

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE AKLI MOHAND OULHADJ – BOUIRA
FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE ET DES SCIENCES DE LA TERRE
DEPARTEMENT BIOLOGIE



Réf :/UAMOB/F.SNV.ST/DEP.AGR/2017

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME MASTER

Domaine : SNV Filière : Sciences Biologiques

Spécialité : Science et gestion de l'environnement

Présenté par :

CHAIR SYLIA & TAUDIAT BAYA

Thème

Contribution à la modélisation climatique de la zone littorale de la région de la Kabylie

Soutenu le : 04/ 07 / 2017

Devant le jury composé de :

Nom et Prénom

Grade

M. BENCHIKH CH

MAA.

Univ. de Bouira

President

M. TAFER M

MAA

Univ. de Bouira

Promoteur

Mlle. IKTITEN K

MAB

Univ. De Bouira

Co-Promotrice

M. LAMINE

MAA

Univ. de Bouira

Examineur

Année Universitaire : 2016/2017

Remerciement

On tient tout d'abord à remercier en premier lieu ALLAH, le Tout Puissant et Miséricordieux qui nous a donné la force, la volonté et Le courage pour mener à bonne fin ce travail.

Nous tenons à remercier très sincèrement Mr TAFER, qui nous a honoré en acceptant d'être notre promoteur et pour la confiance qu'il nous a témoigné ,

Nous tenons à exprimer notre gratitude à Mme IKTITEN, notre copromotrice, pour ces précieux conseils et pour le temps qu'il nous a consacré pour diriger ce travail, nous lui exprimons notre profonde reconnaissance.

Nous remercions également, Mr BENCHIKh, pour avoir accepté de présider notre jury.

Nous remercions aussi, Mr LAMINE, pour avoir accepté d'examiner notre travail, et de faire partie de notre jury.

Dédicace

Grace à Dieu, ce modeste travail est achevé. Je le dédie sincèrement :

A ma mère qui a toujours été source de confiance, d'aide de compréhension et de volonté durant mon parcours d'étude, que Dieu la protège et la garde en bonne santé ;

A mes sœurs Siham et Nabila ;

A mes frères Lafdjer, Ithri et Sliman;

A mes grands parents

A toute ma famille ;

A mon binôme Sylia ;

A toutes mes chères amies Hakima, Zahra, Chafia, Dehia, Soraya, Chahra, Amel, Siham, Djohar, Zina

A tous mes ami(e)s de la faculté SNV /ST et SM

Baya

Dédicace

Grace à Dieu, ce modeste travail est achevé. Je le dédie sincèrement :

A mes très chers parents qui sont toujours été source de confiance, d'aide de compréhension et de volonté durant mon parcours d'étude, que Dieu les protège et les garde en bonne santé ;

A ma très chère sœur Nassima ;

A tous mes frères; Sofiane ; Azzedine ; Rafik ; Mouloud et Makhlouf ;

A ma grande mère ;

A ma chère amie Massissilia ;

A toute ma famille ;

A mon binôme Baya ;

A tous mes chers amis ;

Et enfin à toute personne qui reconnaîtra son empreinte dans ce modeste travail.

Sylia

Sommaire

Liste des tableaux

Liste des figures

Liste des abréviations

Introduction.....	01
Chapitre I : Analyse bibliographique.....	02
I.1.Définitions.....	02
I.2.Le climat à l'échelle globale.....	03
I.2.1.Le système climatique.....	03
I.2.2.Le bilan radiatif.....	03
I.2.3. L'atmosphère et sa circulation.....	05
I.2.3.1. Les mouvements de l'air et la pression atmosphérique.....	06
I.2.4.La circulation générale océanique.....	08
I.3.Le climat à l'échelle locale.....	09
I.3.1. L'influence du relief.....	09
I.3.1.1. La rugosité.....	09
I.3.1.2. Les transformations du climat selon l'altitude.....	10
I.4. La végétation.....	12
I.5. Les étendues d'eau.....	12
I.6. Le climat de certains reliefs particuliers.....	12
I.6.1. Les collines.....	12
I.6.2. Les plaines et plateaux.....	12

I.6.3. Les vallées et les dépressions.....	12
I.7. Le climat méditerranéen.....	13
I.8. Synthèse.....	16
Chapitre II : Matériels et méthodes	
II.1. Description de la zone d'étude.....	19
II.2. les différents types des données climatiques disponibles.....	21
II.2.1. Les données anciennes.....	21
II.2.2. Les données récentes.....	21
Chapitre III : Résultats et discussions	
III.1. Modèle développé.....	23
III.2. Répartitions mensuelles des précipitations au niveau de la zone littorale.....	25
III. 3. Résumé.....	28
III.4. Construction du fichier numérique.....	29
Conclusion.....	32
Références bibliographiques.....	33
Annexe	
Résumé	

La liste des tableaux

Tableau 1 : Caractéristiques des stations météorologiques anciennes situées dans la région..	22
Tableau 2 : Stations climatologiques des données récentes.....	22
Tableau 3 : Les coefficients de corrélation obtenus.....	23
Tableau 4 : Pluviométrie et coordonnées géographiques des stations de la zone littorale... .	24
Tableau5 : Résultats du modèle pour la station de Béjaïa.....	24
Tableau6 : Résidus du modèle élaboré pour la zone littorale.....	21
Tableau7 : Répartitions mensuelles de la pluviométrie au niveau de la station de Béjaïa.....	22
Tableau8 : Matrice des corrélations de la de la répartition mensuelle de la pluviométrie.....	23
Tableau 9 : Répartitions mensuelles des précipitations pour la zone littorale.....	24

La liste des figures

Figure 1 : Bilan radiatif de la terre	4
Figure2 : Les différentes couches atmosphériques.....	6
Figure 3 : La circulation générale atmosphérique.....	7
Figure 4: La circulation thermohaline	8
Figure5 : image stellite de la zone d'étude.....	17
Figure 6 : Profil topographique le long de la chaîne littorale.....	17
Figure 7 : Carte simplifiée de la zone d'étude.....	18
Figure8 : Distribution des résidus centrés réduit du modèle de la zone littorale.....	21
Figure9 : Répartitions mensuelles de la pluviométrie au niveau de la station de Béjaïa.....	23
Figure 10 : Répartitions mensuelles des précipitations pour la zone littorale.....	24
Figure11 : capture d'écran montrant aspect du fichier vierge.....	27
Figure12 : capture d'écran montrant l'aspect du fichier exécuté.....	28

Liste des abréviations

NAO : Oscillation Nord-Atlantique

GPS : Global Positioning System

Cte : Constante

ONM : Office National de Météorologie

ANRH : Agence Nationale des Ressources Hydrauliques

Introduction

Introduction

Dans le domaine du climat, sujet d'actualité et où les facteurs en jeu et les interactions sont multiples et multiformes, au-delà de la connaissance acquise, la disponibilité des données climatologiques reste centrale.

La connaissance du climat méditerranéen est aujourd'hui assez large et en continuel développement. En effet, de nombreux travaux ont été réalisés sur le climat de l'Algérie. On compte parmi eux le travail remarquable de Seltzer (1946), et bien d'autres auxquels nous avons eut accès : (Le Houérou, 1993, 2007 et 2009) ; (Daget, 1977 a et 1977 b) ; (Ozenda, 2002) ou abondamment cités dans la littérature : (Dubief, 1959-1963) sur le climat du Sahara ; (Bagnouls & Gaussen, 1958) ; (Chaumont & Paquin (1971) ; sans oublier les travaux de bioclimatologie réalisés par de nombreux botanistes et phytosociologues : (Maire, 1926) ; (Ozenda, 1960) ; (Quezel, 1957) ; (Stewart, 1968-1975). Dans l'époque récente, quelques travaux universitaires, à notre connaissance, dans le cadre des thèses de doctorats, ont touché au climat par nécessité. C'est le cas des hydrologues, hydrogéologues ou phytosociologues qui ont par exemple travaillé sur les deux bassins versants important de la région Kabyle. Nous citons : (Yacoub, 1985) ; (Djemai, 1985) et (Meddour, 2010). Dans tous les cas de figures, ces auteurs ont eut recours à l'homogénéisation des données climatologiques existantes car, dans l'ensemble, elles restent lacunaires et parfois carrément inutilisables.

Notre travail consiste à mettre au point un modèle basé sur les régressions linéaires multiples à travers lequel on exprimera la pluviométrie en fonction de l'altitude, la longitude et la latitude. A cet effet, nous avons exploité les données climatologiques disponibles aussi bien anciennes que récentes. L'objectif de notre travail est de mettre au point un fichier numérique qui permettra de générer des données pluviométriques. A cet effet nous avons utilisé le logiciel « Microsoft Excel ».

Le travail sera présenté comme suit :

Après le premier chapitre consacré à une revue bibliographique sur le climat global en général et méditerranéen en particulier, on présentera dans le deuxième chapitre intitulé : matériels et méthodes, un descriptif détaillé de notre région d'étude et un aperçu sur la méthode à utiliser et les données climatologiques disponibles.

Le troisième chapitre sera dédié aux analyses statistiques, traitements des données et discussions des résultats.

Enfin nous conclurons notre travail avec une conclusion et certaines perspectives.

I. Analyse bibliographique

La compréhension des phénomènes exige que soit définie l'échelle de perception qui convient à l'objectif recherché. A cet effet et dans le domaine du climat, la perception des différences à l'échelle globale est assez aisée dans la mesure où les facteurs en cause sont de type planétaire. En effet, le climat régional, domaine méditerranéen inscrit dans le climat tempéré, par exemple, est prédéfini par la forme et la position de la terre dans le système solaire. A une échelle plus réduite, la Kabylie (la zone littorale), sujet de notre étude, des paramètres géographiques locaux interviennent comme sources de variations, (relief, présence ou absence de végétation ou d'étendue d'eau libre etc).

L'étude du complexe système climatique fait appel à d'autres sciences dont elle a besoin, on peut en citer : l'océanographie, la géographie, la physique, l'hydrologie, l'informatique et les statistiques. Cette dernière, comme le souligne (Bagayoko, 2008), a beaucoup aidé les climatologues pour une analyse et utilisation rationnelle des données.

A travers cette synthèse nous essayerons de relever l'essentiel des facteurs qui déterminent le climat en général en mettant en relief les paramètres qui ont ou supposés avoir une influence sur notre climat régional.

I.1. Définitions

Etymologiquement, le terme climat vient du grec (*Klima*) qui fait référence à l'inclinaison du rayonnement solaire sur la surface de la terre (Foucault, 2009). Aujourd'hui ce terme désigne la série de succession des états de l'atmosphère sur une longue période de temps, au moins 25 à une trentaine d'années, en un domaine spatial déterminé (Godard & Tabeaud, 2006 ; Levêque, 2001).

Le climat désigne généralement le « temps moyen » ; il s'agit plus précisément d'une description statistique en fonction de la moyenne et de la variabilité de grandeurs pertinentes sur des périodes variant de quelques mois à des milliers, voire à des millions d'années (Dumas, & al., 2005). La détermination du climat est effectuée à l'aide des moyennes établies à partir des mesures annuelles et mensuelles sur des données atmosphériques locales : température, pression atmosphérique, précipitations, ensoleillement, humidité, vitesse du vent, sont également pris en compte leur récurrence ainsi que les phénomènes exceptionnels (Pagney, 1993).

Il faut distinguer le climat de la météorologie (du grec *meteos*, élevé dans l'air). Celle-ci s'intéresse à la prévision de la variation des paramètres atmosphériques à court terme et à l'échelle locale (Foucault, 2009).

I.2. Le climat à l'échelle globale

Le climat, avec la multiplicité des temps, avec l'extrême diversité des ambiances à la surface de la terre, avec ses irrégularités sur le court et le long terme, résulte d'un fonctionnement complexe. Ce dernier est produit par un système original et ouvert, fondé sur la présence d'une enveloppe atmosphérique, sur une base énergétique (le soleil), sur les effets de la forme et des mouvements du globe (Pierre, 2005).

I.2.1. Le système climatique

On peut imaginer le système climatique, comme un ensemble de variables inter fonctionnelles et une modification d'une ou certaines de ses variables entrainera forcément un changement de tout l'ensemble. En résumé, le climat est constitué d'une part, par une source d'énergie d'origine solaire dont les caractéristiques déterminées par la variation des facteurs cosmiques, et d'autre part, par des interrelations souvent complexes et non étroites entre les cinq grandes entités naturelles, que sont : l'atmosphère, l'hydrosphère, la lithosphère, la cryosphère ainsi que l'ensemble des êtres vivants (biosphère). Ces réservoirs redistribuent l'énergie accueillie sur la surface du globe à travers des transferts de mouvements, de masse, de chaleur et de gaz (Bougeault & Sadourny, 2001 ; Gachon, 2000 ; Berger, 1992).

I.2.2. Le bilan radiatif (figure 1)

La quasi-totalité de l'énergie reçue à la surface de notre planète nous provient du soleil. Cependant, un autre flux d'énergie existe, mais à moindre mesure. Il constitue l'énergie géothermique de la terre (Foucault, 2009 ; Godard & Tabeaud, 2006).

L'atmosphère externe reçoit une quantité d'énergie équivalant de $1\ 376\text{w/m}^2$ (soit $2\ \text{cal/cm}^2/\text{min}$), cette valeur est désignée par constante solaire. Elle varie légèrement (environ 2%) en fonction de l'activité solaire et de la distance de la terre au soleil (Bacher & *al.*, 2009 ; Press, 2013 ; Godard & Tabeaud, 2006)

De l'énergie émise par le soleil, constituée de courtes longueurs d'ondes comprises entre 0.2 et $0.4\ \mu\text{m}$ c'est-à-dire de l'ultra-violet au proche infrarouge, le sol ne bénéficie que Il faut distinguer le climat de la météorologie (du grec *meteos*, élevé dans l'air). Celle-ci s'intéresse à la prévision de la variation des paramètres atmosphériques à court terme et à l'échelle locale (Foucault, 2009).

l'énergie incidente est absorbée par l'atmosphère, vapeur d'eau, ozone, poussières et nuages (Bacher & al., 2009). Une autre part d'énergie, 30 % est renvoyée vers l'espace dont environ deux tiers (20 %) par les nuages et donc perdue par le système sol-atmosphère. Cette énergie réfléchie (30%) est connue sous le nom d'albédo, sa valeur dépend de la nature et de la structure de la surface réfléchissante (Godard & Tabeaud, 2006 ; Foucault, 2009), Ainsi seul une partie de l'énergie est absorbée par la surface terrestre soit 51%.

