



République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



Université Amar Thelidji- Laghouat

FACULTE DES SCIENCES
DEPARTEMENT D'AGRONOMIE

MEMOIRE DE MASTER

Présenté par : Mihoubi Mammar

Lazreg Leila

DOMAINE : Science de nature et de la vie

FILIERE : Sciences agronomiques

OPTION : Protection des végétaux et environnement

Thème

**Contribution à l'étude bioclimatique de quelques
dayas de la région de Laghouat**

Jury de soutenance :

Adamou Alaa-Eddine

Houyou Zohra

Kouidri Mohamed

Boutmedjet Ahmed

Maitre de Conférences

Maitre assistante A

Maitre de Conférences

Maitre assistant A

Président

Examineur

Rapporteur

Co-rapporteur

Promotion : Juin - 2015

Mihoubi Mammar

Lazreg Leila

Thème : Contribution à l'étude bioclimatique de quelques dayas de la région de Laghouat

Résumé

Notre travail a été réalisé dans la région de Laghouat sur 32 dayas sur un transect Nord-Sud.

Nous avons réalisé une correction climatique suivant des gradients de température et de précipitation pour obtenir les données climatiques qui caractérisent ces dayas.

Les résultats ont montré que les températures moyennes annuelles varient le long du transect (CV=1,19%) entre 18,18°C et 19,21°C.

Les amplitudes thermiques annuelles et maximales reflètent avec l'indice de Gorzinski le degré de continentalité de nos dayas qui tendent à s'élever en allant vers le sud.

Les précipitations annuelles varient aussi (CV=4,73%) entre 148,97 mm et 185,97 mm. En allant du nord vers le sud, ces dernières diminuent.

L'indice de continentalité hydrique présente une très faible différence entre les stations à altitude supérieure et celle inférieure à la station de référence.

Les dayas étudiées appartiennent selon De Martonne au climat Aride. Elles sont selon Emberger, sous un étage Saharien frais. Il en est de même pour Rivas-Martinez qui place nos sites dans un climat aride.

Une concordance est observée entre les différentes techniques de classification, l'aridité caractérise toute la région.

Mots clés : Laghouat, Dayas, Indices climatiques, Gradients climatiques, Variation latitudinale.

Mihoubi Mammar

Lazreg Leila

Theme: Contribution to the Bioclimatic study of some dayas of the region of Laghouat

Abstrat

Our work was conducted in the Laghouat region on 32 dayas on a north-south transect.

We performed a climatic correction according to temperature and precipitation gradients for climate data that characterize these dayas.

The results showed that annual average temperatures vary along the transect (CV = 1.19%) between 18.18 ° C and 19.21 ° C.

The annual and maximum temperature ranges reflect the Gorzinski index of the degree of continentality of our dayas which tend to rise on southbound.

Annual precipitation also vary (CV = 4.73%) between 148.97 mm and 185.97mm. From north to south in recent decline.

The hydric continentality index shows very little difference between the higher altitude stations and the lower the reference station.

The dayas studied belong according to De Martonne Arid climate. They are according Emberger, in a cool Saharan floor. It is the same for Rivas-Martinez that places our sites in an arid climate.

A concordance was observed between the different classification techniques, aridity characterizes the entire region.

Keywords: Laghouat, Dayas, Climate Index, climatic gradients, latitudinal variation.

Dédicace

Je dédie ce travail a :

- A mes très chers parents.*
- A mon promoteur Mr: Kouidri Mohamed*
- A tout qui m'aider afin d'accomplir ce travail*

A Mes très chères ami(e)s de ma promotion

mihoubi

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail à :

A mes parents .Aucun hommage ne pourrait être à la hauteur de

l'amour dont ils ne cessent de me combler. Que dieu leur procure

une bonne santé et une longue vie.

Aux personnes dont j'ai bien aimé la présence dans ce jour, à tous mes frères et mes sœurs : Makhlouf,

Tarek, Ahmed, Fatma, Oumelkheir, Hania, et ma nièce Tassenim et mon neveu Abdelrazak, le mari de

ma sœur Ammari Atalah.

A tous mes oncles et mes tantes, et tous mes cousins et mes cousines.

A tous les promotions d'agronomie.

A mon binôme Mihoubi Mammar et à sa famille.

A tous les amis (es) de la direction de l'environnement et la direction des services agricoles.

A mes meilleurs amies Bensliemane Sara, Khadija Taibaoui, Khadija Jalouli, El Hadja Younes et

Fatima Toubich.

Leila

Remerciements

Avant tout, nous remercions DIEU qui a illuminé notre chemin et qui nous a armés de courage pour achever nos études.

Au terme de notre travail, nous tenons tout d'abord à remercier Monsieur ADAMOU Alaa-Eddine, Maître de Conférences à l'Université de Laghouat pour avoir accepté de présider ce jury.

Nos remerciements vont aussi à Madame HOUYOU Zohra, Maître assistante à l'Université de Laghouat pour avoir examiné ce travail.

Nous tenons à exprimer toute nos reconnaissances et remerciements à Monsieur KOUIDRI Mohamed, qui a fait preuve d'une grande patience et à été d'un grand apport pour la réalisation de ce travail. Ses conseils, ses orientations ainsi que son soutien moral et scientifique qui nous ont permis de mener à terme notre projet. Son encadrement était des plus exemplaires. Qu'il trouve ici, le témoignage d'une profonde gratitude.

Nos vifs remerciements et notre profonde gratitude s'adressent aussi à Monsieur BOUTMEDJET Ahmed, Maître assistant à l'université de Laghouat.

A tous ceux qui nous ont aidés de près ou de loin à réaliser ce travail, nous disons merci.

Nous tenons aussi à remercier Monsieur Bouamara Amar, qui nous a aidés à accomplir ce travail.

Sommaire	pages
Liste des tableaux	I
Liste des figures	II
Les abréviations	III
Introduction	01
Partie I : Synthèse bibliographique	
Chapitre 1. Climatologie	03
1.1. Définitions du climat	03
1.2. La dynamique générale de l'atmosphère	03
1.3. Les masses d'air	04
1.3.1. L'air tropical maritime (Tm)	04
1.3.2. L'air tropical continental (Tc)	05
1.4. Le climat méditerranéen	05
1.5. Les caractéristiques climatiques de Sahara	06
1.5.1. Faiblesse et irrégularité des précipitations	06
1.5.2. Forte luminosité et température	06
1.5.3. Vent	06
1.5.4. Fortes évaporations	07
Chapitre 2. Répartition des étages bioclimatiques et dépressions fermée non salée	08
2.1. Répartition des étages bioclimatiques	08
2.1.1. Répartition en Algérie	08
2.1.1.1. Le domaine humide et subhumide	08
2.1.1.2. Le domaine semi-aride	09
2.1.1.3. Le domaine aride ou steppique	09
2.1.1.4. Le domaine désertique	09
2.2. Dépression fermée non salée	11
2.2.1. Définition des dayas	12
2.2.2. Historique et caractéristiques des dayas	12
2.2.3. Différents types des dayas	14
2.2.4. Evolution des dayas	15
Partie II : matériel et méthodes	

Chapitre 1. Description de la région d'étude	18
1.1. Situation géographique	18
1.2. Milieu physique	19
1.3. Hydrographie	19
1.4. Conditions climatiques de la région d'étude	19
1.4.1. Pluviométrie	19
1.4.2. Température	20
1.4.3. Humidité relative de l'air	21
1.4.4. Vent	21
1.4.4.1. Le sirocco	22
1.4.4.2. Les tempêtes de sables	22
1.4.5. Gelée	23
1.5. Localisation de la zone d'étude	23
Chapitre 2. Paramètres climatiques et bioclimatiques analyses	25
2.1. Thermoclimat	25
2.1.1. Valeur de la moyenne annuelle (°C)	25
2.1.2. Valeur de la moyenne des maxima du mois le plus chaud (°C)	25
2.1.3 Valeur de la moyenne des maxima du mois le plus froid (°C)	25
2.1.4. Valeur de la moyenne des maxima du mois le plus froid (°C)	25
2.1.5. Valeur la plus faible des moyennes mensuelles (°C) et Valeur la plus forte	25
des moyennes mensuelles (°C)	
2.1. 6. Nombre de mois dont la température moyenne est inférieure à 10 °C	26
2.1.7. Amplitude annuelle moyenne (Tmax – Tmin)	26
2.1.8. Amplitude annuelle maximale ou extrême (M - m)	26
2.1.9. Indice de continentalité thermique de Gorczinski modifié par Daget	26
2.2. Ombroclimat	27
2. 2.1. Module pluviométrique annuel (en mm)	27
2. 2.2. Module pluviométrique estival (en mm et en % du total annuel)	27
2. 2.3. Nombre de mois dont la pluviosité moyenne est supérieure à 100 mm	27
2. 2.4. Nombre de mois dont la pluviosité est inférieure à 30 mm	27
2. 2.5. Valeur des précipitations mensuelles la plus faible	27
2. 2.6. Valeur des précipitations mensuelles la plus forte	27
2. 2.7. Indice de continentalité hydrique (C)	27
2. 3. Bioclimats	28

2. 3.1. Indice de sécheresse estivale de Giacobbe-Emberger (Pe/M)	28
2. 3.2. Nombre de mois secs au sens de Bagnouls et Gaussen ($P \leq 2T$)	28
2. 3.3. Indice d'aridité de De Martonne	28
2. 3.4. Quotient pluviothermique d'Emberger modifié Stewart	29
2. 3.5. Indice ombrothermique annuel de Rivas-Martinez	29
2.3.6. Indices de thermicité de Rivas-Martinez	30
2.4. Correction des données climatiques	31
2.4.1. Gradient de précipitation	31
2.4.2. Gradient de température	33
2.5. Caractéristiques climatiques de la station de référence	35
2.5.1. Thermoclimat	35
2.5.2. Ombroclimat	36
2.5.3. Bioclimats	36
2.6. Analyse statistique	37
Partie III : Résultats et discussion	
Chapitre 1. Résultats	38
1.1. Thermoclimat	38
1.1.1. Valeur de la moyenne annuelle (°C)	39
1.1.3. Valeur de la moyenne des maxima du mois le plus chaud (°C)	39
1.1.4. Valeur de la moyenne des maxima du mois le plus froid (°C)	39
1.1.5. Valeur la plus faible des moyennes mensuelles (°C) et Valeur la plus forte des moyennes mensuelles (°C)	39
1.1.6. Nombre de mois dont la température moyenne est inférieure à 10 °C	39
1.1.7. Amplitude annuelle moyenne ($T_{\max} - T_{\min}$)	39
1.1.8. Amplitude annuelle maximale ou extrême ($M - m$)	40
1.1.9. Indice de continentalité thermique de Gorczinski modifié par Daget	40
1.2. Ombroclimat	41
1.2.1. Module pluviométrique annuel (en mm)	42
1.2.2. Module pluviométrique estival (en mm et en % du total annuel)	43
1.2.3. Nombre de mois dont la pluviosité moyenne est supérieure à 100 mm	43
1.2.4. Nombre de mois dont la pluviosité est inférieure à 30 mm	43
1.2.5. Valeur des précipitations mensuelles la plus faible	43
1.2.6. Valeur des précipitations mensuelles la plus forte	43
1.2.7. Indice de continentalité hydrique (C)	43

1.3. Bioclimats	43
1.3.1. Indice de sécheresse estivale de Giacobbe-Emberger (Pe/M)	45
1.3.2. Nombre de mois secs au sens de Bagnouls et Gaussen ($P \leq 2T$)	45
1.3.3. Indice d'aridité de De Martonne	45
1.3.4. Quotient pluviothermique d'Emberger modifié Stewart	45
1.3.5. Indice ombrothermique annuel de Rivas-Martinez	45
1.3.6. Indices de thermicité de Rivas-Martinez	45
Chapitre 2. Discussion	46
Conclusion	50
Références bibliographiques	52
Annexe	59

Liste des tableaux	pages
Tableau 1: Précipitation moyenne mensuelle de la période 1996-2014 de la région de Laghouat	19
Tableau 2: Température moyenne mensuelle de la période (1996-2014) de la région de Laghouat	20
Tableau 3 : Humidité relative mensuelle de la période 2001-2013	21
Tableau 4 : Vitesse des vents mensuels enregistrée pour la période 1996-2013 à Laghouat	22
Tableau 5 : Nombre de jours de gelée de la région de Laghouat (2001-2012)	23
Tableau 6 : Valeurs de l'indice d'aridité (I) et bioclimats correspondants	28
Tableau 7 : Les ombrotypes selon les valeurs de l'indice ombrothermique (Rivas-Martinez, 1996, 2005)	30
Tableau 8 : Les thermotypes proposés par Rivas-Martinez selon les valeurs des températures positives (10Tp)	30
Tableau 9: Gradients pluviométrique proposés par différents auteurs et dans différentes régions	32
Tableau 10: Gradients thermiques proposés par différents auteurs et dans différentes régions	34
Tableau 11 : Paramètres climatiques de la station de Laghouat (1996-2014)	35
Tableau 12 : Principaux paramètres thermiques des dayas étudiées	38
Tableau 13 : Principaux paramètres climatiques liés aux précipitations	42
Tableau 14: principaux indices climatiques pour les dayas étudiées	44
Tableau 15 : Indices d'aridité de De Martonne pour quelques régions de l'Algérie	48

Liste des figures	pages
Figure 01 : Carte bioclimatique de l'Algérie selon le système d'Emberger	11
Figure 2 : Morphologie et végétation des dayas du stade naissante au stade adulte	17
Figure 3 : Situation de la wilaya de Laghouat dans la steppe algérienne	18
Figure 4 : Précipitations interannuelles de la région de Laghouat (1996-2014)	20
Figure 5 : Variation interannuelle des températures de la région de Laghouat (1996-2014)	21
Figure 6 : Vitesse annuelle du vent dans la région de Laghouat (1996-2013)	22
Figure 7 : Itinéraire suivi durant l'étude	24
Figure 8 : Variation de l'amplitude thermique maximale avec la latitude	40
Figure 9: Variation de la continentalité thermique avec la variation de l'altitude	41

Liste des abréviations

- Alt_{sta ref}** : Altitude de la station de référence.
- Alt_{daya}** : Altitude de daya.
- Am** : Amplitude thermique annuelle.
- °C** : Degré Celsius.
- C** : Indice de continentalité hydrique.
- D** : Différence entre altitude de Laghouat avec chaque daya.
- D.P.A.T** : Direction de la Planification et de l'Aménagement du Territoire.
- DSA** : Direction des services agricoles.
- h** : Altitude en Kilomètre (km).
- H %** : Humidité relative.
- HCDS** : Haut Commissariat au Développement de la Steppe.
- I** : Indice d'aridité de De Martonne
- Io** : Indice ombrothermique annuel.
- φ** : Latitude en degré d'arc .
- K'** : Indice de continentalité thermique.
- M** : Température moyenne maximale du mois le plus chaud en degré Kelvin (°C + 273).
- M'** : La valeur de la moyenne des maxima du mois le plus froid.
- m** : Température moyenne minimale du mois le plus froid en degré Kelvin (°C + 273).
- mm** : millimètre.
- m/s** : mètre par seconde .
- ONM** : Office national de météorologie.
- P** : Précipitation moyenne annuelle en (mm).
- Pe** : Cumul des précipitations des six mois à jours longs (les plus chauds).
- Ph** : Cumul des précipitations des six mois à jours courtes (les plus froids).
- P_{mois daya}** : Valeur mensuelle de précipitation (daya).
- P_{mois sta ref}** : Valeur mensuelle de précipitation (station de référence).
- Pp** : la somme des précipitations moyennes (en mm), des mois dont la température moyenne est supérieure à 0°C.
- Q₂** : Quotient pluviothermique d'Emberger.
- Q₃** : Quotient pluviothermique de Stewart.
- T** : Température moyenne annuelle.
- T_{M mois daya}** : La température maxima moyenne le plus chaud pour chaque mois de l'année (daya).
- T_{M mois sta ref}** : La température maxima moyenne le plus chaud pour chaque mois de l'année (station de référence).
- T_{m mois daya}** : La température maxima moyenne le plus froid pour chaque mois de l'année (daya).
- T_{m mois sta ref}** : La température maxima moyenne le plus froid pour chaque mois de l'année (station de référence).
- Tmax** : Température moyenne de maxima le mois le plus chaud.
- Tmin** : Temperature moyenne de minima le mois le plus froid.
- T.moy.** : Température moyenne mensuelle.
- Tp** : la somme des températures moyennes mensuelles supérieures a 0 °C.

Introduction

Le bassin méditerranéen est une région originale à bien des égards du fait de sa position au carrefour de trois continents : l'Europe, l'Afrique et l'Asie. Le climat méditerranéen peut être caractérisé par les trois paramètres suivants : températures clémentes, présence d'une saison estivale sèche plus ou moins longue mais bien marquée et un volume annuel de précipitations faible et extrêmement variable (Skouri, 1993). Ce climat est qualifié de xérothermique. Ce climat est caractérisé par une concentration hivernale des précipitations, l'été étant sec (Daget, 1980). Pour l'écologiste, le phytogéographe ou le bioclimatologiste, c'est l'ensemble des zones qui se caractérisent par des pluies concentrées sur la saison fraîche à jours courts avec de longues sécheresses estivales (Emberger, 1955).

Entre les paysages méditerranéens typiques du Tell et le désert saharien, les steppes algériennes occupent une position charnière bien particulière. Dans ce pays aux vastes horizons, le climat est rude, chaud en été, souvent froid en hiver. La sécheresse chronique devient périodiquement catastrophique. Néanmoins, ces immenses étendues de steppes d'alfa ou d'armoise restent le domaine privilégié du mouton et des pasteurs nomades (Pouget, 1980).

Depuis le travail remarquable de Seltzer sur le climat de l'Algérie, plusieurs études et cartes climatiques ont été effectuées : Carte des précipitations de l'Algérie (échelle 1/500.000) de Bagnouls et Gaussen (1957), étude du climat du Sahara par Dubief (1959-1963), la carte des précipitations de l'Algérie (échelle 1/500.000) par Chaumont et Paquin (1971), Stewart (1969), Le Houérou et *al.* (1977), Barry et *al.* (1972, 1976, 1981), Djebaili (1984), Gharzouli (1977), Djellouli (1981), Djellouli et *al.* (1994), Le Houérou (1995), Benabdeli (1996) et Meddour (2010). D'autres études et mémoires universitaires de caractérisation ont été réalisées pour caractériser chaque région à part, les travaux de synthèse restent plutôt rares.

L'étude du climat des régions du sud algérien recèle une relative insuffisance due à des problèmes de données récentes, au nombre réduit des stations météorologiques et à la discontinuité dans les prélèvements des observations climatiques, rendent difficile toute interprétation climatique et exige le recours à des méthodes de correction climatiques qui demeurent insuffisantes mais nécessaires pour interpréter de point de vue écologique certains phénomènes naturels.

Notre travail a pour objectif l'étude de la répartition et la caractérisation de quelques dayas au sud de la région de Laghouat à travers un transect nord-sud, tout en essayant de dévoiler les changements des paramètres climatiques (températures et précipitations) suivant un gradient altitudinal et latitudinal. Ainsi pour combler le manque en données météorologiques qui nous permettrons par la suite d'expliquer l'action des phénomènes fréquents de notre région (désertification, sécheresse, dégradation du couvert végétal, ...).

Notre travail est présenté en trois parties; le premier est une synthèse bibliographique ayant trait aux différents aspects de ce travail. La deuxième partie est consacrée aux, matériel utilisé et la méthodologie suivie. Une troisième partie, expose les résultats obtenus qui seront ensuite discutés à la lumière des données de littérature disponibles.

Chapitre 1. Climatologie

1.1. Définitions du climat

Pour mieux cerner la question climatique, nous nous devons, avant tout, exposer quelques définitions de base qui nous donneront une idée sur les différents éléments du climat. Avant le 20^{ème} siècle, le terme « clima » représentait toute étendue de la surface terrestre caractérisée par des conditions atmosphériques, habituellement, comparables. Thornthwaite a défini le climat devant la commission de climatologie de l'OMM, comme « une intégration des facteurs météorologiques et climatiques qui concourent à donner à une région donnée son caractère et son individualité » (Viers, et *al.* 1990). Sorre (1943), le définit comme « l'ambiance atmosphérique constituée par la série des états de l'atmosphère au-dessus d'un lieu dans leur succession habituelle ».

