



REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET  
POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET  
DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE  
**Université D'Oran 2 Mohamed ben Ahmed**

FACULTE DES SCIENCES DE LA TERRE ET DE L'UNIVERS

Département : Géographie et Aménagement du Territoire

**MEMOIRE DE FIN D'ETUDE**

Présenté pour l'obtention du Diplôme de MASTER

Spécialité : Hydrologie, Climatologie et Territoires

***LES MONTEES D'EAU DANS LE CENTRE VILLE  
D'ORAN***

Déposé par :

**Zenasni Fatiha**

**&**

**Kraouani Ahmed**

Les membres du jury :

Président	: ALLA.N	Université d'Oran2
<i>Rapporteur</i>	<i>Mme. SENHADJI H</i>	Université d'Oran2
Examineur	Mme. GOURINE F	Université d'Oran2

Année universitaire 2020-2021

# **1.Remerciements**

*A l'heure où je rédige ces quelques lignes, mon mémoire est désormais terminé. A l'instant Même je réalise que ce travail n'aurait pas arriver à son terme sans l'aide et le soutien de Nombreuses personnes.*

*Tout d'abord, je tiens à exprimer mes sincères remerciements à Monsieur le Rapporteur Mem GOURINE F mon encadreur durant la réalisation de ce projet de fin d'étude .Grace à ces Grandes qualités humaines, sa rigueur scientifique et son encouragement, que ce travail s'est Réalisé. Je le remercie infiniment.*

*Je remercie les membres du jury ayant accepté de juger mon travail, c'est un véritable Honneur que de tels chercheurs aient accepté d'évaluer l'aboutissement de mon travail.*

## 2.Dédicace

*Je dédie ce mémoire de fin d'études fruit de  
mes années de formation à mes parents qui  
m'ont inculqué l'éducation qu'il faut ,leur  
soutien indéfectible m'était très précieux , sans  
oublier mes frères et sœur ainsi que mes  
grands parents dont la protection  
,l'encouragement et l'amour à mon égard sont  
inestimables et que dieu les garde et protège  
Et que vive mon pays l'Algérie*

## Sommaire

1. Remerciements .....	2
2. Dédicace .....	3
3. Introduction générale.....	2
CHAPITRE I :.....	4
Généralités sur le changement climatique .....	4
: GENERALITES SUR LE CHANGEMENT CLIMATIQUE .....	10
1. . Le changement climatique : impacts, origines et solutions possibles .....	10
2. . Les indices du changement climatique :.....	10
3. . Accroissement des températures : .....	10
4. . Elévation du niveau de la mer : .....	10
5. . Bouleversements météorologiques :.....	11
1) Les différents types de modèles climatiques :.....	12
1.1.1. . Un scénario climatique :.....	13
1.1.2. . Scénario de forçage radiatif :.....	14
1.1.3. . Scénario générique : .....	14
1.1.4. Scénarios synthétiques : .....	14
1.1.5. . Scénarios analogiques : .....	15
1.1.6. : évolution et tendances observées .....	15
5. Etude de la variabilité et la tendance climatique durant la période instrumentale .....	15
1 La variabilité climatique.....	16
1.1.1. Variabilité annuelle .....	16
1 . La tendance climatique :.....	19
2) . Test de Spearman : .....	19
. Test de Mann Kendall : .....	20
1) Etude saisonnière :.....	23
2. .Séries de températures :.....	23
3.1.1. Etude de températures moyennes saisonnières : .....	25
3.1.2. Séries de précipitations :.....	27
2 . La station d'Oran : .....	30
3 . Analyse des tendances moyennes :.....	30
7. . La station d'Oran :.....	31
1. . Analyse des tendances moyennes : .....	31
1.1.1. . Tendances des indices dérivés :.....	32

1.1.2. . Indice liés à la température :.....	32
1. <i>Introduction</i> :.....	45
2 Les Ravins : .....	50
1. Ravin Ruina :.....	50
2. Ravin Mina :.....	50
3. Ravin de la cressonnière :.....	50
4. Ravin Blanc : .....	50
3 Les principaux modes de prelevement sur aquiferes .....	52
: Conclusion général .....	53
LISTE DES figure.....	54
LISTE DES FIGURES.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
LISTE DES TABLEAUX .....	55
La bibliographie .....	55

# **Introduction**

## **générale**

### 3. Introduction générale

Le climat est un facteur très important car il conditionne le mode de vie des populations en raison de son influence prépondérante sur les activités agricoles et économiques des nations.

De nombreux travaux depuis des siècles ont traité du climat et du bioclimat et ses évolutions au cours du temps et sur des régions climatiquement fortement différentes.

Ces travaux ont été réalisés sur l'Algérie en général et sur des régions en particulier.

Le climat Algérien est pleinement intégré au climat méditerranéen faisant transition entre la zone tempérée et la zone tropicale avec un été très chaud et très sec, tempéré seulement en bordure de la mer, l'hiver est très frais et plus humide. Ce climat est ainsi caractérisé par des précipitations concentrées en saison hivernale quasiment absente en saison estivale.

Pour cette raison, ils ont confirmé que les précipitations exercent une action prépondérante pour la définition des composantes importantes des évolutions climatiques telle que la sécheresse, l'extension des déserts climatiques ou anthropiques qui prennent une ampleur grandissante

Les cours d'eau représentent, pour les riverains, à la fois une richesse et une menace (Bravard et Petit, 1997). Cette dualité a longtemps été considérée comme globalement bénéfique, mais aujourd'hui il semble que cet équilibre se soit rompu.

D'après les informations de l'International Disaster Data base (IDD), la base de données en matière de catastrophes internationales du Centre de Recherche sur l'Epidémiologie des Désastres (CRED), les inondations sont au cours des deux dernières décennies au premier rang des catastrophes naturelles dans le monde. Les inondations représentent 34% des catastrophes enregistrées à l'échelle mondiale entre 1990 et 2007 (CRED, 2007). Pour réduire les dommages causés par les inondations et pour assurer la sécurité des biens et des personnes, il faut une parfaite identification des régions présentant le risque d'inondabilité et des facteurs favorisant ou amplifiant l'ampleur des dégâts et des pertes engendrées par ces catastrophes. La protection contre le risque 'inondations' est une action importante pour le développement durable. Une protection appropriée contre les crues était, est et restera une condition fondamentale pour une société avertie (Office Fédéral des Eaux et de la Géologie-OFEG, 2001).

Depuis toujours, l'homme a aménagé les cours d'eau et a développé des systèmes d'assainissement urbain et agricole afin de réduire les risques d'inondation. Les mesures prises pour une réduction de la vulnérabilité sont le plus souvent des mesures structurelles : réalisation d'endiguement, de rééquilibrage, de rectification, etc. Néanmoins, ces aménagements ont souvent des incidences perverses à l'aval.

L'Algérie est confrontée aux phénomènes des crues et d'inondations qui sont plus fréquents que les séismes. Ces phénomènes provoquent des catastrophes plus destructrices et

occasionnent d'importants dégâts humains et matériels. Les exemples de Bab El Oued – Alger en 2001, de Sidi Bel Abbès en 2006, de Ghardaïa en 2008 et El Bayadh en 2001. Le moyen, pour arriver à comprendre la génération des débits et à établir des simulations, est de remonter jusqu'à leurs causes premières qui sont les pluies.

#### 4. Objectif :

L'objectif de cette étude est d'apporter des connaissances sur le constat de la variabilité et le changement climatique sur la région d'Oran en fournissant une première évaluation de cette manifestation climatique.

Une étude du problème d'escalade des eaux souterraines par la ville d'Oran en raison du niveau élevé de l'oued Ruina, qui est considéré comme le plus dangereux de Qahtraran, en raison de la montée du niveau de l'oued Ruina, qui est considéré comme le plus dangereux et le plus dangereux

#### 5. Choix de la zone :

Les données quotidiennes de précipitations et de températures extrêmes sur la station d'Oran Senia latitude 35°38, longitude 00°36W et altitude 90 mètres, issues de la base de données de l'Office National de la Météorologie Nationale algérienne sont utilisées pour le calcul de quelques indices climatiques et leurs tendances. Elles couvrent la période 1960-2010.

A partir des données quotidiennes on a élaborée 3 fichiers:

\*Le fichier des températures moyennes mensuelles des Tmax et Tmin et les totaux mensuels de précipitations.

\*le fichier des températures moyennes saisonnières des Tmax et Tmin et les totaux saisonniers de précipitations.

\*le fichier des températures moyennes annuelles des Tmax et Tmin et les totaux annuels de précipitations.



# CHAPITRE I:

# Généralités sur le changement climatique

## 1. PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

### 2. LE SITE D'ORAN :

La wilaya d'Oran, dont le chef-lieu se situe au coeur de l'Ouest de l'Algérie, occupe une assiette qui se trouve au bord de la rive Sud du bassin Algéro-Provençal, elle se situe au Nord-Ouest de l'Algérie à 432 Km à l'Ouest de la capitale Alger.

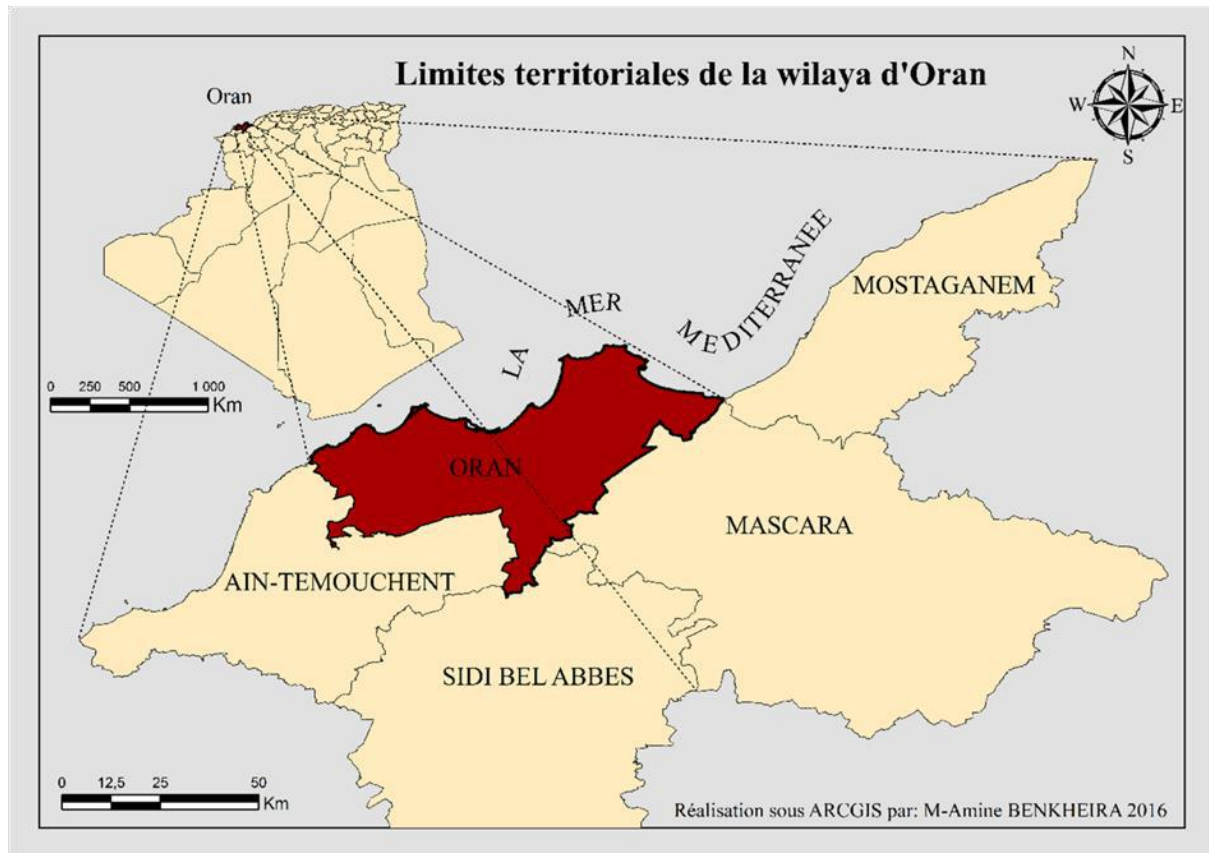
La ville se trouve au fond d'une baie ouverte au Nord sur le Golfe d'Oran ; elle est dominée à l'Ouest par la montagne de l'Aidour atteignant 429 mètres de hauteur, par le plateau de Moulay Abdelkader al-Jilani au Sud et bordée au Sud-Ouest par une grande sebkha.

### 3. **Limites territoriaux :**

La wilaya d'Oran est délimitée territorialement selon la Loi N° 84/09 du 04 Février 1984 portant Organisation Territoriale des Wilayas comme suit :

- Au Nord par la mer Méditerranée.
- Au Sud-Est par la wilaya de Mascara.
- A l'Ouest par la wilaya d'Ain Témouchent.
- A l'Est par la wilaya de Mostaganem.
- Au Sud par la wilaya de Sidi Bel-Abbés.