Parallèlement aux courtes radiations émises par le soleil, la surface terrestre réémet de l'énergie dans les grandes longueurs d'ondes, c'est ce qu'on appelle l'infrarouge thermique (Bacher & al., 2009).

L'énergie calorifique réémise est le moteur du déroulement des différents mécanismes naturels comme l'évapotranspiration, processus impliqué dans le cycle de l'eau, qui nécessite des quantités importantes d'énergie calorifique. Le processus consomme environ 22%. De l'énergie absorbée par la surface du globe. Le reste, soit 28 W contribue à l'apparition des courants de convection et des émissions directes dans l'atmosphère et l'espace (Figure 1).

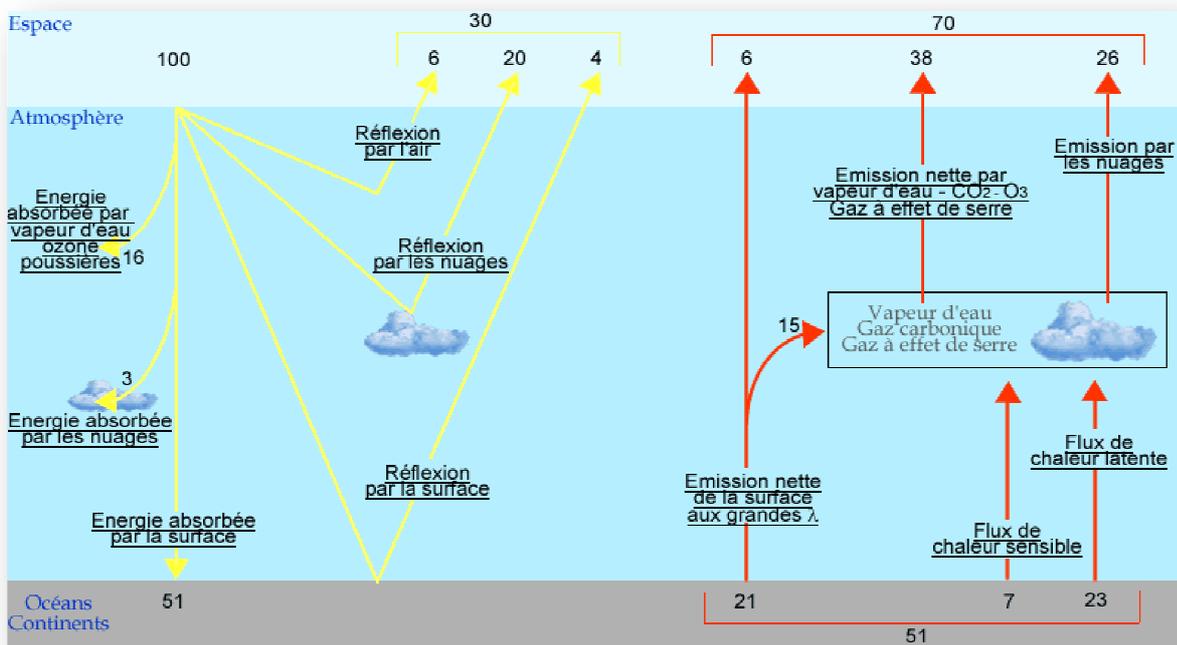


Figure 1 : Bilan radiatif de la terre d'après Daniel, (2003), les unités sont en Watts.

-L'effet de serre

L'effet de serre est un phénomène naturel qui se produit grâce à certains gaz de l'atmosphère comme la vapeur d'eau, le gaz carbonique et d'autres gaz à effet de serre qui ont la faculté de réabsorber le flux calorifique réémis par la surface de la terre et contribuer ainsi à l'élévation de la température de notre planète pour qu'elle soit idéale à l'émergence de la vie en opposition aux autres planètes. Sans ce piégeage de chaleur par les «gaz à effet de serre», la température de l'air au voisinage du sol serait beaucoup plus basse, de l'ordre de -18°C , alors qu'elle fait aujourd'hui $+15^{\circ}\text{C}$ (Godard & Tabeaud, 2006).

Mais depuis la révolution industrielle, les activités humaines ont contribué à l'augmentation de la concentration des gaz à effet de serre dans l'atmosphère, suite à l'utilisation des combustibles fossiles pour la production d'énergie. Cette forte concentration réduit la perte nette de rayonnement infrarouge en direction de l'espace et élève en conséquence la température moyenne de la terre. En effet, Il en résulte un forçage radiatif qui entraîne un renforcement de l'effet de serre; c'est ce qu'on appelle «l'effet de serre renforcé » (GIEC, 2008).

Ce forçage radiatif ou bien le réchauffement climatique constitue, aujourd'hui, l'un des problèmes majeurs au niveau de notre planète (Godard & Tabeaud, 2006).

En plus de l'effet albédo, la distribution de l'énergie ainsi reçue sur la surface terrestre est fonction de l'écliptique de la terre et l'inclinaison de son axe de rotation. L'énergie acquise à chaque point du globe diffère. Elle est maximale au niveau des basses latitudes et minimale dans les zones polaires. De ce fait, deux grands mouvements en perpétuel fonctionnement, atmosphérique et océanique, naissent pour rétablir l'équilibre non seulement des températures, mais aussi de pression entre les régions déficitaires et les régions excédentaires. Ils transportent ainsi l'énergie des régions sources vers les régions puits (Foucault, 2009).

I.2.3. L'atmosphère et sa circulation

L'atmosphère est une mince couche d'air qui entoure le globe de quelques kilomètres d'épaisseur (Felous, 2002 ; Villeneuve, 1980 ; Gemenne & al ., 2006). En terme de volume, elle est constituée de 78% d'azote, 21% d'oxygène et 0.03 % de gaz carbonique (CO_2). Elle renferme aussi d'autres gaz rares, tels que : l'argon, l'hélium, le néon et le krypton. Elle contient aussi de l'eau dont la

proportion varie de 1 à 5% et des particules solides ou liquides en suspension représentées par les aérosols (Philippon, 2007).

En allant du bas vers le haut, l'atmosphère n'est pas homogène par sa composition et ses propriétés mais elle présente une certaine hétérogénéité, ce qui la divise en strates de quelques kilomètres chacune (figure2). Ces couches se distinguent couramment à l'aide du critère des fluctuations thermiques en fonction de l'altitude. La couche inférieure, dénommée troposphère, est la plus intéressante en terme de climatologie, car elle abrite la majorité des phénomènes liés à la météorologie comme elle comprend aussi la moitié de la masse totale de l'atmosphère. La tropopause constitue sa limite supérieure, au delà de laquelle commence la stratosphère, entre 15 et 50 km d'altitude. Les couches qui se succèdent après sont respectivement : la mésosphère, la thermosphère et l'exosphère, elles sont moins intéressantes sur le plan climatique à cause de la raréfaction de l'air et la disparition de l'eau (Guyot, 1999 ; Foucault, 2009).

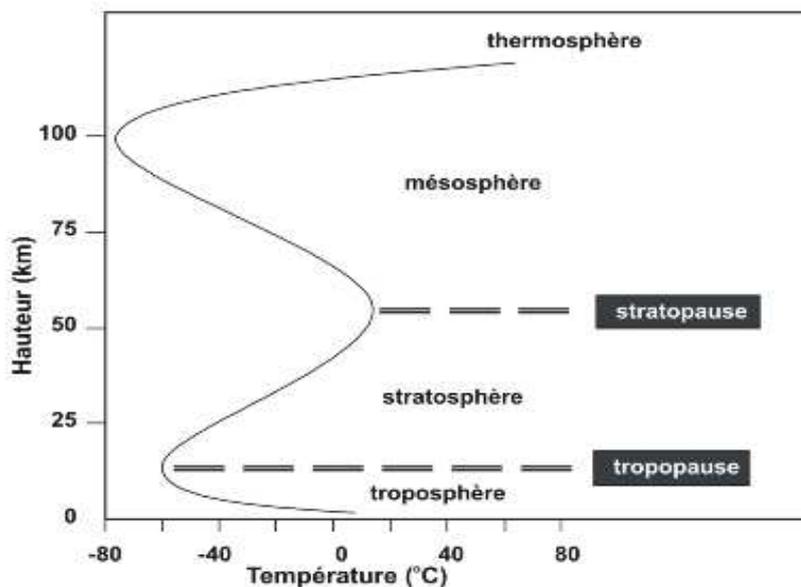


Figure 2 : Les différentes couches atmosphériques (Daniel, 2003).

I.2.3.1. Les mouvements de l'air et la pression atmosphérique

La masse de l'atmosphère est d'environ 5130 millions de tonnes. Elle pèse donc un certain poids à la surface de la planète ; elle exerce une pression appelée pression atmosphérique (Godard & Tabeaud, 2006). Sa différence sur le même plan horizontal, fait apparaître le vent qui se déplace suivant le gradient de pression, des hautes pressions vers les basses pressions (Godard & Tabeaud, 2006). Les deux paramètres : la densité de l'air et la valeur de l'écart de pression déterminent sa vitesse

tandis que sa trajectoire est déviée sous l'influence d'une force dénommée force de Coriolis, résultant de la rotation de la terre sur elle-même, de telle sorte que, dans l'hémisphère nord, l'air est dévié vers la droite de sa trajectoire et à gauche de celle-ci dans l'hémisphère sud. Cette force de déviation est proportionnelle au sinus de la latitude, donc elle s'annule à l'équateur (sinus 0 égale 0) et maximale aux pôles (sinus 90° égale 1). Seuls les vents qui soufflent sur de petites distances échappent à cette puissance, comme les vents locaux (brise de mer et brise de terre) (Godard & Tabeaud, 2006). Des mouvements verticaux, liés au bilan radiatif, sont associés à ces mouvements horizontaux : l'air chaud de faible densité a tendance à remonter, c'est le phénomène de convection thermique (Levêque, 2001).

La circulation générale atmosphérique, est responsable de la redistribution de 60% d'énergie reçue sur terre. Elle se structure en trois cellules dites de convections disposées en bandes selon les latitudes (figure 3) : la cellule de Hadley entre l'équateur et environ 30° Nord ou Sud, la cellule de Ferrel entre 30° et 60° Nord ou Sud et la cellule polaire (Godard & Tabeaud, 2006 ; Press, 2013).

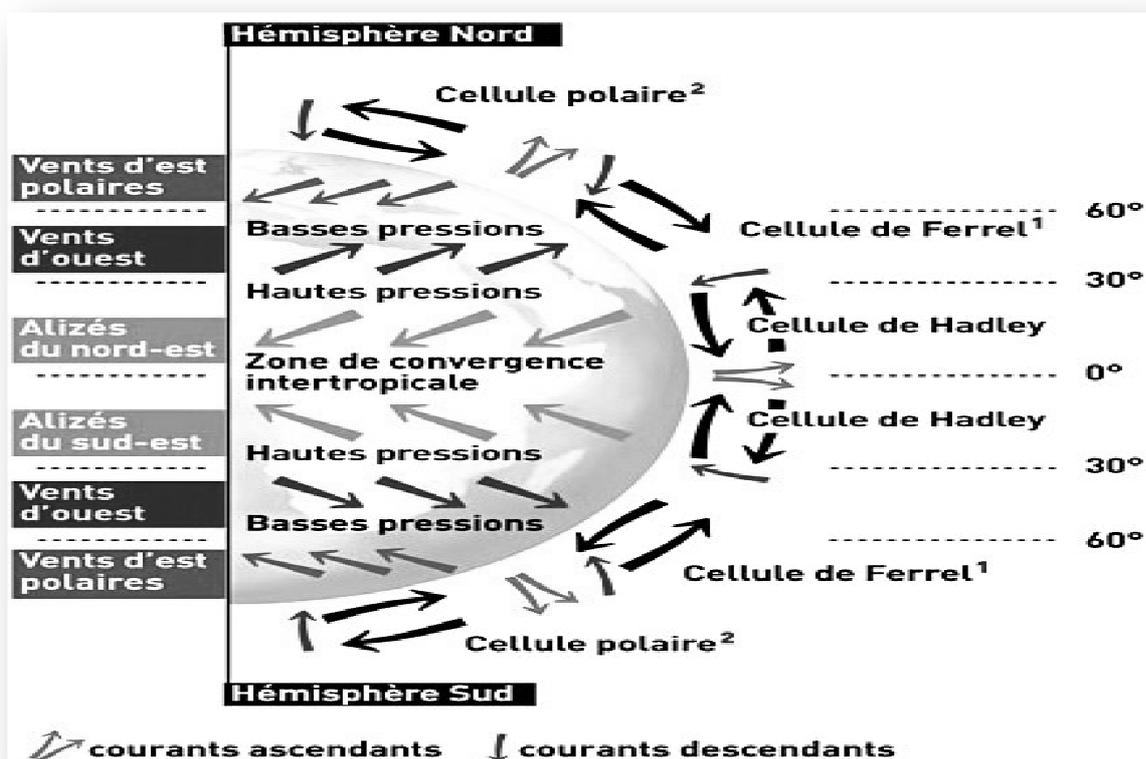


Figure3 : La circulation générale atmosphérique (Godard & Tabeaud, 2006).

I.2.4. La circulation générale océanique

Tout comme les vents, qui transportent l'énergie des basses vers les hautes latitudes, l'océan est un élément majeur du système climatique. C'est un puissant régulateur thermique (Merle, 2006). Il est capable de transporter la chaleur sur de très longues distances (Levêque, 2001). Ce transport est assuré par les courants de surfaces ainsi que par la circulation thermohaline (Bougeault & Sadourny, 2001).

