxima.

De même pour la saison printanière, des coefficients de corrélation négatives sont hautement significatifs. Cependant, durant les saisons hivernale et estivale aucune corrélation significative n'a été détectée, ce qui présume qu'il n'y a pas une évolution des températures pendant ces deux saisons en fonction des mois.

Dans notre région, les températures minimales atteignent le maximum pendant le mois de décembre, alors que les températures maximales penchent vers la fin juin et début de juillet.

Les conséquences de ces températures ne sont pas négligeables, en effet, les minima peuvent provoquer des dégâts sur les cultures, comme le retard des semis et les maxima peuvent causer des brûlures au niveau des feuilles.

Durant les saisons, les courbes de tendance révèlent l'existence d'un réchauffement global pour cette année mais il est plus explicité pendant la saison printanière. Par contre la saison automnale tend vers plus de refroidissement.

Mots clé: changement climatiques, stress thermique, réchauffement globale, données climatiques tri horaires, région semi-aride.

Introduction

Le climat est un facteur très important en raison de son influence prépondérante sur la végétation. Présenter la climatologie de la zone d'étude afin de la situer par rapport au contexte climatique général est une nécessité. De nombreux travaux sur la climatologie et la bioclimatologie ont été réalisés sur l'Algérie qui s'accorde à reconnaître l'intégration du climat algérien au climat méditerranéen. La chaleur et la sécheresse de l'été, l'irrégularité des précipitations de l'automne et la douceur de l'hiver sont caractéristiques des régions de type méditerranéen. Le gel est assez rare, la nébulosité peu élevée et l'insolation importante. Les vents locaux, liés à la présence de couloirs et de reliefs montagneux, sont nombreux et assez violents. Les précipitations sont d'une grande irrégularité selon les années.

La région d'étude « région de Constantine » est soumise à la double influence d'un régime méditerranéen donnant un climat tempéré au Nord et à un degré moindre à un régime subtropical au Sud. L'éloignement de la mer (une centaine de kilomètres), la présence au Nord de reliefs élevés de la chaîne Numidique, formant barrière, provoquent un dessèchement progressif des masses d'air venant du Nord. Néanmoins les précipitations d'origine cyclonique restent les plus abondantes.

Le processus de changement climatique se traduira par un déplacement vers le nord des étages bioclimatiques méditerranéens, conduisant en Afrique du Nord à une remontée des zones arides et désertiques.

Parmi les facteurs limitants la présence et la répartition des espèces forestières, la température est l'élément le plus déterminant dans la caractérisation de la végétation. La pluie et la température sont la charnière du climat, elles influent directement sur la végétation. Chaque espèce présente un seuil minimum ou maximum qui lui permet de se maintenir en vie. Au delà de ces limites la survie de l'espèce peut être compromise.

I. Présentation et synthèse bioclimatique de la zone d'étude

1.1. La région de Constantine

Constantine, l'une des wilaya de l'est Algérien, limitée au Nord par la wilaya de Skikda, au Sud par la wilaya de Oum El Bouaghi, à l'est et à l'ouest respectivement par la wilaya de Mila et de Guelma, la région regroupe, plusieurs essences forestières (Chêne vert, Chêne liège, Erable champêtre, Peuplier blanc et Pin pignon...) (figure 1).

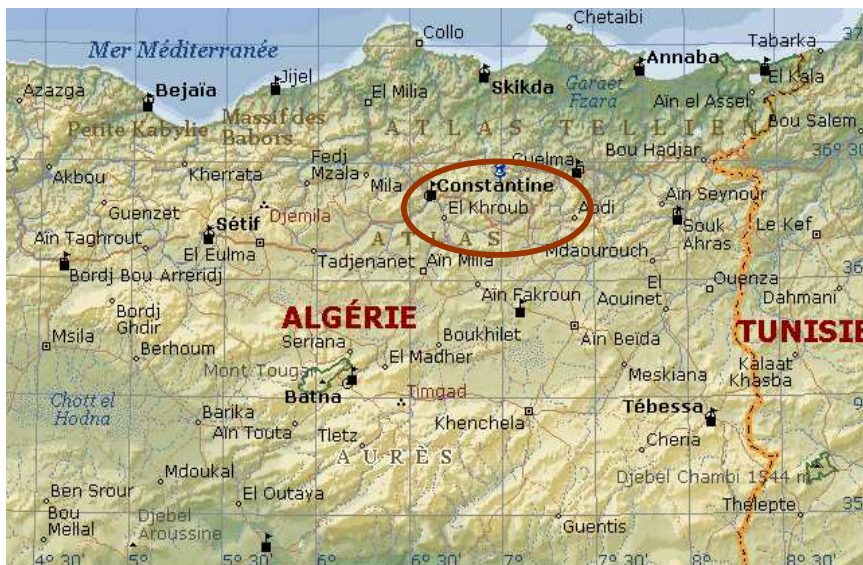


Figure1. Présentation de la zone d'étude

I.2 Synthèse bioclimatique

I.2.1 Le régime thermique

L'étude des moyennes des températures annuelles figure dans le tableau 6 ainsi que la figure2 permet de constater l'existence de deux saisons :

Selon les données de la station, il s'avère que contrairement aux précipitations, les saisons thermiques sont bien tranchées.