La connaissance de nombreux paramètres, comme la température à différentes altitudes, l'influence des gaz à effet de serre, l'humidité relative, l'évaporation océanique, est nécessaire pour produire des modèles climatiques numériques et anticiper les changements du climat que l'on peut prévoir à plus ou moins long terme (30 ans selon la norme OMM) (Guyot 1999).

1.2. La dynamique générale de l'atmosphère

Le système planétaire fonctionne comme une machine thermique, il redistribue, par la circulation atmosphérique et la circulation océanique, l'énergie excédentaire des moyennes et basses latitudes (entre 35° N et 35°S) vers les régions déficitaires des plus hautes latitudes. Il a, donc, pour effet de rétablir l'équilibre thermique entre les différents points de la terre. Pour mieux cerner la question, il est indispensable de définir les différents mécanismes qui régissent cette dynamique de l'atmosphère (Godard et *al.*, 1993).

➤ La circulation générale

La circulation générale de l'atmosphère est un ensemble de phénomènes extrêmement complexes, les grands traits de cette circulation consistent en l'existence d'un courant atmosphérique d'Est dans les régions équatoriales et dans les régions polaires et d'un mouvement d'Ouest dans les latitudes tempérées, La région équatoriale reçoit, environ, huit fois plus d'énergie calorifique que les régions polaires, Si aucun échange de chaleur ne

se produisait à la surface de la terre, les températures s'établiraient de telle manière que le sol rayonnerait vers l'espace toute l'énergie reçue. (Thebault, 1973).

En fait, compte tenu des températures observées, le sol, dans les régions équatoriales rayonne seulement le double de ce qu'il rayonne dans les régions polaires ; un transfert de chaleur s'effectue, donc, de l'équateur vers les pôles ; la majeure partie par l'intermédiaire de l'atmosphère et le reste par les océans. Sans la rotation de la Terre, l'air voyagerait du nord au sud en ligne droite, à travers les différences de température (donc de pressions) entre les basses et les hautes latitudes. En réalité, l'effet de la force de Coriolis, balance les vents vers leur droite dans l'hémisphère Nord, et vers leur gauche dans l'hémisphère Sud. Ainsi, le mouvement de l'air qui voyage vers l'Equateur forme les *Alizés* et celui qui voyage vers les pôles forme les *Westerlies* (Thebault, 1973).

1.3. Les masses d'air

Une masse d'air est un grand volume d'air dont les propriétés physiques (températures, humidité, densité, gradient) sont relativement homogènes dans un plan horizontal. Cependant, ces masses d'air sont mobiles, déformables et transformables à des échelles de temps variables. Schématiquement, ce sont les zones anticycloniques qui, du fait de leur stabilité, sont les plus favorables à la production de ces masses d'air, le trajet que font ces masses d'air à partir de leurs régions sources peut modifier leurs caractéristiques, en hiver, une masse d'air doux, humide et instable qui arrive sur une masse continentale froide aura tendance à se refroidir et à se stabiliser (Etienne et al, 1970). Selon ce dernier, Il existe différentes masses d'air :

Elles se forment au niveau des cellules anticycloniques subtropicales, On parle d'air tropical maritime **T_m** si la région d'origine est au-dessus des océans et d'air tropical continental **T_c** si la région d'origine se situe au-dessus des continents, Comme les grands centres d'action auxquels elles sont associées, elles subissent un balancement saisonnier et peuvent remonter jusqu'aux moyennes latitudes en été.

1.3.1. L'air tropical maritime (T_m)

Il est caractérisé par des températures élevées, une forte humidité (au moins à la base) et une stratification stable qui se renforce avec son déplacement vers les moyennes latitudes, cet air est caractérisé par l'abondance des brouillards, brumes ou nuages, Sur le flanc équatorial des cellules subtropicales, l'air tropical maritime chaud et très humide, devient

souvent instable, Les sources d'approvisionnement de l'air tropical maritime en eau sont importantes, tant sur les forêts denses que sur les océans, a cette catégorie d'air équatorial peuvent se rattacher les masses d'air dites de mousson en été.

1.3.2. L'air tropical continental (Tc)

Il est doux, sec et stable en hiver, En été, il se réchauffe beaucoup, mais son instabilité reste limitée aux basses couches de l'atmosphère, tant qu'il ne quitte pas le continent, En revanche s'il voyage au-dessus d'une mer, il devient vite instable, Ainsi l'air saharien, en traversant la Méditerranée, se charge d'une grande quantité d'humidité et perd sa stabilité, il peut être à l'origine de violents orages.

1.4. Le climat méditerranéen

Le climat méditerranéen, apparu il y a approximativement 3,2 millions d'années durant le Pliocène, est très récent d'un point de vue géologique. Il se caractérise par un hiver froid et humide et un été chaud et sec (Aschmann 1973). Ces conditions climatiques peuvent être considérées comme une transition entre le climat tropical sec et le climat tempéré, avec une occurrence plus ou moins marquée de phases de sécheresse estivale. Ces conditions apparaissent sur les côtes ouest de tous les continents entre les latitudes 30 ° et 45 °, du fait de la circulation des masses d'air. La cellule de haute pression subtropicale sèche, se déplaçant vers les pôles au cours de la saison chaude, bloque l'entrée des dépressions extra tropicales et limite ainsi l'entrée des précipitations dans ces régions durant les périodes estivales, Le climat méditerranéen se retrouve donc aussi en Californie, au Chili, en Afrique du Sud, au sud-ouest de l'Australie, et sur les rives de la mer Méditerranée (Joffre et Rambal ,2002).

Le régime de précipitation sous climat méditerranéen est de type APHE (Automne, Printemps, Hiver, Été) avec des précipitations maximales en automne et minimales en été. Sur la base de la quantité totale des précipitations annuelles et d'une combinaison des températures maximales moyennes du mois le plus chaud et de la moyenne des températures minimales du mois le plus froid, le quotient pluviométrique d'Emberger permet de classer les climats méditerranéens d'aride à superhumide et de froid à chaud (Daget 1977, Le Houérou 1990). En fonction de critères thermiques, à savoir les valeurs de la moyenne des minima du mois le plus froid de l'année, six étages de végétation peuvent également être définis en allant des valeurs les plus élevées aux plus basses : l'étage

inframéditerranéen, l'étage thermoméditerranéen, l'étage mésoméditerranéen, l'étage supraméditerranéen, l'étage montagnard méditerranéen et l'étage oroméditerranéen (Quézel, 1974, 1985).

1.5. Les caractéristiques climatiques du Sahara

Les climats Sahariens sont caractérisés notamment par une :

1.5.1. Faiblesse et irrégularité des précipitations

C'est évidemment le caractère essentiel, En plus de la moyenne des précipitations qui est faible, la distribution dans le temps est aléatoire de sorte que les deux facteurs conjuguent leur effet pour aggraver les conditions de la vie (Ozenda, 1983).

Cette irrégularité des pluies augmente avec l'aridité, Dans le Sahara septentrional particulièrement, la pluie tombe souvent pendant les mois d'hiver laissant une longue période estivale complètement sèche (Ozenda, 1977).

1.5.2. Forte luminosité et température

D'après Toutain (1979), l'air et le sol s'échauffent considérablement, d'où une température maximale très forte de l'ordre 40 °C, À l'ombre pendant la période critique (juillet, Août) par fois elle peut aller au de la de 50 °C, par contre en février on peut observer des températures très basses qui atteignent les 10°C, Dans certaines régions.

La radiation solaire est importante au Sahara (3000 à 3500 heures) car l'atmosphère représente une grande pureté durant toute l'année (Toutain, 1979). D'après Dubief (1959), elle varie assez notablement d'une année à l'autre et même suivant les périodes d'année envisagées.

1.5.3. Vent

C'est un phénomène continu au Sahara ou il joue un rôle considérable, en provoquant une érosion intense qui transporte et forme les dunes de Sable (Ozenda, 1983). Selon Demangeot (1981) les vents dans les régions sahariennes sont très fréquents (siroco, chergui); leur efficacité (vent de sable) se manifeste tout particulièrement par une déflation et une corrosion sur le relief, ainsi que sur les plantes, tout en augmentant l'intensité de l'évapotranspiration potentielle "ETP". La fréquence et l'intensité des vents sont des

caractères majeurs de la climatologie saharienne, et il joue un rôle très important sur la flore et la végétation, et le même auteur signale que le vent souffle dans certaines régions pendant plus de la moitié de l'année (Quézel, 1965). D'après Ozenda (1983), le vent est plus fréquent en mars et avril, et on assiste au Sahara à des véritables tempêtes de sable avec des vitesses qui peuvent dépasser 100 Km /h.

1.5.4. Fortes évaporations

L'évaporation est un phénomène physique qui augmente avec la température, la sécheresse de l'air et l'agitation de cette eau. Dans le Sahara Algérien l'eau évaporée annuellement serait de 3 à 5 mètres environ suivant les localités, c'est-à-dire une valeur infiniment plus forte que la quantité d'eau qui tombe sur le sol lors des pluies (Ozenda, 1983).

Chapitre 2. Répartition des étages bioclimatiques et des dépressions fermées non salées

Généralement, la zone aride est subdivisée en trois domaines structurés comme suit (Emberger 1955 ; Le Houérou, 1975 -1995) :

- Le domaine hyper aride dont la pluviométrie est inférieure à 100 mm.
 - Le domaine aride proprement dit dont la pluviométrie est comprise entre 100 et 300- 400 mm.
 - Le domaine semi- aride dont la pluviométrie est comprise entre 300- 400 mm et 600 mm.
- Selon certains écologistes, le terme désert vrai devrait être réservé de façon exclusive aux zones à climat hyper aride (Ramade, 2003).

2.1. Répartition des étages bioclimatiques

2.1.1. Répartition en Algérie

La classification bioclimatique d'Emberger et Sauvage a été largement adoptée en régions méditerranéennes. Cinq étages du bioclimat méditerranéen ont été définis pour l'Algérie : Saharien, aride, semi aride, sub- humide et humide (Madani, 2008). Ils sont subdivisés en variantes sur la base des seuils thermiques de la température du mois le plus froid (m°C) (Dekhinat, 2005).

2.1.1.1. Le domaine humide et subhumide

Cette région reçoit, en général, plus de 600 mm de précipitations, le nombre de mois secs ne dépasse pas 3 à 4 mois, Ce domaine comprend toute la zone côtière (surtout celle de l'Est) ainsi que l'ensemble montagneux de l'Algérie septentrionale, dans cette région, les cultures sont partout possibles. La forêt méditerranéenne y trouve son terrain d'élection avec des arbres toujours verts: les chênes (chêne-liège sur les basses pentes, chêne vert plus haut), les résineux comme le pin d'Alep sur les versants chauds, le pin maritime, le pin pignon, les sapins... Le couvert forestier reste parfois important, mais le plus souvent, il est dégradé en matorral. L'écoulement des oueds se prolonge durant une grande partie de l'année. Le milieu physique, compartimenté et morcelé, est une mosaïque de plaines, de bassins et de versants de montagnes (Dekhinat, 2005).

2.1.1.2. Le domaine semi-aride

Dans cette région, les précipitations se raréfient et deviennent plus irrégulières: 400 à 600 mm (le plus souvent réparties entre 50 et 70 jours/an). La saison sèche peut se prolonger jusqu'à 5 et 6 mois, Cette région est, très largement, représentée par les hautes plaines et les hauts plateaux de l'Algérie septentrionale, La végétation naturelle est en dégradation continue. Il subsiste quelques thuyas, pins d'Alep, pistachiers, amandiers... Mais, à ce niveau, les formes buissonnantes l'emportent, où se mêle le chêne kermès, l'olivier sauvage, le lentisque, le genévrier, le palmier nain (Dekhinat, 2005).

2.1.1.3. Le domaine aride ou steppique

Selon Dekhinat (2005), cette région reçoit moins de 400 millimètres de précipitations par an. Le nombre de jours de pluies est compris entre 20 et 40, en réalité, les données moyennes, dans cette région, n'ont guère de significations, car le caractère marquant est la succession d'irrégularités saisonnières et Interannuelles, jalonnée par de sévères sécheresses cycliques, le caractère continental entraîne des écarts de température considérables, la steppe occupe de vastes étendues des Hautes Plaines algériennes, au dessus de 200 mm, elle peut être une formation secondaire qui résulte de la dégradation d'une couverture végétale plus abondante. Au dessous de 200 mm, c'est une formation de base qui est composée de graminées (alfa) et de buissons ligneux xérophi les (armoïse), dans les fonds d'oueds plus humides ou dans les zones d'épandage des crues, apparaissent les buissons de tamarix, de jujubier et de laurier rose.

2.1.1.4. Le domaine désertique

Cette région reçoit moins de 100 mm de pluies par an, il arrive qu'il ne pleuve pas pendant 12 mois consécutifs, les conditions climatiques y sont extrêmes, les températures sont de plus en plus marquées par la continentalité et l'amplitude très forte, dans la partie nord des déserts, les précipitations sont souvent des précipitations d'hiver ou de printemps, mais l'irrégularité saisonnière y domine, près des basses latitudes (22° et en altitude), les pluies peuvent être d'été, traduisant ainsi la proximité avec la zone tropicale (Dekhinat, 2005).

Le désert n'est pas, complètement, dépourvu de végétation, les lits d'oued et les zones d'épandage de piémont peuvent receler une nappe phréatique, ils peuvent porter une steppe

très ouverte et des fourrés discontinus de buissons ou d'arbustes comme : les acacias et les jujubiers, les tamarix jalonnent les fonds d'oued les plus humides (Dekhinat, 2005).

Selon Dekhinat (2005), ces variantes intéressantes pour la production végétale sont les suivantes:

- Hiver froid à gelées durant de longues périodes, $-3 < m < 0^{\circ}\text{C}$.
- Hiver frais à gelées très fréquentes, $0 < m < 3^{\circ}\text{C}$.
- Hiver doux à gelées rares, $3 < m < 7^{\circ}\text{C}$.
- Hiver chaud à gelées absentes, $7 < m < 10^{\circ}\text{C}$.

En Outre, les températures basses en hiver, les fortes températures de l'été et la sécheresse estivale sont des facteurs limitant pour la production végétale en Algérie, les grandes régions écologiques se distinguent relativement bien Au nord, se trouvent les zones de cultures (littoral, plaines intérieures, hautes plaines etc...), au centre les zones steppiques et de parcours et au sud le Sahara avec ses Oasis (Dekhinat, 2005).

Selon Cote (1983), le bioclimat humide représente 0.4% de la surface totale de l'Algérie sur la zone d'altitude élevé de nord-est algérien , le bioclimat subhumide représente 1.42% pour les régions littorales de centre et de l'est algérien, le semi aride représente 4.12% pour l'ensemble des hauts plain de l'est ,du tell oranais et de l'atlas saharien, le bioclimat aride représente 4.78 % dans les steppes occidentales et les zones les plus méridionales (Figure 1).

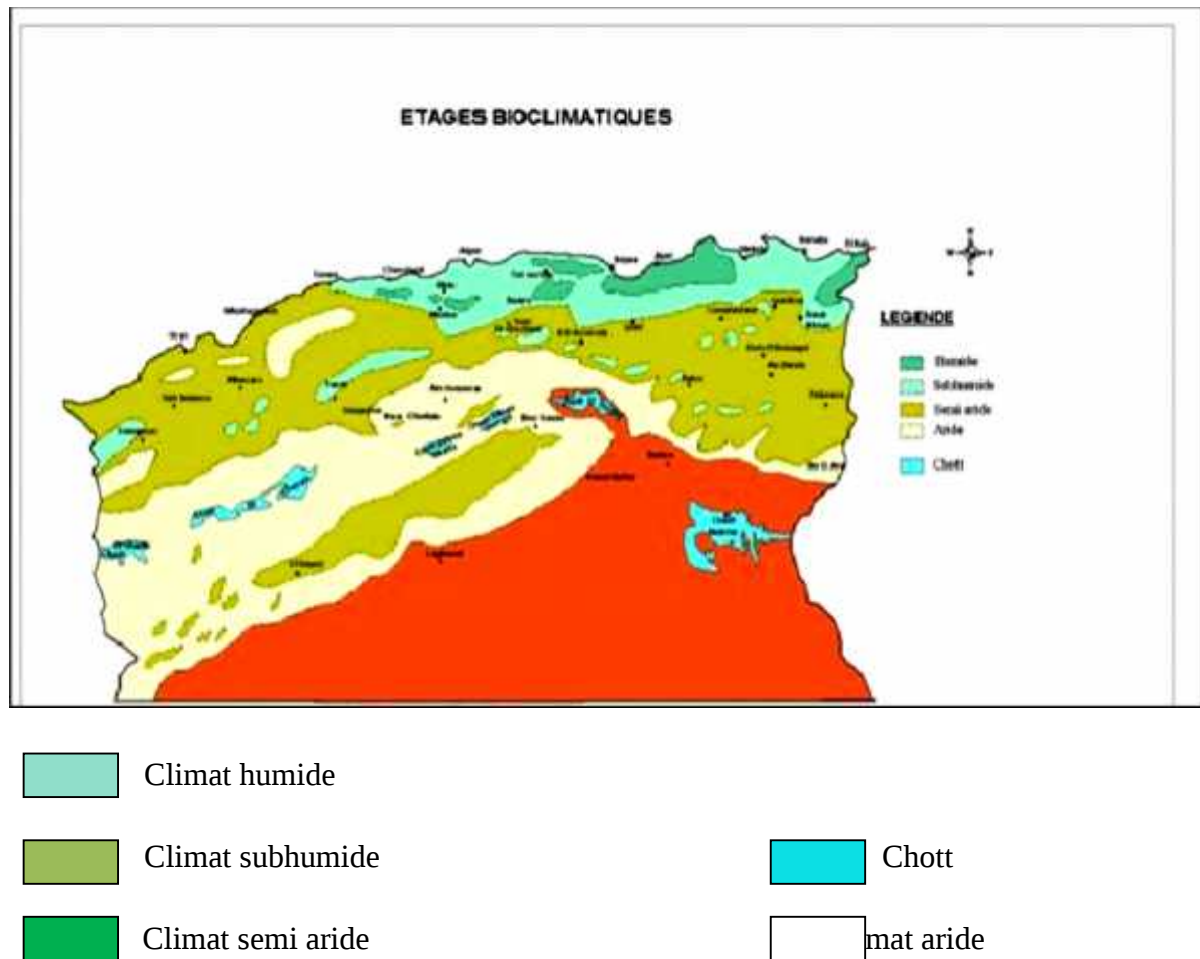


Figure 01: Carte bioclimatique de l'Algérie selon le système d'Emberger (ANAT, 2004 in Nedjraoui et Bedrani, 2008).

2.2. Dépression fermée non salée

La région des dayas est délimitée géographiquement depuis le Bassin de l'oued Djedi à l'Est de Laghouat jusqu'à la région d'El Abiod Sidi Cheikh, 50 km au Sud de Laghouat jusqu'à la région de Chebka du M'zab à 150 km, ce sont de centaines de dépressions, à superficies différentes, le groupement caractéristique de ces fonds est l'association à *Pistacia atlantica* et *Zizyphus lotus* (Guinet, 1954).

Au sud de l'Atlas saharien d'une part et d'autre part du méridien de Laghouat s'étend une partie communément appelée «plateau des dayas» en raison de l'abondance de ces entités physionomiques et biologiques qualifiées des dayas (Ben Semaoune, 2008).

2.2.1. Définition des dayas

Ce terme vernaculaire caractérise une dépression fermée de l'ordre métrique à kilométrique où s'accumulent les eaux de ruissellement non salées ou peu salées. Les eaux se maintiennent quelques jours ou quelques semaines; une partie s'évapore, une autre partie s'infiltre très lentement à travers un sol de texture moyenne à très fine alors que le reste est utilisé par une végétation variée arbres (*Pistacia atlantica* ou "botma", ce sont les célèbres "Betoum"), nanérophytes (*Zizyphus lotus*) et plus généralement des espèces végétales adaptées à la texture et au régime de submersion temporaire. Les dayas sont souvent cultivées (céréales) (Pouget, 1992).

Selon Taibi (1997), Ce sont des petites cuvettes appelées dayas qui grèlent les hamadas. Colmatées par des formations alluviales déposées par les eaux de ruissellement qui inondent ces cuvettes après les pluies.

D'après Kaabeche (1990), les dépressions sont zones de concentration des eaux de ruissellement et de décantation des particules solides, elles correspondent à deux types selon leur caractère salé « sebkha, chott » ou non salé « daya ».