Les courants marins sont influencés dans une grande partie par la circulation générale atmosphérique. Ils redistribuent environ la moitié de l'énergie reçue sur la surface du globe. En transportant de la chaleur, l'océan contribue à son tour à la modification du régime des vents. Les dynamiques des deux circulations sont ainsi intimement liées.

Sous l'influence du vent et les propriétés de l'eau, notamment sa densité, sa salinité ainsi que sa température, des courants marins, verticaux et horizontaux, se créent, formant un vrai tapis roulant qui parcourt les trois océans (figure 4).

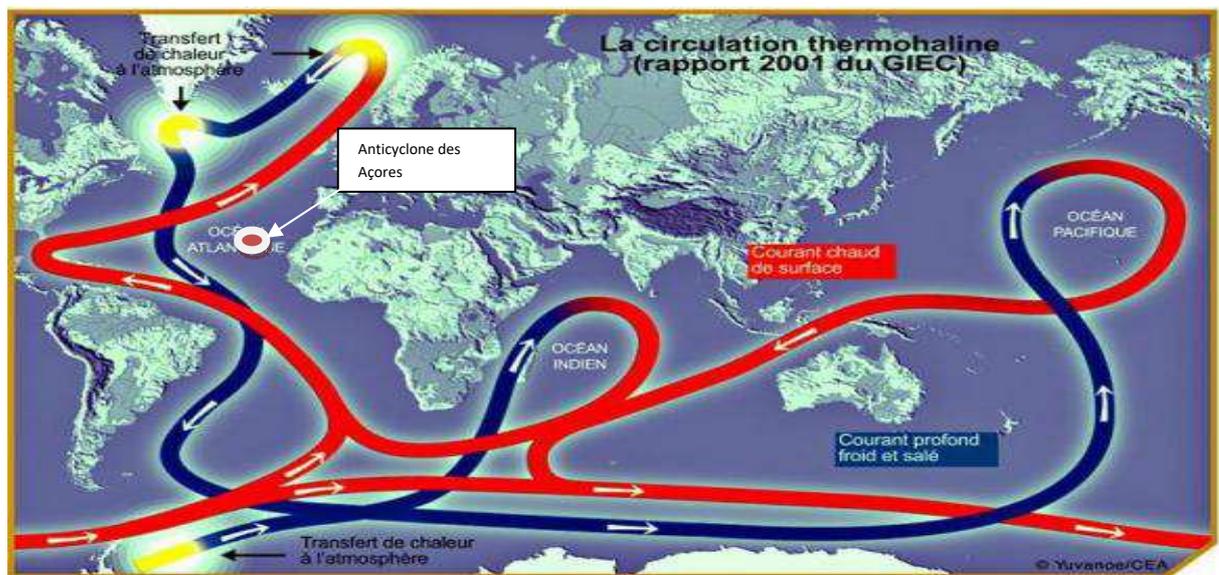


Figure 4: La circulation thermohaline (Rapport 2001 du GIEC).

La pompe de ce tapis roulant se trouve au niveau de la mer de Norvège, du Groenland et de la mer de Labrador, à la limite des glaces de mer, l'eau de surface se refroidit et devient plus dense. Elle plonge d'avantage par gravité jusqu'à des profondeurs allant de 2 000 à 3 000 m (Voituriez, 2012). Elle commence un long parcours vers le sud dans les profondeurs de l'Atlantique, contourne le Cap de Bonne Espérance et descend jusqu'à 60° de latitude sud en rejoignant le courant circumpolaire antarctique tournant d'ouest en Est. Au cours de ce long trajet, l'eau se mélange et ses caractéristiques

évoluent. L'eau profonde continue son chemin vers l'Est au fond de l'océan Indien et l'océan Pacifique. En se réchauffant au niveau de ces deux océans, l'eau va alors remonter lentement en surface. Les courants chauds de surface poursuivent leur parcours, ils passent entre les îles indonésiennes, traversent l'océan Indien, contournent l'Afrique puis remontent tout l'Atlantique. C'est dans cet océan le mieux étudié que se retrouve le Gulf Stream qui longe la côte nord américaine puis s'infléchit vers le milieu de l'Atlantique Nord pour se diviser et plonger à nouveau au niveau de la mer de Norvège (Chapel & al., 1996). Ce courant marin confère à l'Europe atlantique un climat beaucoup plus tempéré qu'il ne devrait l'être compte tenu de la latitude (Ramade, 2009).

I.3. Le climat à l'échelle locale

I.3.1. L'influence du relief

De part la variation remarquable de ses éléments, le relief modifie considérablement toutes les variables climatiques. Il exerce son action sur les températures, les précipitations, la pression, le vent et sur les radiations solaires.

Les climats locaux particuliers ne sont que le résultat de son action multiple. Elle se manifeste de deux manières différentes :

- **Différence de la rugosité d'un lieu à l'autre** : c'est la différence de surface d'un lieu à l'autre.
- **Variation de l'altitude** : l'altitude entraîne des transformations considérables sur chacun des facteurs climatiques selon le degré de dénivellation tout en tenant compte de :

- ✓ L'exposition par rapport au soleil et aux vents dominants ;
- ✓ La situation par rapport à l'ensemble montagneux.

I.3.1.1. La rugosité

C'est la couche inférieure de l'atmosphère qui est sensible à l'action de la surface terrestre. Sa hauteur varie entre :

- 500 et 800 mètres généralement au-dessus de la mer ;
- 1 500 à 2000 mètres, exceptionnellement 3 000, sur les continents.

Au delà de la limite de cette couche, le vent circule suivant le gradient de pression. Au-dessous, l'action du sol transforme fortement la masse d'air. L'humidité, la température, la direction et la vitesse du vent sont modifiées. (Essourrou, 1981).

a-La force de frottement

Elle est d'autant plus faible que la surface est homogène. Sur mer, elle est essentiellement liée à la vitesse du vent et à la hauteur des vagues. Elle est très réduite suite à l'uniformité de la surface des mers, mais elle peut doubler ou carrément quadrupler dans le cas des tempêtes violentes. Sur terre, divers éléments comme la végétation, les édifices et surfaces plus ou moins ondulées agissent pour augmenter le degré de la rugosité et donc la force de frottement. (Essourrou, 1981).

b- Action sur la vitesse et la direction du vent

La vitesse du vent tend à diminuer à mesure que l'on se rapproche du sol. Ce phénomène s'accroît quand la rugosité augmente. Un vent de 5m/s du sol, rencontrant un petit obstacle de 3m, verra sa vitesse diminuer de 2.8m/s. Le changement soudain de la rugosité entre la mer et la terre ainsi que le rapprochement du sol, font que la vitesse du vent diminue d'une manière très nette. (Essourrou, 1981).

I.3.1.2. Les transformations du climat selon l'altitude

Il est très connu que la température, variable climatique d'importance majeure, diminue avec l'altitude de l'ordre de $0.65\text{ }^{\circ}\text{C}/100\text{m}$, les autres variables aussi subissent des modifications souvent importantes (Essourrou, 1981).

a-La diminution de la pression et ses conséquences sur le rayonnement global

La pression atmosphérique est l'élément essentiel qui conditionne tous les autres en altitude. La pression diminue à mesure qu'on s'élève dans l'atmosphère. Cette décroissance est liée à la baisse de l'épaisseur de l'atmosphère en altitude ainsi qu'à la diminution de la densité de l'air. Le tableau ci-dessous montre cette baisse à différentes altitudes.

Les couches supérieures de l'atmosphère terrestre sont caractérisées par la raréfaction de l'eau et la réduction de la quantité des aérosols qui ont la faculté d'absorber une partie du rayonnement solaire incident (Essourrou, 1981). C'est pour cette raison que celui-ci augmente intensivement au niveau des hautes altitudes (Ozenda, 2002). Cette intensification est due aussi à l'absence de la nébulosité et les rayonnements qui arrivent perpendiculairement aux pentes, surtout au niveau des régions tempérées. Selon Dajoz (2006), ce n'est pas seulement l'intensité du rayonnement qui change avec l'altitude mais sa nature aussi. En effet, elle est plus riche en ultra-violet et en infrarouge.

b-La baisse des températures

Nous avons vu dans le paragraphe précédent que le rayonnement direct augmente en altitude à cause des caractéristiques particulières de l'air. Ce sont ces mêmes caractéristiques qui sont responsables de la baisse des températures à force qu'on monte en altitude. La vapeur d'eau, les poussières et les différents gaz atmosphériques absorbent peu le rayonnement solaire de courtes longueurs d'onde et le réémettent sous forme de chaleur.

Au niveau des basses couches de l'atmosphère les taux de ces éléments sont très importants et participent mieux à l'élévation des températures.

Le rayonnement direct est donc plus intense en altitude et le rayonnement infrarouge qui est une source de chaleur est élevé au niveau de la mer ou basses altitudes.

Toutes ces conditions expliquent pourquoi la température diminue avec l'altitude, en moyenne 0.5C° à 0.6C° par 100 m (Essourrou, 1981). Cette chute correspondrait aux latitudes tempérées de l'hémisphère nord à un déplacement de 800 km vers le nord. (Ricklefs & Miller, 2005).

c. Les vents locaux et leurs conséquences sur les précipitations

Face à une montagne, la masse d'air peut subir différentes modification. Elle grimpe le long de la pente, elle se refroidit, sa vitesse augmente et son humidité croît. La condensation survient à une certaine hauteur suivie par des précipitations. De l'autre coté de la montagne c'est le contraire de ces phénomènes qui aura lieu. Après la perte de son humidité l'air devient sec, il se réchauffe sous l'action de sa descente : c'est l'effet de Foehn.

Le versant exposé au soleil, l'*adret*, reçoit beaucoup plus d'énergie et de chaleur par rapport au versant caché, l'*ubac*. De ce fait les gradients thermiques et pluviométriques altitudinaux sont différents selon l'exposition des versants. Les précipitations sont plus abondantes sur les versants exposés aux vents froids et humides et, suite à l'intensification de la chaleur, les adrets son caractérisés par un degré souvent élevé de l'évaporation. (Essourrou, 1981).

I.4. La végétation

Le couvert végétal joue aussi son rôle dans la variation du climat à l'échelle locale. Il favorise l'augmentation de la rugosité quand il n'est pas dense ou quand les arbres sont de hauteurs différentes. Par le biais de l'évapotranspiration et de l'albédo la végétation affecte le bilan énergétique. La végétation dense et homogène présente un albédo beaucoup plus important que les surfaces couvertes

par une végétation irrégulière et moins dense. En effet, de tels couverts jouent un rôle de piégeage de la lumière, les irrégularités de la surface captent un pourcentage de l'énergie réfléchi. C'est le cas des garrigues ou des forêts composées par des arbres ayant des hauteurs différentes (Guyot, 1999).

I.5. Les étendues d'eau

Ajouté à l'action du relief et celle de la végétation, les étendues d'eau agissent également sur la variation des climats locaux. L'eau a la faculté de se réchauffer et de dégager la chaleur aussi lentement, contrairement au sol et aux rochers. Grâce à cette faculté, les régions situées à proximité des océans, des mers ou des grands lacs sont caractérisées par des étés frais et des hivers relativement doux (Essourrou, 1981).

I.6. Le climat de certains reliefs particuliers

I.6.1. Les collines

Ce type de relief est caractérisé par des altitudes faibles et une forte rugosité. La forte ascendance de l'air ainsi que l'augmentation de son humidité favorisent l'accroissances des précipitations surtout au niveau des premières collines face aux vents pluvieux. La diversité de la végétation dans ces reliefs accroît encore la différence de la rugosité et accentue la multitude des microclimats présents (Essourrou, 1981).

I.6.2. Les plaines et plateaux

Ce sont des paysages qui présentent une grande uniformité sur de vastes étendues. Le vent circule sans aucune gêne avec une grande vitesse. La faible rugosité provoque la diminution des précipitations (Essourrou, 1981).

I.6.3. Les vallées et les dépressions

Les dépressions à l'intérieur de la chaîne sont plus sèches et caractérisées par le phénomène de Foehn. L'air est très souvent plus chaud (Essourrou, 1981).

Dans les vallées qui s'ouvrent largement sur la bordure, l'inversion thermique est le phénomène le plus important. La faible vitesse du vent, moins de 3m/s, le plus souvent 1 à 2 m/s à la tombée de la nuit, favorise la stagnation de l'air froid au fond de la vallée. C'est la brise de la montagne. Après le levé du soleil le fond et les parois de la vallée commencent à se réchauffer et des phénomènes convectifs apparaissent en surface

Les vallées jouent le rôle de couloire en canalisant le vent, mais à condition qu'elles soient d'une largeur de quelques dizaines de kilomètres au moins. Quand la vallée se serre les masses d'air s'accélèrent et une partie grimpe le long des pentes et quand elle s'évase à nouveau les masses redescendent et donnent des ondulations et des courants de retour.

Les inversions thermiques de la nuit ainsi que les eaux de ruissellement qui se rassemblent au niveau des vallées, favorisent la formation des brouillards. Leur épaisseur est en fonction de l'inversion thermique, de la température et de l'humidité (Guyot, 1999).

I.7. Le climat méditerranéen

Selon la classification de Köppen le climat méditerranéen est un sous type de climat tempéré. Ce mode de classification est très ancien (1923) mais il demeure très intéressant et largement utilisé jusqu'à nos jours (Foucault, 2009).

Ce type de climat est dit méditerranéen puisqu'il règne autour de la méditerranée. Mais en dehors de cette région proprement dite, des climats similaires existent en Californie, au centre du Chili, dans la province du Cap en Afrique du Sud et dans le Sud-Ouest de l'Australie (Ricklefs & Miller, 2005). Au total 60 pays sont partiellement ou totalement sous ce type de climat avec une superficie d'environ 15 millions de Km² ce qui représente à peu près 12% des terres émergées (Le Houérou, 2007). Les garrigues et les maquis constituent les biomes dominants du climat de type méditerranéen (Ramade, 2009).