- ❖ Le semestre froid s'étend de Novembre à Avril. Le maximum des températures est atteint aux mois de Juillet avec 33,68 °C et le minimum se situe en Janvier autour de 2,73° C.
- ❖ Une saison chaude s'étale du mois de mai jusqu'à octobre où les températures moyennes sont supérieures à la moyenne annuelle.

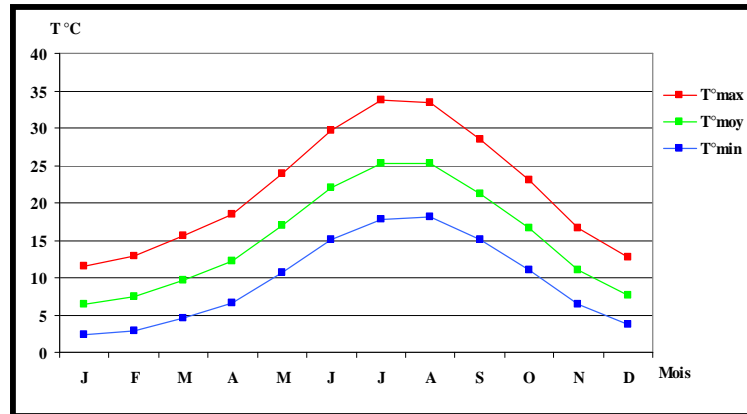
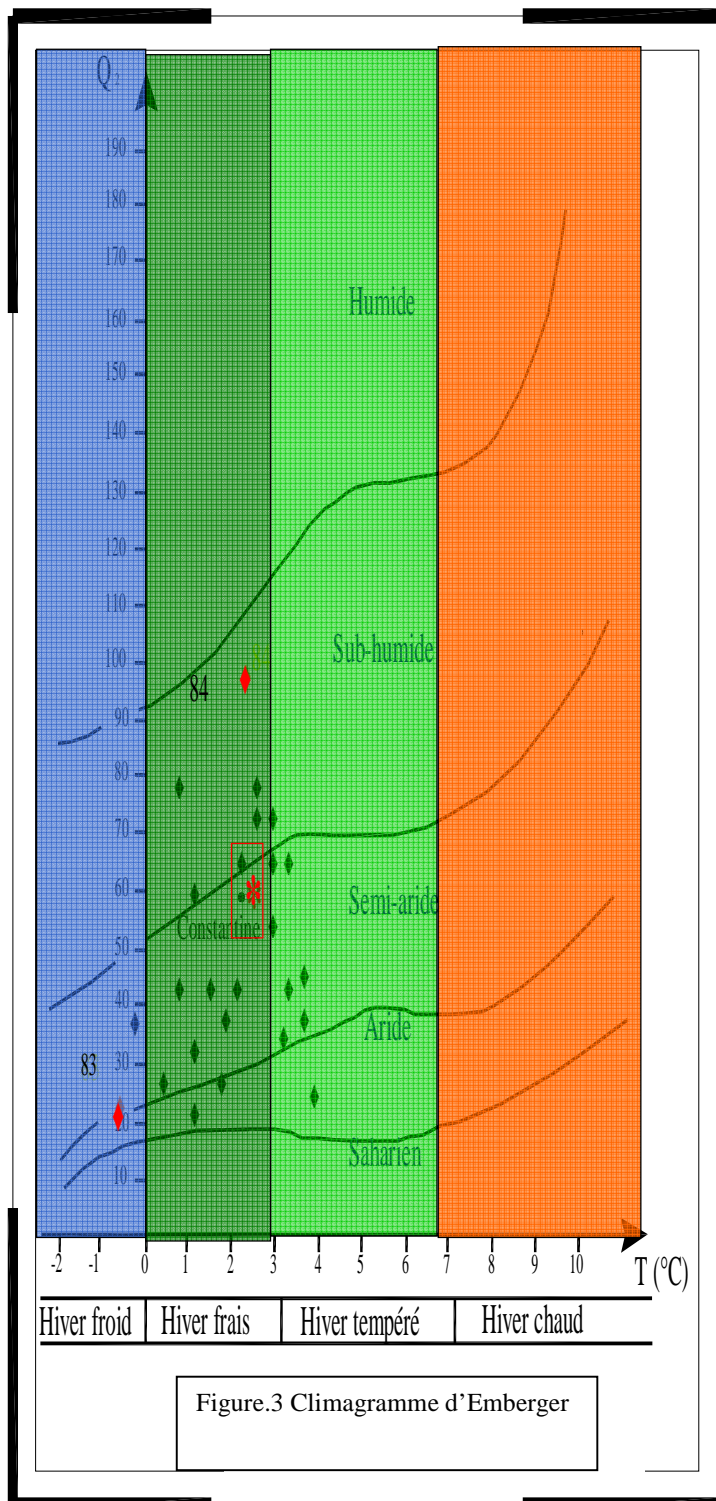


Figure2: Moyennes mensuelles des températures dans la station de Ain Bey -Constantine (1971-2007)

I.2.3. Climagramme d'Emberger

Le calcul de Q_2 sur une période de 27 ans (1978-2004), $Q_2=58.89$, place notre périmètre d'étude dans **un climat semi-aride à hiver frais** influencé par le climat subhumide par suite à la position de la station de Ain Bey (Figure3).