La plupart des dayas sont circulaires ou ovales et montrent des bords en pentes douces. Leur profondeur ne dépasse généralement pas quelques mètres, mais le diamètre peut varier de la dizaine à la centaine et même au millier de mètres (Monjauze, 1980).

Les dayas sont particulièrement bien développées dans la steppe Sud Algérois, où toute la région située à l'Est de Laghouat et à l'Ouest de la même ville, est désignée précisément par les géographes sous le nom de région des dayas (Ozenda, 1991).

Selon le même auteur, Ce sont des petites dépressions circulaires, résultant de la dissolution locale des dalles calcaires ou siliceuses qui constituent les Hamadas.

2.2.2. Historique et caractéristiques des dayas

L'origine des dayas a intéressé les géomorphologues :

Selon Capot-Rey (1937), il est admis que ces dépressions qui offrent de fortes analogies avec les dolines, sont d'origine karstique. Elles résulteraient de l'affaissement de la croûte superficielle ou des assises calcaires supérieures à la suite de dissolution des sédiments sous-jacents par les eaux d'infiltration. Les avens sont rares mais non totalement absents.

Des études plus récentes, en particulier celles d'Estorges (1959-1961), ont montré que l'érosion karstique n'était pas seule en cause dans l'évolution des dayas. On signale des dayas traversées par un lit d'oued parfaitement dessiné ; il existe aussi de vrais chapelets de dayas raccordées les unes aux autres par des tronçons d'oued.

Enfin dans le plateau de Larbaa qui est la région type des dayas, au sud de Laghouat, il existe des zones étendues où aucun phénomène karstique ne se manifeste.

Estorges (1959-1961), estimait que si l'érosion karstique originelle ne fait aucun doute, le ruissellement et l'érosion mécanique ont fait plus que retoucher dans le détail la forme des dayas ; leur action paraît avoir été souvent déterminante.

Le Pays des Dayas est un haut plateau dont l'altitude moyenne passe de 1 000 à 500 mètres de l'ouest à l'est. Sous la forme approximative d'un rectangle d'un peu plus de 300 sur un peu moins de 100 kilomètres de côtés, il couvre environ 30 000 kilomètres carrés. Il longe l'Atlas saharien central par son grand côté, s'appuie au sud sur la dorsale turonienne de la Chebka du Mزاب, à l'ouest sur des plateaux descendant vers le Grand Erg occidental, qui presque le confronte, et à l'est s'atténue en pente douce en direction des grands oueds fossiles quaternaires issus du Sahara central et, plus loin, de la dépression du Grand Erg oriental, qui commence 500 kilomètres au-delà. (Monjauze, 1982).

D'après Pouget (1980), les dépressions de type dayas offrent une gamme très diversifiée de sols, généralement profonds et évolués, ayant en commun:

- Une texture relativement homogène pour chaque profil, moyenne à très fine.
- Une structure instable en surface avec un horizon finement lamellaire de quelques millimètres à quelques centimètres et une croûte de battance.
- Une perméabilité d'ensemble faible ne permettant qu'une percolation lente à travers le profil, favorisant ainsi une stagnation plus ou moins prolongée de l'eau et son évaporation en surface.
- Une faible teneur en calcaire (< 10-20 %); le sol est parfois complètement décarbonaté.

L'optimum écologique correspond aux dayas non salées où les sols, de texture très fine à fine (Vertisols, sols peu évolués vertiques), déterminent la présence d'espèces très caractéristiques *Teucrium campanulatum*, *polygonum*,...etc. la conjonction des facteurs

texture et situation de dayas, conditionne un milieu écologique bien spécifique où les espèces doivent s'adapter. Chaque daya représente un milieu spécifique sous la dépendance du régime hydrologique, de la texture du sol et dans une certaine mesure des bioclimats (Guinet, 1954).

2.2.3. Différents types des dayas

La plupart des dayas se localisent sur les surfaces encroûtées du Quaternaire ancien, moins souvent sur le Quaternaire moyen (Conrad et *al*, 1967).

Selon Pouget (1980), On distingue trois types principaux en fonction de leur taille et surtout de leur profondeur :

- **type peu déprimé** 15 à 20 mètres de diamètre et quelques centimètres de dénivellation ; le changement de végétation et de la surface du sol permet seul de discerner ce type de daya.

- **type un peu déprimé** : diamètre de 60 à 150 mètres pour une dénivellation ne dépassant pas un mètre. Leur forme reste grossièrement circulaire avec des évaginations correspondant à des chenaux de ruissellement plus ou moins bien individualisés et profonds.

- **type très déprimé** : diamètre de l'ordre hectométrique si non kilométrique pour une dénivellation de plusieurs mètres. Le fond de la daya est plat, les bords se relevant brusquement avec une petite falaise incisée par un réseau rayonnant d'entailles.

Cependant, les daya sont classés par Estorges (1959) selon leur topographie et leur évolution en deux catégories :

- Les dayas à bordure douce et convexe, sont peu profondes et sont tous à fait comparables à des dolines ; elles résultent, en effet, d'un processus purement karstique : la dissolution de la croute calcaire qui recouvre les argiles sableuses rouges de Tertiaire continentale;

- Les dayas à bordure abrupte sont beaucoup plus profondes. La croute calcaire forme une corniche au sommet de la bordure et des glacis d'érosion taillés dans les argiles rouges, entourant la zone d'infiltration de l'eau. Au processus original, la dissolution de la croute calcaire, s'ajoute l'intervention de deux autres facteurs, l'érosion éolienne qui approfondit la dépression et le ruissellement diffus qui élargit la dépression et façonne sa bordure en glacis d'érosion.

2.2.4. Evolution des dayas

Selon Pouget (1980), le façonnement des dépressions serait le résultat de la conjugaison variable de trois processus d'érosion:

- Dissolution chimique (formation karstique).
- Élargissement par ruissellement
- Approfondissement par récurage éolien.

Il convient de souligner dès à présent leur très grande diversité de formes, de taille, de sols et de régimes hydrologiques, malgré toutes ces différences elles n'en tranchent pas moins avec les zones avoisinantes et représentent un milieu écologique bien spécifique (Pouget, 1980).

Selon Taibi et *al.* (1999), les caractéristiques morphologiques et végétales des dayas (auxquelles il faut ajouter l'encaissement) sont significatives d'un certain stade d'évolution morphologique, de manière générale, les plus jeunes sont de petite taille (métrique à décamétrique), rondes et peu encaissées, les plus vieilles, relativement grandes (kilométriques) et de formes irrégulières, sont limitées par des talus raides pouvant atteindre plusieurs mètres de hauteur et taillés dans la croûte calcaire qui couvre les hamadas.

L'évolution morphologique observe entre les deux formes s'accompagne d'une nette structuration centre-périphérie de la couverture végétale, constituée essentiellement de *Pistacia atlantica*, *Zizyphus lotus* et d'herbacées (Taibi et *al.*, 1999).

On a ainsi distingué 5 stades d'évolution morphologique corrélée à l'évolution de la végétation, chacune évolue ensuite par élargissement, essentiellement sous l'action du ruissellement, et approfondissement, par déflation éolienne, ainsi qu'en liaison avec des processus de dissolution (Taibi, et *al.*, 1997).

Au cours d'un premier stade, ces dayas, de taille réduite (d'une moyenne inférieure à 30 000 m²), sont caractérisées par une grande régularité de forme : elles sont presque parfaitement circulaires (Taibi et *al.*, 1999).

Leur zone centrale, inondée pendant plus longtemps que les bords et colmatée par une formation colluviale sablo-limoneuse, est colonisée par une végétation plus ou moins dense, herbacée (espèces pérennes) et arbustive, elle est entourée d'une auréole, s'asséchant

de plus en plus rapidement vers les bords extérieurs et soumise à une déflation un peu plus prolongée que la zone centrale, qui est caractérisée par une végétation clairsemée puis de transition avec la steppe environnante (Figure 2a) (Taibi et al,1999).

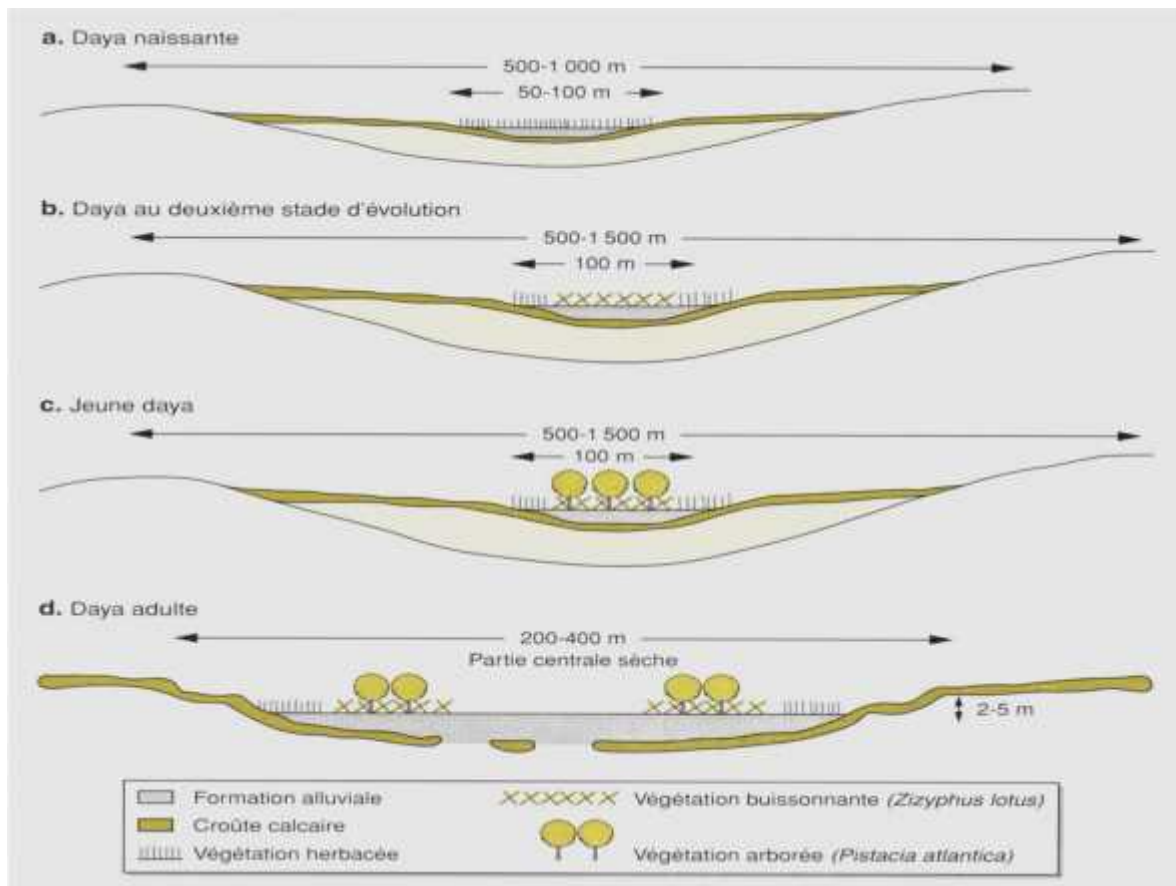
Dans un deuxième stade, avec l'approfondissement de la daya, se met en place le jujubier (*Z. lotus*) qui élimine progressivement l'association végétale précédente (Figure 2b). Ces dayas, de taille moyenne inférieure à 100 000 m², présentent des formes encore proches du cercle. Leur taille, trop réduite par rapport à la résolution, ne permet pas encore la caractérisation fine de leur couverture végétale (Taibi et al,1999).

Au stade suivant apparaît la strate arborée, le betoum (*Pistacia atlantica*) se développe à l'abri des buissons de jujubiers, la végétation herbacée étant rejetée à l'extrême périphérie de la daya (Figure 2c), de manière générale, le centre des dayas est alors couvert de formations végétales denses plutôt arborées, entouré d'une végétation herbacée et arbustive de plus en plus lâche (Taibi et al,1999).

Les dayas à évolution morphologique plus longue présentent une organisation concentrique encore différente : le centre est à nu, la végétation plus ou moins dense se cantonnant à la périphérie, ce qui indique une évolution longue qui aboutit à l'assèchement de la zone central en éliminant progressivement toute végétation (Figure 2d). A l'extrême périphérie apparaît une végétation de transition vers la steppe, Ces dayas de grande taille (surface moyenne de 170 000 m²) correspondent à un stade d'évolution avancé pour le quelle on peut définir des stades intermédiaires (Taibi et al, 1999).

A terme, la zone centrale nue s'étend jusqu'à faire disparaître complètement la végétation. La daya est alors (morte), la zone centrale totalement nue ou colonisée par une steppe assez lâche d'alfa et de sparte est entourée d'une auréole de végétation basse très clairsemée (Taibi et al,1999).

A ce stade, les dayas sont les plus grandes (surface moyenne supérieure à 300 000 m²), ont des formes contournées et sont bordées de "falaises", cela étant, leur évolution morphologique ne procède pas toujours des mêmes processus que celles des autres classes. Leur taille n'est pas forcément représentative d'une évolution plus longue que les autres mais, souvent, de l'exploitation d'un talweg préexistant (Taibi et al,1999).



Source : (Taibi, 1999).

Figure 2 : Morphologie et végétation des dayas du stade naissante au stade adulte.

Chapitre 1. Description de la région d'étude

1.1. Situation géographique

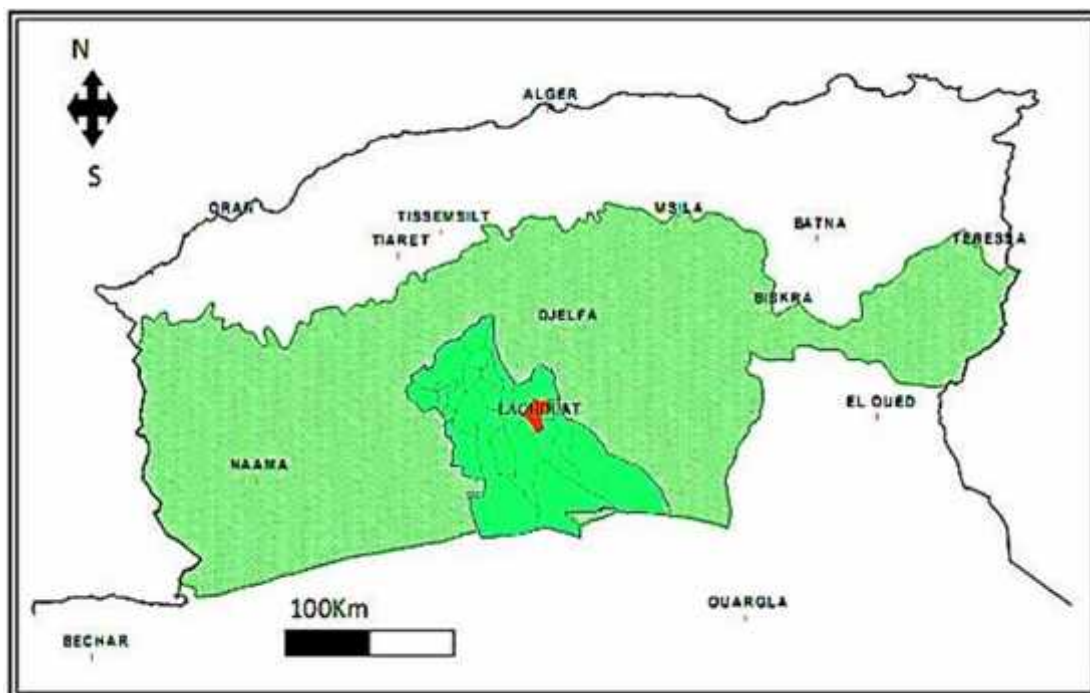
La wilaya de Laghouat se situe à la Latitude moyenne de 33,46° N et la Longitude moyenne : 2,49°E avec une Altitude moyenne de 777 m.

De par sa position géographique et ses caractéristiques climatiques, Laghouat fait partie d'un groupe de neufs Wilayats steppiques du pays (Figure 3), ainsi que des Wilayats du Sud (DSA, 2011). Sur le plan naturel, elle est constituée de deux zones distinctes :

1- La zone de l'Atlas Saharien caractérisée par des altitudes allant de **1.000 à 1.700 m** avec des pentes de **12,5 à 25 %**. Cette zone au Nord Ouest de la Wilaya (régions d'Aflou et Brida). Elle est constituée de vieux massifs forestiers d'une superficie de : **47.095 ha**, de nappes alfatières couvrant une superficie de **315.125 ha** ainsi que de pacages et parcours d'une superficie de **1.531.766 ha**.

2- La zone des Hauts Plateaux et de Plateaux Sahariens caractérisée par des altitudes allant de 700 à **1.000 m** et des pentes de 0 à 3 %.

Cette zone est constituée de vastes étendues steppiques d'une superficie de 1.900.000 **ha** dont une grande partie a été dégradée sous l'effet des sécheresses prolongées (DSA, 2011).



Source : (Nedjraoui et Bedrani, 2008).

Figure 3: Situation de la wilaya de Laghouat dans la steppe algérienne

1.2. Milieu physique

➤ Hydrographie

Les ressources en eaux superficielles sont localisées dans l'Atlas Saharien. Leur faible importance est liée à l'irrégularité du régime pluviométrique et à la forte évaporation. Les principaux Oued sont : Oued M'zi, Oued Touil et Oued Medsous. (D.P.A.T, 2010).

1.3. Conditions climatiques de la région d'étude

1.3.1. Pluviométrie

La pluviométrie la plus forte est celle du mois de septembre avec 27,02 mm, tandis que la pluviométrie la plus faible est enregistrée durant le mois de juillet avec 6,33 mm. Le cumul annuel de la pluviométrie de 19 ans est de 165,97 mm (Tableau1).

Tableau 1: Précipitation moyenne mensuelle de la période 1996-2014 de la région de Laghouat.

mois	J	F	MR	A	M	J	JT	A	S	O	N	D	Moy
P mm)	13,52	6,81	11,49	18,98	10,20	9,65	6,33	12,27	27,02	19,72	19,49	10,49	165,97

Source : (ONM, 2015).

Dans la région de Laghouat, les précipitations annuelles sont irrégulières et faibles, la valeur la plus faible est de 62,7 mm enregistrée en 1998 et la valeur la plus importante est celle enregistrée en 2011 avec 285,2 mm (Figure 4).

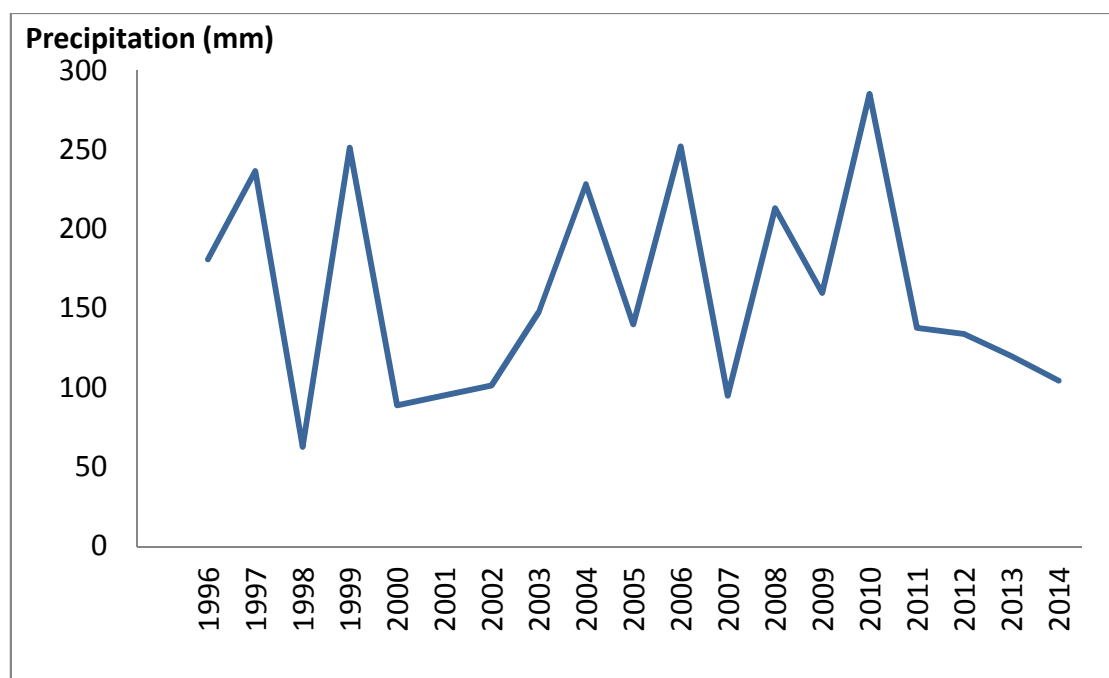


Figure 4: Précipitations interannuelles de la région de Laghouat (1996-2014).