Le climat méditerranéen est caractérisé par des hivers doux, humides et des étés chauds et secs (Dajoz, 2006 ; Lionello & al., 2006 ; Lolis & al., 2012 ; Tassin, 2012). La limite de ce climat dans le bassin méditerranéen correspond à peu près à celle de l'olivier (Aidoud, 1998, Tassin, 2012). Mais comme l'olivier est cultivé, sa limite d'extension revient aux techniques agricoles et à la conjoncture économique, donc le seul critère discriminant qui individualise le climat méditerranéen reste la sécheresse estivale. Ainsi, pour qualifier un climat de méditerranéen, il faut qu'il satisfasse les deux conditions suivantes :

- l'été est la saison où les précipitations sont moindres,

- les étés sont secs

Ce climat apparaît comme un climat de transition entre les climats tempérés et les climats tropicaux secs (Salameh, 2008). Dans la région méditerranéenne proprement dite, les principales composantes du système climatique méditerranéen sont la mer méditerranée et l'océan atlantique, ils

agissent sur ce climat par le biais de l'évaporation et des échanges de chaleur (Planton, 1998). Cette région est située à la transition des latitudes moyennes soumises à l'Oscillation Nord-Atlantique (NAO) et la zone tropicale. La NAO exerce son influence sur les précipitations d'hiver en méditerranée occidentale, cette action est moins significative pour l'Est et le Sud. Concernant les températures hivernales, le rôle de la NAO n'est pas important dans la méditerranée occidentale et encore plus faible dans la partie orientale (Jalut & *al.*, 2009). L'été est envahi par les hautes pressions subtropicales qui apportent de l'air chaud et sec.

Les températures varient considérablement en fonction de la latitude, de l'altitude et de la continentalité. Ainsi, la température moyenne annuelle peut varier à peu près de 7 °C à près de 30 °C; la moyenne des minima quotidiens du mois le plus froid (janvier) peut varier de - 15 °C à +15 °C et la moyenne des maxima du mois le plus chaud (juillet) peut varier de +15 °C à 45 °C. Les précipitations annuelles sont d'une variabilité plus marquée, elles peuvent mesurer 50mm dans les zones pré-désertiques à plus de 3000 mm sur certaines pentes montagneuses dominant la mer et exposées à la trajectoire des dépressions cycloniques (Skouri, 1994).

Comme souligné avant, tous les auteurs admettent que la sécheresse estivale est le caractère fondamental du climat méditerranéen (Emberger, 1943 in Daget, 1977a). Mais ces mêmes auteurs ont constaté à travers leurs expériences sur le terrain que cette catégorie de climat n'est pas uniforme sur toutes les régions du monde qu'il recouvre. Emberger a confirmé au cours de ses travaux (1930-1971) effectués sur la région que le seul critère commun qui peut déterminer la région méditerranéenne est d'ordre climatique. Cela a conduit les chercheurs à proposer des indices bioclimatiques avec lesquels une subdivision du climat méditerranéen en zones bioclimatiques variées est possible. Les indices les plus employés ont été établis à base des précipitations et des températures car ce sont les variables les mieux connues et les plus disponibles.

a-L'indice d'aridité de De Martone (1926)

Cet indice se calcule de la façon suivante :

$$I=P/(T+10)$$

Avec P précipitations totales annuelles en mm et T température moyenne annuelle en °C. L'indice (I) permet de caractériser le climat d'un lieu et de mesurer l'intensité du degré de son aridité (Bouteldjaoui & *al.*, 2012). La valeur de cet indice tend à diminuer quand le climat est plus aride.

b-Le quotient pluviothermique d'Emberger

Pour l'Afrique du Nord, la méthode consiste à calculer le coefficient d'EMBERGER simplifié par STEWART (1972).

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

Q2 : Quotient pluviométrique

P : Précipitation moyenne annuelle exprimée en mm.

M : Températures moyennes des maximales du mois le plus chaud en degrés Kelvin.

m : Températures moyennes des minimales du mois le plus froid en degrés Kelvin.

Le quotient est d'autant plus élevé que le climat est plus humide (Dajoz, 1996).

c-Le climagramme d'Emberger pour situer les étages bioclimatiques

Ce climagramme est une combinaison entre le quotient pluviothermique (Q) et la température moyenne du mois le plus froid (m). Car Emberger s'est très tôt (1930) rendu compte que les informations fournies par le quotient pluviothermique seul ne sont pas suffisantes : avec une valeur égale ou voisine du quotient, des zones sont classées dans des étages bioclimatiques différents. Et pour régler le problème, il a introduit la valeur m pour séparer des étages différents malgré la valeur égale de leurs quotients pluviothermiques. La valeur m est différentielle, elle exprime le degré et la durée de la période critique des gelées. Le climagramme est subdivisé en zones caractérisées par des aridités croissantes de haut en bas. Les étages de végétations ainsi retenus sont : le saharien, l'aride, le semi-aride, le subhumide, l'humide, et le perhumide. Soulignons que ces formes de climats ne sont pas représentées toutes dans l'ensemble des pays à climat méditerranéen. Certains d'entre eux ne présentent qu'une partie des différentes formes (Daget, 1977b).

d- L'indice xerothermique de Gaussen

C'est un modèle graphique proposé par Gaussen en 1952. Il est facile à présenter et à comprendre, très utile pour représenter et comparer des climats. Il est, largement, utilisé à cause de son efficacité. L'auteur tient compte des précipitations et des températures moyennes mensuelles dans un rapport de 2 °C pour un millimètre de pluie, pour calculer la durée de la saison sèche.

Ainsi, des diagrammes ombrothermique peuvent être tracés après représentation des précipitations et des températures des douze mois de l'année à raison d'une échelle double des

précipitations ($P=2T$). La saison sèche apparaît sur le graphique quand la courbe des températures passe au-dessus de celle des précipitations (UNESCO-FAO, 1963).

Pour des régions méditerranéennes situées sur le même méridien, l'aridité augmente du nord vers le sud : Marseille (France) avec 3 mois de saison sèche, Touggourt (Algérie) climat désertique, 12 mois de sécheresse (Dajoz, 1996).

L'échelle de classification du bioclimat méditerranéen reste ouverte, selon Le Houérou (2007), si on intègre d'autres éléments ou variables comme les températures maximales du mois le plus froid, le nombre de jours de gel, ou encore la saisonnalité et la variabilité des précipitations, la classification peut changer. Cependant, l'introduction de telle ou telle variable dépendra des conditions locales qui donnent au climat régional sa particularité.

I.8. Synthèse

A l'échelle globale que nous venons de traiter en gardant l'essentiel de l'information utile, la circulation atmosphérique et les courants océaniques nous mettent dans la position climatique particulière que nous connaissons. En effet, la cellule de Ferrell, conjuguée avec l'influence du courant du Gulf Stream qui génère l'anticyclone des Açores conditionnent dans une grande mesure le climat de l'Afrique du Nord et par là de notre zone d'étude, particulièrement les précipitations. En effet, ces deux courants atmosphérique et océanique, sont à la base des vents dominants nord-ouest qui sont responsables des précipitations dans notre région.

A l'échelle locale, nous avons essayé de traiter particulièrement le relief qui vraisemblablement joue le rôle prépondérant dans la caractérisation de notre climat. Notre zone d'étude, que nous allons présenter dans le chapitre suivant, présente une topographie variée.

Les limites entre les différentes formes bioclimatiques méditerranéennes distinguées suivant l'application des indices bioclimatiques sont déterminées empiriquement par la distribution de la végétation naturelle, des cultures et des systèmes de production agricoles. Notons que les auteurs de ces travaux sont des botanistes de formation et leurs études ont été basées sur la relation entre la végétation et le climat (Michalet, 1991). De ces indices bioclimatiques on constate que le climat méditerranéen présente une très grande variabilité spatiale.

Par ailleurs, on ne peut éluder la question du changement climatique tant le sujet est d'actualité. Les scientifiques prévoient une augmentation de la température de la planète de 2 à 4°C vers la fin du siècle en cours. Les conséquences désastreuses de cette intervention négative se font déjà

ressentir sur tous les coins du globe (Trotignon, 2009). Nous savons que le niveau de mer s'élève et que la neige et les glaciers fondent d'une façon massive (Fellous & Gatier, 2007 ; GIEC, 2001).

II. Matériels et méthodes

L'exploitation des données climatiques dont nous disposons, a pour objectif de modéliser, particulièrement les précipitations, en intégrant un certain nombre de connaissances établies dans le domaine de la climatologie régionale et sur les caractéristiques géographiques et topographiques de notre zone d'étude.

Les paramètres essentiels sur lesquels se fonde notre analyse sont les suivants :

1- La topographie et l'étendue géographique de notre zone d'étude (latitudes et longitudes). D'où l'intégration de la description de notre zone d'étude dans ce chapitre.

2- Les différents gradients reconnus comme déterminants du climat méditerranéen à savoir :

- L'augmentation altitudinale des précipitations
- La diminution des précipitations en allant du bord de mer vers l'intérieur des terres (Effet de continentalité).
- La variation des précipitations suivant les longitudes.

Après le choix des variables que nous voulions intégrer dans nos analyses, nous avons fait le choix d'utiliser la modélisation par la méthode des régressions linéaires multiples. L'objectif étant de trouver une équation ou modèle qui exprimeraient la variation de la pluviométrie en fonctions de trois variables. (Altitude, longitude et latitude).

$$Y = Cte + A X_1 + B X_2 + C X_3$$

Y est la pluviométrie, elle représente la variable expliquée.

X₁, **X₂** et **X₃** représentent respectivement les variables explicatives (Altitude, longitude et latitude).

Il convient de noter que les longitudes et latitudes sont exprimées en degrés décimaux. L'utilisation du système sexagésimal habituel ne peut être pris en charge par le calculateur. En effet, le logiciel considère, par exemple la longitude 36°20'30'' N, plutôt comme un texte que comme un chiffre d'où la conversion de ce paramètre en degrés décimaux, ce qui donne : 36.3350 N. Pour obtenir les coordonnées d'un site en système décimal, il suffit d'effectuer les réglages nécessaires sur le GPS ou sur Google earth.

A, **B** et **C** et **Cte** sont les coefficients obtenus dans les cas de la régression multiple.

Le modèle s'écrira sous la forme :

$\text{Pluviométrie} = Cte + A \text{ altitude} + B \text{ longitude} + C \text{ latitude.}$
--

nous fait perdre des détails importants. Afin de rendre lisible cette photographie, nous avons esquissé une carte où nous apercevons aisément l'essentiel des repères tels que les villes importantes, chaînes de montagnes et réseaux hydrographiques (Figure 6)

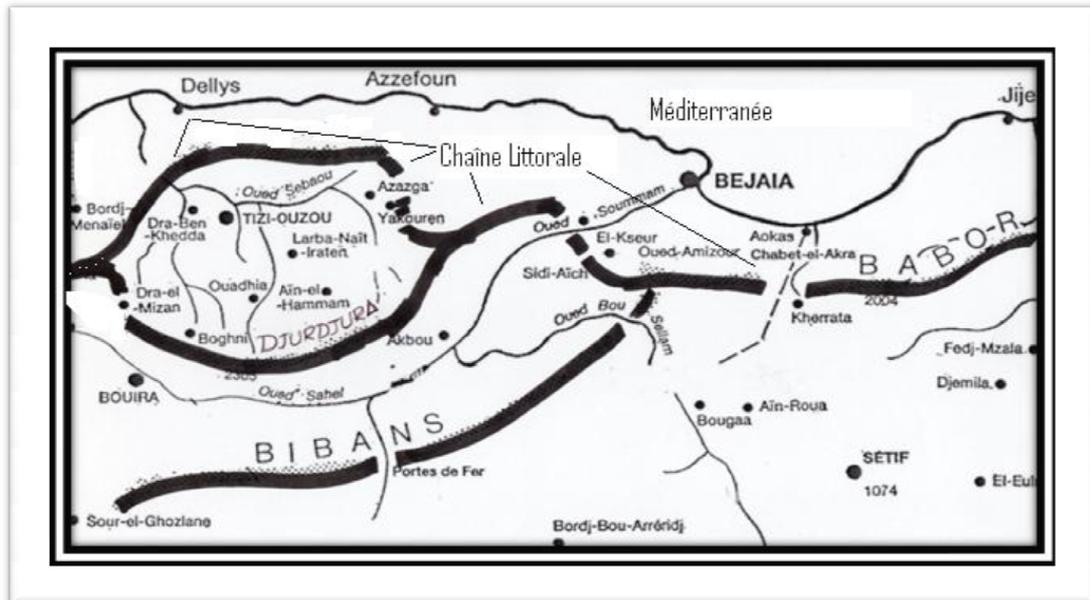


Figure 6: Carte simplifiée de la zone d'étude.

La délimitation de cette zone, illustrée en trait jaune sur la photo satellite est faite principalement en suivant la ligne de partage des eaux et par là du réseau hydrographique. L'ensemble des Oueds ou Thalwegs traversant cette zone se jettent directement dans la mer sans constituer de grands bassins versants.

Le profil topographique suivant montre la succession des chaînes montagneuses, situées dans cette région, orientées d'Est en Ouest. On y constate une ouverture à l'Ouest qui correspond au lit de l'oued Sébaou et une autre ouverture à l'Est qui correspond au lit de l'oued Soummam (figure 7 D'une altitude moyenne de 852 mètres, cette barrière naturelle est longue de 250 kilomètres.

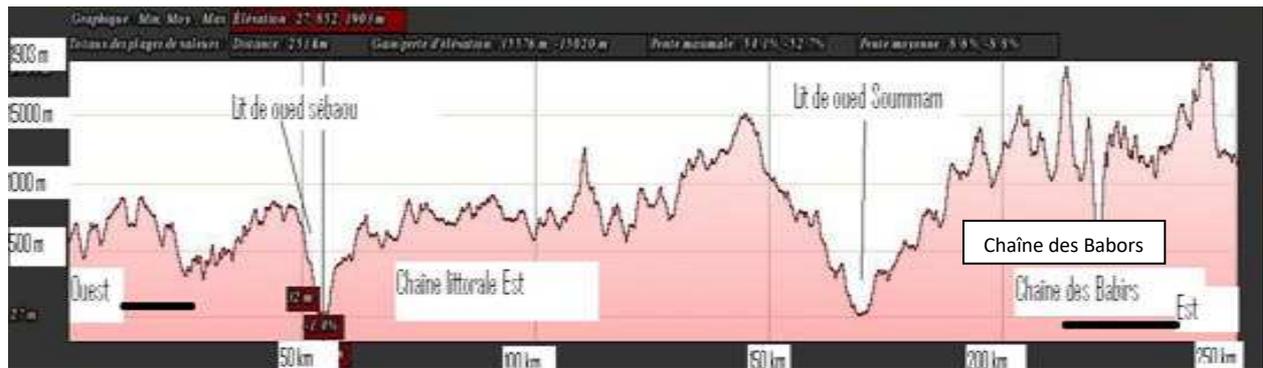


Figure 7 : Profil topographique le long de la chaîne littorale.