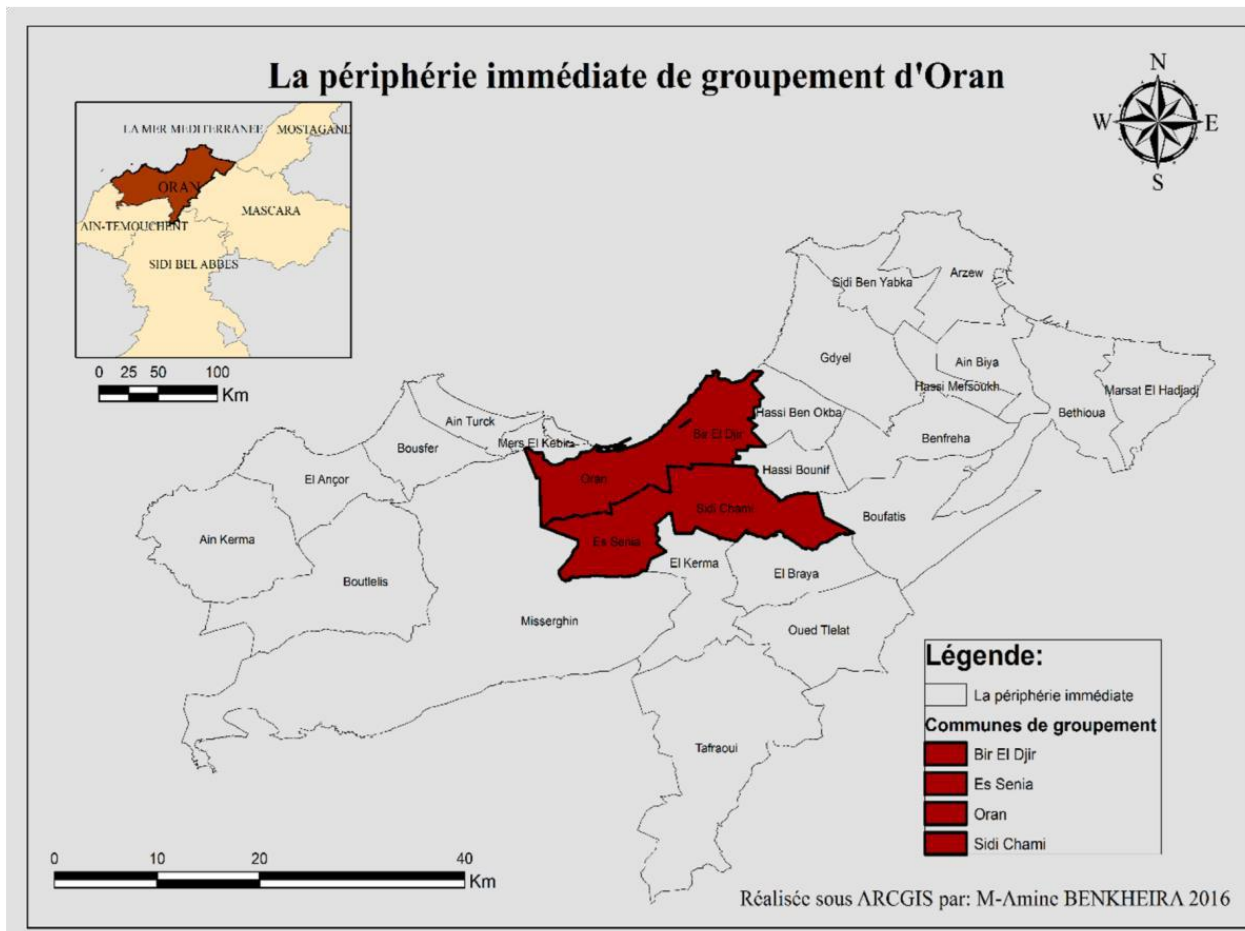
Figure 1 :limites territoriales de la wilaya doran



### La périphérie immédiate de groupement d'Oran :

La wilaya d'Oran est constituée administrativement de 26 communes et de 09 daïras, La wilaya s'étend sur une superficie de 2 114 Km<sup>2</sup>, et le groupement est composée de quatre (04) communes : Oran, Es-Senia, Sidi Chahmi et Bir-El-Djir occupent un espace de 278.02Km<sup>2</sup> soit 13,15 % de celle de la wilaya et une population de 1064400 habitants<sup>4</sup>, représentant 73,24% de la wilaya avec une densité moyennes de 3828 hab/km<sup>2</sup>.

Figure 2: La périphérie immédiate de groupement d'Oran



## **4. Historique de la ville d'Oran**

### **1. Oran avant la colonisation en 1830 :**

### **2. Le noyau initial de la cité islamique (903-1509) :**

Le site présente une végétation diversifiée et généreuse, marqué par la présence de l'eau grâce à l'existence de nombreuses sources et en particulier celle de Oued Ras El Ain qui inciteraient deux marins andalous à fonder en 903 la ville d'Oran. Elle fut initialement construite sur un mamelon de la rive gauche du ravin Ras El Ain. Entourée d'une enceinte de terre durcie, elle fut datée par la suite d'une citadelle ou casbah qui pourrait être considérée comme étant le noyau initial de l'agglomération urbaine. Profitant de la situation défensive de la casbah, les habitants se sont installés en contrebas et tout près du petit port (Mersa Seghir), par opposition à Mers El Kebir.

### **3. Occupation espagnole (1509 - 1708) (1732 - 1792) :**

Pour des raisons de sécurité, les ingénieurs espagnols qui ont construit le réseau de fortification durant la première occupation (1509- 1708) ont délibérément sacrifié les commodités de la vie urbaine au profit des exigences militaires. Après 1732, les premières enceintes furent déplacées vers l'Est pour encercler «oued Er Rehi » et la « vallée de Ras El Ain». Le système de fortification a été renforcé pour être constitué de châteaux forts : Santa Cruz, San Gregorio, San Felipe, San Andreas, Rozarleazar, San Pedro, San Tiago, San Miguel, Santa Theresa...etc. Au courant de la deuxième période d'occupation la superficie de la ville atteint 75ha

### **4. Les reconquêtes Algéro- Ottomanes (1708-1732) (1790-1830) :**

La première reconquête de la ville par le bey Mustapha Bouchlaghem (1708-1732) était marquée par la construction des bains turcs. Les véritables changements se sont faits opérés avec la deuxième reconquête par le bey Mohamed el Kabîr en 1792 qui était largement facilitée par l'état de ruine de la ville après le séisme de 1790. Par sa sollicitation, la ville est repeuplée à nouveau par la population des régions avoisinantes et l'espace urbain déborde alors très vite le ravin pour créer la communauté juive du quartier Derb. Les chefs de tribus résidaient la Casbah, les quelques espagnols à la caler et les autres familles à Karguentah.

### **5. Les transformations de l'occupation française (1830-1962) :**

Lors de la présence des français, le site d'Oran a connu une grande évolution urbaine durant toute la période coloniale, cette période est caractérisée par quatre étapes :

### **6. La première étape de 1830 à 1860 :**

Caractérisée par son cachet militaire ; la première opération en 1856 fut le recouvrement de ravin de Ras El Ain sur son tracé donnant le boulevard Stalingrad. Les français complétèrent la structuration et l'occupation de Sidi EL Houari en se confinant à l'intérieur de la muraille, pendant les douloureuses premières années d'occupation en construisant d'une part, les dessertes entre les différents sous quartiers et d'autre part, le boulevard Stalingrad et la rue des jardins. A partir de 1846, le bas quartier de Sidi EL Houari saturé devint nécessaire avec la construction du port qui étend la ville vers l'Est, au sens de la construction du port et en contre-sens de la barrière du Murdjadjo à l'Ouest. Les quartiers

de la vieille ville et d'El Derb son réaménagés. Des équipements sont édifiés dont 1«< l'Hôpital militaire Baudens », la préfecture, l'église Saint Louis et le nouveau théâtre.

### **7. La deuxième étape de 1860 à 1880 :**

La ville monte sur le plateau et se développe ; une deuxième ceinture muraille allait alors être construite sur le plateau. Cette ceinture dont les quelques éléments de muraille subsistent aujourd'hui, devait contenir la ville, limite aujourd'hui le centre-ville à l'intérieur du premier boulevard périphérique.

### **8. La troisième étape de 1880 à 1948 :**

Période caractérisée par l'expansion économique et urbaine : les quartiers du centre-ville furent achevés à la fin du siècle dernier ; ils serrent exclusivement comme réserve aux européens avec l'exclusion des « indigène » aux planteurs ou bien dans les espaces périphériques conçus pour eux telle que la nouvelle ville ou plus tard petit lac. Au début du XXeme siècle, la ville déborda au-delà du premier boulevard périphérique dans les faubourgs de la première couronne : faubourg d'Eckmul de Saint Eugène, de Snanas, de Delmonte et de Gambetta en créant des liaisons radiales. En 1930 ces faubourgs s'intègrent à la ville. A partir de cette date, la formation de nouveaux quartiers moins denses et plus luxueux s'achevait, l'urbanisation de la première couronne, dans sa partie orientée vers l'intérieur de la ville, ces quartiers sont : Gambetta supérieur, Bou- accueil, les Castors, Médina, Boulanger, cité petit,... Ce développement se poursuit avec la création de quartiers encore plus somptueux débordant la première couronne (quartier de Saint-Hubert, les Palmiers, Point du Jour, Gambetta...), parallèlement le Développement de l'Ouest de la ville se poursuit ; le quartier des planteurs atteignait Ras el Ain avec un type d'urbanisation spontanée et par ailleurs Sidi el Houari se paupérisant accueillait les premier musulmans.

### **9. La quatrième étape de 1948 à 1962 :**

La plus importante des réalisations reste la création du boulevard « front de mer » le lendemain de la deuxième guerre mondiale. Ce fut la période des grands aménagements urbains. Les dernières tentatives de récupération sociale pour la colonisation au moment de la guerre de libération nationale furent les programmes de construction de cités à caractère social, les cités des Amandiers, des HLM et autres programmes du plan de construction de Constantine

### **10. Après l'indépendance :**

Les plans équipement des communes, le plan triennal et le premier quadriennal eurent très peu d'impact sur l'extension et l'urbanisation de la ville vidée de la majorité des habitants, on y acheva les programmes du plan de Constantine et on y reconvertit quelques espaces militaires en équipements universitaires. C'est avec le 2eme plan quadriennal, le PMU en 1975 et le PUD en 1976 que l'urbanisation allait prendre un autre élan et continuer dans les mêmes formes et axes tracés par la colonisation, le type d'urbanisation allait être perpétué, malgré l'énorme effort de construction, le résultat du produit urbain et les tendances sont les mêmes que ceux héritées et observées de la période colonial de 1978 à 1991, le fait urbain est marqué par : l'urbanisation de la 2eme couronne achevée en 1986 au moyen de la construction des ZHUN et quelques lotissements ; l'extension vers l'Est, la marginalisation de la zone Ouest (Planteurs, Ras El Ain et Sidi El Houari), l'absence de planification urbaine et la poursuite de l'exclusion des populations vers les agglomérations périphérique et le dépérissement du tissu urbain..

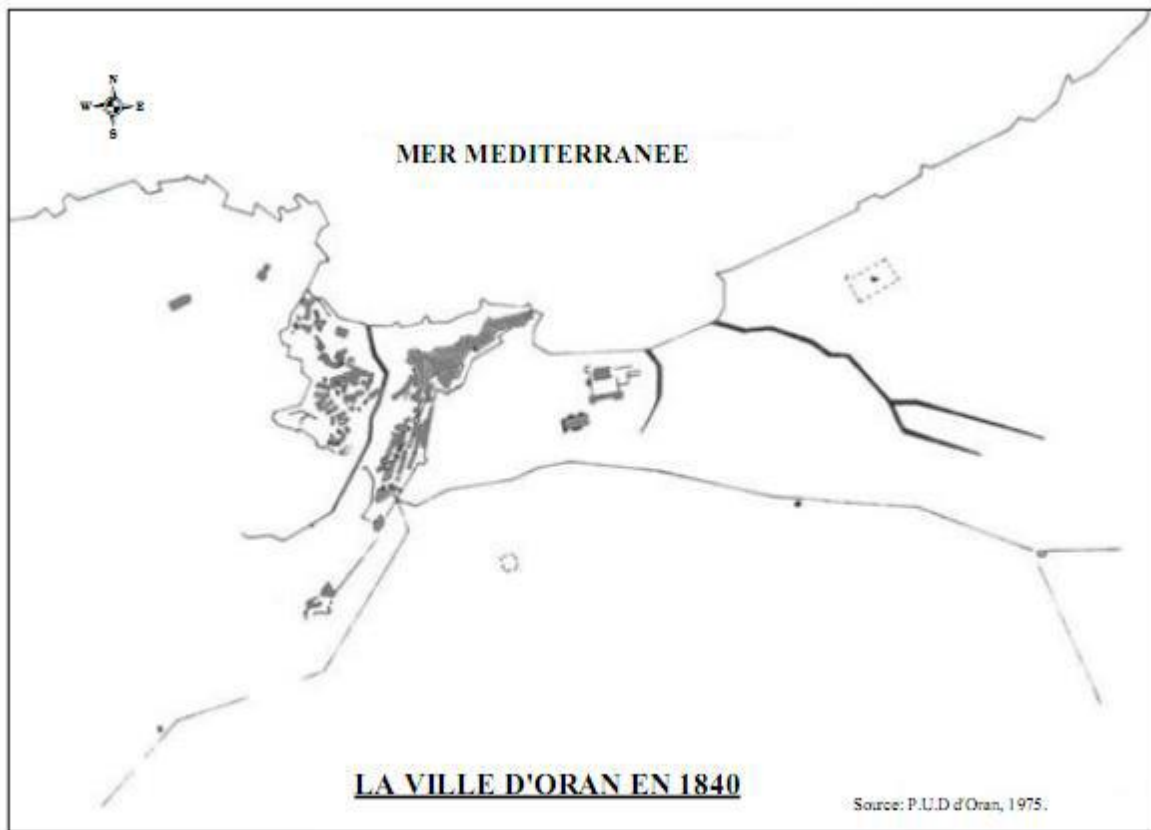


Figure 3: la ville d'Oran en 1840

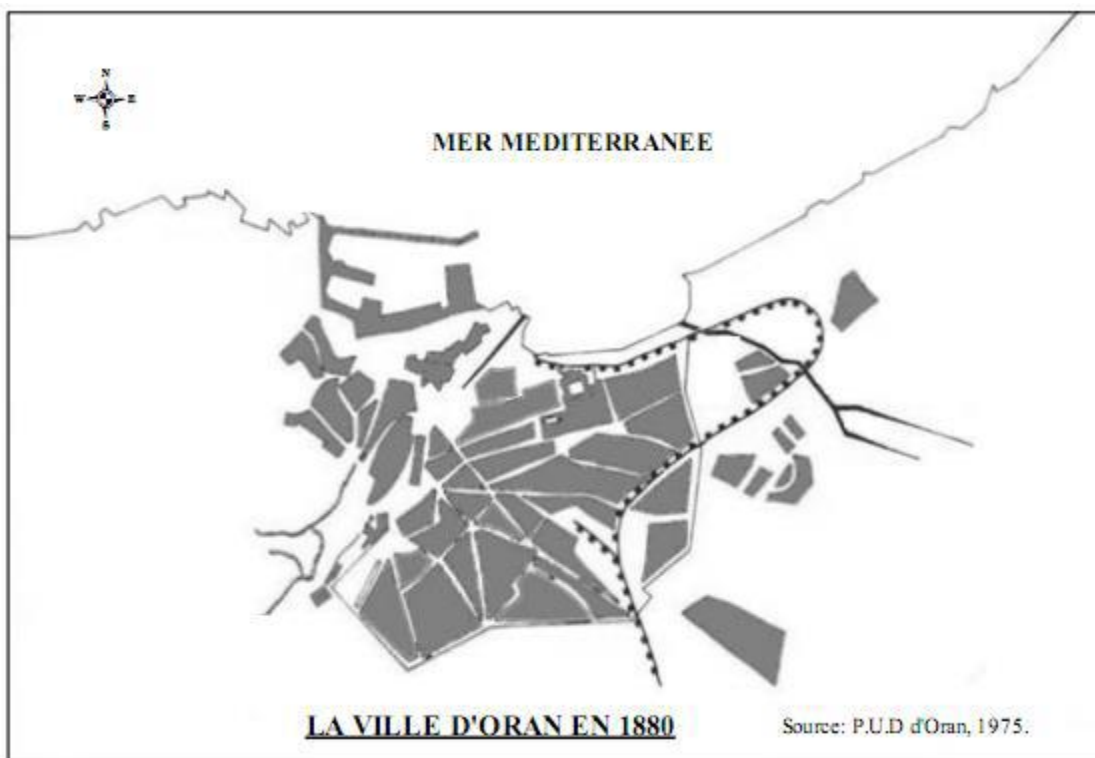


Figure 4: la ville d'Oran en 1840.