1.3.2. Température

La température moyenne maximale atteint 31.16°C le mois de juillet. Par contre, au mois de janvier la température moyenne minimale atteint **8.47°C**. Il est à signaler que la température mensuelle maximale est de 39.68°C enregistrée durant le mois de Juillet ; et que la température minimale mensuelle est de 1.84°C enregistrée durant le mois de janvier. (Tableau 2).

Tableau 2: Température moyenne mensuelle de la période (1996-2014) de la région de Laghouat.

Mois	J	F	MR	A	M	J	JT	A	S	O	N	D	Moy
M(°C)	15,09	16,70	21,03	24,92	29,83	35,70	39,68	39,09	31,12	25,63	18,57	15,31	
m(°C)	1,84	2,69	6,01	9,44	14,53	18,99	22,64	22,34	17,75	12,43	5,85	2,55	
T.moy. (°C)	8,47	9,70	13,52	17,18	22,18	27,35	31,16	30,72	24,44	19,03	12,21	8,93	18,74

Source : (ONM, 2015).

M : températures moyenne maximale mensuelle en (°C).

m : températures moyenne minimale mensuelle en (°C).

T.moy. : température moyenne mensuelle en (°C).

La figure 5 illustre que les températures moyennes annuelles varient entre 17,7°C et 20 °C. L'année 2005 est la plus froide avec 17,7°C, tandis que l'année la plus chaude est 2001 avec 20 °C.

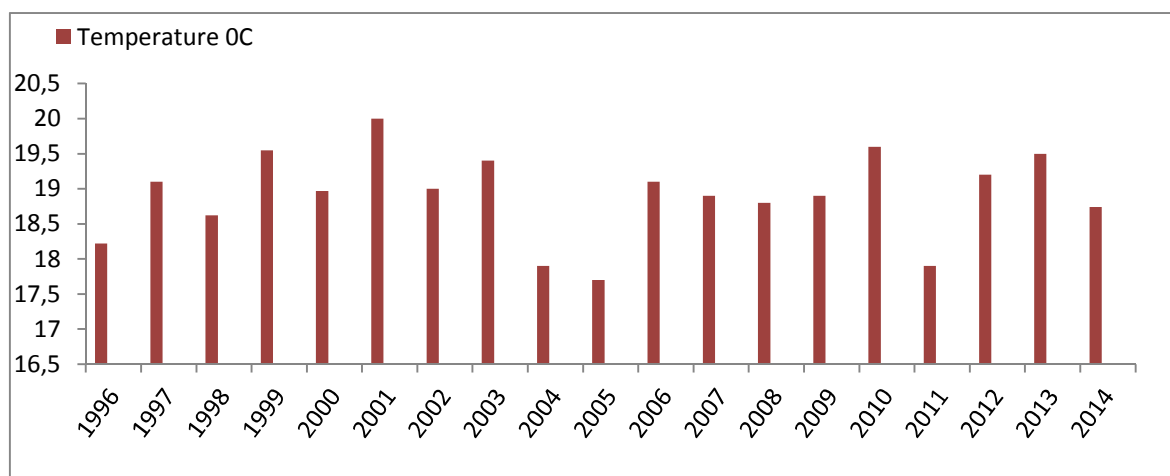


Figure 5: Variation interannuelle des températures de la région de Laghouat (1996-2014).

1.3.3. Humidité relative de l'air

L'humidité la plus forte a été enregistrée en mois de décembre avec 49.66 %, et la plus faible a été enregistrée en mois de juillet avec 20.44 % (Tableau 3).

Tableau 3: Humidité relative mensuelle de la période 2001-2013.

Mois	J.	F.	M.	A.	M.	J.	J.	A.	S.	O.	N.	D.
H %	47,22	41,27	30,61	32,61	28,66	25,33	20,44	22,94	33,33	39,83	45,88	49,66

Source : (ONM, 2014).

1.3.4. Vent

La fréquence et l'intensité des vents constituent également un des caractères de la climatologie saharienne. Elles jouent un rôle considérable, en provoquant une déflation et une corrosion sur les reliefs, mais elles agissent aussi sur les plantes, surtout sur leurs parties aériennes en accentuant l'évapotranspiration (Ozenda, 1983). Si le vent en lui même n'a rien d'exceptionnel dans le désert, ses effets sont frappants. Le vent est une grande contrainte pour certaines cultures au Sahara.

On remarque que la vitesse moyenne du vent pendant la période 1996-2013 est de 3,43 m/s. avec une valeur maximum en mois de juillet 4,88m/s (Tableau 4).

Tableau 4: Vitesse des vents mensuels enregistrée pour la période 1996-2013 à Laghouat

Mois	J.	F.	M.	A.	M.	J.	J.	A.	S.	O.	N.	D.	Moy
Vent (m/s)	2.96	3.52	3.66	4.37	3.92	3.55	4.88	3.11	3.06	2.49	2.79	2.85	3.43

Source :(ONM, 2014).

Le vent présente une irrégularité dans sa vitesse dans la région de Laghouat avec une valeur maximale enregistrée en 1999 de l'ordre de 5.6 m/s (Figure 6).

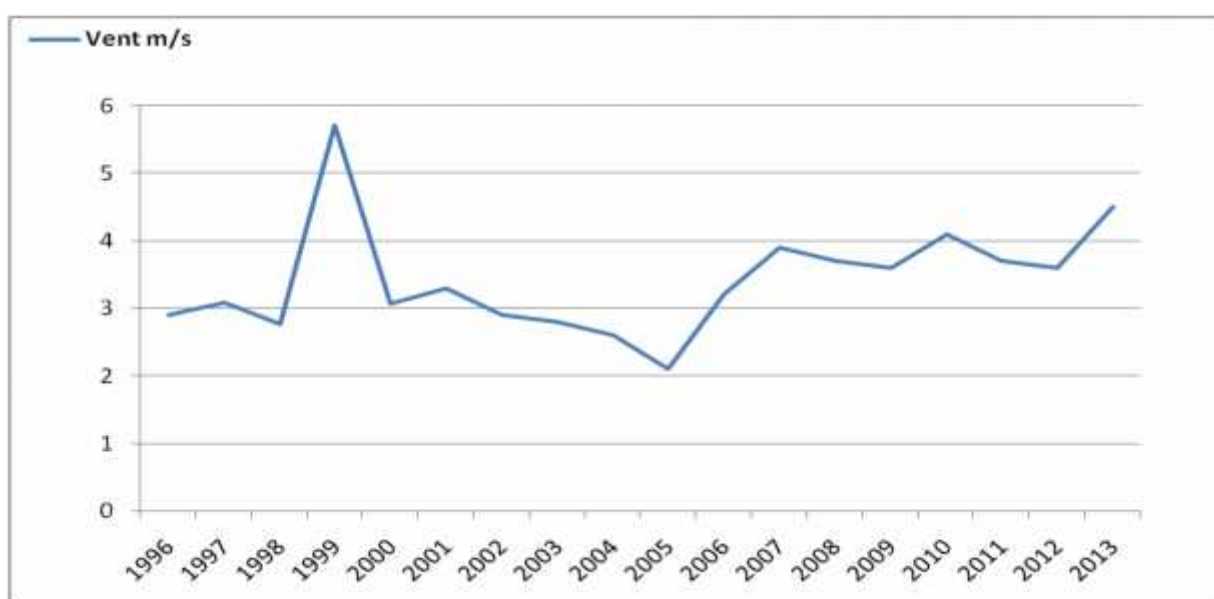


Figure 6: Vitesse annuelle du vent dans la région de Laghouat (1996-2013).

1.3.4.1. Le sirocco

Il s'agit de vent chaud desséchant, toutefois, il contribue à l'augmentation du phénomène d'évapotranspiration, il apparaît pendant les mois les plus chauds de l'année, en effet, il est très fréquent pendant l'été. Ce vent très chaud et sec et souffle du sud-ouest, chargé de sable, il souffle parfois pendant plusieurs jours et tue les plantes les plus délicates des oasis. Il accumule aussi le sable autour de certains végétaux et les enterre. S'ils ne sont pas dégagés, ils succombent (Dubief, 1951).

1.3.4.2. Les tempêtes de sables

Les effets du vent sont partout sensibles et se traduisent par le transport et l'accumulation du sable, le façonnement des dunes, la corrosion et le polissage des roches et surtout l'accentuation de l'évaporation (MONOD, 1992).

Le nappage de sable est en fait le résultat d'un saupoudrage diffus des particules fines après une régression nette du couvert végétal qui protège le sol (Houyou et *al*, 2014). Il est considéré comme un dépôt de sable un peu épais de 5 à 25 centimètres d'épaisseur moyenne qui se propage suivant la direction du vent dominant en formant de véritables zones d'accumulation qui s'étalent de quelques mètres à plusieurs kilomètres. Ces nappages créent par endroit des micro-topographies et des nouveaux paysages qui auparavant appartenaient à un milieu désertique (Bensaid, 2006).

1.3.5. Gelée

La gelée est une forme de précipitation atmosphérique, Elle apparaît dès que la température est inférieure à zéro (Bahri ,2007).

Le tableau ci dessous montre que la gelée est très forte en mois de janvier avec une durée de (8.25 jours) (Tableau 5).

Tableau 5: Nombre de jours de gelée de la région de Laghouat (2001-2012).

Mois	J.	F.	M.	A.	M.	J.	J.	A.	S.	O.	N.	D.
Nombre de jours de gelée	8.25	4.25	0.25	00	00	00	00	00	00	00	0.08	5

Source : (ONM, 2013).

1.4. Localisation de la zone d'étude

Notre zone d'étude s'étale du chef lieu de la wilaya de Laghouat vers le sud du village de Bouzebeir, de part et d'autre à la route nationale numéro 1 (Figure 7). Nous avons parcouru plus de 200 Km dans les deux cotés de la route nationale pour couvrir le maximum des dayas.



Figure 7: Itinéraire suivi durant l'étude.

Chapitre 2. Les Paramètres climatiques et bioclimatiques analysés

Les principaux facteurs climatiques retenus dans notre étude sont les précipitations et les températures. C'est à partir de données moyennes, en générale ombriques et thermiques que peut être abordée la caractérisation bioclimatique d'un territoire (Richard, 1997).

Pour une diagnose complète et moderne du climat, Daget et *al.* (1988), Rivas Martinez (2004) et Panini & Amandier (2005), proposent de retenir pour chaque station les paramètres climatiques suivants :

2. 1.Thermoclimat

Cet élément concerne tout ce qui est en lien avec la température à savoir :

2.1.1. Valeur de la moyenne annuelle (°C)

A la fin de chaque mois, une série de données se complète ; une série de températures maximales et autre des températures minimales qui sont d'une grande utilité dans l'analyse du climat d'une région donnée. Les valeurs moyennes mensuelles servent à calculer les moyennes annuelles.

2.1.2. Valeur de la moyenne des minima du mois le plus froid (°C)

Généralement, dans notre région, cette valeur représente la qualité de l'hiver

2.1.3. Valeur de la moyenne des maxima du mois le plus chaud (°C)

Contrairement à la précédente, cette valeur représente la qualité de l'été.

2.1.4. Valeur de la moyenne des maxima du mois le plus froid (°C)

Ce paramètre est utilisé pour modérer l'effet de la faible température des hivers. Elle est utilisée dans certains indices climatiques.

2.1.5. Valeur la plus faible des moyennes mensuelles (°C) et Valeur la plus forte des moyennes mensuelles (°C)

Ce sont les valeurs moyennes des mois, les plus froids et les plus chauds de l'année qui servent à déterminer les M (°C) et m (°C) et servent aussi à calculer l'amplitude thermique annuelle (Meddour, 2010).

2.1.6. Nombre de mois dont la température moyenne est inférieure à 10 °C et à 7 °C

Selon Mitrakos (1980, 1982) et Voliotis (1982) *in* Meddour (2010), les plantes arrêtent (ou du moins ralentissent) leur activité végétative, dès que la température moyenne mensuelle est inférieure au seuil biocritique de 10 °C. D'ailleurs, (Seltzer, 1946) avait déjà remarqué que dans le Tell algérien, le risque de gelées blanches commence lorsque la température tombe en dessous de cette valeur (10 °C). D'après Pardé (1964 *in* Houzard, 1984), ce sont les températures de 7 °C ou moins, qui sont représentatives de la période du repos végétatif. Nous avons retenu la proposition de Seltzer pour cette étude.

2.1.7. Amplitude annuelle moyenne (Tmax – Tmin)

Elle donne une idée sur l'écart de température de l'année et elle se calcule à partir des moyennes du mois le plus chaud et celle du mois le plus froid (Hammouda, 2009).

2.1.8. Amplitude annuelle maximale ou extrême (M - m)

Comme la précédente, elle détermine l'écart maximal de température de l'année entre la température minimale du mois le plus froid et la température maximale du mois le plus chaud (Meddour, 2010).

2.1.9. Indice de continentalité thermique de Gorczynski modifié par Daget

La continentalité thermique est définie par l'indice de Gorczynski (1920). Ce dernier prend en considération plusieurs facteurs à la fois ; l'amplitude thermique annuelle (Am), la position latitudinale de la station étudiée et l'altitude de la station (Hammouda, 2009 ; Meddour, 2010) selon la formule suivante :

$$K_G = 1.7 \frac{A}{\sin \varphi} - 20.4$$

L'indice a été modifié par Daget (1977).

$$K' = \frac{1,7 \cdot Am}{\sin(\varphi + 10 + 9h)} - 14$$

K' : Continentalité thermique ;

Am : Amplitude thermique annuelle en °C ;

φ : Latitude en degré d'arc ;

h : Altitude en Kilomètre (km).

2.2. Ombroclimat

Cet élément concerne tout ce qui est en relation avec la pluviométrie à savoir :

2.2.1. Module pluviométrique annuel (en mm)

C'est le cumul des précipitations moyennes mensuelles de la période concernée.

2.2.2. Module pluviométrique estival (en mm et en % du total annuel)

Ce paramètre concerne les mois de l'été ; juin, juillet et août (Meddour, 2010). Divers auteurs se sont appliqués à caractériser les périodes de sécheresse en recherchant le rapport critique de la précipitation à la température au dessous duquel le bilan d'eau des plantes devient déficitaire.

2.2.3. Nombre de mois dont la pluviosité moyenne est supérieure à 100 mm

C'est le nombre de mois humides au sens d'Aubréville et Walter (Meddour, 2010).

2.2.4. Nombre de mois dont la pluviosité est inférieure à 30 mm

C'est le nombre de mois secs au sens Köppen et d'Aubréville (Meddour, 2010).

2.2.5. Valeur des précipitations mensuelles la plus faible

Correspond au mois le plus sec de l'année.

2.2.6. Valeur des précipitations mensuelles la plus forte

Correspond au mois le plus humide de l'année.

2.2.7. Indice de continentalité hydrique (C)

C'est le rapport entre le cumul des précipitations des six mois à jours longs (les plus chauds) **Pe** = (mai+juin+juillet+août+septembre+octobre) et le cumul des précipitations des six mois à jours courts (les plus froids) **Ph**=(novembre+décembre+janvier+février+mars+avril). Cet indice exprime le degré de concentration des précipitations pendant la période d'été qui est l'une des caractéristiques de la continentalité du climat (Hammouda, 2009).

2.3. Bioclimats

Dans cet élément, nous exposons les indices climatiques nécessaires pour la classification climatiques de nos sites d'étude. Les principaux indices sont :

2.3.1. Indice de sécheresse estivale de Giacobbe-Emberger (P_e/M)

Emberger (1943) a caractérisé l'intensité de la sécheresse estivale par un indice S , qui est le rapport des précipitations estivales (P_e) à la moyenne des maxima du mois le plus chaud (M). Si celui-ci est inférieur à 5, il y a sécheresse estivale (Bentouati, 2006 ; Meddour, 2010).

2.3.2. Nombre de mois secs au sens de Bagnouls & Gaussen ($P \leq 2T$)

Un mois est considéré comme sec lorsque le total de ses précipitations P exprimé en millimètres est **égal** ou **inférieur** au double de sa température moyenne T exprimée en degrés Celsius $P \leq 2T$ (Hammouda, 2009);

2.3.3. Indice d'aridité de De Martonne

Cet indice prend en considération les précipitations et les températures annuelles. L'indice d'aridité **annuel** de De Martonne s'explique par la formule : $P / (T + 10)$ dans laquelle P est la hauteur annuelle des précipitations (en mm) et T la température moyenne annuelle (en °C) (Tableau 6).

Tableau 6 : Valeurs de l'indice d'aridité (I) et bioclimats correspondants.

Valeur de l'indice	Type de bioclimat
$0 < I < 5$	Hyperaride (HA)
$5 < I < 10$	Aride (A)
$10 < I < 20$	Semi-aride (SA)
$20 < I < 30$	Subhumide (SH)
$30 < I < 55$	Humide (H)
$I > 55$	Perhumide (PH)

2.3.4. Quotient pluviothermique d'Emberger modifié Stewart

Les travaux de Louis Emberger (1930, 1936 et 1955) consistent à définir et classer les climats méditerranéens du point de vue biogéographique (étages bioclimatiques) selon la formule suivante :

$$Q_2 = \frac{2000 P}{M^2 - m^2}$$

Q_2 : Quotient pluviothermique ;

P : Précipitation moyenne annuelle en (mm) ;

M : Température moyenne maximale du mois le plus chaud en degré Kelvin ($^{\circ}\text{C} + 273$);

m : Température moyenne minimale du mois le plus froid en degré Kelvin ($^{\circ}\text{C} + 273$).

A l'aide de ce quotient Q_2 et de la variante thermique ($m^{\circ}\text{C}$), Emberger a proposé un climagramme pour classer les localités dans la région méditerranéenne.

En Algérie, Stewart (1969) a adopté un nouveau quotient (Q_3) en simplifiant le quotient pluviothermique d'Emberger qui peut s'écrire :

$$Q_3 = 3.43 P / (M - m)$$

Dans ce cas, les températures sont en degré Celsius. Les résultats qui s'obtiennent avec cette nouvelle formule sont presque identiques à celle d'Emberger.

2.3.5. Indice ombrothermique annuel de Rivas-Martinez

C'est le rapport entre la somme des *précipitations moyennes* (en mm), des mois dont la température moyenne est supérieure à 0°C (**Pp**) et la somme des *températures moyennes mensuelles* supérieures à 0°C (**Tp**).

$$Io = Pp / Tp$$

Le macrobioclimat méditerranéen compte sept ombrotypes, autrement dit « bioclimats ou étages bioclimatiques », selon certaines classes de valeurs de l' Io (Tableau 7). Rivas-Martinez (1996, 2005) introduit un bioclimat « sec », situé entre le subhumide et le semi-aride, qui correspond à peu de chose près au semi-aride supérieur *sensu* Le Houérou (1995, 2004).

Tableau 7 : Les ombrotypes selon les valeurs de l'indice ombrothermique (Rivas-Martinez, 1996, 2005).

Ombrotypes	Valeurs de Io (1996)	Valeurs de Io (2005)
Hyperaride	0,1 – 0,5	0,2 – 0,4
Aride	0,5 – 0,9	0,4 – 1,0
Semi-aride	0,9 – 2,0	1,0 – 2,0
Sec	2,0 – 3,0	2,0 – 3,6
Subhumide	3,0 – 5,5	3,6 – 6,0
Humide	5,5 – 11	6,0 – 12
Hyperhumide	11 – 22	12 – 24

2.3.6. Indices de thermicité de Rivas-Martinez

Rivas-Martinez a proposé 9 thermotypes, ou « étages de végétation », et distingue pour chacun d'eux deux subdivisions (horizons ou niveaux), inférieure et supérieure (tableau 8). Lorsque $Am \geq 21^{\circ}C$, on utilise alors la somme des températures moyennes mensuelles positives (Tp), multipliée par 10, pour évaluer le thermotype.