II.2. les différents types des données climatiques disponibles.

Globalement la plus part des études climatologiques réalisées ont pour base documentaire ou archives les données issues de plusieurs organismes ou origines. Nous distinguons à cet effet les données anciennes et les récentes.

II.2.1. Les données anciennes : Elles remontent à l'époque coloniale. Dans l'ensemble, on les retrouve compilées et traitées dans l'ouvrage référence de P. Seltzer (1946) sur le climat de l'Algérie.

II.2.2. Les données récentes : Elles correspondent à la période de l'Algérie post Indépendance. L'Office National de Météorologie (ONM), l'Agence Nationale des Ressources Hydrauliques (ANRH) détiennent l'essentiel sinon l'intégralité des données relevées et les images satellites.

Dans le cadre du présent travail, nous avons essayé d'exploiter aussi bien les données anciennes que récentes. Les tableaux (1 et 2) donnent les références des données utilisées, la durée de mesure, la source ainsi que la qualité des données anciennes, selon l'auteur Seltzer, des observations des stations décrites ci-dessus :

C / Complet : mesures complètes s'étendant sans interruption sur toute la période de 25 ans (1913-1938).

Q/ Quasi-complètes : mesure presque complètes, lacunes reconstituées par comparaison avec les stations avoisinantes.

L/ Lacunaires : mesures présentant d'importantes lacunes, les moyennes brutes sont ramenées à la période de 25 ans par comparaison avec les moyennes correspondantes.

Les chiffres notés dans le tableau correspondent à la page où se trouve chaque type de donnée.

Tableau 1 : Caractéristiques des stations météorologiques anciennes situées dans la région (Seltzer, 1946).

Stations	Durée des mesures	Page
Aghrib	1923-1938	137L
Aïn-Ourcinef	1914-1938	122 L
Alger Port	1913-1938	131C
Alger Université	1913-1938	132C
Béjaïa (ex. Bougie)	1913-1938	132 C
Bordj-Ménail	1913-1938	132Q
Bouzaréa Observatoire	1913-1938	131C
Cap Afiah	1913-1938	132C
Cap Bengut	1913-1937	132Q
Cap Matifou	1913-1938	132Q
Cap Sigli	1913-1938	132 C
Jijel	1913-1938	132C
Elma-Hachech	1914-1938	132L
Ménirville	1913-1938	132C
Oued-Marsa	1926-1938	132L
Taher	1914-1938	132Q
Tigzirt	1924-1938	132L
Texenna	1914-1938	138Q

Tableau 2 : Stations climatologiques des données récentes (ONM, ANRH, Meddour, 2010).

		Pluviométrie	
Stations	Altitude (m)	Période	Source
Aghrib	620/730	1973-2000	ANRH Tizi Ouzou
Béjaïa	09	1973-2012	ONM de Béjaïa

III. Résultats et discussions

III.1. Modèle développé

Pour compenser le manque des stations météorologiques à l'intérieur de notre zone d'étude, nous avons pris en considération des stations pluviométriques situées à l'Ouest et à l'Est. Le tableau (3) donne les coordonnées et pluviométrie des différentes stations.

Afin de nous permettre de vérifier la validité du modèle obtenu, nous avons omis volontairement d'introduire la station de Béjaïa dans l'analyse. Le principe est de calculer la pluviométrie que donnera le modèle pour cette station et la comparer avec la valeur réellement mesurée sur une période de 40 ans, soit de 1973 à 2012.

L'équation obtenue pour le modèle est la suivante :

$$\text{Pluviométrie (mm)} = -2332,35 + 0,437 * \text{Altitude} + 119,974 * \text{Longitude} + 68,641 * \text{Latitude}$$

Les paramètres statistiques obtenus pour ce modèle sont de bonne qualité. En effet, nous avons un coefficient de corrélation multiple hautement significatif de **0,906** qui correspond à un coefficient de détermination de **0,821**. Ce qui signifie que **82 %** de la variance de la variable « pluviométrie » est expliquée par les variables considérées dans le modèle à savoir : l'altitude, la latitude et la longitude.

D'autre part, une analyse des coefficients de corrélations partiels, montre que la longitude et l'altitude sont les variables qui expliqueraient suffisamment la pluviométrie si on venait à envisager des modèles en fonction d'une seule variable, soient respectivement **0,68** et **0,64**.

Par opposition, le coefficient de corrélation, **(-0,32)**, relatif à la latitude considérée individuellement pour expliquer la variation de la pluviométrie, n'est pas significatif. Ce qui nous paraît normal dans la mesure où la zone dite littorale correspond à une mince bande qui s'étale le long du rivage marin, donc pas assez étalée en latitude pour influencer le facteur étudié.

Tableau 3 : Les coefficients de corrélation obtenus

La zone	Nombre des stations	Coefficient de corrélation multiple	Coefficient de détermination	Coefficients de corrélation partielle		
				Altitude	Longitude	Latitude
littorale	18	0,90	0,82	0,64	0,68	-0,32

Tableau 4 : Pluviométrie et coordonnées géographiques des stations utilisées.

Station	Pluviométrie	Altitude	Longitude	Latitude
Aghrib A (Anciennes)	1016,4	730	4,317	36,317
Aghrib B (Récentes)	1027,30	730	4,317	36,317
Aïn-Ourcinef	833,28	300	5,133	36,683
Alger Port	543,48	13	3,067	36,783
Alger Université	640,08	59	3,050	36,767
Bordj-Ménail	703,08	39	3,717	36,733
Bouzaréah Observatoire	651,84	314	3,017	36,300
Cap Afiah	769,44	12	5,700	36,317
Cap Bengut	647,64	36	3,883	36,917
Cap Matifou	486,36	62	3,250	36,817
Cap Sigli	655,2	35	4,767	36,900
Elma-Hachech	1039,92	601	4,033	36,700
Ménerville	685,44	150	3,567	36,733
Oued-Marsa	928,2	60	5,250	36,633
Taher	990,36	52	5,898	36,774
Tigzirt	799,68	100	4,117	36,867
Texana	1094,52	725	5,800	36,650
Jijel	1008,84	6	5,783	36,817

Ces résultats se trouvent confortés par les connaissances déjà acquises dans le domaine, à savoir le caractère orographique des précipitations et leur augmentation en allant de l'Ouest vers l'Est (Seltzer ; Daget ; Le Houérou ; Gausson ; Emberger et autres).

Comme nous l'avons signalé précédemment, nous devons éprouver notre modèle en recherchant la pluviométrie pour la station de Béjaïa. Nous constatons que le résultat obtenu est de même grandeur.

Tableau 5 : Résultats du modèle pour la station de Béjaïa.

	Altitude	Latitude	Longitude	Pluviométrie	Pluviométrie prédite par le modèle
Béjaïa	9 m	36,750 N	5,083 E	799 mm	803.97 mm

Au-delà de ce résultat ponctuel plus que satisfaisant, il est nécessaire de juger de la validité du modèle dans son ensemble. A ce titre les paramètres statistiques, découlant de l'analyse, montrent qu'ils sont excellents. En effet, les résidus, c'est-à-dire les différences entre les valeurs observées et celles prédites par le modèle restent très proches les unes des autres. Le tableau suivant donne ces valeurs. On constate, ce qui est traduit dans la figure (8) qu'avec 95% de chance, les valeurs prédites par le modèle restent à l'intérieur de l'intervalle de confiance qui est délimité à plus ou moins 1,96 fois l'écart type des résidus. Statistiquement, cela signifie que le modèle est robuste.

Tableau 6 : Résidus du modèle élaboré pour la zone littorale.

Stations	Pluviométrie	P. (Modèle)	Résidus
Aghrib A	1016,400	997,797	18,603
Aghrib B	1027,300	997,797	29,503
Aïn-Ourcinef	833,280	932,725	-99,445
Alger Port	543,480	566,151	-22,671
Alger Université	640,080	583,094	56,986
Bordj-Ménail	703,080	652,078	51,002
Bouzaréa	651,840	658,673	-6,833
Cap Afiah	769,440	849,573	-80,133
Cap Bengut	647,640	683,265	-35,625
Cap Matifou	486,360	611,833	-125,473
Cap Sigli	655,200	787,741	-132,541
Elma-Hachech	1039,920	933,595	106,325
Ménerville	685,440	682,648	2,792
Oued-Marsa	928,200	838,322	89,878
Taher	990,360	922,221	68,139
Tigzirt	799,680	735,909	63,771
Texana	1094,520	1196,412	-101,892
Jijel	1008,840	891,226	117,614

Figure 8: Distribution des résidus centrés réduits du modèle de la zone littorale.

III.2. Répartitions mensuelles des précipitations au niveau de la zone littorale

Pour aborder ce point nous avons cherché à comprendre si des différences notables existent entre les anciennes données de Seltzer et celles récentes. A cet effet, nous avons comparé dans un premier temps les données relatives à la station de Bejaïa pour laquelle nous disposons des séries les plus complètes qui soient et étalées sur deux périodes, de 25 ans pour les anciennes et 41 ans pour les récentes. Le tableau et la figure suivants donnent les moyennes pluviométriques intermensuelles pour les deux périodes de référence (1913/1938 et 1973/2012) (tableau 4 et Annexe : tableau A01). On constate une similitude presque parfaite. Pour nous assurer, nous avons déterminé la corrélation correspondante aux deux périodes. En considérant chaque deux valeurs pour chaque mois comme un couple, le coefficient de corrélation déterminé de la série est très hautement significatif et de valeur égale à **0,97**. Cela nous permet de conclure que les répartitions mensuelles au niveau de cette région sont restées les mêmes. Cette conclusion nous permettra d'utiliser indistinctement, en fonction des disponibilités, les distributions mensuelles aussi bien anciennes que récentes de la pluviométrie.

Tableau 7 : Répartitions mensuelles de la pluviométrie en pourcentage au niveau de la station de Béjaïa.

Pluviométrie (ml)				Mois
1913 /1938		1973/2012		
Moyenne en ml	Moyenne en %	Moyenne en ml	Moyenne en %	
169	17%	107,52	13,44%	Janvier
112	11,52%	91,28	11,41%	Février
96	9,88%	84,14	10,52%	Mars
68	7%	73,77	9,22%	Avril
50	5,14%	42,66	5,33%	Mai
28	2,88%	15,29	1,91%	Juin
3	0,31%	6,34	0,79%	Juillet
11	1,13%	10,03	1,25%	Août
54	5,56%	57,71	7,22%	Septembre
99	10,19%	80,73	10,09%	Octobre
130	13,37%	102,27	12,79%	Novembre
168	17,28%	128,11	16,02%	Décembre
972	100%	799,85	100%	Année

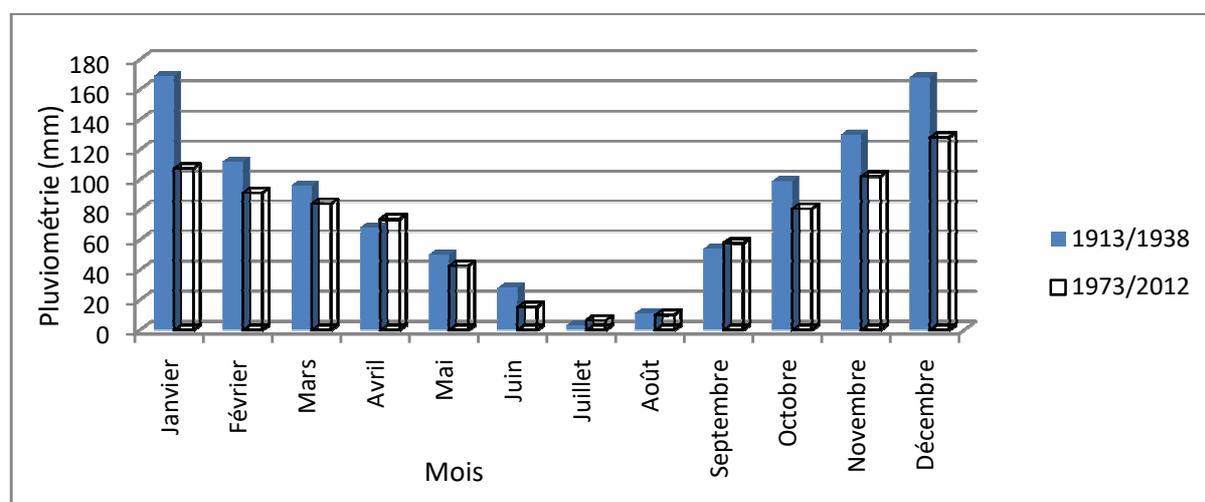


Figure 9 : Répartitions mensuelles de la pluviométrie au niveau de la station de Béjaïa.

Dans les soucis de rechercher plus de précision, en plus de la distribution mensuelle des précipitations au niveau de Bejaïa, nous avons pris en considération les deux stations excentrées par rapport à notre zone d'étude, en l'occurrence : Alger (Université) et Jijel pour lesquelles Seltzer donne des séries complètes. Une matrice de corrélation est calculée pour les trois stations afin de vérifier si statistiquement les distributions mensuelles sont de même type. Les résultats obtenus confortent notre intuition, puisque dans tous les cas (tableau 5) les coefficients de corrélation sont très hautement significatifs.

Tableau 8 : Matrice des corrélations de la de la répartition mensuelle de la pluviométrie.