L'année 1983 est une année exceptionnellement sèche et froide avec un $Q_2=24.02$ Or, c'est aussi l'année la plus tenace. Tandis que 1984 présente l'année la plus fraîche située dans l'étage **subhumide à hiver frais** avec un $Q_2=93.05$. la présence de deux étages bioclimatiques sur le périmètre d'étude offre de multiples chances de développement pour l'agriculture et la sylviculture (reboisement)



***Conclusion de la synthèse bioclimatique**

L'étude climatique nous a permis de conclure que la région de Constantine est caractérisée par un climat semi-aride avec une influence sensible sur ses limites, du régime sub-humide au Nord et du régime semi-aride au Sud.

Les apports de pluies diffèrent d'une année à une autre, elles sont sous la dépendance de deux facteurs essentiels la latitude et l'altitude. Le mois le plus pluvieux est décembre pour la station de Ain Bey.

Les températures moyennes annuelles sont de l'ordre de 15,15°C. Quant au régime thermique nous avons deux saisons : Une saison chaude qui va de mai à octobre, à laquelle s'oppose une saison froide qui va de novembre à avril. Ceci se manifeste par une période de haute eau qui va de décembre jusqu'à avril. La région d'étude est de climat semi-aride avec une moyenne de précipitations mensuelles comprises entre 6.5mm et 77.13 mm et une moyenne annuelle à 532.44 mm

II. Problématique et objectif du travail:

Notre travail vis à analyser:

- L'Evolution de la température moyenne annuelle sur la période 1978-2007 dans la région de Constantine
- La Variabilité saisonnière des températures maximales sur une période de 10 ans (1998- 2007) dans la région de Constantine.
- Les Données tri horaires de la période chaude des années 1999, 2000, 2007.

Notre choix sur ces quatre trois années « 1999, 2000, 2005,2007 » est basé sur le fait que ces trois années sont considérées comme les années les plus chaudes et qui ont connus des pics de températures très élevés et pour qu'on puisse savoir la tendance soit vers le réchauffement ou le refroidissement avec une comparaison entre le début « 1999, 2000 » et la fin « 2005, 2007 » de cette dernière décennie.

- Déterminer les différents stress thermiques de la saison chaude pour les trois années.

- Déterminer les durées des vagues de chaleur selon les classes de températures chaudes d'après les données thermiques tri horaires pour les quatre années.

III. Résultats et discussion

III.1. Evolution de la température moyenne annuelle sur la période 1978-2007 dans la région de Constantine.

Au niveau mondial, le réchauffement climatique est estimé à 0,6°C en un siècle mais il est inégalement réparti sur la planète où certaines zones se réchauffent plus que d'autres. Le passage de l'échelle mondiale à l'échelle nationale entraîne une modification notable de l'amplitude de l'évolution climatique

En Algérie, L'effet de l'urbanisation sur le réchauffement annuelle a été estime entre 0.1et 0.3°C par décennie, avec une différenciation suivant les régions.

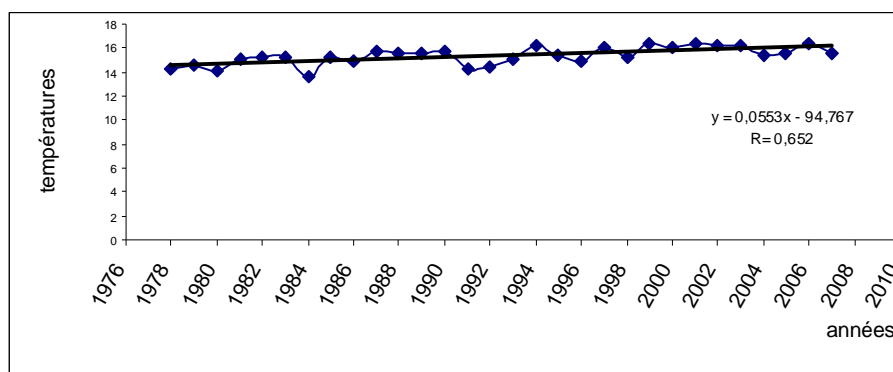


Figure 4 .Evolution de la température moyenne annuelle sur la période 1978-2007 dans la région de Constantine.

D'après la figure 4, il convient de remarquer qu'elles indiquent, entre 1978 et 2007, une nette tendance à la hausse c'est-à-dire vers un réchauffement avec un coefficient $r= 0.652$ ce qui indique une corrélation significative positive des températures en fonction des années.

La douceur que l'on attribue au climat de Constantine, dans son ensemble doit être nuancée et précisée, accompagné avec des gelées très rares et de faible intensité surtout pendant la saison hivernale, ce qui permet à des végétaux à affinités méridionales de prospérer : figuier, mimosa, arbousier, eucalyptus, pin .

III.2. Variation saisonnière des températures maximales sur une période de 10 ans de (1998- 2007) dans la région de Constantine.