Tableau 8 : Les thermotypes proposés par Rivas-Martinez selon les valeurs des températures positives ($10Tp$)

Thermotypes	10 Tp
Inframéditerranéen	>2400
Thermoméditerranéen inférieur	2250 – 2400
Thermoméditerranéen supérieur	2100 – 2250
Mésoméditerranéen inférieur	1800 – 2100
Mésoméditerranéen supérieur	1500 – 1800
Supraméditerranéen inférieur	1200 – 1500
Supraméditerranéen supérieur	900 – 1200
Oroméditerranéen inférieur	675 – 900
Oroméditerranéen supérieur	450 – 675

2.4. Correction des données climatiques

Le manque des données climatiques pour certaines régions amène à utiliser des techniques spéciales de corrections climatiques suivant généralement des gradients de variation décrits par les spécialistes. Nous avons, un gradient altitudinal croissant pour les précipitations et décroissant pour les températures.

Avant de procéder aux corrections, il est nécessaire de définir d'abord une station de référence dont les données, altitudinales et climatiques sont préalablement connues. Le choix de la station référence obéit à certaines conditions comme la distance, la latitude et l'exposition.

D'après Meddour (2010), les données climatiques normées et moyennées sont essentielles pour définir les climats à l'échelle régionale (ou à une autre échelle) et pour reconnaître les gradients altitudinaux induits par les régimes climatiques. Ces données sont donc utilisées pour définir un bioclimat qui se prête à la généralisation spatiale et, de ce fait, permet l'analyse géographique des phénomènes (Tuhkanen (1980) *in* Meddour (2010)). C'est à partir de données moyennes, en général ombriques et thermiques touchant les régimes climatiques que peut être abordée la caractérisation bioclimatique d'un territoire (Richard, 1997). De ce fait, nous avons essayé de caractériser nos stations à partir des températures et des précipitations disponibles dans la station météorologique de Laghouat à travers une extrapolation suivant les gradients climatiques conventionnels.

2.4.1. Gradient de précipitation

Il existe une corrélation positive et statistiquement significative entre la précipitation et l'altitude. De ce fait, plusieurs auteurs ont constaté cette relation mais avec des valeurs relativement différentes d'une région à une autre. Ainsi, Seltzer (1946) propose une augmentation de 40 mm tous les 100 m pour le continental et de 80 mm tous les 100 m de dénivelé pour le littoral.

Dans ce cadre, nous citons aussi le gradient pluviométrique proposé par Gharzouli (1977) : 25 mm/100 m pour les steppes de l'Ouest. 20 mm/ 100 m pour les steppes du Centre. 37 mm/100 m pour les steppes de l'Est (tableau 9).

Tableau 9: Gradients pluviométrique proposés par différents auteurs et dans différentes régions (Benabdeli, 1996).

Auteurs	Valeur P/100 m	Zone géographique
Le Houérou (1959)	25 mm	Tunisie du sud
Baldy (1965)	20 mm	Tunisie est
Seltzer (1946)	50 mm	Algérie du nord
Dubief (1963)	27 mm	Algérie du sud
Celles (1975)	10 mm	Sahara est
Gharzouli (1977)	25 mm	Algérie ouest
Gharzouli (1977)	20 mm	Algérie centre
Gharzouli (1977)	37 mm	Algérie est
Djellouli (1981)	25 mm	Oranais du sud
Dahmani (1984)	30 mm	Région de Tlemcen

Nous calculons d'abord le coefficient de correction pour la précipitation. Dans cette étude, nous avons choisi le gradient proposé par Gharzouli (1977) pour l'Algérie centrale cité dans le tableau précédent.

Nous avons utilisé les formules suivantes pour ce calcul :

$$D(m) = Alt_{sta\ ref} - Alt_{daya}$$

$$20\text{ mm} \Rightarrow 100\text{ m}$$

$$X\text{ (mm)} \Rightarrow D(m)$$

$$X\text{ (mm)} = 20 * D / 100$$

Pour chaque daya, la valeur de précipitation de chaque mois est calculée comme suit :

$P_{mois\ daya} = P_{mois\ sta\ ref} + (X / 12)$. En cas d'altitude supérieure à celle de la station de référence ;

$P_{mois\ daya} = P_{mois\ sta\ ref} - (X / 12)$. En cas d'altitude inférieure à celle de l'altitude de la station de référence. Dont :

D : la différence entre l'altitude de station de référence avec l'altitude de daya.

$Alt_{sta\ ref}$: altitude de la station de référence.

Alt_{daya} : altitude de la daya.

$P_{mois\ daya}$: valeur mensuelle de précipitation (daya).

$P_{mois\ sta\ ref}$: valeur mensuelle de précipitation de la station de référence.

2.4.2. Gradient de température

Tout comme pour la pluviométrie, les températures sont en relation étroite avec l'altitude. De façon générale, plus on monte en altitude, plus la température diminue. Seltzer (1946) dans son étude sur le climat d'Algérie, préconise les gradients suivants : 0,7 °C de diminution pour tous les 100 m de dénivellation pour les maxima (M), et 0,4 °C pour tous les 100 m pour les minima (m).

Nous calculons ensuite les coefficients de correction pour les paramètres thermiques.

- **Température minimale (m)** : pour chaque 100 m d'altitude, les températures minimales diminuent de 0,41 °C (Gharzouli, 1977).
- **Température maximale (M)** : pour chaque 100 m d'altitude, nous avons choisi le gradient proposé par Seltzer (1946) suite à l'absence de celui Gharzouli (1977). Pour Seltzer des températures maximales diminuent de 0,7 °C chaque 100m d'altitude.

Il faut noter ici que les valeurs proposées pour la correction climatiques concernent l'Algérie et sont multiples comme le montre le tableau suivant :

Tableau 10: Gradients thermiques proposés par différents auteurs et dans différentes régions (Benabdeli, 1996).

Auteurs	Valeur "m"/100 m	Zone géographique
Seltzer (1946)	0,40 °C	Algérie
Baldy (1965)	0,50 °C	Algérie
Gharzouli (1977)	0,63 °C	Ouest algérien
Gharzouli (1977)	0,41 °C	Centre algérien
Gharzouli (1977)	0,60 °C	Est algérien
Djellouli (1981)	0,30 °C	Steppe sud ouest
Djebbar (1983)	0,32 °C	Région de Saïda
HCDS (2010)	0,57 °C	Steppe algérienne (13 stations)
	Valeur "M"/100 m	
Seltzer (1938)	0,70 °C	Algérie
Djellouli (1981)	0,80 °C	Sud oranais
Djebbar (1983)	0,62 °C	Région de Saida
HCDS (2010)	0,55 °C	Steppe algérienne (13 stations)

Pour calculer les températures moyennes minimales et maximales des mois le plus chaud et du mois le plus froid de chaque daya, on utilise les formules suivantes :

Pour la température moyenne maximale du mois le plus chaud :

$$0,7\text{ °C} \Rightarrow 100\text{ m}$$

$$X_M \Rightarrow D(m)$$

$$X_M = 0,7 * D / 100$$

$$T_{M \text{ mois daya}} = X_M - T_{M \text{ mois sta ref.}} \text{ en cas : } Alt_{\text{daya}} > Alt_{\text{sta ref.}}$$

$$T_{M \text{ mois daya}} = X_M + T_{M \text{ mois sta ref.}} \text{ en cas : } Alt_{\text{daya}} < Alt_{\text{sta ref.}}$$

Pour la température moyenne minimale du mois le plus froid :

$$0,41\text{ °C} \Rightarrow 100\text{ m}$$

$$X_m \Rightarrow D(m)$$

$$X_m = 0,41 * D / 100$$

$$T_{m \text{ mois daya}} = X_m - T_{m \text{ mois sta ref.}} \text{ en cas : } Alt_{\text{daya}} > Alt_{\text{sta ref.}}$$

$$T_{m \text{ mois daya}} = X_m + T_{m \text{ mois sta ref.}} \text{ en cas : } Alt_{\text{daya}} < Alt_{\text{sta ref.}}$$

2.5. Caractéristiques climatiques de la station de référence

En pratique, l'étude du climat doit porter sur une longue série chronologique d'observations, afin d'intégrer les variations interannuelles qui sont essentielles pour la compréhension du bioclimat, autrement dit, du climat effectivement vécu par les végétaux et autres organismes vivants (Richard, 1997). Dans cette étude, la série de données disponible couvre la période entre 1996 jusqu'au 2014 pour la région de Laghouat qui est notre station de référence.

Cette station se situe à la Latitude : 33,46° N, Longitude : 2,49°E avec une Altitude de 777 m.

Les principales caractéristiques climatiques de cette station sont regroupées dans le tableau suivant :

Tableau 11 : Paramètres climatiques de la station de Laghouat (1996-2014)

Mois	J	F	M	A	M	J	J ^t	A ^t	S	O	N	D	Moy.
M (°C)	15,09	16,70	21,03	24,92	29,83	35,70	39,68	39,09	31,12	25,63	18,57	15,31	
m (°C)	1,84	2,69	6,01	9,44	14,53	18,99	22,64	22,34	17,75	12,43	5,85	2,55	
T.moy. (°C)	<u>8,47</u>	9,70	13,52	17,18	22,18	27,35	<u>31,16</u>	30,72	24,44	19,03	12,21	8,93	18,74
P (mm)	13,52	6,81	11,49	18,98	10,20	9,65	6,33	12,27	27,02	19,72	19,49	10,49	165,97

Source : (ONM, 2015).

A partir du tableau ci-dessus, nous pouvons constater les caractéristiques suivantes :

2.5.1. Thermoclimat

- La valeur de la moyenne annuelle de température est de 18,74°C ;
- Le mois le plus froid est le mois de janvier avec 8,47 °C ;
- La valeur de la moyenne des minima du mois le plus froid (m°C) est de 1,84°C ;
- La valeur de la moyenne des maxima du mois le plus froid (M'°C) est de 15,09°C ;
- Le mois le plus chaud est le mois de juillet avec 31,16 °C ;
- La valeur de la moyenne des maxima du mois le plus chaud (M°C) est 39,68°C ;
- Le nombre de mois dont la température moyenne est inférieure à 10 °C est de 3 mois (décembre, janvier et février).
- L'amplitude annuelle moyenne (Tmax – Tmin) est 22,7°C.

- L'amplitude annuelle maximale ou extrême (M - m) est 37,84°C.
- L'indice de continentalité thermique de Gorczinski (K') est de 50,91.

2.5.2. Ombroclimat

- Le module pluviométrique annuel (en mm) est de 165,97 mm.
- Le module pluviométrique estival est de 28,26 mm et qui constitue 17,02% du total.
- Le nombre de mois dont la pluviosité moyenne est supérieure à 100 mm ou le nombre de mois humides au sens d'Aubréville et Walter est nul (0 mois) ;
- Le nombre de mois dont la pluviosité est inférieure à 30 mm, ou le nombre de mois secs au sens Köppen et d'Aubréville est 12 mois.
- La valeur des précipitations mensuelles la plus faible est celle du mois de juillet avec 6,33 mm.
- La valeur des précipitations mensuelles la plus forte est celle de septembre avec 27,017 mm.
- L'indice de continentalité hydrique (C) est de 1,05.

2.5.3. Bioclimats

- L'indice de sécheresse estivale de Giacobbe-Emberger montre une valeur de 0,71, ce qui signifie qu'il y a sécheresse estivale.
- Le nombre de mois secs au sens de Bagnouls & Gaussen ($P \leq 2T$) est de 12 mois ;
- L'indice d'aridité (annuel) de Martonne est de 5,78 ce qui classe Laghouat dans un bioclimat Aride (A) ;
- Le Quotient pluviothermique d'Emberger modifié Stewart est de 15,04 ;
- L'indice ombrothermique annuel de Rivas-Martinez est de 0,74 ce qui classe Laghouat dans un climat aride ;
- L'indice de thermicité et de thermicité compensée de Rivas-Martinez est de 2248,65 ce qui classe notre station dans un thermotype Thermoméditerranéen inférieur.

2.6. Analyse statistique

La statistique descriptive utilisée dans ce travail, le calcul du coefficient de variation ainsi que les corrélations entre les différents paramètres ont été établies à l'aide du logiciel Statistix 8 sous windows.

Chapitre 1 : Résultats

Le traitement des données climatiques de la station de référence « Laghouat », nous a permis d'avoir les données climatiques des 32 days. Les résultats sont structurés en :

1.1. Thermoclimat

La majorité des paramètres thermiques analysés sont représentés sur le tableau (12).

Tableau12 : Principaux paramètres thermiques des days étudiées

Site	T moy°C.	m°C	M°C	M'°C	T<10	Am	Amax	K'
Laghouat	18,74	1,84	39,68	15,09	3	22,70	37,84	50,91
Daya 1	18,62	1,75	39,53	14,94	3	22,70	37,78	50,91
Daya 2	18,52	1,68	39,40	14,81	3	22,70	37,72	51,17
Daya 3	18,51	1,67	39,39	14,80	3	22,70	37,72	51,21
Daya 4	18,51	1,67	39,39	14,80	3	22,70	37,72	51,20
Daya 5	18,47	1,64	39,34	14,75	3	22,70	37,70	51,31
Daya 6	18,37	1,57	39,22	14,63	3	22,70	37,65	51,62
Daya 7	18,18	1,43	38,98	14,39	3	22,70	37,55	52,19
Daya 8	18,24	1,48	39,06	14,47	3	22,70	37,58	52,10
Daya 9	18,45	1,63	39,32	14,73	3	22,70	37,69	51,76
Daya 10	18,55	1,70	39,44	14,85	3	22,70	37,74	51,57
Daya 11	18,57	1,71	39,46	14,87	3	22,70	37,75	51,54
Daya 12	18,61	1,74	39,51	14,92	3	22,70	37,77	51,45
Daya 13	18,60	1,74	39,51	14,92	3	22,70	37,77	51,47
Daya 14	18,58	1,73	39,48	14,89	3	22,70	37,76	51,51
Daya 15	18,66	1,78	39,58	14,99	3	22,70	37,80	51,32
Daya 16	18,63	1,76	39,55	14,96	3	22,70	37,79	51,40
Daya 17	18,66	1,78	39,58	14,99	3	22,70	37,80	51,35
Daya 18	18,82	1,90	39,78	15,19	3	22,70	37,88	51,06
Daya 19	18,80	1,89	39,76	15,17	3	22,70	37,87	51,15
Daya 20	18,93	1,98	39,93	15,34	3	22,70	37,94	50,86
Daya 21	19,21	2,19	40,28	15,69	2	22,70	38,09	50,22
Daya 22	19,08	2,09	40,11	15,52	2	22,70	38,02	50,53
Daya 23	18,94	1,99	39,93	15,34	3	22,70	37,94	50,90
Daya 24	18,88	1,94	39,86	15,27	3	22,70	37,91	51,08
Daya 25	18,96	2,00	39,95	15,36	3	22,70	37,95	50,94
Daya 26	18,84	1,92	39,81	15,22	3	22,70	37,90	51,00
Daya 27	18,81	1,89	39,77	15,18	3	22,70	37,88	51,04
Daya 28	18,79	1,88	39,75	15,16	3	22,70	37,87	51,06
Daya 29	18,73	1,84	39,67	15,08	3	22,70	37,84	51,19
Daya 30	18,73	1,84	39,67	15,08	3	22,70	37,84	51,18
Daya 31	18,87	1,95	39,88	15,29	3	22,70	37,92	51,49
Daya 32	18,66	1,78	39,58	14,99	3	22,70	37,80	50,74

1.1.1. Valeur de la moyenne annuelle (°C)

La température annuelle montre le long de notre transect un coefficient de variation très faible de l'ordre de 1,19%. Elle varie entre 18,18°C dans la daya 7 et 19,21°C dans la daya 21.

1.1.2. Valeur de la moyenne des minima du mois le plus froid (°C)

Ce paramètre montre un coefficient de variation de l'ordre de 9,20% le long du transect étudié. Il varie entre 1,43°C dans la daya 7 et 2,19°C dans la daya 21.

1.1.3. Valeur de la moyenne des maxima du mois le plus chaud (°C)

Ce paramètre montre un coefficient de variation très faible avec 0,71% le long du transect étudié. Il varie entre 38,98°C dans la daya 7 et 40,28°C dans la daya 21.

1.1.4. Valeur de la moyenne des maxima du mois le plus froid (°C)

Ce paramètre montre un coefficient de variation de l'ordre de 1,88% le long du transect étudié. Il varie entre 14,39°C dans la daya 7 et 15,69°C dans la daya 21.

1.1.5. Valeur la plus faible des moyennes mensuelles (°C) et Valeur la plus forte des moyennes mensuelles (°C)

Le mois le plus froid est le mois de janvier et le mois le plus chaud est le mois de juillet mais avec des valeurs qui diffèrent d'une daya à une autre.

1.1.6. Nombre de mois dont la température moyenne est inférieure à 10 °C

La majorité des dayas étudiées présentent trois mois de repos végétal où la température mensuelle est inférieure à 10°C sauf les deux dayas 21 et 22 qui montrent deux mois seulement de repos végétal le long de l'année.

1.1.7. Amplitude annuelle moyenne (Tmax – Tmin)

L'écart annuel de température n'est pas variable le long du transect. Il présente une valeur fixe de 22,7°C.

1.1.8. Amplitude annuelle maximale ou extrême (M - m)

Ce paramètre montre un coefficient de variation très faible avec 0,31% le long du transect étudié. Il varie entre 37,55°C dans la daya 7 et 38,09°C dans la daya 21. Nous avons constaté une corrélation négative et statistiquement significative entre l'amplitude maximale et la latitude ($r=-0,73$; $ddl=32$; $p\leq 0,00001$), ce paramètre diminue en se dirigeant vers le nord (Figure 8).

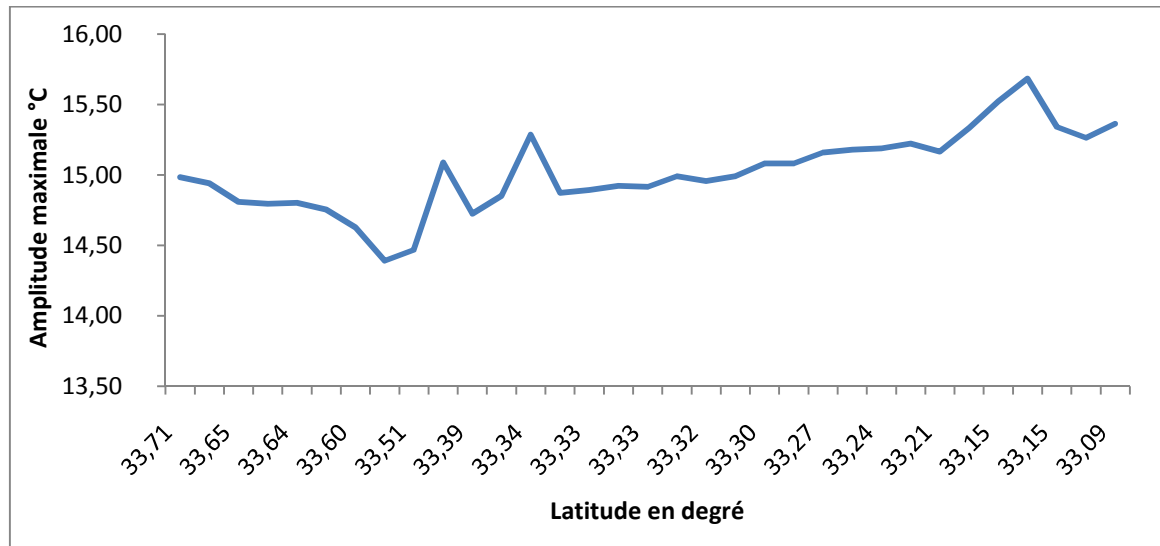


Figure 8 : Variation de l'amplitude thermique maximale avec la latitude

1.1.9. Indice de continentalité thermique de Gorczinski modifié par Daget

Ce paramètre montre un coefficient de variation très faible avec 0,78% le long du transect étudié. Il varie entre 50,22°C dans la daya 21 et 52,19°C dans la daya 7.

Nous avons trouvé une relation positive et statistiquement significative entre la continentalité thermique et l'altitude ($r=0,88$; $ddl=32$; $p\leq 0,00001$) ; la continentalité thermique dans notre zone d'étude s'élève avec l'altitude (figure 9).