## *: GENERALITES SUR LE CHANGEMENT CLIMATIQUE*

Le présent chapitre consiste à passer en revue tous les rudiments permettant la compréhension du changement climatique ainsi que l'outil utilisé pour évaluer ces changements puis une synthèse sur les méthodes de descentes d'échelle statistique est menée.

### **1. . Le changement climatique : impacts, origines et solutions possibles**

Le terme de changement climatique correspond à une modification durable d'un ou plusieurs paramètres du climat global de la Terre ou de ses divers climats régionaux. Ces changements peuvent être dus à des processus naturels ou plus récemment aux activités humaines, qui ont considérablement augmenté depuis le début de l'ère industrielle.

### **2. . Les indices du changement climatique :**

De nombreux changements du climat à long terme ont été observés à l'échelle des continents, des régions et des océans : changements des températures, de la glace arctiques, de la quantité de précipitations, de la salinité de l'océan, des structures des vents et des aspects de situations météorologiques extrêmes tels que les sécheresses, les fortes précipitations, les vagues de chaleur et l'intensité des cyclones tropicaux.

### **3. . Accroissement des températures :**

Le GIEC, Groupe International d'experts sur l'évolution de Climat, a établi, dans son 4ème rapport, les indices d'un réel réchauffement de la planète et d'autres modifications du système climatique, en premier lieu par l'observation de l'accroissement des températures moyennes mondiales de l'atmosphère et de l'océan. 11 des 12 dernières années figurent au palmarès des 12 années les plus chaudes depuis qu'on dispose d'enregistrements de la température de surface (soit 1850). L'augmentation totale de température de 1850-1899 à 2001-2005 est de 0,76°C. Les observations depuis 1961 montrent que la température moyenne des océans du monde a augmenté jusqu'à des profondeurs d'au moins 3 000 m. Les températures moyennes arctiques ont crû près de 2 fois plus vite que la moyenne mondiale au cours des 100 dernières années.

### **4. . Elévation du niveau de la mer :**

Le niveau moyen de la mer s'est élevé à un rythme de 1,8 mm/an de 1961 à 2003.

Cette vitesse a été plus rapide de 1993 à 2003, soit environ 3,1 mm/an. L'élévation totale de la mer au cours du 20<sup>ème</sup> siècle est estimée à 0,17 m. Les diminutions de glaciers de montagne, de la couverture neigeuse ainsi que le réchauffement des océans qui provoque une dilatation de l'eau de mer (« expansion thermo haline »), contribuent grandement à l'augmentation du niveau de la mer. Les pertes des calottes glaciaires du Groenland et de l'Antarctique ont également participé à l'augmentation du niveau de la mer. Les données satellitaires depuis 1978 montrent que l'étendue annuelle moyenne de la glace arctique a rétréci de 2,7 % par décennie, avec une décroissance plus forte en été de 7,4 % par décennie.

## **5. . Bouleversements météorologiques :**

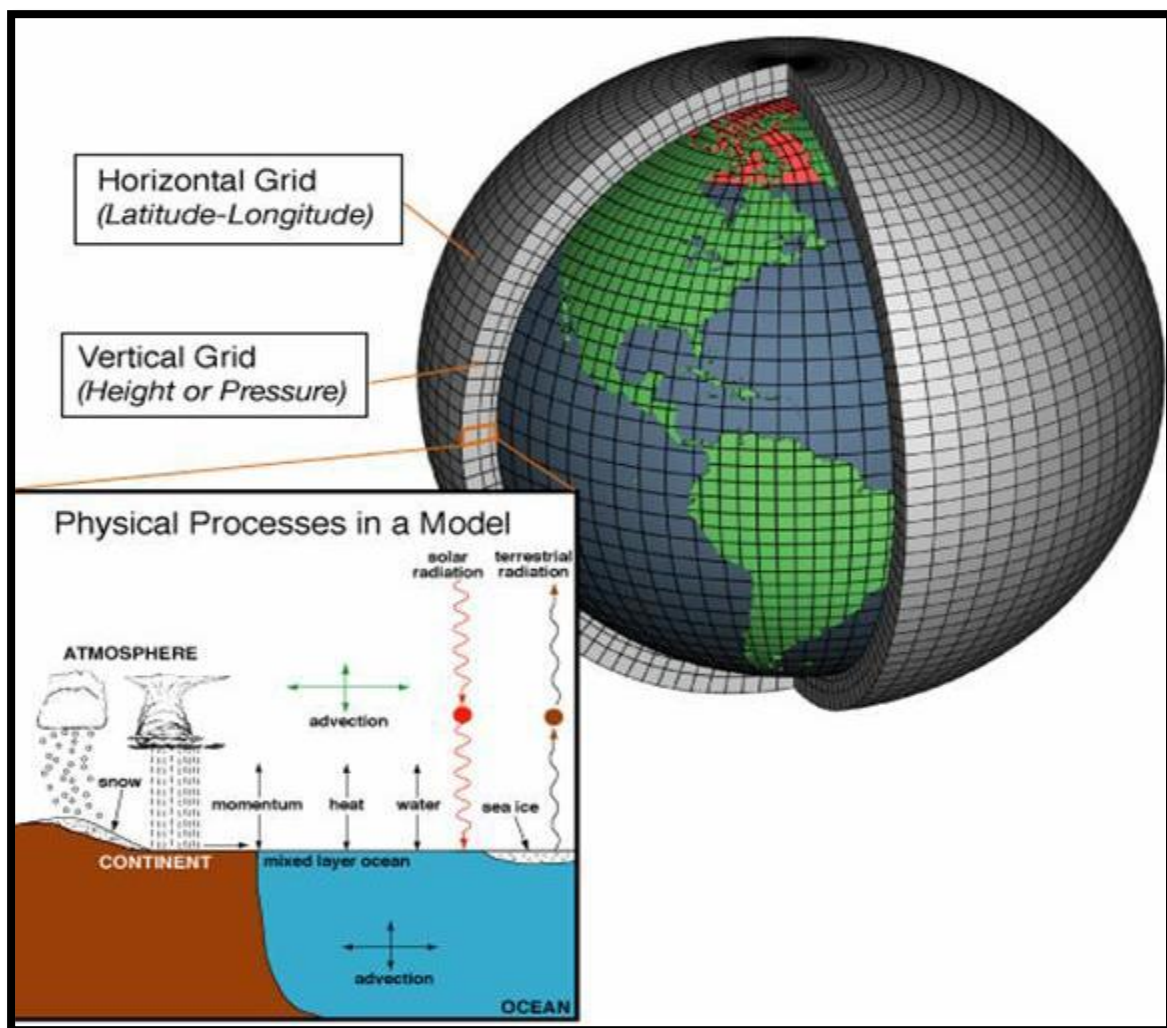
Des précipitations significativement accrues ont été observées à l'est de l'Amérique du Nord et de l'Amérique du Sud, au nord de l'Europe, en Asie du nord et en Asie centrale. Un assèchement a été observé dans le Sahel, en Méditerranée, au sud de l'Afrique et dans certaines parties du sud de l'Asie. La fréquence des événements de fortes précipitations a crû sur la plupart des zones terrestres. Des changements largement répandus des températures extrêmes ont été observés pendant les cinquante dernières années : les jours froids, les nuits froides et le gel sont devenus moins fréquents, tandis que les jours chauds, les nuits chaudes et les vagues de chaleur sont devenus plus fréquents. Les observations mettent en évidence une augmentation de l'activité des cyclones tropicaux intenses dans l'Atlantique Nord depuis 1970 environ, corrélée avec des augmentations de températures de surface de la mer sous les tropiques.

## **6. . *Modèle climatique***

De manière générale, un modèle climatique est un programme d'ordinateur essentiellement constitué d'équations mathématiques. Ces équations décrivent, de manière quantitative, comment la température de l'atmosphère, la pression de l'air, les vents, la vapeur d'eau, les nuages et les précipitations répondent au réchauffement de la surface de la terre et de l'atmosphère par le soleil. On y inclue aussi les équations qui décrivent comment

les éléments de l'atmosphère dénommés à « effet de serre » (essentiellement la vapeur d'eau, les nuages, le dioxyde de carbone et le méthane) conservent la chaleur de la basse atmosphère en constituant une, couverture radiative qui contrôle, en partie, la vitesse de refroidissement de la terre par échappement de ses infrarouges vers l'espace lointain. Les calculs des équations nécessaires sont effectués sur chaque point d'une grille tridimensionnelle plaquée sur la terre (voir figure ci-dessous)





Dans les modèles climatiques dits « couplés » on dispose également d'équations qui tiennent compte de la circulation océanique tridimensionnelle, de la manière dont celle-ci transporte l'énergie solaire absorbée tout autour de la terre et comment elle effectue les échanges de chaleur et d'humidité avec l'atmosphère. Les modèles climatiques couplés modernes incluent aussi un modèle des terres émergées qui tient compte de la manière dont la végétation, les sols et la couverture de neige ou de glace échangent de l'énergie et de l'humidité avec l'atmosphère.

## 1) Les différents types de modèles climatiques :

### 1.1.1. Modèles de climat global (MCG) : Les Modèles de climat global (MCG)

sont des modèles climatiques permettant de simuler la réponse du système climatique à la variation de la concentration des GES. Leur résolution spatiale se situe généralement entre 250 et 600 km. Les MCG comprennent environ 30 niveaux verticaux que l'on pourrait virtuellement associer à une série de cubes

empilés les uns pardessus les autres, de la surface de la terre jusqu'à la fin de l'atmosphère, qui renfermeraient des équations et des caractéristiques propres à chacun. Ces cubes réagissent et s'influencent mutuellement de manière à créer virtuellement la dynamique du système climatique. Il existe plusieurs modèles provenant des quatre coins du monde.

### **1.1.2. Modèles régionaux de climat (MRC) :**

Certaines études requièrent une information climatique à une échelle plus fine que celle fournie par les MCG. On peut alors utiliser les Modèles régionaux de climat (MRC), similaires aux MCG car ils comprennent aussi des niveaux verticaux, mais de plus haute résolution spatiale, généralement autour de 50 km (RCSCCb). La modélisation à une telle résolution est beaucoup plus coûteuse en termes de temps et requiert des ressources informatiques de haute performance. Par conséquent, ce type de modèle est utilisé pour simuler le climat sur un domaine spatial plus restreint, en utilisant les données de MCG comme données aux frontières. Dans ce contexte, le MCG est appelé modèle pilote, car il établit une contrainte aux limites du domaine de simulation du MRC. La résolution accrue des MRC permet une meilleure représentation de certains éléments physiques qui sont de trop petite échelle pour les MCG. À titre d'exemples, il peut s'agir de caractéristiques géographiques comme la topographie et la présence de cours d'eau importants pouvant influencer le climat local, de certains phénomènes de nature météorologique à l'échelle locale, tels que les précipitations convectives (précipitations de forte intensité, de courte durée et sur une faible extension spatiale) et les îlots de chaleur. C'est en partie pour ces raisons que les scénarios obtenus à partir des MRC sont plus réalistes quand vient le temps de représenter les changements climatiques au niveau local (RCSCCc).

## **1. Scenarios climatiques**

### **1.1.1. . Un scénario climatique :**

Description plausible et souvent simplifiée de la façon dont va se dérouler le futur, faite sur l'ensemble cohérent d'hypothèses de travail sur le développement de la société et ses implications concernant le climat.

Pour réaliser des simulations climatiques du futur, il faut disposer d'un modèle climatique qui intègre les composantes nécessaires à la représentation du climat et des rétroactions qui peuvent survenir. Un tel modèle est au moins constitué d'un modèle

atmosphérique et d'un modèle océanique mais d'autres composantes peuvent être utiles suivant la durée de simulation réalisée. Au CNRM-GAME, le modèle CNRM-CM est développé pour réaliser des scénarios sur le 21<sup>ème</sup> siècle.

Il faut aussi faire des hypothèses sur l'évolution future des "forçages" externes au système modélisé. Ces forçages sont constitués des gaz à effet de serre et autres particules (aérosols) ayant un impact sur le climat mais aussi du rayonnement solaire incident au sommet de l'atmosphère. Concernant les gaz à effet de serre et les aérosols, leur évolution future est fortement liée aux activités humaines et reste très incertaine. Afin de prendre en compte ces incertitudes, différents scénarios d'émissions de ces particules sont proposés par des économistes et les modèles sont utilisées pour simuler l'évolution du climat suivant ces différents scénarios d'émission. Les figures suivantes illustrent l'évolution de la concentration en dioxyde de carbone pour différents scénario proposés dans le processus GIEC.