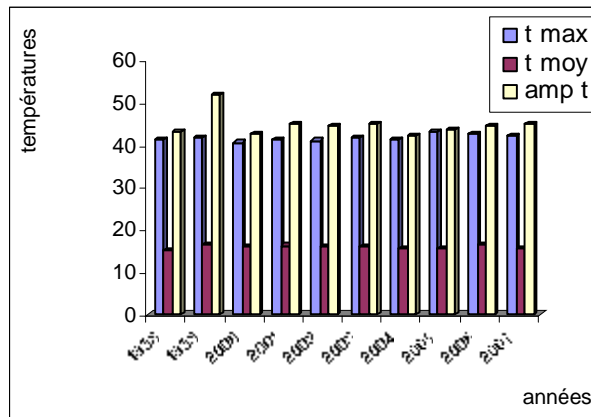


Figure 5. Variation des températures maximales et moyennes annuelles sur une période de 10 ans (1998-2007) dans la région de Constantine.

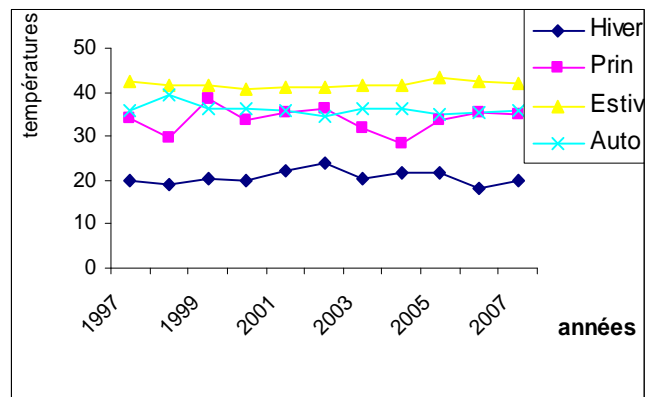


Figure 6. Variation saisonnière des températures maximales sur une période de 10 ans (1998-2007) dans la région de Constantine.

Cette évolution des températures n'est pas régulière tout au long de l'année et les saisons ont un comportement différent. *En météorologie, les saisons sont définies de la manière suivante : hiver = décembre janvier février ; printemps = mars avril mai ; été = juin juillet août ; automne = septembre octobre novembre.* Ce découpage tient compte des paramètres astronomiques mais aussi de l'inertie thermique de la terre. En Algérie, le maximum des températures a effectivement lieu aux alentours de la mi juillet.

Selon les figures 5 et 6, l'évolution des températures en été est semblable à celle des températures annuelles avec une baisse dans les années 2000 jusqu'à 2002, puis une hausse assez régulière. L'hiver n'a pas connu de baisse significative et on y voit plutôt une hausse assez régulière depuis 1998 jusqu'à 2005, sauf curieusement sur les 2 dernières années.

L'automne n'a pas connu une évolution significative des températures, mais plutôt des températures presque identiques toutes au long de cette décennie.

L'évolution des températures du printemps est plus chaotique et c'est la saison pour laquelle la hausse est la moins sensible sur la période la plus récente.

III.3. Analyse des durées des températures chaudes journalières durant 1999, 2000, 2005, 2007

Les données thermique tri horaire nous ont permis de brosser un portrait thermique bien détaillé. Pour mieux illustrer les changements climatiques thermiques ainsi que les différents stress durant les années 1999, 2000, 2005, 2007.

Cependant, durant la période chaude toutes températures supérieures à ($M=32^{\circ}\text{C}$ pour les années 1999, 2000, 2005 et $M=33.68^{\circ}\text{C}$ pour l'année 2007) sont considérées comme un stress thermique qui touches la pérennité et la survie des végétaux selon leur degré de résistance et de tolérance vis-à-vis les températures chaudes.