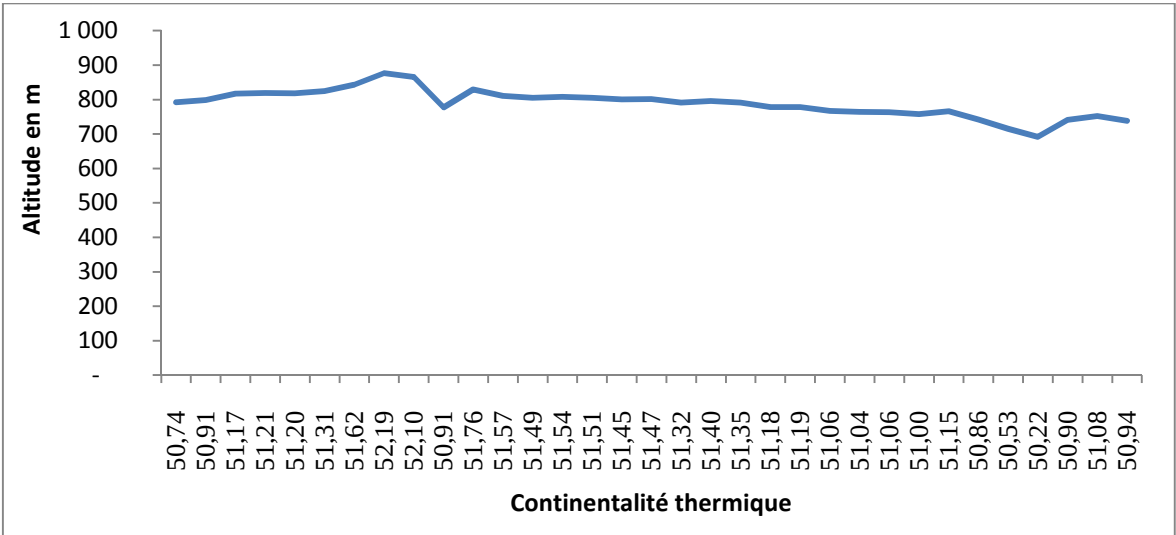


Figure 9: Variation de la continentalité thermique avec la variation de l’altitude.

1.2. Ombroclimat

Les principaux paramètres de précipitations sont représentés sur le tableau (13).

Tableau13 : Principaux paramètres climatiques liés aux précipitations

Site	Précipitation moy. (mm)	Précipitation estivale (mm)	Précipitation estivale %	C
Laghouat	165,97	28,26	17,02	1,05
Daya 1	170,37	29,37	17,24	1,05
Daya 2	173,97	30,27	17,40	1,05
Daya 3	174,37	30,36	17,41	1,05
Daya 4	174,17	30,30	17,39	1,05
Daya 5	175,57	30,66	17,46	1,05
Daya 6	179,17	31,56	17,61	1,05
Daya 7	185,97	33,27	17,89	1,05
Daya 8	183,77	32,70	17,79	1,05
Daya 9	176,37	30,87	17,50	1,05
Daya 10	172,77	29,97	17,34	1,05
Daya 11	172,17	29,82	17,32	1,05
Daya 12	170,77	29,46	17,25	1,05
Daya 13	170,97	29,52	17,26	1,05
Daya 14	171,57	29,67	17,29	1,05
Daya 15	168,77	28,95	17,15	1,05
Daya 16	169,77	29,22	17,21	1,05
Daya 17	168,77	28,95	17,15	1,05
Daya 18	163,17	27,57	16,89	1,06
Daya 19	163,77	27,72	16,92	1,06
Daya 20	158,97	26,52	16,68	1,06
Daya 21	148,97	24,00	16,11	1,06
Daya 22	153,57	25,17	16,39	1,06
Daya 23	158,77	26,46	16,66	1,06
Daya 24	160,97	27,00	16,77	1,06
Daya 25	158,17	26,31	16,63	1,06
Daya 26	162,17	27,30	16,83	1,06
Daya 27	163,37	27,60	16,89	1,06
Daya 28	163,97	27,75	16,92	1,06
Daya 29	166,17	28,32	17,04	1,05
Daya 30	166,17	28,32	17,04	1,05
Daya 31	171,57	29,67	17,29	1,05
Daya 32	168,97	29,01	17,17	1,05

1.2.1. Module pluviométrique annuel (en mm)

Le long du transect, les précipitations varient de 4,73%. La valeur la plus importante est enregistrée dans la daya 7 avec 185,97 mm et la valeur la plus faible est celle de la daya 21 avec 148,97 mm.

1.2.2. Module pluviométrique estival (en mm et en % du total annuel)

Ce paramètre varie considérablement avec un coefficient de variation de 6,91%. Ce paramètre montre une corrélation positive et significative avec la position latitudinale ($r=0,67$; $ddl=3$; $p\leq 0,00001$); les précipitations estivales sont plus importantes en s'éloignant vers les nord et vice versa.

1.2.3. Nombre de mois dont la pluviosité moyenne est supérieure à 100 mm

Au sens d'Aubréville et Walter, il n'ya aucun mois humide durant tout l'année pour la totalité des dayas étudiées.

1.2.4. Nombre de mois dont la pluviosité est inférieure à 30 mm

Au sens de Köppen et d'Aubréville, l'année dans ça totalité sèche pour la totalité des dayas étudiées. La totalité des mois de l'année présentent des précipitations inférieures à 30mm.

1.2.5. Valeur des précipitations mensuelles la plus faible

Le mois le plus sec pour la totalité des dayas est le mois de juillet (annexe- Tableau1).

1.2.6. Valeur des précipitations mensuelles la plus forte

Le mois le plus pluvieux pour toutes les dayas est le mois de septembre.

1.2.7. Indice de continentalité hydrique (C)

Ce rapport varie très peu d'une daya à une autre le long de la région d'étude ($CV=0,25\%$). La continentalité pluviale est corrélée négativement avec l'altitude ($r=-0,57$; $ddl=32$; $p\leq 0,0006$), elle diminue dans les zones de d'altitude élevée.

1.3. Bioclimats

Le calcul des indices climatiques mentionnés ci-dessus nous a permis d'obtenir les résultats suivants (Tableau14).

Tableau 14: principaux indices climatiques pour les dayas étudiées.

Site	S	Indice de De Martonne	Q3	Io	Tp
Laghouat	0,66	5,78	15,04	0,74	2248,65
Daya 1	0,69	5,95	15,47	0,76	2234,25
Daya 2	0,72	6,10	15,82	0,78	2222,01
Daya 3	0,72	6,12	15,86	0,79	2220,69
Daya 4	0,72	6,11	15,84	0,78	2221,35
Daya 5	0,73	6,17	15,97	0,79	2216,73
Daya 6	0,75	6,31	16,32	0,81	2204,67
Daya 7	0,80	6,60	16,99	0,85	2182,05
Daya 8	0,78	6,51	16,77	0,84	2189,37
Daya 9	0,73	6,20	16,05	0,80	2214,03
Daya 10	0,71	6,05	15,70	0,78	2226,03
Daya 11	0,70	6,03	15,64	0,77	2228,01
Daya 12	0,69	5,97	15,51	0,76	2232,69
Daya 13	0,69	5,98	15,53	0,77	2231,97
Daya 14	0,70	6,00	15,59	0,77	2229,99
Daya 15	0,68	5,89	15,31	0,75	2239,35
Daya 16	0,69	5,93	15,41	0,76	2235,99
Daya 17	0,68	5,89	15,31	0,75	2239,35
Daya 18	0,64	5,66	14,77	0,72	2257,95
Daya 19	0,65	5,69	14,83	0,73	2255,97
Daya 20	0,61	5,49	14,37	0,70	2271,99
Daya 21	0,54	5,10	13,42	0,65	2305,29
Daya 22	0,58	5,28	13,85	0,67	2289,93
Daya 23	0,61	5,49	14,35	0,70	2272,65
Daya 24	0,63	5,57	14,56	0,71	2265,33
Daya 25	0,61	5,46	14,29	0,70	2274,63
Daya 26	0,63	5,62	14,68	0,72	2261,31
Daya 27	0,64	5,67	14,79	0,72	2257,29
Daya 28	0,65	5,69	14,85	0,73	2255,31
Daya 29	0,66	5,78	15,06	0,74	2247,99
Daya 30	0,66	5,78	15,06	0,74	2247,99
Daya 31	0,69	5,94	15,52	0,76	2264,19
Daya 32	0,68	5,90	15,33	0,75	2238,63

Légende :

Tp10 de Rivas-Martinez	
	Thermoméditerranéen inférieur
	Thermoméditerranéen supérieur

1.3.1. Indice de sécheresse estivale de Giacobbe-Emberger (Pe/M)

Cet indice présente aussi une faible variabilité (CV=8,13%). Il présente une forte corrélation positive et significative avec la position latitudinale des dayas ($r=0,75$; ddl=32 ; $p \leq 0,00001$) ; la sécheresse estivale est plus marquante dans les latitudes les plus fortes et vice versa.

1.3.2. Nombre de mois secs au sens de Bagnouls et Gaussen ($P \leq 2T$)

La région de Laghouat et celles de toutes nos dayas présentent une période sèche qui couvre toute l'année.

1.3.3. Indice d'aridité de De Martonne

Le calcul de cet indice pour les dayas d'étude donne les résultats enregistrés dans le tableau précédent. Cet indice varie le long du transect avec 5,49%. Toutes nos dayas sont sous climat aride (Tableau 14).

1.3.4. Quotient pluviothermique d'Emberger modifié Stewart

Le quotient d'Emberger présente une variation de l'ordre de 5,03%. Ce quotient est positivement corrélé avec le degré latitudinal ($r=0,75$; ddl=32 ; $p \leq 0,00001$) il est plus important dans les dayas les plus nordiques de notre transect. Il est aussi significativement et positivement corrélé avec la continentalité thermique ($r=0,87$; ddl=32 ; $p \leq 0,00001$) ; le quotient est important dans les dayas à continentalité thermique importante.

1.3.5. Indice ombrothermique annuel de Rivas-Martinez

L'indice de Rivas-Martinez montre une variation peu importante de 5,90% le long du transect d'étude. La valeur la plus faible est enregistrée dans la daya 21 avec 0,65 et la valeur la plus importante est celle de la daya 7 avec 0,85. Ces valeurs nous permettent de classer nos stations en ombrotype aride (Tableau14).

1.3.6. Indices de thermicité de Rivas-Martinez

Cet indice qui repose sur la somme des températures mensuelles de l'année permet de classer les stations d'étude dans deux thermotypes principaux; le Thermoméditerranéen inférieur et le Thermoméditerranéen supérieur (tableau14).

Chapitre 2. Discussion

L'étude du paramètre thermique permet, à travers diverses évaluations (moyennes thermiques mensuelles et annuelles, moyennes des températures mensuelles et annuelles, moyenne des maxima et minima thermiques extrêmes et amplitude thermique) de donner un aperçu sur le thermoclimat de notre région ainsi de la valeur bioclimatique de certaines formations végétales dans la zone d'étude particulièrement celles du Pistachier de l'Atlas et du Jujubier.

La température moyenne à l'échelle du bassin méditerranéen, demeure bien le facteur écologique déterminant les grandes successions de la végétation (Barbéro et Quézel, 1984). Les valeurs obtenues pour la moyenne des températures s'inscrivent dans leur contexte géographique naturel et suivant un gradient nord-sud de la variation de ce paramètre. Pour Ozenda (1983), le climat thermique du Sahara est relativement uniforme; dès la partie septentrionale (notre région d'étude), se rencontrent des étés brûlants qui ne sont guères plus durs que ceux qui s'observent dans la partie centrale et même soudanaise. En général, ces températures décroissent au fur et à mesure qu'augmente la latitude, les valeurs les plus élevées ne se localisent pas dans la zone équatoriale, mais dans les régions tropicales ou subtropicales sèches et à faible nébulosité. Aux moyennes et hautes latitudes où la température moyenne annuelle est faible (surtout dans l'hémisphère nord) (Benabadji, 1995).

Nos résultats pour les maxima se classent dans les fourchettes signalées par Le Houérou *et al.* (1977) pour la région sud de l'Atlas saharien (du fait de son éloignement à la mer) entre 37 °C et 40 °C. Cependant dans le Sahara, un fort maximum de température a été enregistré, de l'ordre de 40 °C pendant la période critique, allant de juillet à août (Ozenda, 1983).

Concernant les minima, les steppes algériennes sont encadrées par les isothermes 'm' -2°C et 6°C (Benabadji et Bouazza, 2000). Toutain (1979) a mentionné des minima de l'ordre de -10 °C dans certaines régions sahariennes. Ces basses températures expliquent l'absence de certaines espèces dont la vie est liée aux hivers tempérés.

Pour certains auteurs, ce sont ces températures extrêmes qui sont les causes principales des limites des aires de répartition des végétaux (Mullenbach, 2001).

L'amplitude thermique annuelle varie de 10 °C sur le littoral atlantique à 40°C dans les steppes continentales présahariennes (Seltzer, 1946; Chaumont et Paquin, 1971; Djellouli et *al*, 1994; Le Houérou, 1995 ; Slimani, 2012), elle connaît un régime thermique contrasté, de type continental en Algérie steppique et elle est partout supérieure à 20 °C (Le Houérou et *al*, 1977).

L'amplitude thermique maximale, par sa valeur est écologiquement importante à connaître, car elle représente la limite thermique extrême à laquelle chaque année en moyenne les végétaux doivent résister (Djebaili, 1984).

Le mois de juillet est le plus chaud dans nos stations, c'est dire qu'écologiquement, ce mois est le plus dur pour la flore. Cette constatation a été déjà signalée par Djellouli et Djebaili (1984). Ce mois est le mois le plus chaud pour un grand nombre de localités arides en Algérie (Djellouli et Djebaili, 1984 ; Slimani, 2012) ou parfois août (Doufene, 2012).

Le nombre de mois dont la température moyenne est inférieure à 10 °C et qui constitue le nombre de mois de repos hivernal varie entre deux à trois mois pour nos stations. Il est de deux mois pour l'ensemble des steppes et il est de trois à quatre mois sur les sommets de l'Atlas saharien et dans les Aurès (Djellouli et Djebaili, 1984).

La continentalité thermique a été appréhendée par le biais des amplitudes thermiques annuelles, moyenne ou extrême, et plus spécifiquement par l'indice de Gorczynski, qui au final s'avère aussi fructueux que les amplitudes classiques (Meddour, 2010). Cet indice montre une corrélation positive avec l'altitude du fait que nos stations les plus élevées sont localisées plus au sud où l'amplitude augmente suite à l'éloignement de la mer.

En générale, l'origine des pluies en Algérie est plutôt orographique, en effet les paramètres climatiques varient en fonction de l'altitude, de l'orientation des chaînes de montagne et de l'exposition (Kadik, 1986). En effet, tous les auteurs qui ont étudié la pluviométrie en Algérie ont montré que la répartition de la pluie subit trois influences. Il s'agit de l'altitude, les conditions de topographie, de la longitude et enfin celle de l'éloignement à la mer (Ferka Zazou, 2006).

Dans notre cas, la pluviométrie reflète la qualité du milieu aride, elle est relativement faible en s'éloignant des monts de l'Atlas saharien. Comme toute région du Sahara septentrional, elle est caractérisée par des pluies qui apparaissent pendant la saison froide,

de septembre à mars; avec une moyenne entre 100-200 mm par an (Quézel et Santa, 1962 ; Lecompte et *al*, 1998). La précipitation dans la zone d'étude présente un coefficient de variation de 46,13%. Le Houérou (1995) signale qu'en Afrique du Nord, le coefficient de variation des pluies annuelles est de 25 à 35 %, ce pourcentage passe progressivement de 35 à 60 % entre les isohyètes de 400 à 100 mm.

Les précipitations exercent une action prépondérante pour la définition de la sécheresse globale du climat (Le Houérou et *al*, 1977). Du Nord au Sud, au fur et à mesure que l'on s'éloigne du littoral, la diminution des pluies s'explique par la grande distance parcourue par les dépressions et surtout par leur appauvrissement progressif lors de la traversée des deux Atlas : le tellien et le saharien (Djellouli et Djebaili, 1984).

L'année est totalement sèche au sens de Köppen et d'Aubréville et il n'existe aucun mois humide au sens d'Aubréville et Walter dans notre région d'étude. La période de sécheresse s'accroît au cours de la période estivale. Djellouli et Djebaili (1984) ont constaté que la période de sécheresse varie entre trois mois pour les stations de l'Atlas saharien et de onze à douze mois pour celles des Piémonts Sud dans les Nemenchas et les monts des Ksour. Pour les steppes du Sud oranais, elle est comprise entre cinq et six mois.

Les indices climatiques calculés dans cette étude, nous ont permis de localiser nos dayas dans leur contexte climatique (Tableau 15). En allant vers le Sud, cet indice régresse significativement.

Tableau 15 : Indices d'aridité de De Martonne pour quelques régions de l'Algérie

Région	Indice d'aridité de De Martonne
Oran	15,30
Batna	13,97
Naama	8,16
Laghouat	5,78
Biskra	3,86
Ouargla	1,22
Tamenraset	0,65

Le quotient d'Emberger, l'indice de De Martonne, l'indice ombrothermique annuel et l'indice de thermicité de Rivas-Martinez confirment la rudesse de ces milieux malgré les microclimats ambiants qu'elles offrent aux végétaux. En Outre, nous pouvons constater

qu'il y a une certaine concordance des climats entre les deux indices ; de De Martonne et celui de Rivas-Martinez.

Tous les facteurs climatiques étudiés précédemment sont liés les uns aux autres et constituent pour les plantes un milieu bioclimatique original (Huetz de Lemps, 1970) car dans la nature, les facteurs agissent de façon conjuguée et non séparée (Aussenac, 1973). La répartition des précipitations au cours de l'année et les variations de la température constituent deux éléments indissociables dans la vie des plantes et de nombreux spécialistes ont cherché à caractériser par des indices et des diagrammes les relations entre les divers facteurs climatiques (Huetz de Lemps, 1970). Ces indices ont été utilisée afin d'établir des critères de comparaison et de classification entre les climats (Guyot, 1997).

Conclusion

Au terme de cette étude consacrée à l'analyse bioclimatique de quelques dayas de la région de Laghouat à la base des données météorologiques d'une station de référence; nous avons caractérisé climatiquement les stations choisies. La variabilité spatiale des conditions climatiques, à savoir : le thermoclimat qui regroupe les paramètres suivants : la Valeur de la moyenne annuelle qui varie entre 18,18°C et 19,21°C avec un coefficient de variation très faible (1,19%). Les extrêmes thermiques, qui représentent la continentalité et qui varient (CV=9,20%.) en s'élevant en allant vers le sud.

Le mois le plus difficile pour les plantes reste toujours le mois de juillet. Cependant, le froid est plus marqué durant le mois de janvier qui est le mois le plus froid. Ce dernier varie peu le long du transect parcouru.

Le nombre de mois dont la température moyenne est inférieure à 10 °C ou autrement dit les mois de repos végétal pour la majorité des dayas étudiées ne dépasse pas trois mois excepter deux dayas.

L'indice de continentalité thermique de Gorczynski montre un coefficient de variation très faible avec 0,78%, il varie avec l'altitude de chaque station étudiée.

Le module pluviométrique annuel (en mm) varie de 4,73%. La valeur la plus importante est enregistrée dans la daya 7 avec 185,97 mm et la valeur la plus faible est celle de la daya 21 avec 148,97 mm. Le module pluviométrique estival varie considérablement le long du transect (CV% = 6,91%) confirmant l'irrégularité des précipitations dans les zones arides, qui, pour nos stations ne présentent aucun mois humide au sens d'Aubréville et Walter. Ces mois sont considérés durant toute l'année comme mois secs au sens de Köppen et d'Aubréville.

Le mois le plus sec pour la plupart des dayas est le mois de juillet pour toutes nos dayas. La valeur des précipitations mensuelles la plus forte pour toutes les dayas est le mois de septembre.

L'indice de continentalité hydrique varie très peu dans notre région (CV=0,25%), les stations à altitude élevée et celles à altitudes faibles par rapport au station de référence présentent des valeurs presque similaires.

Les indices climatiques utilisés dans ce travail ont permis de classer nos dayas dans différents étages ou situations climatiques. Ces indices classent nos daya dans des climats qui arides et sahariens. Ces indices sont concordants de point de vue classification climatiques avec quelques différences minimales, l'aridité est le caractère commun entre elles.