	Alger	Béjaïa	Jijel
Alger	1		
Béjaïa	0,97	1	
Jijel	0,99	0,98	1

Sur la base de ce résultat, nous avons calculé des moyennes mensuelles interstations pour définir la distribution qui convient à notre modèle. Les résultats (Colonne 6) du tableau suivant et la figure suivante représentent la distribution à adopter.

Tableau 9 : Répartitions mensuelles des précipitations pour la zone littorale.

Mois	Alger	Béjaïa	Jijel	Moyennes	% moyen mensuel
Janvier	113	107,52	193	137,84	0,1495
Février	84	91,28	143	106,09	0,1151
Mars	74	84,14	107	88,38	0,0959
Avril	41	73,77	82	65,59	0,0711
Mai	46	42,66	57	48,55	0,0527
Juin	15	15,29	27	19,10	0,0207
Juillet	2	6,34	3	3,78	0,0041
Août	4	10,03	7	7,01	0,0076
Septembre	40	57,71	56	51,24	0,0556
Octobre	78	80,73	125	94,58	0,1026
Novembre	129	102,27	192	141,09	0,1530
Décembre	136	128,11	212	158,70	0,1721
Année	762	799,85	1201	921,95	1,0000

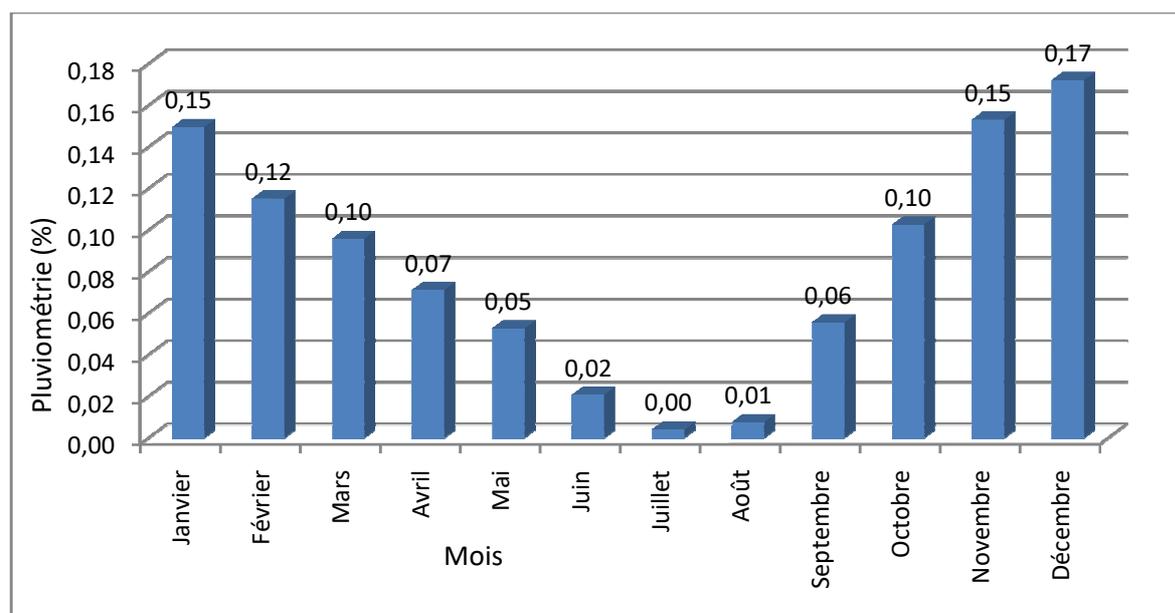


Figure 10 : Répartitions mensuelles des précipitations pour la zone littorale.

III. 3. Résumé

Nous reprenons ci-dessous l'équation de modèle et la répartition mensuelle de la pluviométrie pour la zone délimitée. Dans l'ensemble, les paramètres statistiques relatifs à ce modèle sont de très bonne qualité notamment le coefficient de corrélation multiple qui est hautement voire très hautement significatif.

Les coefficients de corrélations partiels nous ont permis de mieux voir l'influence relative des différentes variables explicatives que sont l'altitude, la longitude et la latitude. Dans l'ensemble, notre modèle confirme l'essentiel des connaissances acquises dans le domaine et que rapporte largement la littérature sans distinction de période de publication (Seltzer, Daget, Le Houérou, Emberger, Gausson, Bagnouls et bien d'autres) cités dans notre premier chapitre.

Dans l'ensemble nous avons une confirmation des tendances suivantes :

- ✓ L'augmentation de la pluviométrie avec l'altitude.
- ✓ L'augmentation de la pluviométrie en allant de l'Ouest vers l'Est.

Au-delà donc des résultats qu'on pourrait ou supposer tirer de ce travail, il convient de noter qu'il est perfectible à souhait pour peu qu'on accède à des données climatologiques plus fournies qui existent d'ailleurs. Le problème est que leur acquisition auprès de l'Office national de Météorologie ou de l'Agence Nationale des Ressources Hydrauliques est payante à défaut d'une connaissance personnelle

dans leurs services. C'est ce point précis qui nous amène à évoquer ne serait ce que pour en signaler l'importance l'étude des températures.

Nous jugeons qu'il serait très intéressant de faire un travail du même genre sur les températures, cependant il ne pourrait être envisagé à une échelle aussi vaste que celle que nous avons utilisée dans le cas de la pluviométrie. Leur étude exigerait un morcellement de notre zone d'étude en plusieurs sous zones : Sous bassins versants au *minimum*. Nous pensons, parce que nous avons essayé une analyse préliminaire sur le sujet, qu'il faudra prendre au moins deux autres variables explicatives pour la variation des températures *Minima et Maxima* : la topographie et l'exposition. Deux variables qualitatives qu'il faudra coder pour les introduire dans le modèle. En effet, les variations des températures sont sujettes à des inversions qui parfois conduisent à l'impossibilité d'envisager des gradients moyens pour des espaces assez vastes. Les phénomènes d'inversions thermiques et de convections des courants atmosphériques, particulièrement sous notre climat, voire météorologie, sont très fréquentes du fait que, dans l'ensemble, nous avons autour de 300 jours de soleil par an. Les inversions et convections se produisent par beau temps et conduisent particulièrement entre novembre et avril à avoir au niveau des vallées ou piedmonts des *Minima* aussi basses que celles enregistrées sur les sommets qui les surplombent.

III.4. Construction du fichier numérique

Le fichier a été construit sous Excel. Il consiste à construire une matrice complètement verrouillée, à l'exception de quatre cellules où il sera possible à l'opérateur d'écrire le nom du lieu, son altitude, sa latitude et longitude.

La partie verrouillée comporte l'équation du modèle obtenu, la répartition mensuelle de la pluviométrie et un ensemble de liens qui permettent de réaliser les calculs et de faire correspondre les résultats aux cellules qui leurs conviennent. Le verrouillage sélectif répond au besoin d'éviter des manipulations par inadvertances qui conduiraient à la modification des équations qu'elles comportent, donc à la corruption du fichier.

Pour en faciliter l'utilisation, nous avons intégré sur la matrice le mode d'emploi.

Les figures suivantes, prises en capture d'écran, montre l'aspect de ce fichier vierge et utilisé avec les coordonnées géographiques pour la station de Bejaia.

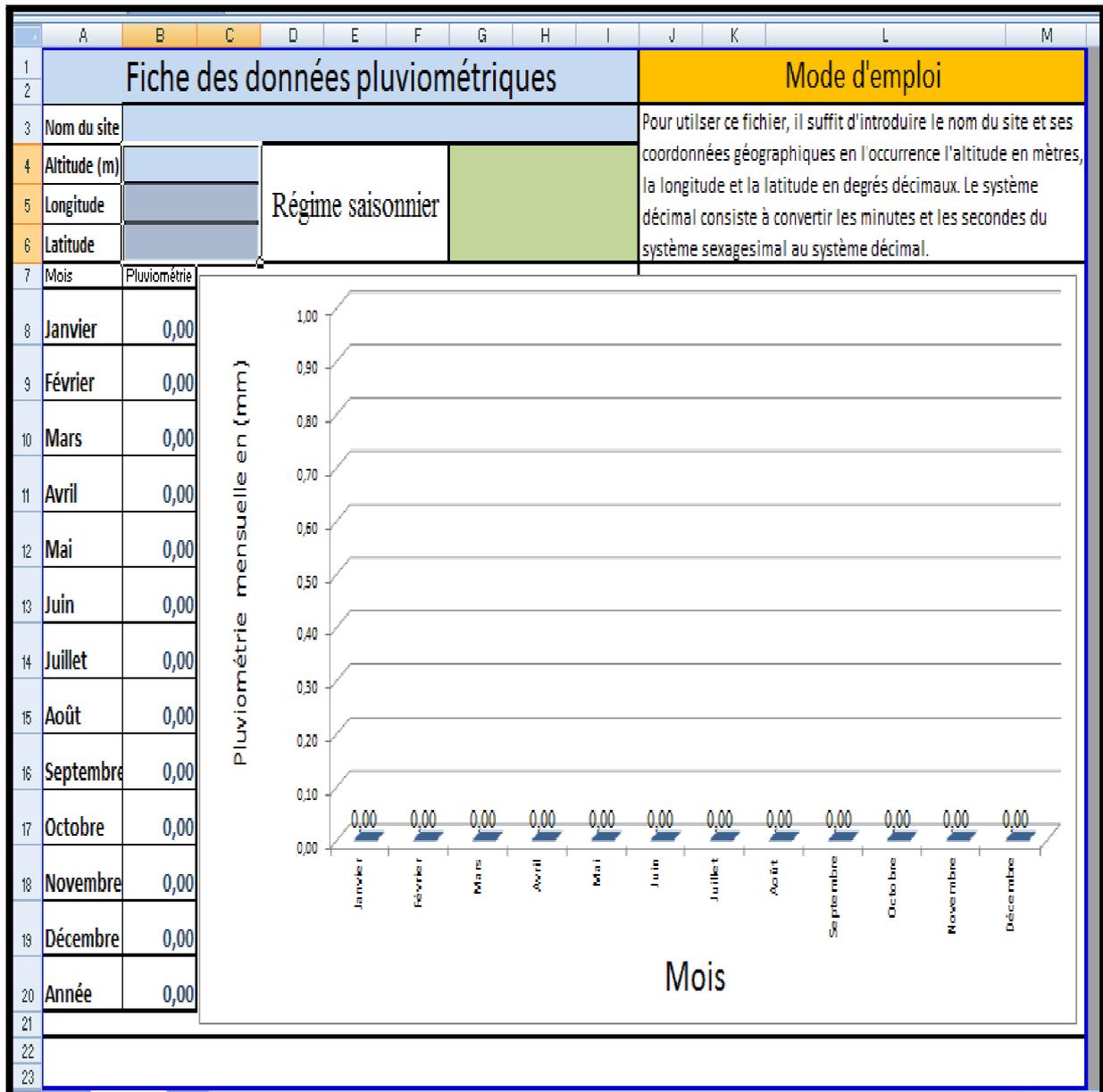


Figure 11: capture d'écran montrant aspect du fichier vierge.

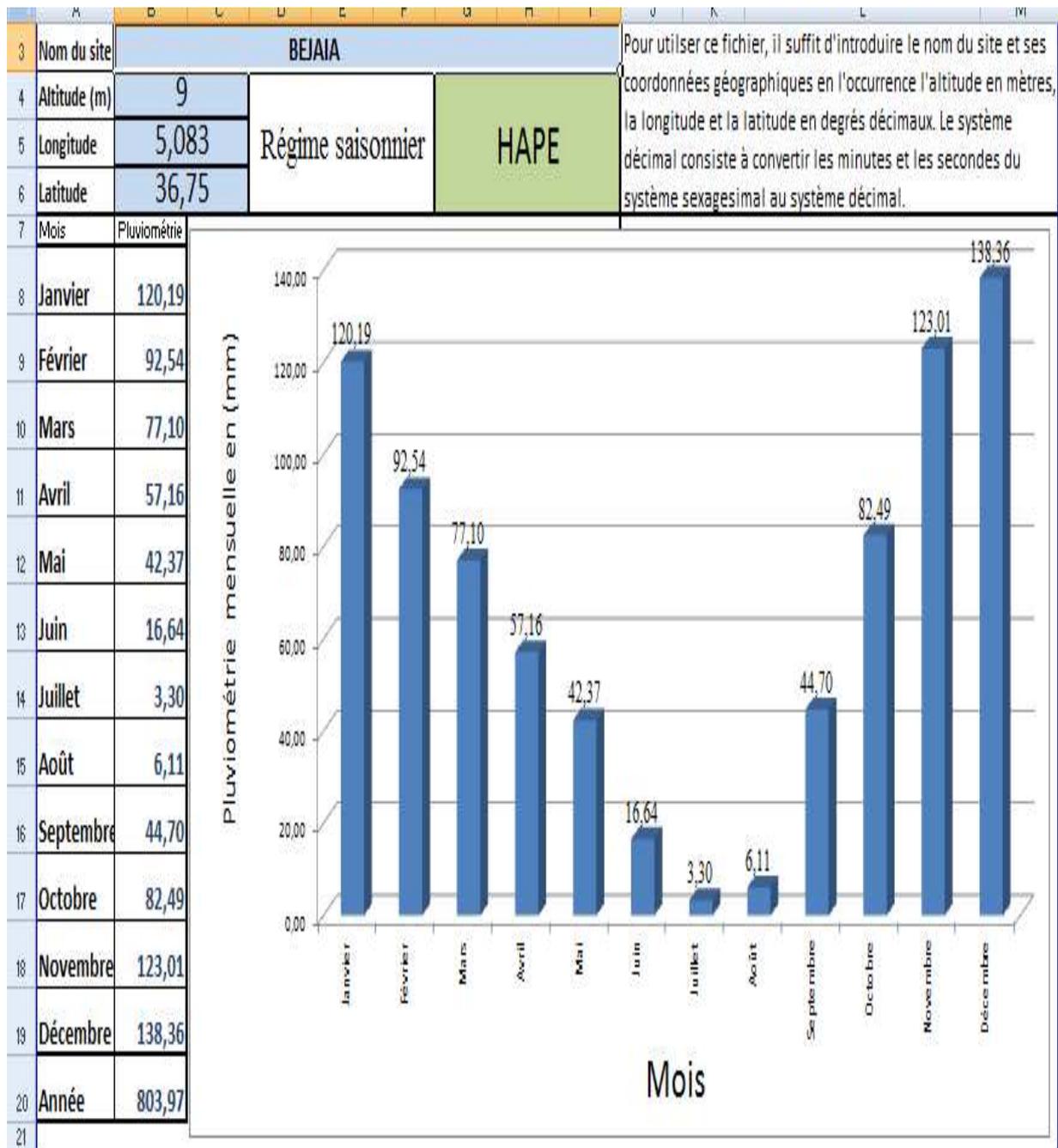


Figure 12: capture d'écran montrant l'aspect du fichier exécuté.