Les scénarios du GIEC (souvent appelé SRES pour : rapports spéciaux sur les scénarios d'émissions) publiée par le GIEC en 2000 envisagent différentes possibilités de développement, ils prennent en compte des facteurs démographiques, économiques, et technologiques ainsi que les émissions des gaz à effets de serre qui en découlent.

### **1.1.2. . Scénario de forçage radiatif :**

Représentation plausible de l'évolution future du forçage radiatif liée, par exemple, à des changements de composition de l'atmosphère ou d'affectation des sols, ou encore à des facteurs externes tels que les fluctuations de l'activité solaire.

### **1.1.3. . Scénario générique :**

Description vraisemblable et souvent simplifiée de ce que nous réserve l'avenir, fondé sur un ensemble cohérent et intrinsèquement homogène d'hypothèses concernant les principales relations et forces motrices en jeu.

### **1.1.4. Scénarios synthétiques :**

Les scénarios synthétiques, parfois appelés « arbitraires » ou « incrémentiels », sont les scénarios de changement climatique les plus simples actuellement disponibles. Ils servent principalement à l'analyse des sensibilités, qui a pour but de déterminer la réaction d'un

ystème donné (p. ex., rendement agricole, débit fluvial) à un large éventail de variations climatiques.

### **1.1.5. . Scénarios analogiques :**

Les scénarios analogiques utilisent des données climatiques recueillies soit sur le site à l'étude (analogues temporels), soit à un autre endroit dont le climat ressemble à celui que l'on prévoit dans le site à l'étude (analogues spatiaux). Les scénarios analogiques ne rendent pas les gaz à effet de serre responsables des changements, certains chercheurs leur attribuent une valeur limitée dans l'évaluation quantitative des impacts du changement climatique

### **1.1.6. : évolution et tendances observées**

Etant donné que toute question sur le changement futur du climat entraîne celle liée à l'évolution passée et inversement, l'étude commence par analyser, les chroniques climatiques durant la période instrumentale les tendances observées au niveau des paramètres clés à savoir : la pluviométrie et températures extrêmes et la température moyenne pour Oran.

## **5. Etude de la variabilité et la tendance climatique durant la période instrumentale**

Cette partie présente les différents résultats obtenus à partir de traitement des séries de données. Des calculs de base ont été effectués sur les séries brutes de façon à qualifier et quantifier les variations des paramètres températures et précipitations au cours du temps.

Les données quotidiennes de précipitations et de températures extrêmes sur la station d'Oran Es-sénia issues de la base de données de l'Office National de la Météorologie Nationale algérienne sont utilisées pour le calcul de quelques indices climatiques et leurs tendances. Elles couvrent la période 1960-2010.

A partir des données quotidiennes on a élaboré 3 fichiers:

\*Le fichier des températures moyennes mensuelles des Tmax et Tmin et les totaux mensuels de précipitations.

\*le fichier des températures moyennes saisonnières des Tmax et Tmin et les totaux saisonniers de précipitations.

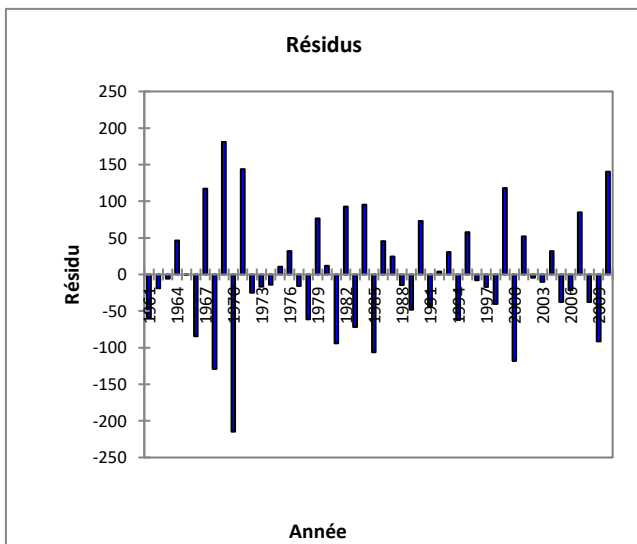
\*le fichier des températures moyennes annuelles des Tmax et Tmin et les totaux annuels de précipitations.

Le choix de cette station est justifié par le critère de la disponibilité des séries de données avec le moins de lacunes possibles

## 1 La variabilité climatique

### 1.1.1. Variabilité annuelle

Afin d'étudier la variabilité des totaux annuels des pluies et les températures moyennes annuelles, on a procédé à un lissage de Fourier dont le principe est d'effectuer une transformée de Fourier, et ne retenir qu'une partie du spectre ; dans notre étude on a opté pour la moitié du spectre  $p=0.5$ , puis de faire une transformée inverse afin d'obtenir la série lissée. Les graphiques ci-dessous présentent les résultats ainsi obtenus du lissage et l'évolution des résidus issus de lissage



.2: Figure 6 Evolution des résidus issus de lissage par transformée de Fourier des totaux annuels de précipitations

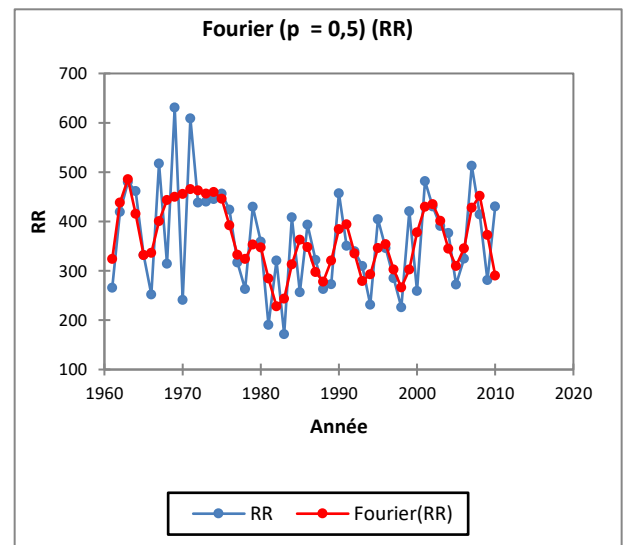


Figure 5 : Evolution des résidus issus de lissage par transformée de Fourier des totaux annuels de précipitations

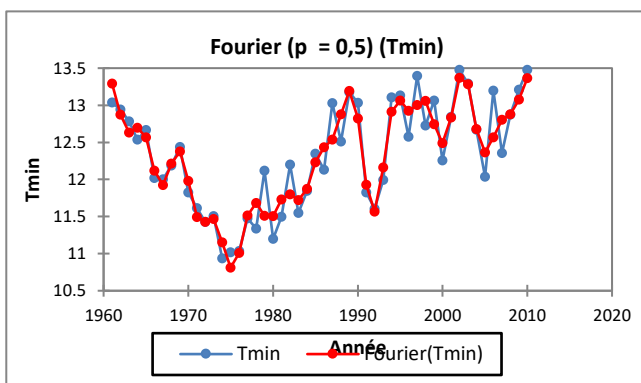


Figure 8 : Evolution des résidus issus de lissage par transformée de Fourier des totaux annuels de précipitations

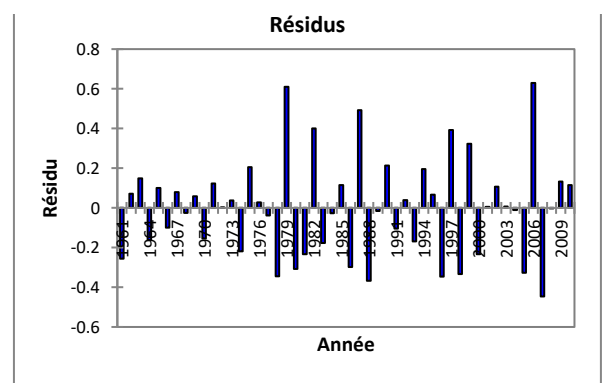


Figure 7 : Evolution des résidus issus de lissage par transformée de Fourier des moyennes annuelles de température minimale

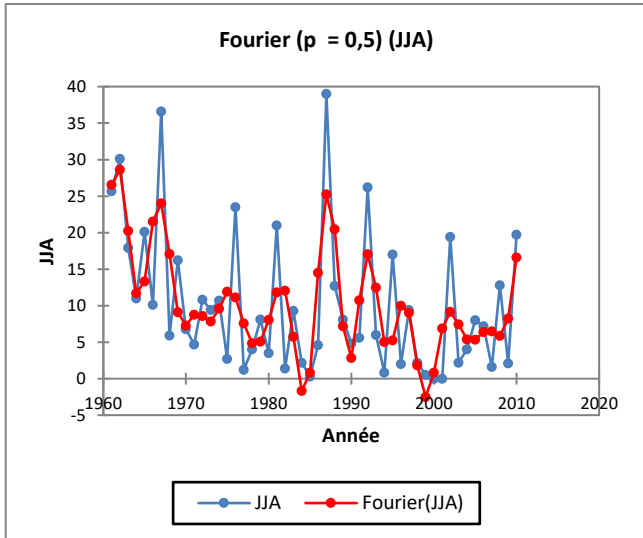


Figure 10: Lissage par transformée de Fourier des totaux de la saison JJA de précipitations

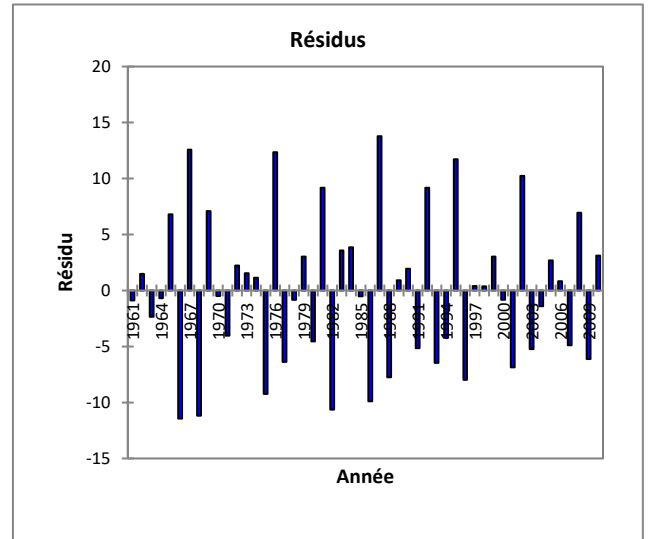


Figure 9: Lissage par transformée de Fourier des totaux de la saison DJF de précipitations

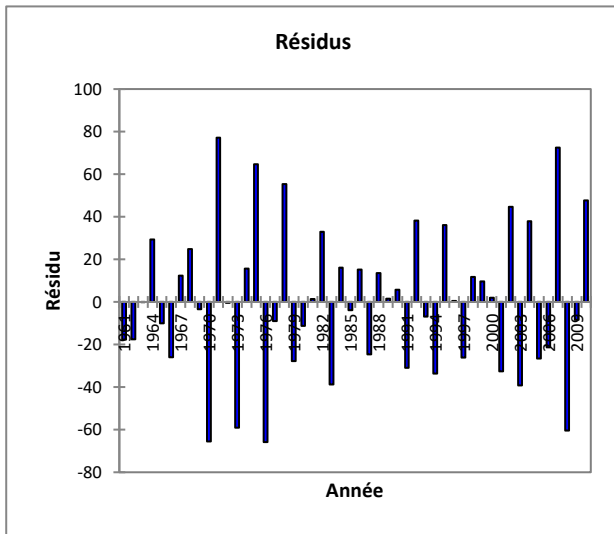


Figure 12: Lissage par transformée de Fourier des totaux de la saison DJF de précipitations

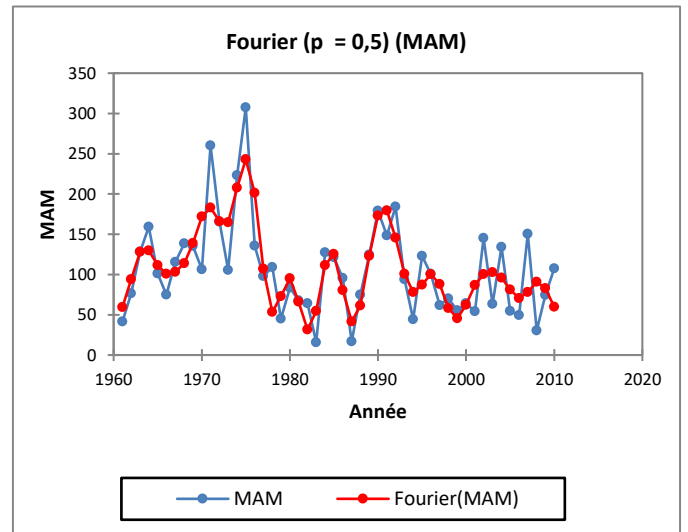


Figure 11: Lissage par transformée de Fourier des totaux de la saison MAM de précipitations

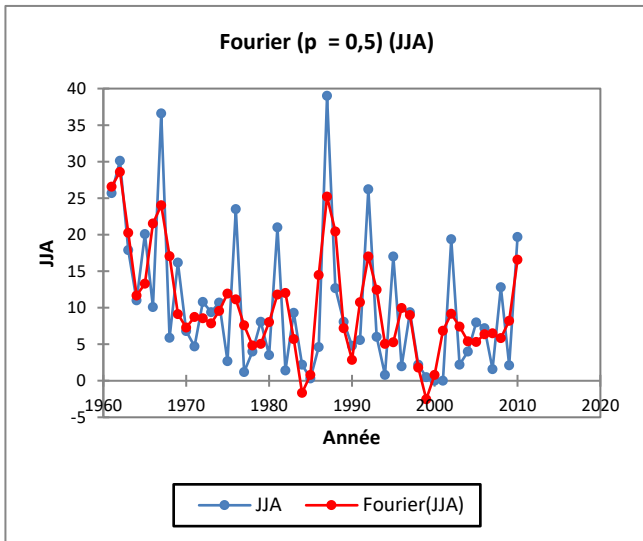


Figure 13 Lissage par transformée de Fourier des totaux de la saison JJA de précipitations