Les objectifs de cette étude ont été de caractériser et d'étudier la climatologie de quelques dayas à partir d'une station de référence plus proche, de chercher les changements graduels pluvial et thermique selon un transect nord - sud partant de la station de référence. Cette étude a permis de mettre la lumière sur différents nouveaux indices climatiques et de les appliquer pour la première fois sur notre région et de mieux comprendre les variations des paramètres climatiques dans notre région d'étude et leur influence sur la végétation de la région.

Comme perspectives, il est aujourd'hui nécessaire de mettre en place d'un réseau météorologique d'observations dense et efficace, en maillant le territoire national de stations et postes climatologiques, toutefois, ce réseau d'observations n'aura des effets escomptés que si les mesures sont régulières dans le temps et dans l'espace.

Il est aussi nécessaire de promouvoir les études qui ont trait à la climatologie, en créant des banques de données complètes et ordonnées (archives de la météorologie) selon les normes conventionnelles afin de faciliter aux chercheurs leurs utilisations.

Il est nécessaire aussi d'étendre la série des données climatologiques sur une période d'au moins 30 ans selon les normes de l'OMM (Organisation mondiale de météorologie) pour une meilleure évaluation des fluctuations de précipitations et de températures et la mise en place de cartes pluviométriques et thermiques pour toute l'Algérie.

Mener une étude statistique approfondie pour déterminer des indices climatiques ou bioclimatiques spécifiques au sud algérien et mieux adapté aux conditions climatiques.

Références bibliographiques

- Aussenac, G., 1973.** Effet des conditions microclimatiques différents sur la morphologie et la structure anatomique des aiguilles de quelques résineux. *Ann. Sci. Forest.*, 30(4): 375-392.
- Bagnouls, F., Gaussen, H., 1953.** Saison sèche et indice xérothermique. *Doc. Cartes Product. Végét. Sér. : Généralités*, 3 (1), art. 8 : 47 p. + 1 carte.
- Bagnouls, F., Goussen, H., 1957.** Les climats biologiques et leur classification, *Annales de géographie*, volume 355, pp. 193-220.
- Bahri, B., 2007.** Contribution à l'étude de l'influence des facteurs édaphiques, orographiques et biologiques sur la régénération naturelle du cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica. M*) dans les monts des Ouled Yagoub. Mémoire de Magister, Université colonel hadj Lakhdar Batna, 50 p.
- Barbéro, M., Quézel P., 1984.** Caractérisation bioclimatique des étages de végétation forestière sur le pourtour méditerranéen. Aspects méthodologiques posés par la zonation. *Documents d'écologie Pyrénéenne*, III-IV : 49-56.
- Barry, J.P., Celles, J.C., Manière, R., 1972, 1976, 1981.** Le problème des divisions bioclimatiques au Sahara algérien. *Natur. Monspe.* 23-24 ; 5-48 ; 211-241 ;1-48.
- Benabadji, N., 1995.** Etude phyto-écologique des steppes à *Artemisia herba-alba* Asso. et à *Salsola vermiculata*.-L. au Sud de Sebdou (Oranie-Algérie). Thèse doct. Etat Es-Sci Univ. Tlemcen 280p.
- Benabadji, N., Bouazza, M., 2000.** Quelques Modifications Climatiques Intervenues dans le Sud-Ouest de l'Oranie (Algérie Occidentale). *Rev. Energ. Ren.* Vol.3 : 117-125.
- Benabdel,i K., 1996.** Aspects physionomico-structuraux de la végétation ligneuse forestière dans les monts de Dhaya et de Tlemcen (Algérie occidentale). Thèse doct d'état en sciences. Université Djilali liabes de Sidi Bel Abbes. Algérie.266 p.
- Bensaid A.,2006.** *SIG et télédétection pour l'étude de l'ensablement dans une zone aride : le cas de la wilaya de naâma (algérie).*thèse doctorat. UNIV Joseph Fourier-Grenoble 1.
- Ben Semaoune, Y., 2008.** Les parcours sahariens dans la nouvelle dynamique spatiale : contribution à la mise en place d'un schéma d'aménagement et de gestion de l'espace (S.A.G.E.) - cas de la région de Ghardaïa. Thèse magister : Université d'Ouargla. 81p.

- Bentouati A., Bariteau M., 2006.** Réflexions sur le dépérissement du cèdre de l'Atlas des Aurès (Algérie). Forêt méditerranéenne. T. XXVII, n° 4. pp. 317-322.
- Capot-Rey, R., 1937.** La région des Dayas. Mélanges offerts à E-F. Gautier. Alger. pp.107-130.
- Chaumont, M., Paquin C., 1971.** Notice explicative de la carte pluviométrique de l'Algérie au 1/ 50 000. *Société d'Histoire naturelle de l'Afrique du Nord*, Alger, 24 p. + carte.
- Conrad, G., Geze B., paloc H., 1967.** Phénomènes karstiques et pseudo karstiques au Sahara. *Revue géo. Phys. géol.* pp357-369.
- Cote, M., 1983.** L'espace algérien ; les prémices d'un aménagement. opu éd., Alger, 287p.
- Daget, P., 1977.** Le bioclimat méditerranéen : caractères généraux et modes de caractérisation. *Vegetation* 34 : 1–20.
- Daget, Ph., 1980.** *Un élément actuel de la caractérisation du monde méditerranéen: le climat*, Comm. 1° Colloque Emberger, Montpellier, Nat. Monsp., H.S.: 1 01- 126.
- Daget, Ph., Ahdali L., David P., 1988.** Le bioclimat méditerranéen et ses modalités dans les pays arabes. *Biocénoses*, 3(1-2) ,73-107.
- Dekhinat, H., 2005.** Les principaux domaines bioclimatiques de l'Algérie [en ligne]. <http://www.fao.org>
- Demangeot, J., 1981.** Les milieux naturels désertiques. Paris, Imp . Jauve, 2^{ème}. Edition – 261 p.
- Djebaili, S., 1984.** *Steppe algérienne. Phytosociologie et écologie*. Ed. OPU, Ben Aknoun, 177 p.
- Djellouli, Y., 1981.** Etude climatique et bioclimatique des hauts plateaux Sud-Oranais (Wilaya de Saïda). Comportement des espèces vis-à-vis des éléments du climat. 7 8 p. + annexes. Thèse 3ème cycle, Univ. d'Alger
- Djellouli Y., Djebaili S., 1984.** Synthèse sur les relations flore-climat en zone aride Cas de la Wilaya de Saïda, *Bulletin de la Société Botanique de France. Actualités Botaniques*, 131:2-4, 249-264.
- Djellouli, Y., Daget, Ph., Berrahmouni, N., 1994.** Variations climatiques au Sahara septentrional (partie ouest). Impacts sur la végétation. *Pull. Ass. Intern. Clim.* Toulouse.
- D.P.A.T., 2010.** Direction de la Planification et l'Aménagement du Territoire Monographie : Présentation de La Wilaya de Laghouat. 7p.

- Doufene, S., 2012.** Caractérisation micromorphologique et minéralogique des matériaux pédo-sédimentaires des systèmes des Dayas: cas de Dayet El-Amied, Guerrara. Mém. Mag. Univ. Ouargla, 87p+ Annexes.
- DSA (direction des services agricoles), 2011.** Schéma directeur de wilaya de Laghouat. 114p.
- Dubief, J., 1951.** *Alizés, Harmattan et vents étésiens* .Ed, Université d'Alger, T. 7, 236 p.
- Dubief, J., 1959, 1963.** Le climat du sahara, Trav. IRS., T. 1 et 2, Alger (le tome 3 ne concernant que des tableaux des chiffres, à été déposé à la bibliothèque de la Météo-Nat., av. Rapp, Paris.
- Emberger, L., 1930.** La végétation de la région méditerranéenne. Essai d'une classification des groupements végétaux. *Revue gén . Bot.* 42 : 641-662 et 705-721.
- Emberger, L., 1955.** Une classification biogéographique des climats. *Trav. Ins. Bot. Montpellier*, Vol. 7, pp. 3- 43.
- Estorges, P., 1959-1961.** Morphologie du plateau Arbaa. Travaux de l'I.R .S. Alger. pp.29-77.
- Etienne, P., Godard, A., 1970.** CLIMATOLOGIE, Ed: Armand COLIN.
- Ferka Zazou, N., 2006.** Impact de l'occupation spacio-temporelle des espaces sur la conservation de l'écosystème forestier. cas de la commune de Tessala, wilaya de Sidi bel Abbes, Algérie. Mém. Mag. Univ. Tlemcen, 154p.
- Gharzouli, R., 1977.** Essai de détermination de gradients altitudinaux pluviométriques et thermiques en zone aride : Applications bioclimatiques. Mém. D.E.S. Uni v. Sei. Tech . Alger, 31 p. + 1 carte.
- Godard, A., & Tabeaud M., 1993.** Les climats ; Mécanismes et Répartition, Ed : Armand COLIN.
- Gorcinski, W., 1920.** Sur le calcul du degré de continentalisme et son application dans la climatologie. *Geographic Annaler* 2 : 324–331.
- Guinet, P., 1954.** *Carte de la végétation de l'Algérie feuille de Beni Abbes*. Maroc. pp. 175-203.
- Guyot, G., 1997.** Climatologie de l'environnement de la plante aux écosystèmes, édition Masson, Paris, 505 p.
- Guyot, G., 1999.** Climatologie de l'environnement, cours et exercices. Ed: DUNOD.

- Hammouda, R.F., 2009.** Contribution à l'élaboration d'un modèle de gestion durable d'un parcours steppique dans la commune de Hadj Mechri Wilaya de Laghouat. Thèse de Magister : Université des sciences et de la technologie Houari Boumediene Alger. 114 p.
- Houzard, G ., 1984.** Vers un classement des bioclimats des forêts caducifoliées françaises. Rev. For. Fr. 36(5) ,362-374.
- Huetz de Lemp, A., 1970.** La végétation de la terre. Ed. Masson. Paris, 133 p. : illus., cartes.
- Joffre, R., Rambal, S., 2002.** Mediterranean ecosystems. In : Encyclopedia of Life Sciences, Macmillan, Nature Publishing Group, www.els.net, 1-7.
- Kaabeche, M., 1990.** Les groupements végétaux de la région de Bou Saada (Algérie) essai de synthèse sur la végétation steppique de Maghreb. Thèse de Doctorat : Université de Paris-Sud.132p.
- Kadik, B., 1986.** Contribution à l'étude du pin d'Alep (*Pinus halepensis* Mill.) en Algérie. Ecologie, dendrométrie, morphologie. OPU., Ben Aknoun, Alger; 581 p.
- köppen, W., 1931:** Grundriss der Klimakunde (Outline of climate science). Walter de Gruyter, Berlin, 388pp.
- Lecompte, M., Alexandre, F., et Genin, A. 1998.** Seuils biologiques et limites bioclimatiques en Méditerranée occidentale. Revue de Géographie de Lyon, 73 (1), 33-43.
- Le Houérou, H.N., 1975.** Deterioration of the écologia équilibre in the aride zone of North Africa. FAO. pp. 45- 57.
- Le Houérou, H.N., 1990.** Définition et limites bioclimatiques du Sahara. Sècheresse, 1, 246–259.
- Le Houérou, H.N., 1995.** *Bioclimatologie et Biogéographie des steppes arides du Nord de l'Afrique.* Diversité biologique, développement durable et désertification. *Option méditerranéenne. Série B : études et recherches*, n.10. CIHEAM. Montpellier. 396 p.
- Le Houérou, H.N., 2004.** L'agriculture durable; quelle démarche pour la rive sud de la Méditerranée, Conférence à l'INA. Tunisie. 29 p.
- Le Houérou, H.N., Claudin J., et Pouget M. 1977.** Etude bioclimatique des steppes algériennes avec une carte bioclimatique au 1/1000.000. *Bull. Soc. Hist. Nat. Afri. Nord.* 36- 40.

- Madani, D., 2008.** Relation entre le couvert végétal et les conditions édaphiques en zone à déficit hydrique. Thèse de Magister : université d'El Hadj Lakhdar Batna. 118 p.
- Meddour, R., 2010.** Bioclimatologie, phytogéographie et phytosociologie en Algérie : exemple des groupements forestiers et préforestier de la Kabylie Djurdjuréenne. Thèse de Doct., Univ. Mouloud Mammeri, Tizi Ouzou, 397 p + annexes.
- Monjauze, A., 1980.** Connaissance du « betoum » *Pistacia atlantica* Desf. Biologie et forêt. Rev. For. Fran. N° 4, pp 357–363.
- Monjauze, A., 1982.** Le pays des dayas et *Pistacia atlantica* Desf. Dans Sahara Algérien. *Biologie de forêt (Revue forestière française)*.n.4.pp.277-291.
- Monod, T., 1992.** Du désert. Sècheresse, 3(1). pages 7-24.
- Mullenbach, P., 2001.** Reboisement d'altitude. Ed. Quae, 335p.
- Nedjraoui, D., 2003.** Country pasture, forage ressource profils. Grassland and pasture corps Algérie. Rapport de FAO. pp. 1-29.
- Nedjraoui, D., et Badrani, S. 2008.** La désertification dans les steppes algérienne : causes, impacts et actions de lutte .vertigo, 1(8).<http://vertigo.revues.org/indix5375.html>.
- ONM (office national de météorologie), 2015.** Données climatiques de la région de Laghouat de la période 1996-2014, 2p.
- Ozenda, P., 1977.** La flore du Sahara, l'ère édition paris, C.N.R.S, 622p.
- Ozenda, P., 1983.** *Flore du Sahara*. 2ème Edition, CNRS, Paris, 622 p.
- Ozenda, P., 1991.** *La flore et végétation de Sahara*. Paris : CNRS. 662p.
- Panini, T., Amandier, L. 2005.** Climats pluviométriques et thermiques en région Provence Alpes-Coté d'Azur. Analyse des données météorologiques 1961-1996 et cartographie par système d'information Géographique. Forêt Médit., XXVI, 4, 299-308.
- Pedelaborde, P., 1982.** *Introduction à l'étude scientifique du climat*. Ed: SEDES.
- Pouget, M., 1980.** Les relations sol-végétation dans les steppes sud-Algéroises. Trav.et Doc. ORSTOM, Paris, 555 p.

- Pouget, M., 1992.** Les relations sol-végétation dans les steppes sud-algéroises. Thèse doctorat : Université D'Aix-Marseille. 3^{ème} édition. Paris : O.R.S.T.O.M. 289 p.
- Quézel, P., 1965.** la végétation de Sahara de Tchad à la Mauritanie. Gastarfisher verlag – Stuttgart .Ed . Masson et Cie. Paris 343 p.
- Quézel, P., 1974.** Les forêts du pourtour méditerranéen. UNESCO. Programme Homme et Biosphère, Comm. Nat. Fr. MAB. 53 p.
- Quézel, P., 1985.** Definition of the Mediterranean region and origin of its flora. In : Gomez-Campo, C. (Ed.), Plant Conservation in the Mediterranean Area. W. Junk, Dordrecht, 9–24.
- Quézel, P., Santa S. 1962.** Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. CNRS éd., Paris, vol. 1, 1-565.
- Ramade, F., 2003.** *Eléments d'écologie (Ecologie fondamentale)*. 3^{ème} Ed. Paris. DUNOD. 690 p.
- Richard P.J.H., 1997.** Les climats annuels, la variabilité climatique et le bioclimat .Adresse sur web : www.geogr.umontreal.ca/donnees/geo3152.
- Rivas Martinez, S., 1996.** Geobotanicay bioclimatologia. Universidad de Granada,MCMXCVI ,23-75.
- Rivas Martinez, S., 2004.**Global bioclimatics (Clasificacion bioclimatica de la Tierra). Phytosociological Research Center. www.globalbioclimatics.org(version 28/08/2004).
- Rivas Martinez, S., 2005.** Mapa de séries, geoserries y geopermaseries de végétation de Espana (memoriadel mapa de végétation potencial de España, 2005).Parte 1.www.globalbioclimatics.org (version29/07/2005).
- Seltzer, P., 1946.** Le climat d'Algérie. *Tra.Inst. Métiorol. Phys. Globe*, Alger, 1 vol. 219 p. + carte.
- Stewart P., 1969.** Un nouveau climagramme pour l'Algérie et son application au barrage vert. Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. Nord., 65, 1-2.
- Skouri, M., 1993.** La désertification dans le bassin méditerranéen. Cahier Opti. Medit. n° **1(2)** : p 23-37.
- Slimani, H., 2012.** Mécanismes de désertification de la steppe des Hautes Plaines d'Algérie : cas de la steppe d'alfa (*Stipa tenacissima* L.). Thèse de doctorat : Université des Sciences et de la Technologie Houari Boumédiène (Alger). 120 p.
- Sorre, M., 1943.** Les fondements biologiques de la géographie humaine.Paris, p.13-14.

Taibi, A.N., 1997. Le piémont sud du djebel Amour (Atlas saharien, Algérie), apport de la télédétection satellitaire à l'étude d'un milieu en dégradation. Université Denis Diderot, Paris VII, Thèse de Doctorat, 310 p.

Taibi, A.N., Kemmouche A., Parrot J.F. 1999. Détermination des dynamiques d'évolution morphologique et végétale combinées des (dayas) du piémont sud de l'Atlas saharien (Algérie) par télédétection. *Sécheresse n°1*, mars 1999, vol. 10, pp. 63-67.

Thebault, H., 1973. Climatologie, Editions ENAC, p. 18-19.)

Toutain, G., 1979. Elément d'agronomie saharienne. De la recherche au développement. Marrakech, 276p.

Viers, G., Vigneau, J.P. 1990. Eléments de climatologie. Ed : Nathan. p. 77-94-224.