Conclusion

Conclusion

Au terme de notre travail, il apparaît que les données pluviométriques existantes constituent un bon support pour une **esquisse** de modélisation de ce paramètre. Si nous nous limitons uniquement aux différents paramètres statistiques qui permettent de juger de la qualité du modèle élaboré, sans porter de jugement sur la qualité des données utilisées, nous pourrions conclure avec beaucoup de satisfaction. En effet, les coefficients de corrélation sont hautement significatifs. De même, l'ensemble des valeurs des résidus sont situées à l'intérieur des intervalles de confiance à 95% de chance de valider nos hypothèses quant à l'effet des différentes variables géographiques utilisées. On peut donc dans une large mesure utiliser, avec prudence, ce modèle notamment le fichier informatique joint pour pallier au plus urgent.

Au-delà de ce satisfecit mitigé, nous ne devons pas perdre de vue que beaucoup de problèmes restent en suspens. En effet, nous aurions aimé faire, ce qui était prévu au lancement de ce travail et reste une perspective intéressante et louable, une modélisation similaire sur les températures et mettre au point un fichier informatique unique où les températures et pluviométrie seraient traitées conjointement. Ça permettrait, particulièrement, dans le cadre de notre spécialité « Ecologie », de nous intéresser au bioclimat et calculs des différents indices élaborés sur le climat méditerranéen.

Par ailleurs, ce travail nous a permis de nous rendre compte de la difficulté d'obtenir des documents au sens large. A titre informatif, les usagers peuvent consulter deux sites que nous jugeons intéressants pour obtenir des données climatologiques sur certaines de nos villes. Un site web espagnol (<http://www.tutiempo.net/clima/Argelia/DZ.html>) et un site du gouvernement américain (http://docs.lib.noaa.gov/rescue/data_rescue_algeria.html).

En fin, Il est temps que soit installé un réseau dense de stations météorologiques sur nos territoires d'autant plus que cela ne coûterait presque rien ; pour que dans vingt ans au moins, des informations sur le climat pourraient être utilisées avec efficacité dans plusieurs domaines (recherche scientifique, urbains, agriculture, énergie renouvelable...etc).

Bibliographie

- Aidoud A., 1998 : Fonctionnement des écosystèmes méditerranéens, Conférence du réseau MESOE (Méditerranée Enseignement Secondaire Observation et Environnement), site internet <http://www.museum.agropolis.fr/pages/savoirs/biomes/>, 50 p.
- Bacher S.; Brandl R.; Nentwig W., 2009: Manuel de synthèse: écologie. *Edition VUIBERT*, Paris. 368 p.
- Bagayoko F., 2008 : Cours de climatologie et d'impact des changements climatiques sur l'environnement et les ressources en eau. Institut international d'ingénierie de l'eau et de l'environnement. Groupe EIER-ETSHER. 103 p.
- Berger A., 1992 : Le climat de la terre : un passé pour quel avenir. *Edition De Boeck*, Bruxelles. 449 p.
- Bougault Ph. & Sadourny R., 2001 : Dynamique de l'atmosphère et de l'océan. *Edition de l'école polytechnique*, Paris. 303 p.
- Bouteldjaoui F.; Bessenasse M.; Guendouz A.; 2012 : Etude comparative des différentes méthodes d'estimation de l'évapotranspiration en zone semi-aride (cas de la région de Djelfa). *Revue « Nature & Technologie »*. issue 7 : 109-116.
- Chapel A.; Fieux M.; Jacques G.; Jacques J.M.; Laval K.; Legrand M. et Le Treut H., 1996 : Océan et atmosphère. *Edition Hachette*, Paris. 160 p.
- Daget Ph., 1977a : Le bioclimat méditerranéen : caractères généraux, mode de caractérisation. *Vegetatio*, Vol. 34, 1 : 1-20.
- Daget Ph., 1977b : bioclimat méditerranéen : analyse des formes climatiques par le système d'Emberger. *Vegetatio*, volume 34-2 : 87-103.
- Dajoz R., 1996 : Précis d'écologie. 5ème édition. *Edition DUNOD*, Paris, 551 p.
- Dajoz R., 2006 : Précis d'écologie. 8ème édition. *Edition DUNOD*, Paris, 631 p.
- Daniel V., 2003 : Troisième partie du cours sur le rayonnement thermique, l'effet de serre et le bilan radiatif de la Terre. ENS Lyon. 30 p.

- Dumas P., Riboli-Sasco, L., Spyratos, V & kurita, F., 2005 : Fonctionnement du système climatique, perturbations humaines, dérèglements dangereux ?, 2005. pp17.
- Essourrou G., 1981 : Climat et environnement : les facteurs locaux du climat. *Edition MASSON*, Paris. 180 p.
- Fellous J.L. & Gatier G., 2007 : Comprendre le réchauffement climatique. *Edition Odile Jacob*, Paris. 291 p.
- Felous J-L, 2002: Avis de tempête : nouvelle donnée climatique. *Edition Odile Jacob*, Paris. P 337.
- Foucault A., 2009 : Climatologie et paléoclimatologie. *Edition DUNOD*, Paris. 303 p.
- Gachon Ph.,2000 : La modélisation du climat, ou en sommes nous ? . *Revue électronique des sciences de l'environnement (vertigo)*, volume1, numéro 2 : 22.
- Gemenne F.; Mugnan A. & Tubiana L., 2006 : Anticiper pour s'adapter : le nouvel enjeu du changement climatique. *Edition PEARSON*, Paris. 206 p.
- Geodard A, Tabeaud M, 2006 : Les climats. Chapitre1 : Rayonnement et bilan radiatif. 3ème édition. *Edition ARMAND COLIN*, Paris. P14,15.
- Geodard A, Tabeaud M, 2006 : Les climats. Chapitre3 : Pression et vent. 3ème édition. *Edition ARMAND COLIN*, Paris. P55.
- GIEC., 2008 : Glossaire du document technique VI, le changement climatique et l'eau.
- Godard A. & Tabeaud M., 2006 : Les climats : mécanismes, variabilité et répartition. 3ème édition. *Edition COLIN Armand*, Paris, 216 p.
- Groupe Intergouvernemental pour l'Etude Climatique (GIEC), 2001 : Rapport de synthèse sur le changement climatique. 114 p.
- Guyot G., 1999 : Climatologie de l'environnement : cours et exercices corrigés. *Edition DUNOD*, Paris. 525 p.
- Jalut G.; Dedubet J.J. ; Fontagne M. & Otto Th.; 2009: Holocene circum-Mediterranean changes : Climatic forcing and human impact. *Quaternary international*, volume 200, issues 1-2 : 4-18.

- Le Houérou H.N., 1993 : Changement climatique et désertisation. *Sécheresse*, numéro 2, volume 4 : 95-111.
- Le Houérou H.N., 2007 : Biomes isoclimatiques méditerranéens : bioclimatologie, diversité et phytogéographie résumé élargi de l'ouvrage de l'auteur. *Forêt méditerranéenne*, T. XXVIII, n°1 : 67-72.
- Le Houérou H.N., 2009 : bioclimatologie, phytogéographie et diversité des biomes de la zone isoclimatique méditerranéenne. *Nouvelles des forêts méditerranéennes*, n°15 : 3-6.
- Levêque Ch., 2001 : Ecologie : de l'écosystème à la biosphère. *Edition DUNOD*, Paris. 502 p.
- Lionello P.; Malanotte-Rizzoli P.; Boscolo R.; Alpert P.; Artale V.; Li L. ; Luterbacher J.; May W.; Trigo R.; Tsimplis M.; Ulbrich U. & Xoplaki E., 2006: The Mediterranean Climate: An Overview of the Main Characteristics and Issues. *Elsevier Science B.V.*, : 1-26.
- Lolis C.J.; Bartzokas A.; Lagouvardos K. & Metaxas D.A., 2012: Intra-annual variation of atmospheric static stability in the mediterranean region: a 60 –year climatology. *Theoretical and Applied Climatology*, Volume 110, Issue 1-2 : 245-261.
- Meddour R., 2010: Bioclimatologie, phytogéographie et Phytosociologie en Algérie exemple des groupements forestiers et preforestiers de la Kabylie Djurdjurenne. Thèse de Doctorat. Université Mouloud Mammeri de Tizi Ouzou. 397 p.
- Merle J., 2006 : Océan et climat. *Edition IRD*, Paris. 217 p.
- Michalet R., 1991: Nouvelle synthèse bioclimatique des milieux méditerranéens : application au Maroc septentrional. *60- Rev. Ecole. Alp.*, Grenoble, tome I : 60-80.
- Ozenda P., 2002 : Perspectives pour une géobiologie des montagnes. Première édition. *Edition polytechnique et universitaire Romandes*, Lausanne. 195 p.
- Pagney P., 1993 : Les climats de la Terre ; Masson, Paris, 2^{ème} édition, *PLAN BLEU*.
- Philippon G, 2007 : Rôle des calottes glaciaires dans le système climatique : analyse des interactions entre un modèle de calotte de glace Antarctique et un modèle de climat. Thèse de Doctorat à l'Université de Pierre et Marie Curie (Pris VI). Spécialité : Océanologie, Météorologie et Environnement. P 283.

- PIERRE J., 2005 : Climatologie ; *ARMAND COLIN*, Paris.
- Planton S., 1998 : Modélisation climatique et environnement. Conférence 02. Météo- France, centre nationale de recherches météorologiques, Toulouse. 19 p.
- Ramade F., 2009 : Eléments d'écologie : écologie fondamentale. 4ème édition. *Edition DUNOD*, Paris. 689 p.
- Ricklefs R.E. & Miller G.L., 2005 : Ecologie. 4ème édition. *Edition DE BOECK*, Bruxelles. 821 p.
- Salameh T., 2008 : Modélisation multi-échelles de la circulation atmosphérique hivernale sur le bassin méditerranéen : rôle des interactions d'échelles. Thèse de Doctorat de l'Ecole Polytechnique. Laboratoire de Météorologie Dynamique. 156 p.
- Seltzer P ., 1946: Le climat de l'Algérie. Univ. d'Alger, IMPG Carbonnel, Alger. 219 p.
- Tassin T., 2012 : Paysages végétaux du domaine méditerranéen : Bassin méditerranéen, Californie, Chili centrale, Afrique de Sud, Australie méridionale. *Edition IRD*, Montpellier. 421 p.
- Trotignon R., 2009 : Comprendre le réchauffement climatique comme un expert. *Edition PEARSON*, Paris. 111 p.
- Unesco-Fao, 1963: Carte bioclimatique de la zone méditerranéenne. Etude écologique de la zone méditerranéenne. Notice explicative. 63 p.
- Villeneuve G.O., 1980 : Glossaire de météorologie et de climatologie. 2ème édition. *Edition de PRESSES de l'université Laval*, Québec. 645 p.

Tableau A03 : données pluviométrique récentes

Station	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	An
Aghrib	145,8	122,1	128,5	97,4	58,8	8,1	3,1	8,2	42,9	93,4	133,8	185,2	1027,3
Elma Hachech	151,0	120,0	118,0	101,0	64,0	22,0	4,0	7,0	46,0	105,0	147,0	190,0	1075,0
Baghlia	95,7	80,9	49,5	67,2	43,6	11,8	4,2	5,8	36,5	60,9	90,7	130,0	676,8
Azazga	114,8	113,4	110,9	87,4	55,0	11,1	3,6	5,9	43,0	80,6	107,5	154,9	888,1
fort National	104,9	114,8	61,5	98,8	67,5	21,6	5,3	10,7	44,1	71,0	105,4	113,6	819,2
Ighil Imoula	153,0	111,0	112,0	87,0	58,8	21,3	0,0	0,0	39,5	81,0	113,5	130,7	907,8
Michelet	118,9	148,6	158,8	117,8	72,2	21,8	5,0	15,0	41,8	82,7	127,2	162,3	1072,1
Mirabeau	97,6	80,3	49,9	68,3	42,6	10,3	4,8	6,5	28,4	53,5	86,3	122,8	651,3
Tizi Ouzou	114,4	98,8	56,2	79,9	52,5	9,9	3,9	10,7	35,5	57,0	98,0	139,3	756,1
Yakouren	137,7	160,1	142,7	114,9	68,0	15,7	6,4	8,9	47,7	88,6	133,8	185,0	1109,5
Ain Zaouia	75,9	78,3	73,4	61,0	44,1	8,5	2,5	5,3	26,3	49,8	76,8	95,9	597,8
Ait Ouabane	145,6	103,2	98,8	117,7	100,5	16,8	4,7	20,8	66,7	92,6	133,2	157,3	1057,9
Beni Yenni	99,5	104,3	108,8	86,9	58,6	15,3	4,7	7,7	42,0	71,3	103,1	124,3	826,5
Boghni	77,8	89,5	82,0	77,3	67,2	13,1	5,8	7,3	42,1	54,1	82,6	108,2	707,0
Bouassem	102,3	110,7	104,1	86,0	54,6	11,8	4,1	8,1	40,4	65,6	102,1	137,2	827,0
Djema Sahridj	97,0	112,7	95,3	77,8	53,6	12,6	4,3	6,6	37,1	72,9	96,2	125,1	791,2
Draa el Mizan	117,9	76,7	53,7	67,4	49,7	10,8	3,2	9,0	37,9	48,6	68,1	108,9	651,9
Fréha	95,9	96,0	84,7	66,8	43,8	9,0	4,5	5,4	32,1	65,1	95,1	118,7	717,1
Makouda	118,7	99,3	58,8	73,8	40,5	9,2	4,5	7,0	30,1	60,2	82,6	148,0	732,7
Ouadhia	93,6	109,9	109,1	77,3	52,2	12,1	4,3	6,5	38,7	57,5	113,6	116,0	790,8
Tala Guilef	142,7	99,6	98,1	110,6	88,5	22,0	5,9	15,9	58,7	78,7	111,5	154,8	987,0
Tizi Ghenif	88,5	94,8	94,2	70,9	49,6	10,5	3,2	6,2	34,2	57,0	84,2	116,4	709,7
Bouira	49,5	52,6	63,0	50,0	29,2	11,1	3,5	8,4	21,1	39,4	48,5	54,5	430,8
Sidi Aich	90,0	66,0	61,0	49,0	39,0	18,0	4,0	8,0	31,0	63,0	71,0	98,0	598,0
El Esmam	34,7	41,3	52,8	28,7	23,4	7,6	2,3	5,3	10,8	31,1	39,8	48,2	326,0