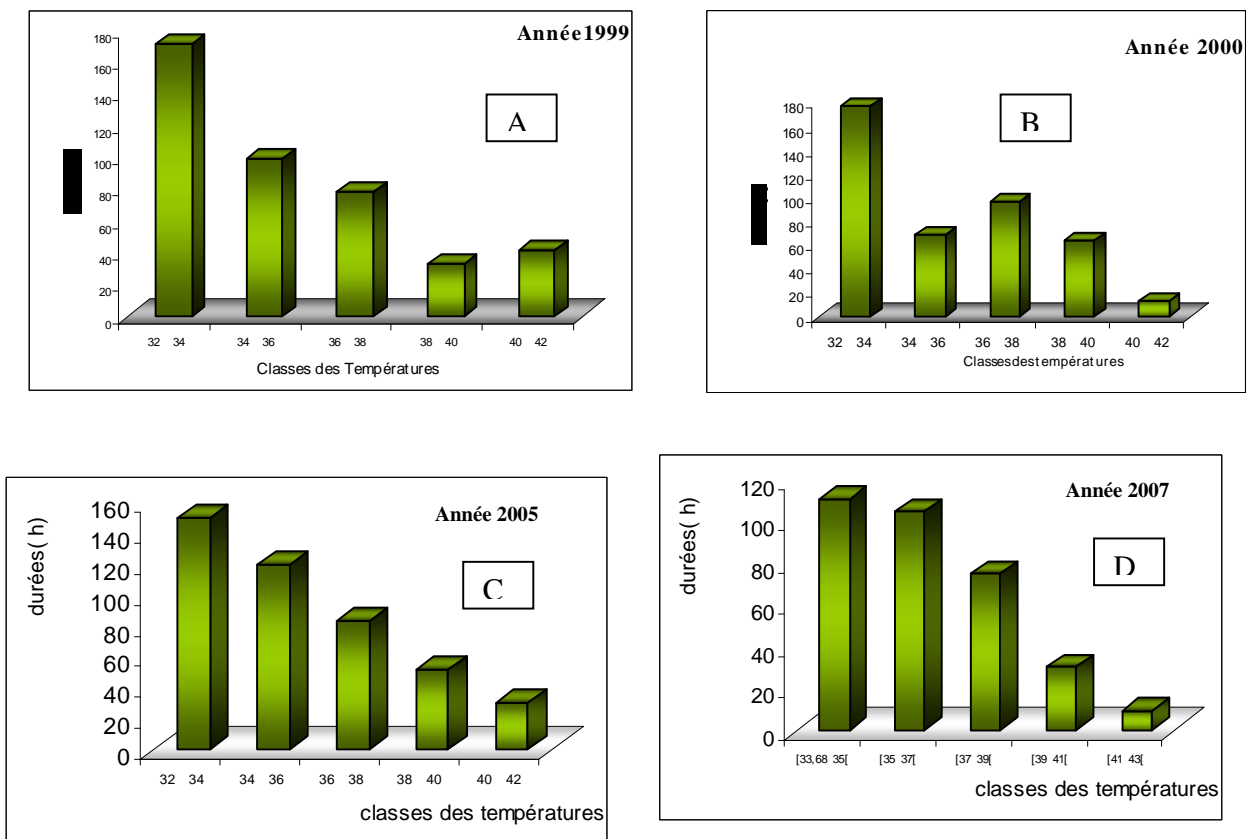


Figure 7. Durées des températures chaudes durant les quatre années

III.3. 1. Durées des températures chaudes pour l'année 1999

-Pour l'année 1999 (figure 7. A) : cinq grands réchauffements sont enregistrés, la durée totale des températures chaudes supérieures à $M=32^{\circ}\text{C}$ est de 423 heures durant les

mois de juin, juillet et août. Pour les températures comprises entre 32 et 34°C, une durée totale de 171 heures ; pour la classe [34 36°C], une durée de 99 heures ; pour la classe des températures chaudes de 36 jusqu'à 38°C une durée totale de 78 heures ; pour la classe [38 40°C], une durée totale de 33 heures et pour la dernière classe [40 42°C], durant le mois d'août une durée totale est de 42 heures. On observe donc pour cette année, que le mois d'août est plus chaud avec une durée totale de 222 heures.

III.3.2. Durées des températures chaudes pour l'année 2000

-Pour l'année 2000 (figure 7.B): Même durée de réchauffement que l'année 1999, donc la durée totale des températures chaudes enregistrées pour les mois de juin, juillet et août est de 417 heures. la durée totale des températures chaudes comprises dans la classe [32 34°C] est de 177 heures ; pour la classe [34 36°C], une durée totale de 69 heures ; pour la classe [36 38°C], une durée totale de 96 heures ; pour la classe [38 40°C], une durée de 63 heures et finalement pour la classe [40 42°C], une durée de 12 heures. Donc, le mois le plus chaud pour cette année est juillet avec une durée totale de 186 heures.

III.3.3. Durées des températures chaudes pour l'année 2005

-Pour l'année 2005 (figure 7.C): la durée totale des températures chaudes supérieures à 32°C est de 438 heures durant les mois de juin, juillet et août et septembre. Pour les températures comprises entre 32 et 34°C, une durée totale de 150 heures ; pour la classe [34 36°C], une durée de 120 heures ; pour la classe des températures chaudes de 36 jusqu'à 38°C une durée totale de 83 heures ; pour la classe [38 40°C], une durée totale de 52 heures et pour la dernière classe [40 42°C], durant le mois d'août une durée totale est de 30 heures. On observe donc pour cette année, que le mois de juillet est plus chaud avec une durée totale de 171 heures

III.3.4. Durées des températures chaudes pour l'année 2007

Selon la figure 7.D, la durée totale des températures chaudes supérieures à $M=33.68^{\circ}\text{C}$ est de 327 heures durant l'année 2007.

La durée totale mensuelle maximale des températures chaudes a été enregistrée pendant le mois de juillet et d'août avec un taux d'égalité dont le cumul est de 111 heures pour

chaque mois. Par contre les mois de mai et de septembre ont respectivement enregistré les taux les plus faibles (6 et 12 heures).

La figure 7.D nous renseigne sur l'intervalle des températures les plus abondantes pendant la période chaude avec une durée totale pour toute la saison chaude de 327 heures, elle est dominée par les températures allant de 33°C jusqu'à 39°C avec une durée de 291 heures. Le mois d'août présente le cumul d'heures le plus grand, estimé par 108 heures, suivi par le mois de juillet avec une durée de 90 heures. Pour ce qui est des températures très chaudes allant de 39°C jusqu'à 43°C, elles sont moins abondantes et estimées par une durée courte de 9 heures.

III.4 Cinétique des températures chaudes de la période estivale

On va essayer d'extraire les stress les plus importants durant la période chaude pour les trois années, pour mieux déterminé le mois et l'année la plus chaude et ceci à partir des données tri horaires.