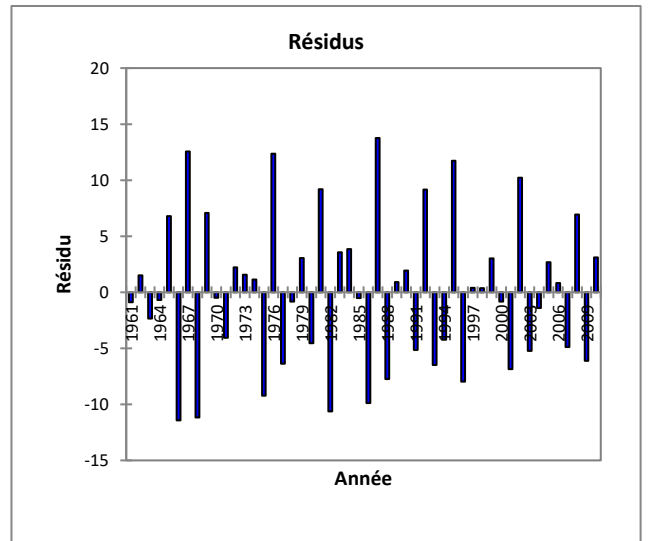


Figure 14 Evolution des résidus issus de lissage par transformée de Fourier des totaux de la saison JJA de précipitations

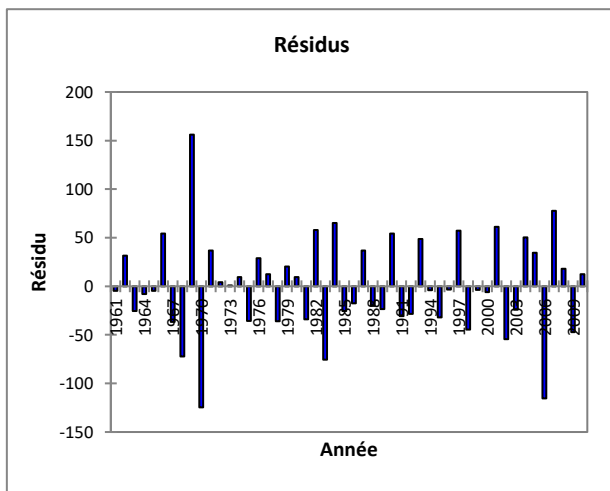


Figure 16: Evolution des résidus issus de lissage par transformée de Fourier des totaux de la saison SON de précipitations

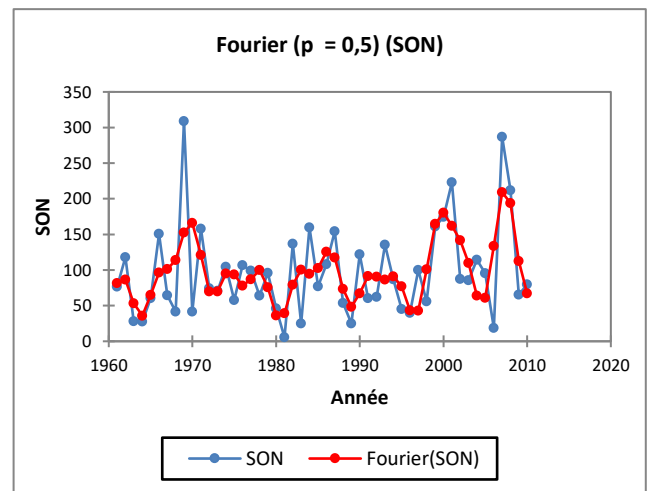


Figure 15: Lissage par transformée de Fourier des totaux de la saison SON de précipitations

### 1.1.2. Discussion :

L'une des caractéristiques principales de la pluviométrie, sur la station d'Essenia, est sa grande variabilité interannuelle. En effet, d'une année à l'autre le total annuel peut varier fortement. Le même constat peut se faire sur la variabilité saisonnière concernant ce paramètre crucial.

En ce que concerne les températures extrêmes ces dernières présentent une variabilité moins importante que les précipitations ceci est dû au fait qu'on est en train d'étudier des températures moyennes sur 365 jours ce qui rend l'explication de cette variabilité difficile.

Afin d'affiner l'étude on s'est intéressé à la tendance de ces paramètres pour répondre à la question suivante :

Est-ce que cette variabilité possède une certaine tendance ? Si oui qu'elles sont les saisons les plus affectées par cette tendance ?

## 1 . La tendance climatique :

Les formes que risquent de prendre les tendances climatiques et les changements climatiques correspondantes sont décrites de façon différente selon les auteurs. Dès 1966 l'organisation météorologique mondiale a essayé d'unifier la définition de la tendance.

La tendance climatique est un changement climatique caractérisé par une diminution ou un accroissement significatif régulier monotone des valeurs moyennes durant la période de relevé. Plusieurs tests existent pour mettre en évidence l'existence éventuelle d'une tendance, on peut citer ceux préconisés par la note 143 de l'organisation mondiale de la météorologie.

## 2) . Test de Spearman :

On calcule la corrélation entre la chronologie  $i$  et le rang  $y_i$  valeurs de la série. Plus la corrélation est grande et plus elle est significative. Ce coefficient est donné par l'expression :

$$r = 1 - (6 \sum_{i=1}^n (y_i - i)^2 / n(n^2 - 1))$$



$i$ : la chronologie.

$i_y$ : le rang

### . Test de Mann Kendall :

Soit la série  $X_i$ ,  $i$  variant de 1 à  $n$ . On calcule pour chaque élément, le nombre d'élément qui le précède et qui lui sont inférieurs et l'on fait la somme de ces nombres ( $t$ ). Plus ( $t$ ) est grand et plus l'organisation de la série est importante.

La variable ( $t$ ) est distribuée selon une loi normale avec :

$$E(t) = n \times (n - 1) / 4 \quad \text{Var}(t) = n \times (n - 1) \times (2n + 5) / 72$$

On cherche la probabilité  $\alpha$  à l'aide de la loi normale centrée réduite tel que

$$\alpha = \text{prob}(|u| > u(t)) \quad \text{avec} \quad u(t) = (t - E(t)) / \sqrt{\text{var}(t)}$$

L'hypothèse nulle (absence de tendance) est acceptée ou rejetée au niveau de signification  $\alpha$  pour un seuil de 0.05 selon que l'on a  $I > \alpha_0$  ou  $I < \alpha_0$ .

Lorsque les valeurs de  $u(t)$  sont significatives (Sneyers.R, 1975), on déduit que la tendance est croissante ou décroissante selon que  $u(t)$  est positif ou négatif.

Il reste à souligner que l'un et l'autre de ces tests possèdent la même efficacité. Toutefois lorsqu'une série présente une tendance significative et que l'on désire situer l'époque à partir de laquelle la tendance s'est manifestée, la statistique du second test (Mann Kendall) se prête mieux au calcul progressif et rétrograde nécessaire à cet effet. On fait la même procédure qu'avant, en inversant la direction du calcul ; la variable  $u(t')$  obtenue est appelée série rétrograde. Le point d'intersection de  $u(t')$  avec  $u(t)$  donne le début de la tendance.

La significativité des tendances est évaluée, dans notre étude, à l'aide du test Mann-Kendall.

Ce test a l'avantage d'être non paramétrique (ne fait aucune hypothèse sur la distribution sous-jacente des données) et il est recommandé à l'heure actuelle par l'OMM.

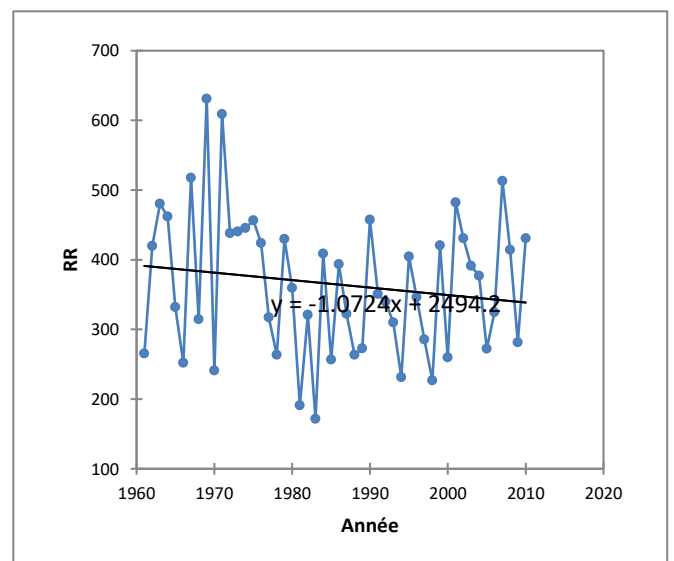
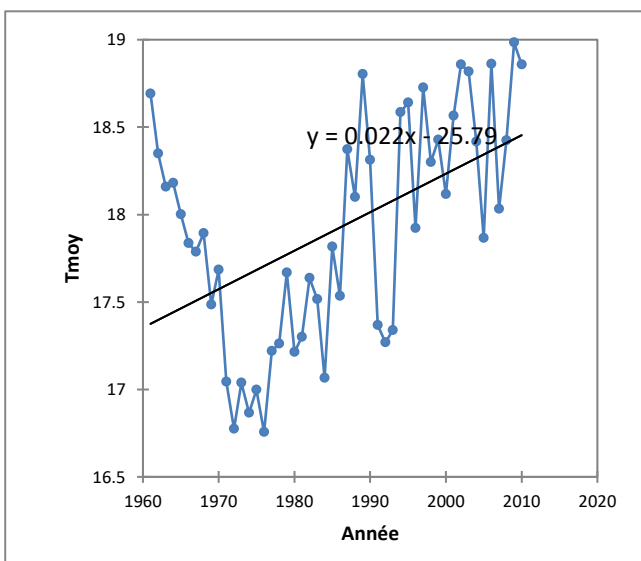
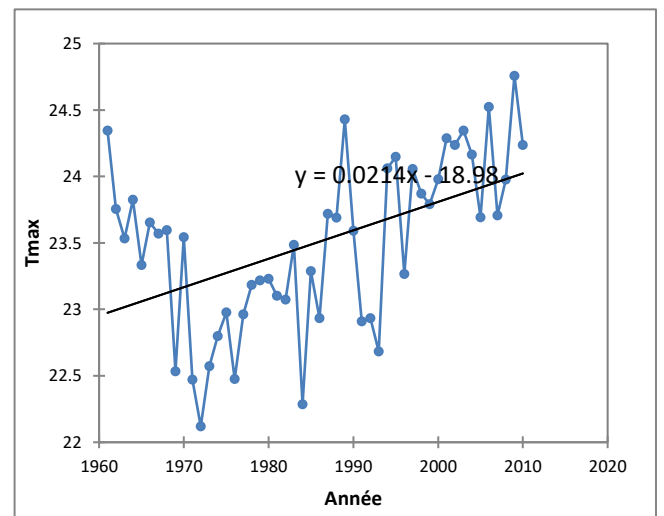
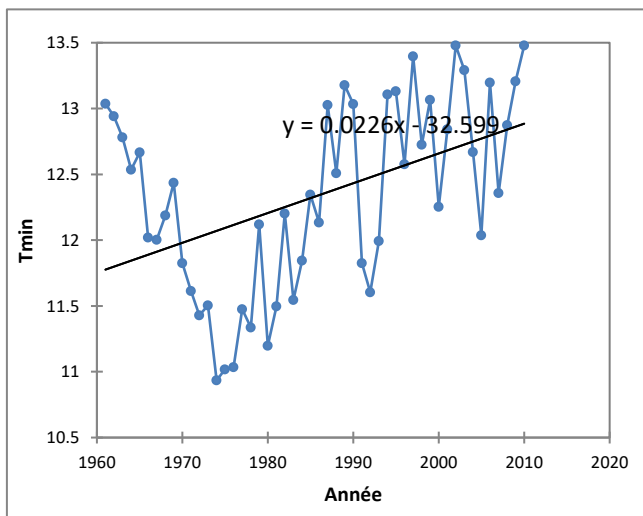
Une tendance est considérée significative si la p-value relative au test est inférieure à 0.05 ; soit une significativité au seuil 95%.

Les hypothèses du test sont les suivantes :

**H0** : Il n'y a pas de tendance dans la série

**H1** : Il existe une tendance dans la série

Etude annuelle:



Les figures ci-dessus présentent en bleu l'évolution des paramètres considérés (températures minimales, maximales, moyenne et totaux annuels de précipitations) et en noir la courbe de la tendance obtenue à partir de la régression linéaire simple.

Après examen des courbes on peut constater que l'évolution ne s'est pas déroulée avec le même taux de variation.

De nouveau, si on regarde juste la tendance générale de la chronique, on observe une tendance d'augmentation pour les températures moyennes, minimales et maximales alors que les totaux annuels des précipitations montre une légère baisse pendant la période considérée.

Afin de confirmer ces tendances les résultats obtenues par l'application du test précédent qui sont résumées dans le tableau ci-dessous

	Tau de Kendall	S	Var(S)	p-value (bilatérale)	alpha
Tmin	0.323	396.000	14290.667	0.001 (*)	0.05
Tmax	0.343	420.000	14290.667	0.000 (*)	0.05
Tmoy	0.346	424.000	14290.667	0.000 (*)	0.05
RR	-0.090	-110.000	14290.667	0.362	0.05

: **Tableau 1** Les résultats du test de Mann Kendall

Pour la période entière, uniquement la tendance de précipitations annuelles qui n'est statistiquement pas signifiante. La tendance vers la hausse des températures extrêmes est hautement significative et elle est de l'ordre de 0.25°C par décennie.

Pour comprendre la répartition de cette tendance on a procédé à l'étude de l'évolution de ces paramètres à l'échelle saisonnière.

# 1) Etude saisonnière :

## 2. .Séries de températures :

Les moyennes annuelles de températures ont été calculées pour la station d'étude et pour les deux variables étudiées, les températures minimales (Tmin) et maximales (Tmax). sont les tendance, obtenues par régression linéaire.