ANNEXES

Tableau A01 : Données pluviométriques de la station de Béjaïa (1970-2012)

	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUI	JUL	AUT	SEP	OCT	NOV	DEC	Année
1970	30,9	56,0	130,7	215,7	67,6	1,2	12,4	0,0	1,0	186,7	2,8	131,7	836,7
1971	123,0	50,5	107,1	30,2	25,8	0,1	5,2	0,0	104,0	123,9	71,1	52,2	693,1
1972	155,9	67,4	93,3	86,8	89,7	25,1	4,4	16,5	106,0	76,4	20,5	230,0	972,0
1973	166,9	230,0	123,6	33,7	0,3	42,8	0,3	1,9	70,9	83,2	78,5	173,3	1005,4
1974	21,8	163,5	161,1	105,0	2,2	7,1	8,3	1,7	75,1	227,0	43,6	40,3	856,7
1975	52,7	90,7	115,3	27,8	89,4	17,7	0,0	37,0	39,8	9,3	229,0	85,6	794,3
1976	131,8	140,8	66,1	72,1	47,1	30,5	47,3	19,2	47,3	99,7	138,0	72,4	912,3
1977	92,3	19,4	38,6	109,3	38,5	6,6	0,4	5,7	8,1	27,7	205,0	14,7	566,3
1978	124,5	78,9	144,1	111,9	50,8	1,9	0,1	0,0	15,2	90,5	106,0	10,1	734,0
1979	49,3	115,8	72,8	110,5	21,6	17,2	18,7	47,0	73,7	41,8	100,0	13,9	682,3
1980	48,3	26,5	118,3	94,3	35,1	1,7	1,3	4,0	3,3	42,9	159,0	386,2	920,9
1981	51,4	100,0	96,2	43,9	21,2	24,0	2,1	27,9	3,2	48,7	52,3	90,4	561,3
1982	299,1	100,2	57,7	49,4	74,4	0,8	0,4	39,1	23,6	107,7	112,0	226,4	1090,8
1983	11,2	35,2	44,1	14,6	13,0	0,1	1,8	10,2	3,5	57,0	59,0	69,5	319,2
1984	221,4	189,7	90,0	25,5	60,0	8,9	0,6	3,6	17,4	262,5	6,0	215,0	1100,6
1985	129,7	38,8	248,3	25,3	72,1	1,3	0,7	7,3	79,6	52,0	101,0	66,9	823,0
1986	125,5	81,0	183,4	35,6	12,5	22,1	4,5	4,7	37,3	184,1	136,0	222,2	1048,9
1987	72,8	161,9	74,2	40,9	47,3	5,7	3,6	2,1	26,9	52,5	216,0	33,2	737,1
1988	39,9	94,7	69,2	56,3	44,9	50,2	0,0	1,8	61,1	0,9	242,0	206,8	867,8
1989	91,8	13,7	34,1	124,4	6,1	16,4	2,0	12,3	49,1	48,5	65,7	33,8	497,9
1990	123,2	1,0	43,7	58,4	85,8	16,9	8,7	2,5	3,4	41,4	72,2	295,5	752,7
1991	76,9	94,9	168,5	33,5	38,7	2,4	0,4	8,0	80,1	188,1	36,9	44,1	772,5
1992	160,6	53,3	115,1	125,0	47,6	37,0	3,4	0,0	3,1	31,8	52,5	260,4	889,8
1993	78,6	88,0	42,4	85,5	46,2	4,5	0,0	0,0	59,5	51,3	66,2	71,0	593,2
1994	55,3	81,7	0,8	55,6	8,4	2,1	0,2	0,6	133,0	73,6	18,2	149,4	578,9
1995	238,4	55,8	95,7	35,6	1,8	22,8	0,3	20,0	71,4	15,9	51,5	60,8	670,0
1996	105,7	220,4	58,9	118,3	43,9	38,8	9,6	4,1	37,6	47,0	95,1	54,0	833,4
1997	50,1	24,5	16,3	53,9	11,3	22,2	2,4	18,0	58,2	222,1	108,0	93,0	680,0
1998	16,1	79,6	60,7	95,4	160,3	3,3	0,0	10,4	45,9	81,4	185,0	129,3	867,4
1999	125,8	119,9	52,6	29,8	14,7	1,4	0,6	2,7	47,8	24,4	93,4	227,1	740,2

2000	72,9	21,7	13,9	27,3	53,7	5,3	1,4	0,0	13,0	76,5	30,9	65,5	382,1
2001	212,0	70,2	9,1	65,9	37,1	0,0	0,0	13,7	47,3	3,1	104,0	70,9	633,3
2002	68,8	103,6	57,5	18,1	23,5	0,0	116,1	28,1	61,7	36,1	193,0	315,0	1021,5
2003	310,0	69,0	30,7	220,6	26,5	1,0	2,2	1,6	114,0	75,5	45,6	205,5	1102,2
2004	147,9	54,6	86,9	110,4	69,9	26,0	0,0	5,0	18,8	30,4	178,0	128,4	856,3
2005	165,5	167,5	60,4	41,9	7,7	0,0	0,4	6,1	28,2	31,7	107,0	172,4	788,8
2006	126,7	141,0	46,5	17,3	53,3	4,8	1,0	34,6	35,3	21,3	13,3	132,7	627,8
2007	9,3	20,4	175,1	132,0	12,1	9,9	2,6	6,7	63,4	149,0	175,0	207,0	962,5
2008	7,0	20,0	120,0	37,0	66,0	7,0	3,0	4,0	144,0	61,0	131,0	73,0	673,0
2009	237,0	66,0	63,0	86,0	54,0	1,0	4,0	15,0	190,0	40,0	129,0	133,0	1018,0
2010	53,0	55,0	107,0	44,0	57,0	38,0	1,0	6,0	39,0	135,0	162,0	70,0	767,0
2011	52,6	138,7	50,3	68,8	87,9	36,1	0,3	0,0	7,1	128,3	100,1	118,9	788,9
2012	89,9	323,4	74,9	198,4	7,4	95,5	1,0	2,0	333,8	83,6	106,4	57,2	1373,4

Tableau A02 : Données pluviométriques (Seltzer, 1946)

Station	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	An
Aghrib	223	127	138	86	53	26	1	7	47	96	181	225	1210
Ain-Ourcinef	161	100	103	79	62	40	7	9	56	90	131	154	992
Alger Port	91	68	63	35	37	14	2	5	39	69	109	115	647
Alger Université	113	84	74	41	46	15	2	4	40	78	129	136	762
Béjaïa (ex. Bougie)	169	112	96	68	50	28	3	11	54	99	130	168	972
Bordj-Mènnièl	132	100	89	61	13	20	2	4	34	71	127	154	837
Bouzaréa Observatoire	103	82	75	43	49	16	2	5	42	82	139	138	776
Cap Afiah	147	115	85	58	39	16	2	4	29	88	143	190	916
Cap Bengut	114	77	67	45	36	15	2	5	51	81	129	146	771
Cap Carbon	133	89	77	49	48	19	3	10	50	90	102	115	780
Cap Corbelin	115	80	71	49	10	16	1	15	55	72	116	132	768
Cap Matifou	87	58	57	31	33	12	2	4	34	68	94	99	579
Cap Sigli	116	83	73	45	38	17	2	9	46	90	127	134	780
Djidjel	193	143	107	82	57	27	3	7	56	125	192	212	1201
El-Kseur	147	104	80	45	41	23	2	10	37	68	100	131	787
Elma-Hachech	177	129	110	92	91	31	2	11	62	133	191	200	1238
Ménerville	130	1	87	59	52	18	1	3	35	72	125	143	816
Oued-Marsa	181	120	115	83	56	44	6	11	76	106	150	157	1105
Taher	195	161	104	97	62	24	4	8	47	133	165	189	1179
Tifra Mizrana	250	163	127	74	69	41	3	1	59	113	183	227	1300
Tigzirt	158	95	84	68	49	25	2	6	48	101	163	168	952
Azazga	164	113	104	67	45	16	3	7	30	76	139	181	944
Béni-Sliman	77	45	44	36	38	29	3	3	21	35	56	61	448

Fort -National	157	115	125	94	65	30	3	7	46	80	148	169	1035
Ighil-Imoula	164	126	118	73	72	29	5	5	31	73	125	142	963
Michelet	163	137	151	113	83	32	6	9	47	94	169	162	1149
Mirabeau	142	99	91	140	42	16	1	2	28	78	123	151	821
Tizi Ouzou	162	100	95	59	49	19	1	6	37	75	127	179	893
Yakouren	219	134	160	111	64	36	7	7	47	140	182	255	1352
Ain-Aoua	111	83	81	67	56	30	10	11	40	54	57	110	710
Ain-bessam	97	55	51	50	41	27	5	4	27	47	69	77	650
Akbou	81	63	55	37	39	14	4	7	28	36	57	77	492
Amoucha	91	75	61	54	49	22	6	7	28	42	67	86	591
Arbala	187	83	98	68	42	31	8	7	21	39	83	81	698
Aumale	71	66	56	46	50	25	6	7	27	42	64	72	521
Bouira	107	80	66	48	43	22	4	7	32	46	79	100	634
Guelaâ	67	54	50	49	48	22	8	16	17	41	65	70	487
Ighil-Ali	70	48	51	39	43	16	7	14	25	31	50	66	473
Maillot	96	64	66	40	46	24	6	8	28	37	71	85	571
Périgotville	112	97	95	64	63	16	5	9	39	46	79	108	784
Seddouk													615
Sidi Aich	124	96	79	42	45	22	4	9	26	46	75	101	659
Texana	252	139	147	118	79	35	6	14	58	110	161	224	1303
Tifra Soummam	178	134	98	56	44	36	6	12	44	71	108	146	933
Titest	108	82	88	79	58	28	7	11	36	53	90	112	762
Tizi n'Bechar	121	83	70	69	57	18	6	9	38	62	87	100	720
Bordj-bou-Arreridj	48	35	40	29	41	21	42	16	33	31	40	46	400
Coligny	69	56	52	39	50	23	9	13	36	42	60	63	512
Guellal	43	38	46	26	41	24	1	7	29	42	41	39	377
Bougaa	94	61	57	50	54	21	7	12	33	49	72	82	592
Saint-Arneaud P.C	52	39	35	29	44	25	8	12	27	32	40	43	386
Sétif	60	45	43	36	51	28	11	14	37	39	53	52	469
Tixter	41	35	38	33	47	25	7	14	28	34	39	39	389

Résumé

Notre travail consiste à mettre au point un modèle basé sur les régressions linéaires multiples à travers lequel on a exprimé la pluviométrie en fonction de l'altitude, la longitude et la latitude. A cet effet, nous avons exploité les données climatologiques disponibles pour mettre au point un fichier numérique générateur des données pluviométriques

Les différents paramètres statistiques qui permettent de juger de la qualité du modèle élaboré, nous conduisent à conclure qu'il est robuste. En effet, le coefficient de corrélation est hautement significatif. De même, l'ensemble des valeurs des résidus sont situées à l'intérieur de l'intervalle de confiance. Le fichier numérique réalisé est opérationnel et permettra de combler des données météorologiques à une déficience assez souvent insurmontable

Mots clés : Model, régressions linéaires multiples, pluviométrie, altitude, longitude, latitude, données climatiques, fichier numérique, coefficient de corrélation et les résidus.

Abstract

Our study consists to develop a model based on multiple linear regressions, through which the rainfall was expressed according to altitude, longitude and latitude. To this end, we exploited available climate data to develop a digital file generator of rainfall data.

The different statistical parameters that allow to judge the quality of the developed model, lead us to conclude that it is of good quality. Indeed, the coefficient of correlation of the model is highly significant. Similarly, the set of values of residues are located inside of the confidence interval. The digital model is operational and allows overcome disabilities quite often insurmountable.

Key words: Model, multiple linear regressions, the rainfall, altitude longitude, latitude, climate data, digital file generator, coefficient of correlation and residues.

ملخص

عملنا يتمثل في تطوير نموذج يعتمد على الانحدار الخطي المتعدد، الذي عبرنا خلاله عن الأمطار، وفقا لمستوى العلو عن سطح البحر، خطوط العرض و خطوط الطول، و تحقيقا لهذه الغاية استغلينا المعطيات المناخية المتاحة بهدف تطوير ملف مولد رقمي لهذه المعطيات.

المعلومات الإحصائية المختلفة التي تسمح بالحكم على نوعية النموذج المتحصل عليه أكدت فعالية هذا النموذج . في الواقع معاملات الارتباط للنموذج معبرة للغاية. و بالمثل كل المخالفات تقع داخل مجال الثقة. الملف الرقمي الذي تم تطويره جاهز الاستعمال و يسمح بسد النقص الفادح في المعلومات المناخية.

الكلمات المفتاحية نموذج، الانحدار الخطي المتعدد، الأمطار، سطح البحر، خطوط الطول، خطوط العرض، المعطيات المناخية، ملف مولد رقمي، معاملات الارتباط.