III.4.1 Les différents stress observés durant l'année 1999

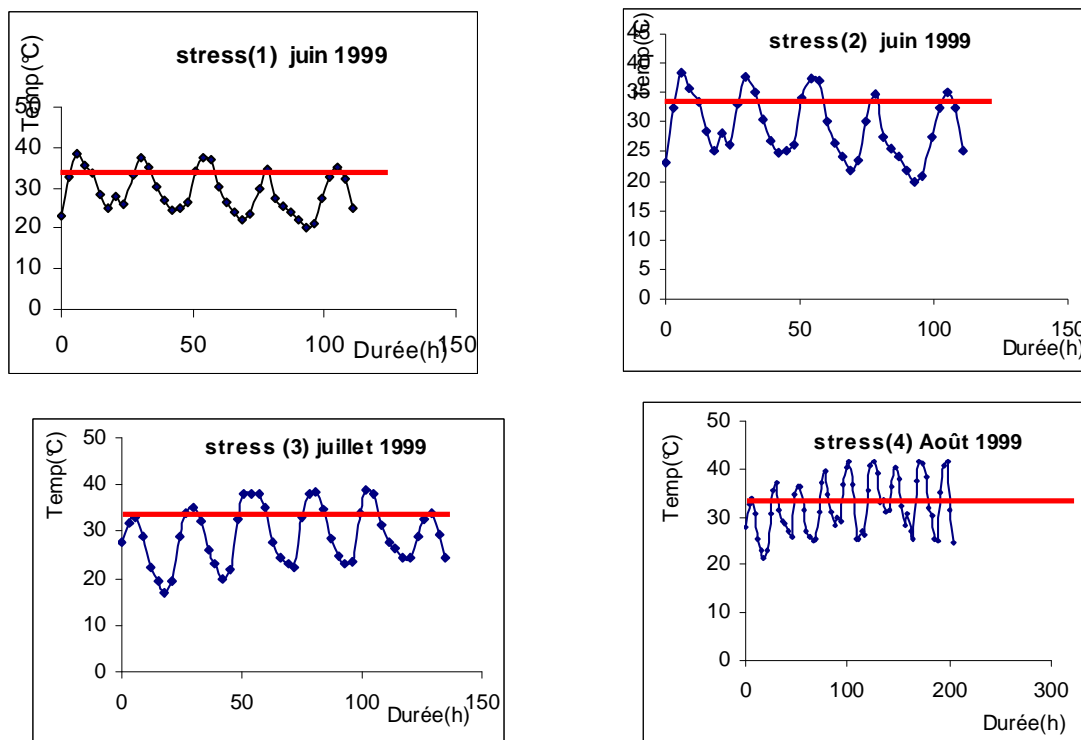


Figure.8. Cinétique des températures chaudes de la période estivale pour l'année 1999

(Juin, juillet, août)

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

Pour ce qui est du mois de juillet : Plusieurs stress ont été enregistrés, dont le plus important a été enregistré pendant la première décade, où les températures chaudes comprises entre 32-38°C ont durées 60heures (6pics)

Pour le mois d'Août: deux stress sont enregistrés, le premier stress où les températures chaudes comprises entre 32-42°C ont durées 126heures (9pics), présente le plus long stress d'août 99, et le deuxième stress où les températures chaudes comprises entre 32-42°C ont durées 91heures (11pics) (Figure.8)