### 2.1.1.1.1. . Etude de Températures minimales saisonnière :

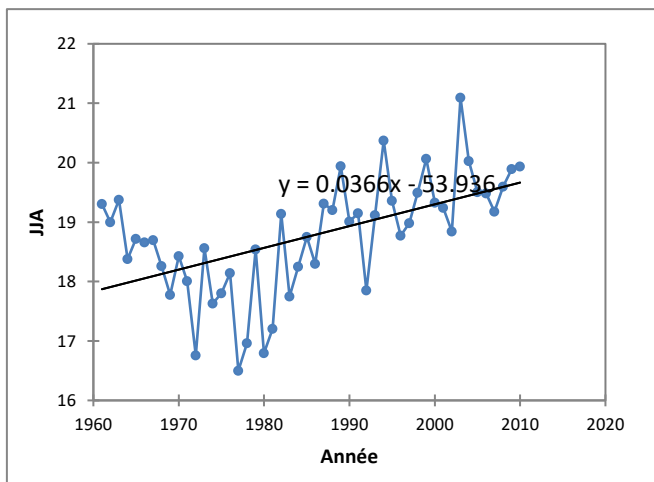


Figure 22: tendance des températures moyennes minimales pour la saison JJA

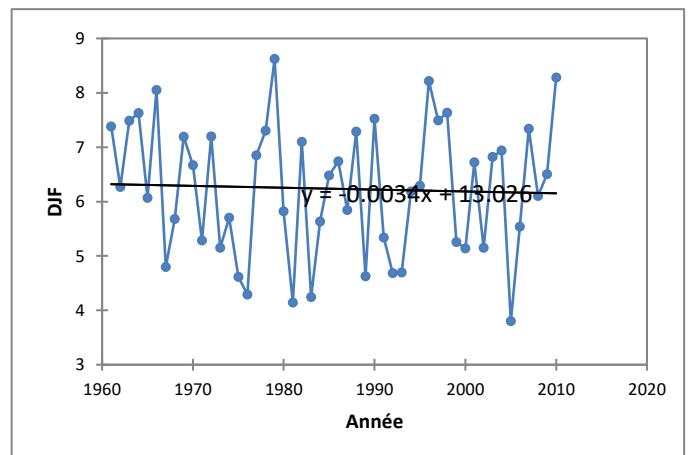


Figure 21: tendance des températures moyennes minimales pour la saison DJF

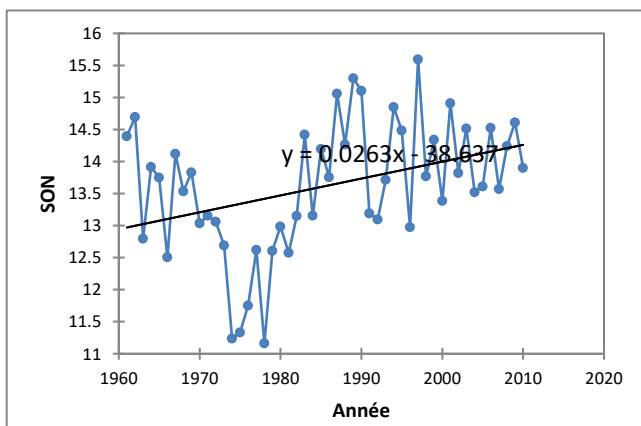


Figure 24: tendance des températures moyennes minimales pour la saison SON

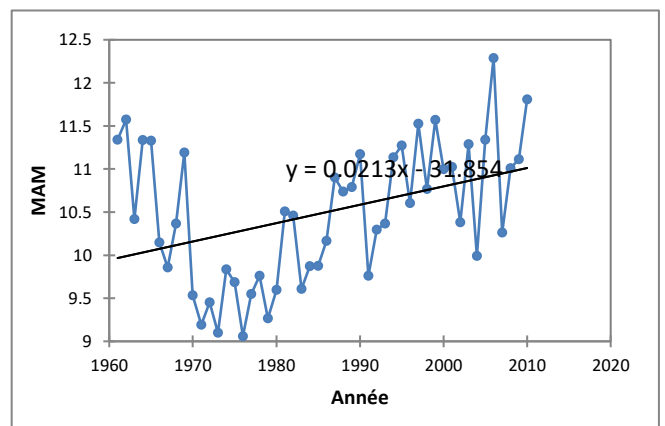


Figure 23: tendance des températures moyennes minimales pour la saison MAM

L'examen des tendances des températures minimales indique une évolution nette vers la hausse pour les saisons MAM, JJA et SON alors que la saison DJF présente une tendance à la baisse trop faible.

	Tau de Kendall	S	Var(S)	p-value (bilatérale)	Alpha
DJF	-0.020	-25.000	14291.667	0.841	0.05
MMA	0.290	355.000	14291.667	0.003 (*)	0.05
JJA	0.407	499.000	14291.667	<0.0001 (*)	0.05
SON	0.252	308.000	14290.667	0.010 (*)	0.05

Tableau 2: Les résultats du test de Mann Kendall

Les statistiques de MANN KENDALL appliquées à la série de températures moyennes saisonnières minimales reflètent également une tendance positive significative pour les saisons MAM, JJA et SON au seuil de 5% tandis que celle de la saison DJF est non significative.

### 3. Etude de T max saisonniers:

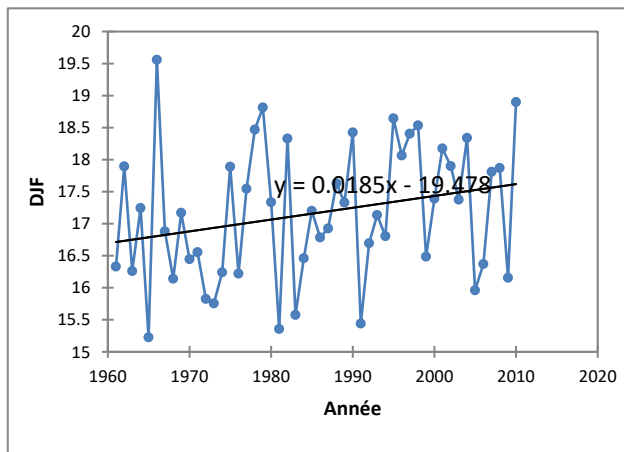


Figure 26: tendance des températures moyennes maximale pour la saison DJF

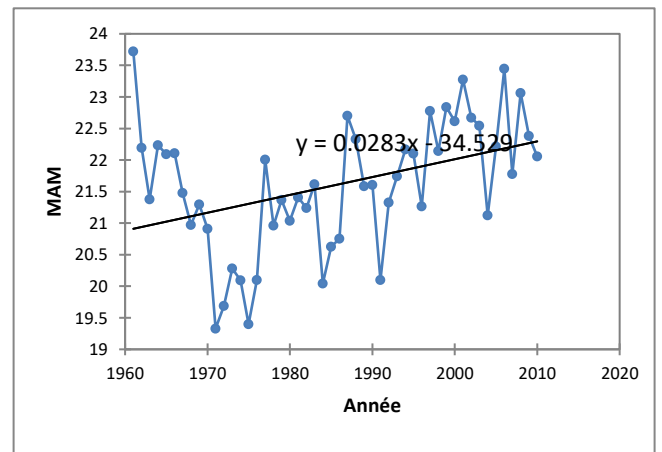


Figure 25: tendance des températures moyennes maximale pour la saison DJF

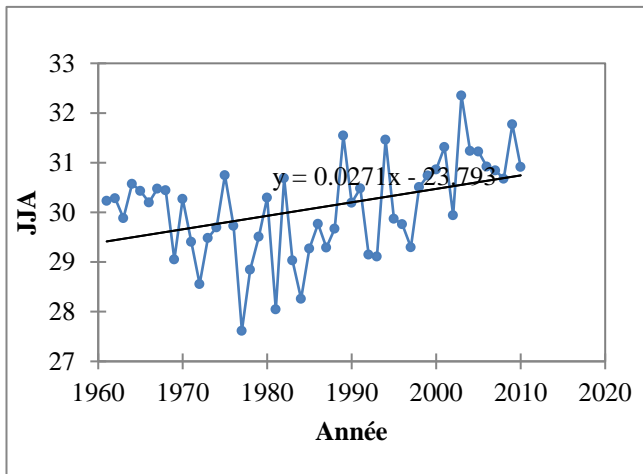


Figure 28: tendance des températures moyennes maximale pour la saison JJA

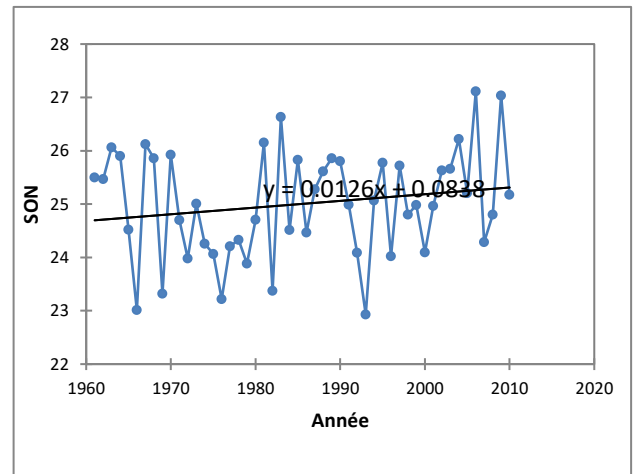


Figure 27: tendance des températures moyennes maximale pour la saison JJA

l'évolution des températures maximales saisonnières. Elles montrent une fluctuation autour de la moyenne, avec une tendance à la hausse qui n'est significative que pour les saisons MAM et JJA.

	Tau de Kendall	s	Var(S)	p-value (bilatérale)	alpha
DJF	0.187	229.000	14291.667	0.056	0.05
MAM	0.295	361.000	14291.667	0.003 (*)	0.05
JJA	0.282	345.000	14291.000	0.004 (*)	0.05
SON	0.087	107.000	14291.667	0.375	0.05

Tableau 3: Les résultats du test de Mann Kendall

### 3.1.1. Etude de températures moyennes saisonnières :

La température moyenne quotidienne est définie comme la demi-somme de la température minimale et maximale quotidienne. La température moyenne d'une saison (ou une année) donnée est égale à la moyenne des températures quotidiennes de tous les jours de cette saison (ou année). Les figures représentent les tendances calculées sur la période 1960-

2010, au niveau de la station météorologique d'Oran, pour la température moyenne saisonnière.

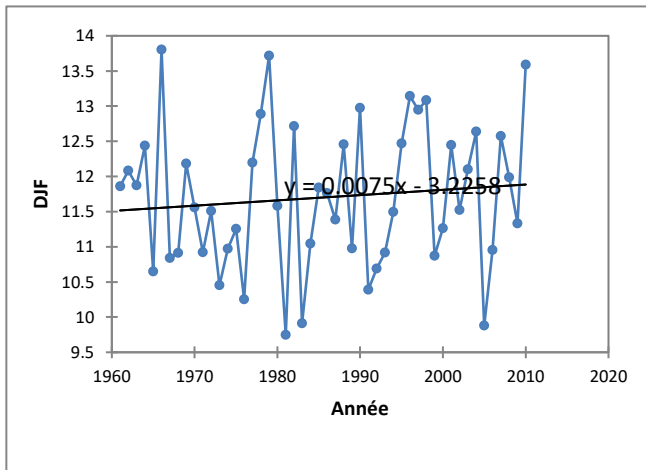


Figure 29: Les résultats du test de Mann Kendall

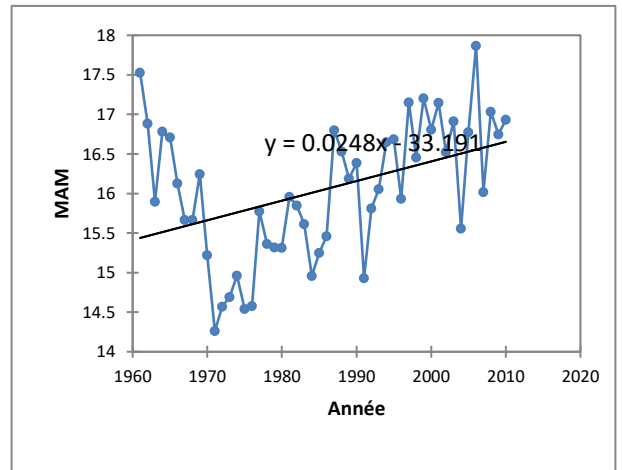
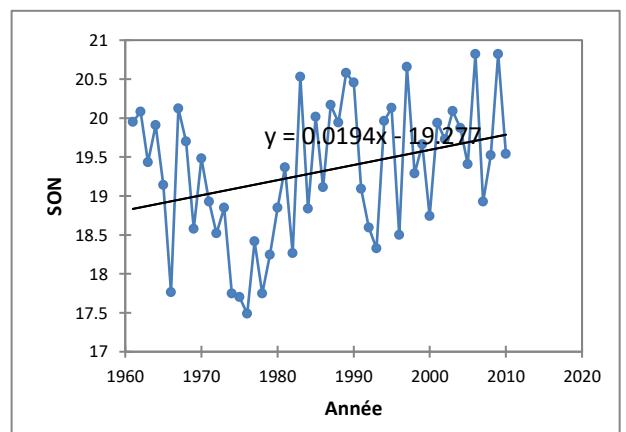
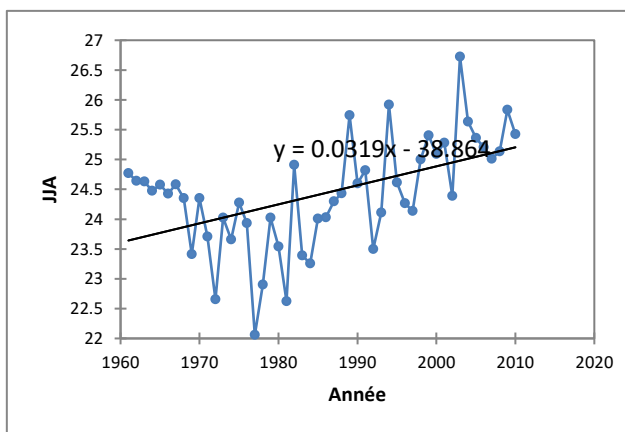


Figure 30: Les résultats du test de Mann Kendall



Le réchauffement du climat au niveau de la station durant la période 1960- 2010 est bien évident pour l'ensemble des saisons apparaissant moins accentué pour la saison DJF. Alors que uniquement les tendances des saisons MAM et JJA qui sont statistiquement significatives selon le test de MANN KENDALL au seuil de 0.05

	Tau de Kendall	s	Var(S)	p-value (bilatérale)	alpha
DJF	0.091	111.000	14291.667	0.358	0.05
MAM	0.308	377.000	14291.667	0.002 (*)	0.05
JJA	0.329	403.000	14291.667	0.001 (*)	0.05
SON	0.184	225.000	14291.667	0.061	0.05

**Tableau 4 Les résultats du test de Mann Kendall**

Ces trois variables Tmin, Tmax et par conséquent leur moyenne ont subi une augmentation, ce réchauffement semble avoir été plus important pour les températures maximales que pour les températures minimales, bien que la différence entre les deux soit très faible. Cette augmentation est significative selon le test de Mann Kendall au seuil de 95 % essentiellement pour les saisons MAM et JJA.