Annexe

Tableau 1: Données climatiques et caractéristiques des dayas étudiées (1996-2014)

Daya 1								Altitude: 799m ; latitude 33.66 N						
Mois	J.	F.	M.	A.	M.	J.	Jt.	At.	S.	O.	N.	D.	Moy	
M °C	14,94	16,55	20,88	24,77	29,68	35,55	39,53	38,94	30,97	25,48	18,42	15,16		
m°C	1,75	2,60	5,92	9,35	14,44	18,90	22,55	22,25	17,66	12,34	5,76	2,46		
T moyenne°C	8,35	9,58	13,40	17,06	22,06	27,23	31,04	30,60	24,32	18,91	12,09	8,81	18,62	
P mm	13,89	7,18	11,86	19,35	10,57	10,02	6,70	12,64	27,39	20,09	19,86	10,86	170,37	
Daya 2								Altitude: 817m ; Latitude 33.654 N						
Mois	J.	F.	M.	A.	M.	J.	Jt.	At.	S.	O.	N.	D.	Moy	
M °C	14,81	16,42	20,75	24,64	29,55	35,42	39,40	38,81	30,84	25,35	18,29	15,03		
m°C	1,68	2,53	5,85	9,28	14,37	18,83	22,48	22,18	17,59	12,27	5,69	2,39		
T moyenne°C	8,24	9,47	13,30	16,96	21,96	27,12	30,94	30,49	24,21	18,81	11,99	8,71	18,52	
P mm	14,19	7,48	12,16	19,65	10,87	10,32	7,00	12,94	27,69	20,39	20,16	11,16	173,97	
Daya 3								Altitude: 819m; Latitude 33.646 N						
Mois	J.	F.	M.	A.	M.	J.	Jt.	At.	S.	O.	N.	D.	Moy	
M °C	14,80	16,41	20,74	24,63	29,54	35,41	39,39	38,80	30,83	25,34	18,28	15,02		
m°C	1,67	2,52	5,84	9,27	14,36	18,82	22,47	22,17	17,58	12,26	5,68	2,38		
T moyenne°C	8,23	9,46	13,29	16,95	21,95	27,11	30,93	30,48	24,20	18,80	11,98	8,70	18,51	
P mm	14,22	7,51	12,19	19,68	10,90	10,35	7,03	12,97	27,72	20,42	20,19	11,19	174,37	
Daya 4								Altitude: 818m ; latitude 33.642 N						
Mois	J.	F.	M.	A.	M.	J.	Jt.	At.	S.	O.	N.	D.	Moy	
M °C	14,80	16,41	20,74	24,63	29,54	35,41	39,39	38,80	30,83	25,34	18,28	15,02		
m°C	1,67	2,52	5,84	9,27	14,36	18,82	22,47	22,17	17,58	12,26	5,68	2,38		
T moyenne°C	8,24	9,47	13,29	16,95	21,95	27,12	30,93	30,49	24,21	18,80	11,98	8,70	18,51	
P mm	14,20	7,49	12,17	19,66	10,88	10,33	7,01	12,95	27,70	20,40	20,17	11,17	174,17	
Daya 5								Altitude: 825m ; latitude 33.632 N						
Mois	J.	F.	M.	A.	M.	J.	Jt.	At.	S.	O.	N.	D.	Moy	
M °C	14,75	16,36	20,69	24,58	29,49	35,36	39,34	38,75	30,78	25,29	18,23	14,97		
m°C	1,64	2,49	5,81	9,24	14,33	18,79	22,44	22,14	17,55	12,23	5,65	2,35		
T moyenne°C	8,20	9,43	13,25	16,91	21,91	27,08	30,89	30,45	24,17	18,76	11,94	8,66	18,47	
P mm	14,32	7,61	12,29	19,78	11,00	10,45	7,13	13,07	27,82	20,52	20,29	11,29	175,57	
Daya 6								Altitude: 843m ; latitude 33.602 N						
Mois	J.	F.	M.	A.	M.	J.	Jt.	At.	S.	O.	N.	D.	Moy	
M °C	14,63	16,24	20,57	24,46	29,37	35,24	39,22	38,63	30,66	25,17	18,11	14,85		
m°C	1,57	2,42	5,74	9,17	14,26	18,72	22,37	22,07	17,48	12,16	5,58	2,28		
T moyenne°C	8,10	9,33	13,15	16,81	21,81	26,98	30,79	30,35	24,07	18,66	11,84	8,56	18,37	
P mm	14,62	7,91	12,59	20,08	11,30	10,75	7,43	13,37	28,12	20,82	20,59	11,59	179,17	
Daya 7								Altitude: 877m ; Latitude 33.544N						
Mois	J.	F.	M.	A.	M.	J.	Jt.	At.	S.	O.	N.	D.	Moy	
M °C	14,39	16,00	20,33	24,22	29,13	35,00	38,98	38,39	30,42	24,93	17,87	14,61		
m°C	1,43	2,28	5,60	9,03	14,12	18,58	22,23	21,93	17,34	12,02	5,44	2,14		
T moyenne°C	7,91	9,14	12,97	16,63	21,63	26,79	30,61	30,16	23,88	18,48	11,66	8,38	18,18	
P mm	15,19	8,48	13,16	20,65	11,87	11,32	8,00	13,94	28,69	21,39	21,16	12,16	185,97	

Daya 8

Altitude: 866m ; Latitude 33.505 N

Mois	J.	F.	M.	A.	M.	J.	Jt.	At.	S.	O.	N.	D.	Moy
M °C	14,47	16,08	20,41	24,30	29,21	35,08	39,06	38,47	30,50	25,01	17,95	14,69	
m°C	1,48	2,33	5,65	9,08	14,17	18,63	22,28	21,98	17,39	12,07	5,49	2,19	
T moyenne°C	7,97	9,20	13,03	16,69	21,69	26,85	30,67	30,22	23,94	18,54	11,72	8,44	18,24
P mm	15,00	8,29	12,97	20,46	11,68	11,13	7,81	13,75	28,50	21,20	20,97	11,97	183,77

Daya 9

Altitude: 829m ; Latitude 33.386 N

Mois	J.	F.	M.	A.	M.	J.	Jt.	At.	S.	O.	N.	D.	Moy
M °C	14,73	16,34	20,67	24,56	29,47	35,34	39,32	38,73	30,76	25,27	18,21	14,95	
m°C	1,63	2,48	5,80	9,23	14,32	18,78	22,43	22,13	17,54	12,22	5,64	2,34	
T moyenne°C	8,18	9,41	13,23	16,89	21,89	27,06	30,87	30,43	24,15	18,74	11,92	8,64	18,45
P mm	14,39	7,68	12,36	19,85	11,07	10,52	7,20	13,14	27,89	20,59	20,36	11,36	176,37

Daya 10

Altitude: 811m ; Latitude 33.341 N

Mois	J.	F.	M.	A.	M.	J.	Jt.	At.	S.	O.	N.	D.	Moy
M °C	14,85	16,46	20,79	24,68	29,59	35,46	39,44	38,85	30,88	25,39	18,33	15,07	
m°C	1,70	2,55	5,87	9,30	14,39	18,85	22,50	22,20	17,61	12,29	5,71	2,41	
T moyenne°C	8,28	9,51	13,33	16,99	21,99	27,16	30,97	30,53	24,25	18,84	12,02	8,74	18,55
P mm	14,09	7,38	12,06	19,55	10,77	10,22	6,90	12,84	27,59	20,29	20,06	11,06	172,77

Daya11

Altitude: 808m ; Latitude 33.334 N

Mois	J.	F.	M.	A.	M.	J.	Jt.	At.	S.	O.	N.	D.	Moy
M °C	14,87	16,48	20,81	24,70	29,61	35,48	39,46	38,87	30,90	25,41	18,35	15,09	
m°C	1,71	2,56	5,88	9,31	14,40	18,86	22,51	22,21	17,62	12,30	5,72	2,42	
T moyenne°C	8,29	9,52	13,35	17,01	22,01	27,17	30,99	30,54	24,26	18,86	12,04	8,76	18,57
P mm	14,04	7,33	12,01	19,50	10,72	10,17	6,85	12,79	27,54	20,24	20,01	11,01	172,17

Daya 12

Altitude: 801m ; Latitude 33.328 N

Mois	J.	F.	M.	A.	M.	J.	Jt.	At.	S.	O.	N.	D.	Moy
M °C	14,92	16,53	20,86	24,75	29,66	35,53	39,51	38,92	30,95	25,46	18,40	15,14	
m°C	1,74	2,59	5,91	9,34	14,43	18,89	22,54	22,24	17,65	12,33	5,75	2,45	
T moyenne°C	8,33	9,56	13,39	17,05	22,05	27,21	31,03	30,58	24,30	18,90	12,08	8,80	18,61
P mm	13,92	7,21	11,89	19,38	10,60	10,05	6,73	12,67	27,42	20,12	19,89	10,89	170,77

Daya13

Altitude: 802m ; Latitude 33.328 N

Mois	J.	F.	M.	A.	M.	J.	Jt.	At.	S.	O.	N.	D.	Moy
M °C	14,92	16,53	20,86	24,75	29,66	35,53	39,51	38,92	30,95	25,46	18,40	15,14	
m°C	1,74	2,59	5,91	9,34	14,43	18,89	22,54	22,24	17,65	12,33	5,75	2,45	
T moyenne°C	8,33	9,56	13,38	17,04	22,04	27,21	31,02	30,58	24,30	18,89	12,07	8,79	18,60
P mm	13,94	7,23	11,91	19,40	10,62	10,07	6,75	12,69	27,44	20,14	19,91	10,91	170,97

Daya 14

Altitude: 805m ; Latitude 33.330 N

Mois	J.	F.	M.	A.	M.	J.	Jt.	At.	S.	O.	N.	D.	Moy
M °C	14,89	16,50	20,83	24,72	29,63	35,50	39,48	38,89	30,92	25,43	18,37	15,11	
m°C	1,73	2,58	5,90	9,33	14,42	18,88	22,53	22,23	17,64	12,32	5,74	2,44	
T moyenne°C	8,31	9,54	13,36	17,02	22,02	27,19	31,00	30,56	24,28	18,87	12,05	8,77	18,58
P mm	13,99	7,28	11,96	19,45	10,67	10,12	6,80	12,74	27,49	20,19	19,96	10,96	171,57

Daya 15

Altitude: 791m ; Latitude 33.323N

Mois	J.	F.	M.	A.	M.	J.	Jt.	At.	S.	O.	N.	D.	Moy
M °C	14,99	16,60	20,93	24,82	29,73	35,60	39,58	38,99	31,02	25,53	18,47	15,21	
m°C	1,78	2,63	5,95	9,38	14,47	18,93	22,58	22,28	17,69	12,37	5,79	2,49	
T moyenne°C	8,39	9,62	13,44	17,10	22,10	27,27	31,08	30,64	24,36	18,95	12,13	8,85	18,66
P mm	13,84	7,13	11,81	19,30	10,52	9,97	6,65	12,59	27,34	20,04	19,81	10,81	169,77

Daya16

Altitude: 796m ; Latitude 33.318 N

Mois	J.	F.	M.	A.	M.	J.	Jt.	At.	S.	O.	N.	D.	Moy
M °C	14,96	16,57	20,90	24,79	29,70	35,57	39,55	38,96	30,99	25,50	18,44	15,18	
m°C	1,76	2,61	5,93	9,36	14,45	18,91	22,56	22,26	17,67	12,35	5,77	2,47	
T moyenne°C	8,36	9,59	13,41	17,07	22,07	27,24	31,05	30,61	24,33	18,92	12,10	8,82	18,63
P mm	13,75	7,04	11,72	19,21	10,43	9,88	6,56	12,50	27,25	19,95	19,72	10,72	168,77

Daya 17

Altitude: 791m ; Latitude 33.304N

Mois	J.	F.	M.	A.	M.	J.	Jt.	At.	S.	O.	N.	D.	Moy
M °C	14,99	16,60	20,93	24,82	29,73	35,60	39,58	38,99	31,02	25,53	18,47	15,21	
m°C	1,78	2,63	5,95	9,38	14,47	18,93	22,58	22,28	17,69	12,37	5,79	2,49	
T moyenne°C	8,39	9,62	13,44	17,10	22,10	27,27	31,08	30,64	24,36	18,95	12,13	8,85	18,66
P mm	13,75	7,04	11,72	19,21	10,43	9,88	6,56	12,50	27,25	19,95	19,72	10,72	168,77

Daya 18

Altitude: 763m ; Latitude 33.240 N

Mois	J.	F.	M.	A.	M.	J.	Jt.	At.	S.	O.	N.	D.	Moy
M °C	15,19	16,80	21,13	25,02	29,93	35,80	39,78	39,19	31,22	25,73	18,67	15,41	
m°C	1,90	2,75	6,07	9,50	14,59	19,05	22,70	22,40	17,81	12,49	5,91	2,61	
T moyenne°C	8,54	9,77	13,60	17,26	22,26	27,42	31,24	30,79	24,51	19,11	12,29	9,01	18,82
P mm	13,29	6,58	11,26	18,75	9,97	9,42	6,10	12,04	26,79	19,49	19,26	10,26	163,17

Daya 19

Altitude: 766m ; Latitude 33.205N

Mois	J.	F.	M.	A.	M.	J.	Jt.	At.	S.	O.	N.	D.	Moy
m °C	15,17	16,78	21,11	25,00	29,91	35,78	39,76	39,17	31,20	25,71	18,65	15,39	
M°C	1,89	2,74	6,06	9,49	14,58	19,04	22,69	22,39	17,80	12,48	5,90	2,60	
T moyenne°C	8,53	9,76	13,58	17,24	22,24	27,41	31,22	30,78	24,50	19,09	12,27	8,99	18,80
P mm	13,34	6,63	11,31	18,80	10,02	9,47	6,15	12,09	26,84	19,54	19,31	10,31	163,77

Daya 20

Altitude: 742m ; Latitude 33.178 N

Mois	J.	F.	M.	A.	M.	J.	Jt.	At.	S.	O.	N.	D.	Moy
M °C	15,34	16,95	21,28	25,17	30,08	35,95	39,93	39,34	31,37	25,88	18,82	15,56	
m°C	1,98	2,83	6,15	9,58	14,67	19,13	22,78	22,48	17,89	12,57	5,99	2,69	
T moyenne°C	8,66	9,89	13,71	17,37	22,37	27,54	31,35	30,91	24,63	19,22	12,40	9,12	18,93
P mm	12,94	6,23	10,91	18,40	9,62	9,07	5,75	11,69	26,44	19,14	18,91	9,91	158,97

Daya 21

Altitude: 692m ; Latitude 33.151N

Mois	J.	F.	M.	A.	M.	J.	Jt.	At.	S.	O.	N.	D.	Moy
M °C	15,69	17,30	21,63	25,52	30,43	36,30	40,28	39,69	31,72	26,23	19,17	15,91	
m°C	2,19	3,04	6,36	9,79	14,88	19,34	22,99	22,69	18,10	12,78	6,20	2,90	
T moyenne°C	8,94	10,17	13,99	17,65	22,65	27,82	31,63	31,19	24,91	19,50	12,68	9,40	19,21
P mm	12,10	5,39	10,07	17,56	8,78	8,23	4,91	10,85	25,60	18,30	18,07	9,07	148,97

Daya 22

Altitude: 715m ; Latitude 33.152 N

Mois	J.	F.	M.	A.	M.	J.	Jt.	At.	S.	O.	N.	D.	Moy
M °C	15,52	17,13	21,46	25,35	30,26	36,13	40,11	39,52	31,55	26,06	19,00	15,74	
m°C	2,09	2,94	6,26	9,69	14,78	19,24	22,89	22,59	18,00	12,68	6,10	2,80	
T moyenne°C	8,81	10,04	13,86	17,52	22,52	27,69	31,50	31,06	24,78	19,37	12,55	9,27	19,08
P mm	12,49	5,78	10,46	17,95	9,17	8,62	5,30	11,24	25,99	18,69	18,46	9,46	153,57

Daya 23

Altitude: 741m ; Latitude 33.145N

Mois	J.	F.	M.	A.	M.	J.	Jt.	At.	S.	O.	N.	D.	Moy
M °C	15,34	16,95	21,28	25,17	30,08	35,95	39,93	39,34	31,37	25,88	18,82	15,56	
m°C	1,99	2,84	6,16	9,59	14,68	19,14	22,79	22,49	17,90	12,58	6,00	2,70	
T moyenne°C	8,67	9,90	13,72	17,38	22,38	27,55	31,36	30,92	24,64	19,23	12,41	9,13	18,94
P mm	12,92	6,21	10,89	18,38	9,60	9,05	5,73	11,67	26,42	19,12	18,89	9,89	158,77

Daya 24

Altitude: 752m ; Latitude 33.129 N

Mois	J.	F.	M.	A.	M.	J.	Jt.	At.	S.	O.	N.	D.	Moy
M °C	15,27	16,88	21,21	25,10	30,01	35,88	39,86	39,27	31,30	25,81	18,75	15,49	
m°C	1,94	2,79	6,11	9,54	14,63	19,09	22,74	22,44	17,85	12,53	5,95	2,65	
T moyenne°C	8,60	9,83	13,66	17,32	22,32	27,48	31,30	30,85	24,57	19,17	12,35	9,07	18,88
P mm	13,10	6,39	11,07	18,56	9,78	9,23	5,91	11,85	26,60	19,30	19,07	10,07	160,97

Daya 25

Altitude: 738m ; Latitude 33.091N

Mois	J.	F.	M.	A.	M.	J.	Jt.	At.	S.	O.	N.	D.	Moy
M °C	15,36	16,97	21,30	25,19	30,10	35,97	39,95	39,36	31,39	25,90	18,84	15,58	
m°C	2,00	2,85	6,17	9,60	14,69	19,15	22,80	22,50	17,91	12,59	6,01	2,71	
T moyenne°C	8,68	9,91	13,74	17,40	22,40	27,56	31,38	30,93	24,65	19,25	12,43	9,15	18,96
P mm	12,87	6,16	10,84	18,33	9,55	9,00	5,68	11,62	26,37	19,07	18,84	9,84	158,17

Daya 26

Altitude: 758m ; Latitude 33.233 N

Mois	J.	F.	M.	A.	M.	J.	Jt.	At.	S.	O.	N.	D.	Moy
M °C	15,22	16,83	21,16	25,05	29,96	35,83	39,81	39,22	31,25	25,76	18,70	15,44	
m°C	1,92	2,77	6,09	9,52	14,61	19,07	22,72	22,42	17,83	12,51	5,93	2,63	
T moyenne°C	8,57	9,80	13,63	17,29	22,29	27,45	31,27	30,82	24,54	19,14	12,32	9,04	18,84
P mm	13,20	6,49	11,17	18,66	9,88	9,33	6,01	11,95	26,70	19,40	19,17	10,17	162,17

Daya 27

Altitude: 764m ; Latitude 33.262N

Mois	J.	F.	M.	A.	M.	J.	Jt.	At.	S.	O.	N.	D.	Moy
M °C	15,18	16,79	21,12	25,01	29,92	35,79	39,77	39,18	31,21	25,72	18,66	15,40	
m°C	1,89	2,74	6,06	9,49	14,58	19,04	22,69	22,39	17,80	12,48	5,90	2,60	
T moyenne°C	8,54	9,77	13,59	17,25	22,25	27,42	31,23	30,79	24,51	19,10	12,28	9,00	18,81
P mm	13,30	6,59	11,27	18,76	9,98	9,43	6,11	12,05	26,80	19,50	19,27	10,27	163,37

Daya 28

Altitude: 767m ; Latitude 33.272 N

Mois	J.	F.	M.	A.	M.	J.	Jt.	At.	S.	O.	N.	D.	Moy
M °C	15,16	16,77	21,10	24,99	29,90	35,77	39,75	39,16	31,19	25,70	18,64	15,38	
m°C	1,88	2,73	6,05	9,48	14,57	19,03	22,68	22,38	17,79	12,47	5,89	2,59	
T moyenne°C	8,52	9,75	13,58	17,24	22,24	27,40	31,22	30,77	24,49	19,09	12,27	8,99	18,79
P mm	13,35	6,64	11,32	18,81	10,03	9,48	6,16	12,10	26,85	19,55	19,32	10,32	163,97

Daya 29

Altitude: 778m ; Latitude 33.290N

Mois	J.	F.	M.	A.	M.	J.	Jt.	At.	S.	O.	N.	D.	Moy
M °C	15,08	16,69	21,02	24,91	29,82	35,69	39,67	39,08	31,11	25,62	18,56	15,30	
m°C	1,84	2,69	6,01	9,44	14,53	18,99	22,64	22,34	17,75	12,43	5,85	2,55	
T moyenne°C	8,46	9,69	13,51	17,17	22,17	27,34	31,15	30,71	24,43	19,02	12,20	8,92	18,73
P mm	13,54	6,83	11,51	19,00	10,22	9,67	6,35	12,29	27,04	19,74	19,51	10,51	166,17

Daya 30

Altitude: 778m ; Latitude 33.298 N

Mois	J.	F.	M.	A.	M.	J.	Jt.	At.	S.	O.	N.	D.	Moy
M °C	15,08	16,69	21,02	24,91	29,82	35,69	39,67	39,08	31,11	25,62	18,56	15,30	
m°C	1,84	2,69	6,01	9,44	14,53	18,99	22,64	22,34	17,75	12,43	5,85	2,55	
T moyenne°C	8,46	9,69	13,51	17,17	22,17	27,34	31,15	30,71	24,43	19,02	12,20	8,92	18,73
P mm	13,54	6,83	11,51	19,00	10,22	9,67	6,35	12,29	27,04	19,74	19,51	10,51	166,17

Daya 31

Altitude: 805m ; Latitude 33.338N

Mois	J.	F.	M.	A.	M.	J.	Jt.	At.	S.	O.	N.	D.	Moy
M °C	15,29	16,90	21,23	25,12	30,03	35,90	39,88	39,29	31,32	25,83	18,77	15,11	
m°C	1,95	2,80	6,12	9,55	14,64	19,10	22,75	22,45	17,86	12,54	5,96	2,44	
T moyenne°C	8,62	9,85	13,68	17,34	22,34	27,50	31,32	30,87	24,59	19,19	12,37	8,77	18,87
P mm	13,99	7,28	11,96	19,45	10,67	10,12	6,80	12,74	27,49	20,19	19,96	10,96	171,57

Daya 32

Altitude: 792m ; Latitude 33.706N

Mois	J.	F.	M.	A.	M.	J.	Jt.	At.	S.	O.	N.	D.	Moy
M °C	14,99	16,60	20,93	24,82	29,73	35,60	39,58	38,99	31,02	25,53	18,47	15,21	
m°C	1,78	2,63	5,95	9,38	14,47	18,93	22,58	22,28	17,69	12,37	5,79	2,49	
T moyenne°C	8,38	9,61	13,44	17,10	22,10	27,26	31,08	30,63	24,35	18,95	12,13	8,85	18,66
P mm	13,77	7,06	11,74	19,23	10,45	9,90	6,58	12,52	27,27	19,97	19,74	10,74	168,97

Introduction

Partie I :

Synthèse

bibliographique

Partie II :

Matériel et

méthodes

Partie III :

Resultats et

discussion

Conclusion

Références bibliographiques

Annexe