III.4.2 Les différents stress observés durant l'année 2000

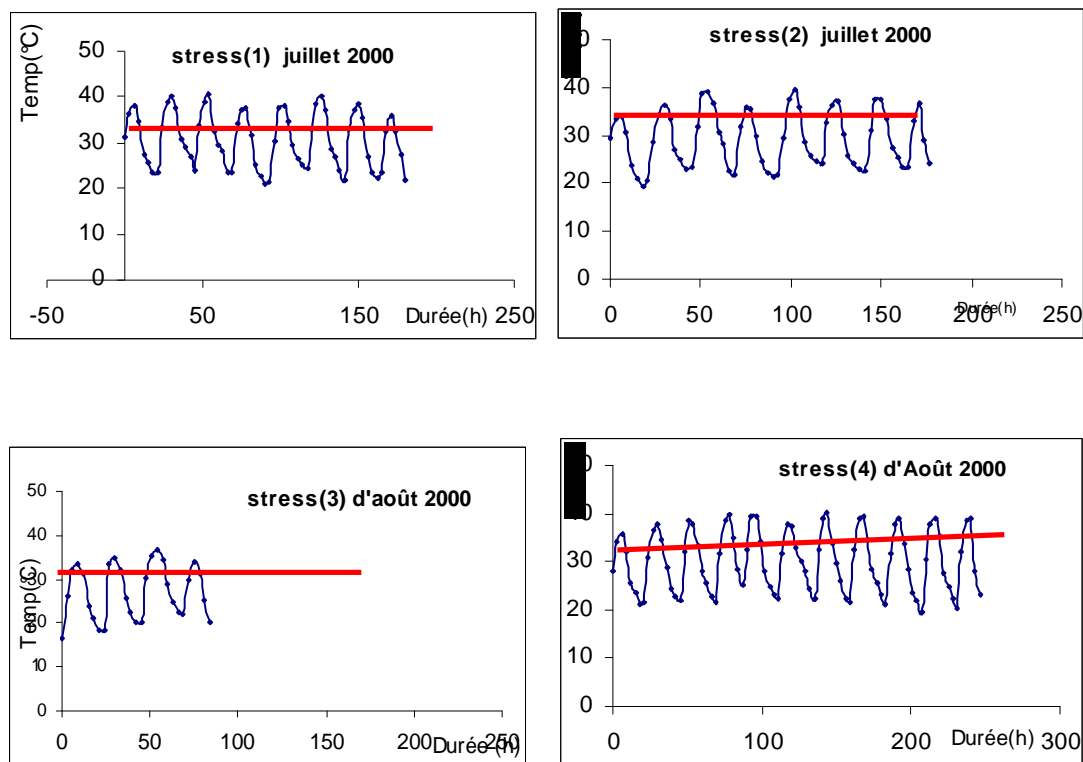


Figure.9. Cinétique des températures chaudes de la période estivale pour l'année 2000 (Juin, juillet, août)

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

Août 2000 : deux stress sont enregistrés, le premier stress, où les températures chaudes comprises entre 32-38°C ont durées 33heures (4pics) ; le deuxième stress, où les températures chaudes comprises entre 32-40°C ont durées 105heures (11pics)(Figure.9).

;

III.4.3. Les différents stress observés durant l'année 2007

En se penchant plus attentivement sur la période estivale, on observe que les conditions climatiques caniculaires dès la fin du mois de juin, avec un maximum enregistré de 42°C, culminent vers la deuxième quinzaine de juillet avec 40.8°C, pour s'enflammer une troisième fois vers la dernière décade d'août avec 39°C.

Pour ce qui suit, on va essayer d'extraire les différents stress enregistrés durant la période chaude pour déterminer les mois où ils se manifestent le plus.

Pendant le mois de Juin, deux stress sont enregistrés avec une durée totale de 72 heures, dont le premier est noté vers la mi juin où les températures chaudes sont comprises entre 33.68-39.7°C avec une durée de 30 heures (3 pics), alors que le deuxième enregistré à la troisième décade, la duré 42 heures, appartenant a un intervalle compris entre 33.68 et 42°C (3 pics).

Durant la saison estivale, juillet est le mois qui a enregistré les plus long stress, après le mois de août avec la particularité que les températures se situent aux alentours de 39.5°C, avec un cumul de 147 heures, répartis entre trois stress ; pour ce qui est du mois d'août on a enregistré la plus longue durée totale, avec 189 heures. Bien que, le maximum enregistré se sont situé aux alentours de 35 et 39.5 °c. Ce qui nous permet d'affirmer que ce mois a été moins chaud que le précédent, malgré la supériorité du nombre d'heures. Soulignons aussi que juillet a été le plus chaud avec 34.20°C, ce qui corrobore nos constatations.

Cependant Juillet a enregistré trois stress, le premier, où les températures chaudes comprises entre 33.68 et 40.8°C ont duré 66 heures (5 pic) et le deuxième, où elles ont été

comprises entre 33.68 et 40.4°C ont duré 45heures (3pics). C'est à cette période que le mois de juillet a marqué les esprits par sa canicule.

Trois stress sont enregistrés durant le huitième mois, le premier, où les températures comprises entre 33.68 et 38.3°C ont duré 39 heures (3 pics) le deuxième, où elles ont été comprises entre 33.68 et 35.2°C ont duré 33 heures (4 pics) ; le troisième est le plus long de ce mois, où les températures comprises entre 33.68 et 39.5°C ont duré 105 heures (7 pics).