Il est possible d'attribuer cette augmentation à une recrudescence de la croissance des agglomérations et par conséquent de l'impact des îlots de chaleur urbains.

### **3.1.2. Séries de précipitations :**

Pour tester la cohérence des séries de cumuls annuels de précipitations de chaque saison, le même procédé que pour les températures a été appliqué. Ainsi, ces cumuls annuels sont également bien corrélés à la moyenne annuelle globale des cumuls, ce qui nous permet de considérer que les 59 séries ont une bonne cohérence d'ensemble et sont donc comparables. Les moyennes annuelles sur Oran, calculées à partir des moyennes des cumuls des 59 séries, sont illustrées sur les graphiques ci-dessous. Contrairement aux températures, il existe une tendance à la diminution des précipitations ; une diminution significative selon le test de Mann Kendal uniquement sur les deux saisons MAM et JJA. Une significativité déjà observée pour les mêmes saisons sur les températures.



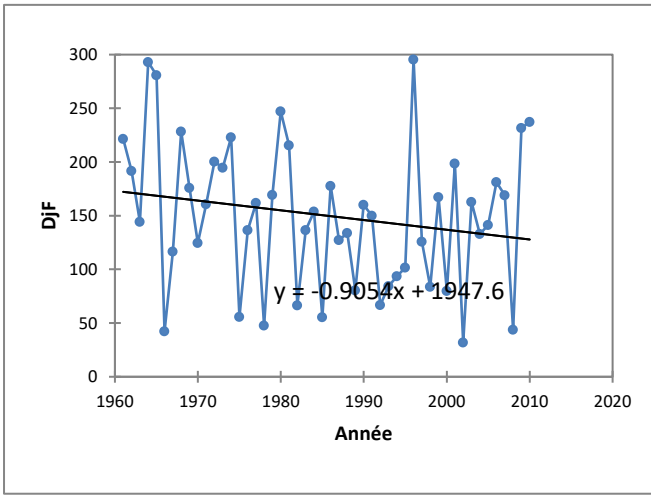


Figure 32: tendance des précipitations moyenne pour la saison DJF

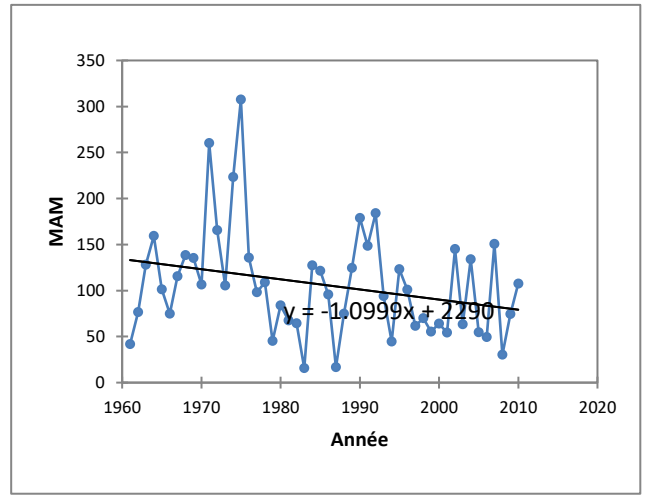


Figure 31: tendance des précipitations moyenne pour la saison MAM

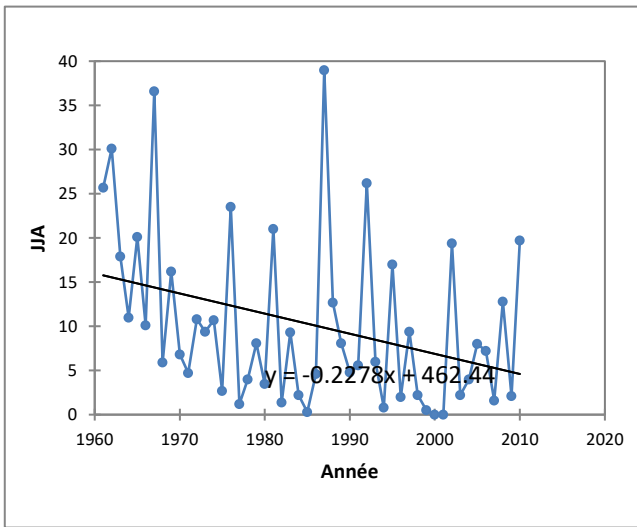


Figure 34: tendance des précipitations moyenne pour la saison JJA

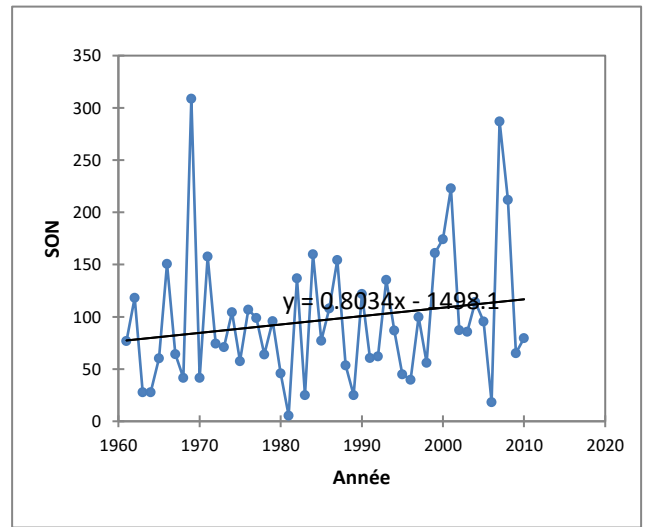


Figure 33: tendance des précipitations moyenne pour la saison JJA

La tendance globale est la même pour l'ensemble des saisons à l'exception de la saison septembre-octobre- novembre, c'est-à-dire que malgré la différence de précipitations entre les saisons, leurs variations semblent assez bien corrélées.

Saison	Tau de Kendall	s	Var(S)	p-value (bilatérale)	alpha
DJF	-0.113	- 139.000	14291.66 7	0.248	0.005
MAM	-0.198	- 243.000	14291.66 7	0.043 (*)	0.05
JJA	-0.274	- 335.000	14285.00 0	0.0005 (*)	0.05
SON	0.127	156.00 0	14290.66 7	0.195	0.05

Tableau 5: Les résultats du test de Mann Kendall

Si on regarde la tendance générale de la chronique en appliquant la régression sur tout l'intervalle 1960-2010, on observe une tendance de diminution pour les saisons DJF, MAM et JJA alors que la saison SON présente une légère tendance à la hausse.

## 6. Conclusions sur les résultats des traitements statistiques des séries données :

On constate que :

Globalement, les températures ont augmenté depuis 1960. Ce réchauffement récent, n'a pas été homogène sur l'ensemble de l'année. Les précipitations ont aussi varié significativement.

Les paramètres climatiques ont été étudiés indépendamment de chaque saison. Voici les conclusions par saisons :

### Hiver : Décembre-Janvier-Février

La station a enregistré un refroidissement léger sur les températures minimales alors que les Tmax ont augmenté. La tendance est à la diminution non significative des cumuls de pluie

### **.Printemps : Mars-Avril-Mai**

C'est clairement la saison qui se réchauffe le plus. La quantité globale de pluie étant en diminution significative.

### **Eté : Juin-Juillet-Août**

Par rapport à l'hiver, la croissance est plus significative des T<sub>min</sub> et T<sub>max</sub>. Les cumuls de pluies sont en diminution significative.

### **Automne : Septembre-Octobre-Novembre**

L'augmentation des T<sub>max</sub> est la moins importante et non significative. Pour les T<sub>min</sub> aussi l'accroissement est plus faible que pour les autres saisons. Les précipitations ont légèrement augmenté. Cela signifie qu'en automne, il pleut globalement plus, c'est-à-dire plus souvent et en plus grande quantité.

## **2 . *La station d'Oran :***

### **3 . Analyse des tendances moyennes :**

Les formes que risquent de prendre les tendances climatiques et les changements climatiques qui peuvent correspondre sont décrites de façon différente selon les auteurs. Dès 1966 l'organisation météorologique mondiale a essayé d'unifier la définition de la tendance.

La tendance climatique est un changement climatique caractérisé par une diminution ou un accroissement significatif régulier monotone des valeurs moyennes durant la période de relevé. Plusieurs tests existent pour mettre en évidence l'existence éventuelle d'une tendance, pour les besoins de cette étude on s'est intéressé au test de Mann Kendall présenté dans le chapitre deux.

Dans ce qui suit une tendance est considérée significative si la p-value relative au test est inférieure à 0.05 ; soit une significativité au seuil 95%.

On rappelle que dans le chapitre précédent la chronique utilisée pour évaluer la tendance climatique s'étale sur la période 1960-2010 (données mensuelles) alors que dans cette partie la série utilisée couvre la période 1980-2010 à l'échelle quotidienne.

## 7. . La station d'Oran :

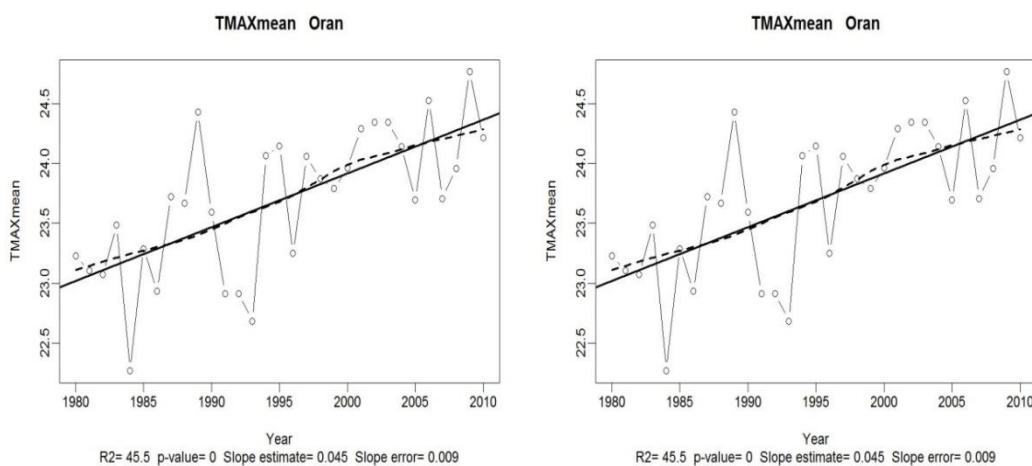
### 1. . Analyse des tendances moyennes :

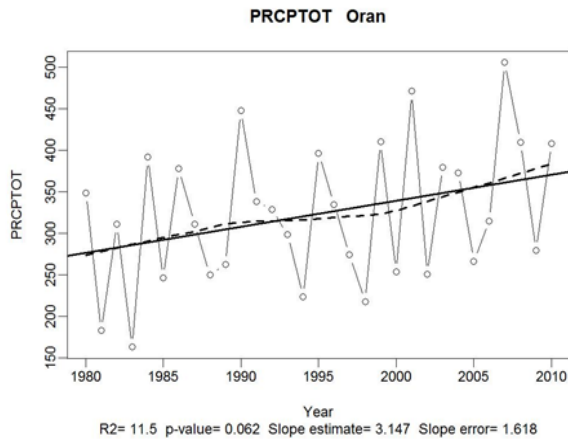
Les formes que risquent de prendre les tendances climatiques et les changements climatiques qui peuvent correspondre sont décrites de façon différente selon les auteurs. Dès 1966 l'organisation météorologique mondiale a essayé d'unifier la définition de la tendance.

La tendance climatique est un changement climatique caractérisé par une diminution ou un accroissement significatif régulier monotone des valeurs moyennes durant la période de relevé. Plusieurs tests existent pour mettre en évidence l'existence éventuelle d'une tendance, pour les besoins de cette étude on s'est intéressé au test de Mann Kendall présenté dans le chapitre deux.

Dans ce qui suit une tendance est considérée significative si la p-value relative au test est inférieure à 0.05 ; soit une significativité au seuil 95%.

On rappelle que dans le chapitre précédent la chronique utilisée pour évaluer la tendance climatique s'étale sur la période 1960-2010 (données mensuelles) alors que dans cette partie la série utilisée couvre la période 1980-2010 à l'échelle quotidienne.





:Figure 35: Les résultats du test de Mann Kendall

### 1.1.1. . Tendances des indices dérivés :

### 1.1.2. . Indice liés à la température :

#### a) TN90P :

Cet indice véhicule une information sur l'évolution des nuits chaudes ; ces dernières sont marquées par une tendance à la hausse significative à un seuil de 95 % de l'ordre de 0.196 nuit/5 Années ; une tendance locale vers une augmentation a été observée avant 1993, alors que la stationnarité a caractérisé la période 1993-2010.

#### b) TX90P :

L'année 1995 a été observée comme une date de changement de régime qui dénote une augmentation avant cette date et une quasi-absence de tendance locale après.

La tendance générale vers la hausse significative a été donc gérée par l'évolution au début de la période de l'étude.

#### c)SU25 :

La tendance ainsi détectée sur l'indice SU25 est celle d'une croissance significative. Pas de tendance locale bien identifiée sauf une petite inflexion observée vers 1999, une année à partir de laquelle l'augmentation est beaucoup plus nette.

**d)TR20 :**

Une tendance générale de l'indice TR20 vers une augmentation estimée à 0.0771 nuit/5 année significative statistiquement à 95%.Par ailleurs, cette tendance permet de dégager l'année 1993 comme celle séparant deux évolutions locales. La première repérée par une augmentation du TR20 plus importante avant 1993 ; alors que l'autre tendance locale se caractérise plutôt par une augmentation faible de cet indice voire presque une stationnarité.