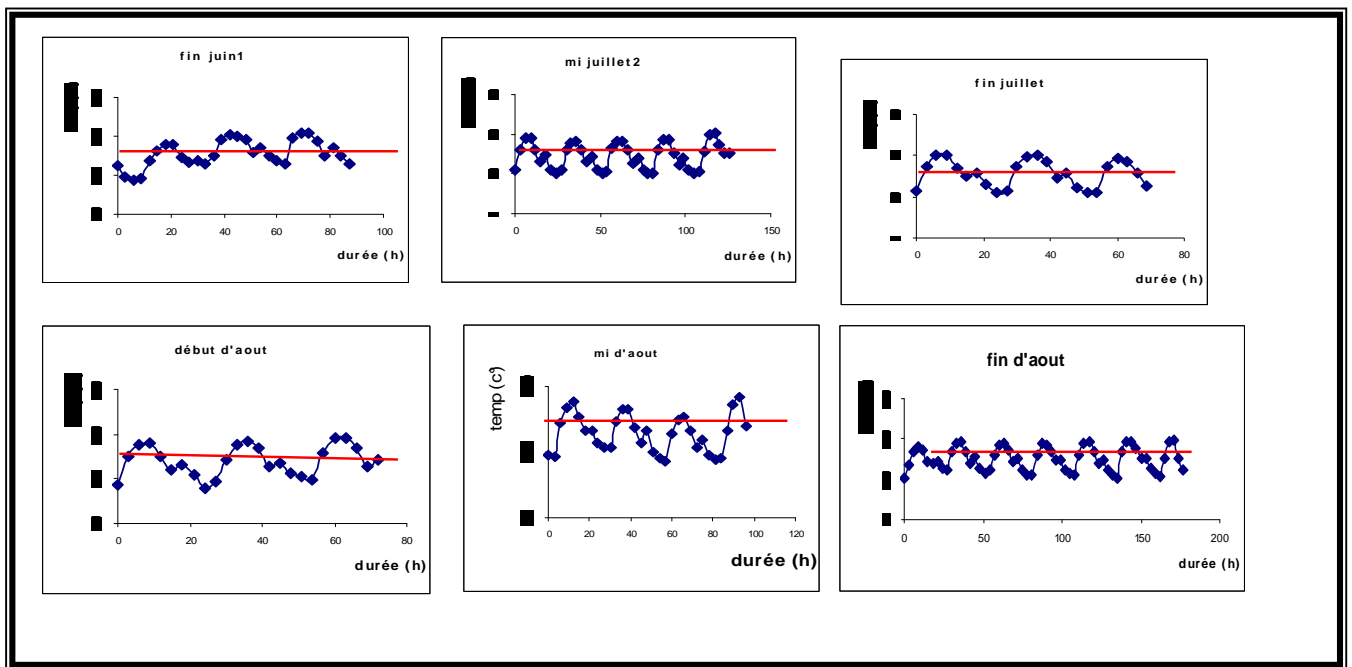


Figure10. Cinétique des températures chaudes de la période estivale pour l'année 2000
(Juin, juillet, août)

_____ : indique la valeur de $M = 33.68^{\circ}\text{C}$

Dans la figure, la barre rouge ($M=33.68$) représente un seuil auquel les températures successives placées au dessus, sont considérées comme des stress thermiques causés par la chaleur.

IV CONCLUSION

D'une façon générale et pour les quatre années, un haut niveau thermométrique s'est maintenu de juin jusqu'à septembre sur l'ensemble de la région, avec plusieurs pics alarmants vers la deuxième décennie du mois de juillet et vers la première quinzaine pour le mois d'août, avec des températures atteignant ou dépassant les 43°C et ceci pour le mois d'août, donc on peut le nommer le mois caniculaire.

C'est l'année 2005 qui présente l'année la plus chaude avec une durée totale de 438 heures de chaleur suivie par l'an 1999 avec 423 heures.

Les durées des T° extrêmes ont des effets très néfastes sur les arbres forestiers et fruitiers par les dépérissements partiels ou totaux Perte du tronc, Réduction de la productivité

Ce réchauffement climatique, vraisemblablement lié à l'effet de serre, est susceptible d'exercer ;

une action à moyen ou long terme :

_ Sur **la santé et la vitalité des forêts** : certaines essences forestières risquent de ne pas parvenir

à s'adapter aux nouvelles conditions climatiques et de dépérir ; l'augmentation supposée de la fréquence et de l'intensité des tempêtes et autres écarts climatiques inhabituels (sécheresse prolongée, ...) provoquera des dommages accrus aux peuplements forestiers.

_ Sur **la productivité des forêts** : on note un accroissement significatif de la production des forêts de l'Europe de l'Ouest dû à l'allongement de la durée de la saison de végétation (plus de 10 jours en 30 ans), mais aussi à l'élévation de la concentration en CO₂ dans l'atmosphère. Ce bénéfice n'aurait d'intérêt à long terme que si les essences restent par ailleurs en mesure de s'adapter aux nouvelles conditions climatiques.

On constate que durant cette dernière décennie une élévation de la température moyenne annuelle est remarquable et On observe parallèlement la "remontée" vers le nord des essences méridionales accompagnées des cortèges végétaux et animaux associés.

D'après un très récent article de Nature (P.A. Stott et al. 2004), qui suit de peu celui que nous avons évoqué il est clair que 2005, 1999 sont significatif du réchauffement, au point qu'il est estimé que plus le réchauffement anthropique prendra d'ampleur, plus il faudra s'attendre à un temps de retour accéléré des vagues de chaleur/canicules estivales.

Les grandes chaleurs et la canicule de 2005 et 1999 s'inscrivent au tout dernier moment d'une période climatique marquée à la fois par le réchauffement (naturel et anthropique) et par les vicissitudes de l'alternance thermique en années successives. On retiendra, cependant et avant tout, qu'elle se place au moment où les diagnostics relatifs au réchauffement planétaire situent ce réchauffement dans une phase d'accélération liée à l'accroissement, constaté, de la charge de l'atmosphère en gaz à effet de serre.

La question qui se pose alors est celle de savoir s'il existe une logique génétique entre la tendance au réchauffement actuel et les excès de chaleur exceptionnelles. En d'autres termes, la culmination caniculaire d'août est-elle une preuve (majeure en quelque sorte) de ce réchauffement ?

D'après un très récent article de Nature (P.A. Stott et al. 2004), qui suit de peu celui que nous avons évoqué il est clair que 2005, 1999 sont significatif du réchauffement, au point qu'il est estimé que plus le réchauffement anthropique prendra d'ampleur, plus il faudra s'attendre à un temps de retour accéléré des vagues de chaleur/canicules estivales.