**e) TXX :**

Si l'on observe l'évolution des TXX dans notre période d'étude, on remarque que les maxima absolus ont pour tendance une hausse non significative au cours des 3 décennies ; il faut noter que cet indice a été caractérisé dans la première décennie par une hausse, alternée d'une baisse entre 1990-2000 et une croissance durant la période de 2000-2010.

**F)TXN :**

Les TXN sont marquées par une tendance croissante faible non significative de l'ordre de 0.047°C/5 année, cette évolution s'est observée durant la période 1980-1995, alors que la baisse a caractérisé la seconde période de notre domaine temporel.

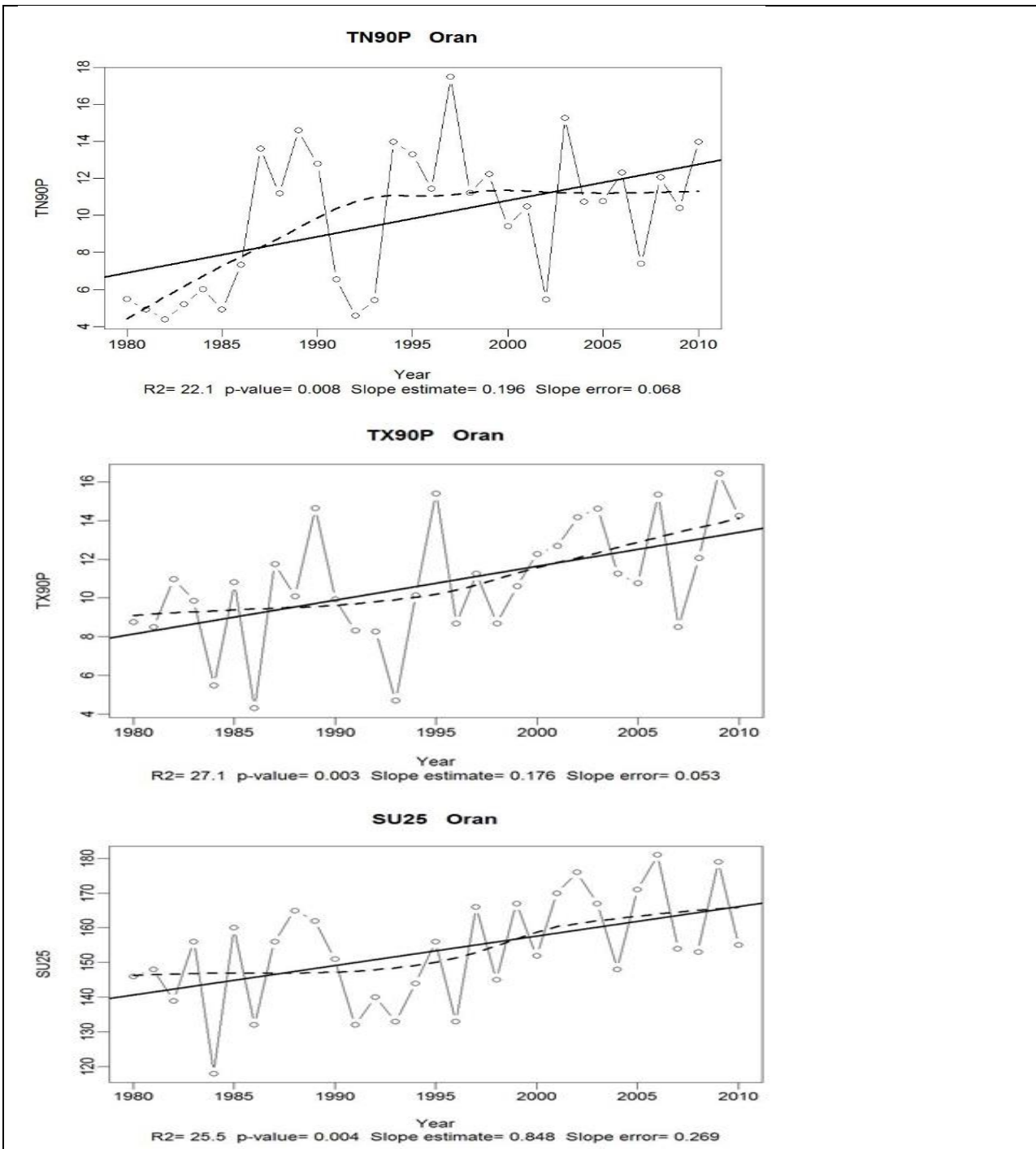


Figure 36: Évolution des indices dérivés de précipitations entre 1980 et 2010 (ORAN)

### : étude des projections climatique

Afin d'exploiter l'information climatique de grande échelle disponible dans les scénarios proposés par les modèles climatiques globaux (MCG), pour dériver des scénarios régionaux voire locaux des variables météorologiques d'intérêt, une désagrégation statistique par la méthode de générateur stochastique des séries, sera menée dans ce chapitre.

Cette dernière va permettre la production de données quotidiennes calibrées, représentant des scénarios de changement climatique.

Données et outils :

Données :

Les données quotidiennes des précipitations, températures maximales et minimales sur la station Es-sénia Oran provenant de l'office national de la météorologie couvrant la période, seront utilisées.

Le choix de la station est dicté, par la présence des données quotidiennes (moins de 2 % de lacunes), et les données issues de la station, sont considérées comme représentatives du climat de l'Oranie.

A noter que les lacunes ont été comblées par la moyenne mensuelle du mois.

Outils :

Long Ashton Research station Weather Générateur Model (LARS-WG) Version 5.5 :

Le modèle LARS-WG est l'un des modèles météorologiques stochastiques le plus utilisé pour générer des précipitations, températures maximales et minimales à l'échelle quotidienne sous le climat actuel et futur. La première version de LARS-WG a été créée à Budapest en 1990 (Semenov et Barrow).

Une étude de Semenov (2008) a validé LARS-WG sur plusieurs sites à travers le monde.

Les modèles utilisés :

1-Le modèle HADCM3 : décrit par Gordan et al (2000), ce modèle a été créé par l'institut anglais « Hadley centre ».

L'utilisation de ce modèle est la prédiction de changement de climat futur.

Sa résolution spatiale (composantes océanique et atmosphérique) est de  $2,2^{\circ} \times 3,75^{\circ}$

2-Le modèle IPCM4 (IPSL) : développé par l'institut Pierre Simon Laplace-France-

L'utilisation de ce modèle est la prédiction de changement du climat futur.

Sa résolution spatiale (composantes océanique et atmosphériques) est de  $2,5^{\circ} \times 3,75^{\circ}$

Les scénarios exploités sont A1B, A2 et B1.

Création de scénarios climatiques à partir des données du MCG :

La première étape de notre étude consiste à établir des scénarios à partir des données générés par les modèles climatiques, le but est de mener une étude comparative entre les



modèles choisis et les scénarios d'émission de gaz à effet de serre exploités sur trois horizons à savoir

L'horizon 2020 : 2010/2030

L'horizon 2055 : 2046/2065

L'horizon 2090 :2080/2099

Pour chacun de ces trois horizons, la variation de la moyenne par rapport à la période de référence est calculée selon les formules suivantes :

-Pour les précipitations :

$$\text{Climat futur (local)} = \text{climat passé (local)} \times \Delta [\text{Climat futur (global)} / \text{climat passé (global)}]$$

-Pour les températures :

$$\text{Climat futur (local)} = \text{climat(local actuel)} + \Delta [\text{climat futur(global)} - \text{climat passé(global)}]$$

Les figures ci-dessous présentent l'évolution mensuelle des précipitations sur l'Oranie à différents horizons selon les trois modules utilisés.

A noter que pour le modèle BCM2 seuls les scénarios A1B et B1 qui sont exploités.

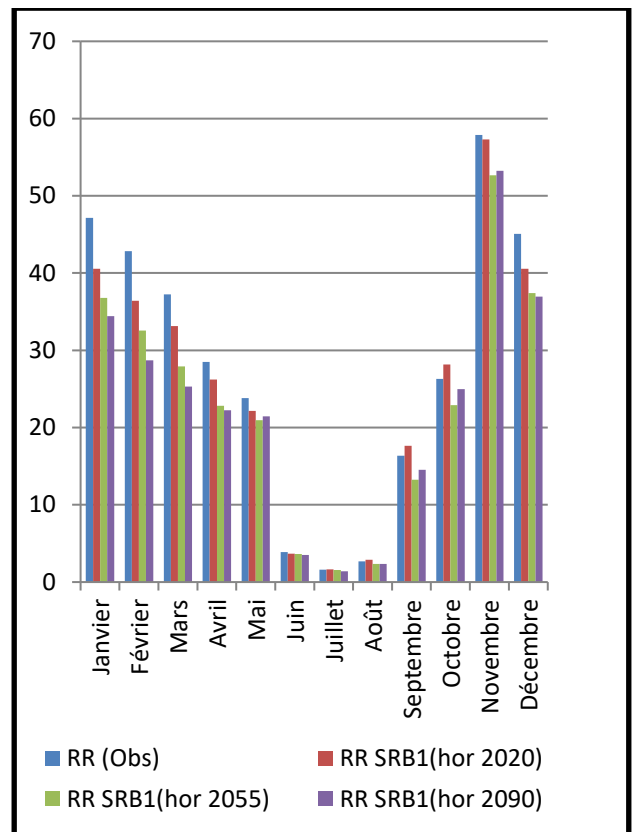
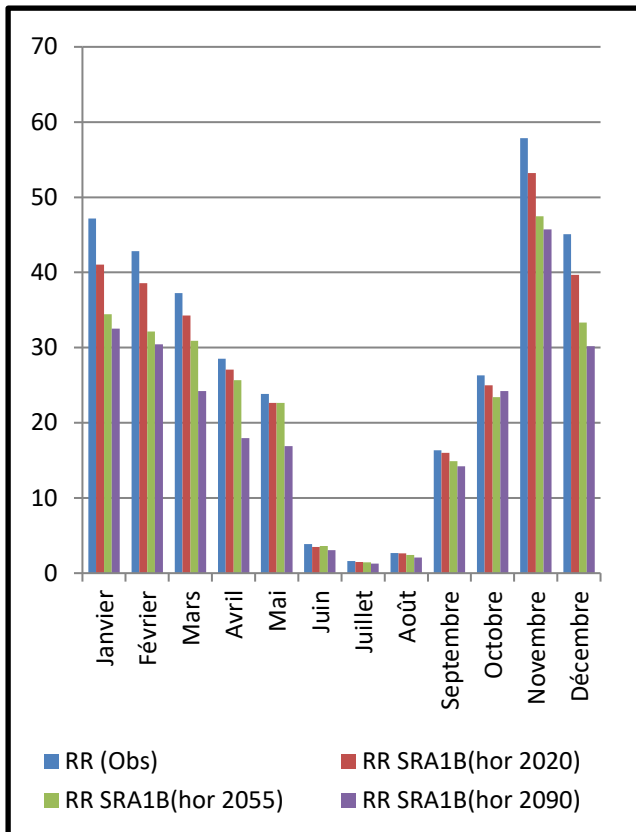


Figure 37: Evolution mensuelle des précipitations sur l’Oranie à différents horizons selon le modèle BCM2

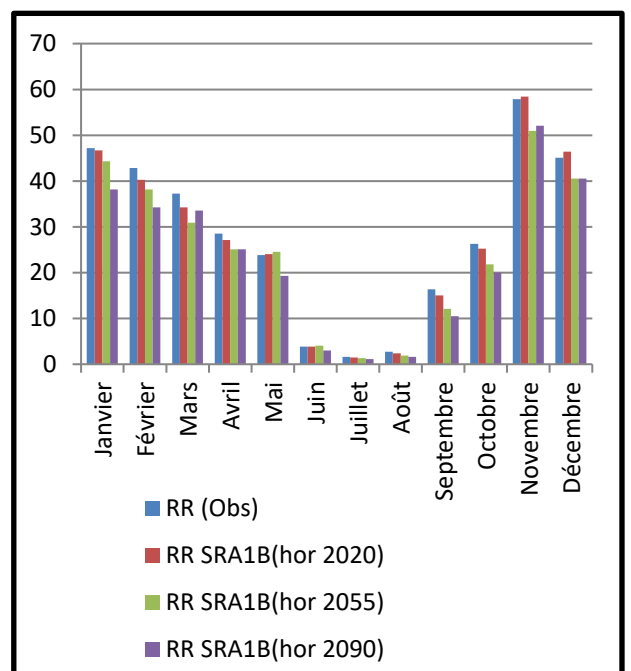
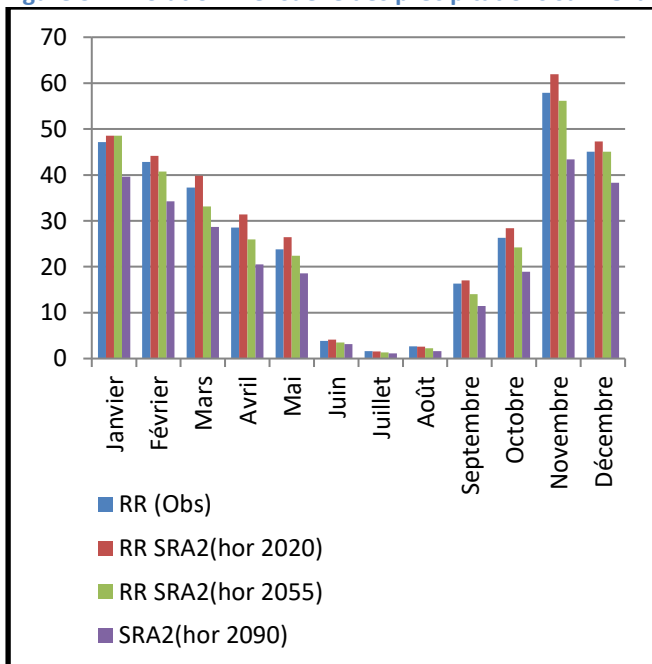


Figure 38 Evolution mensuelle des précipitations sur l’Omanie à différents horizons selon le modèle IPCM4

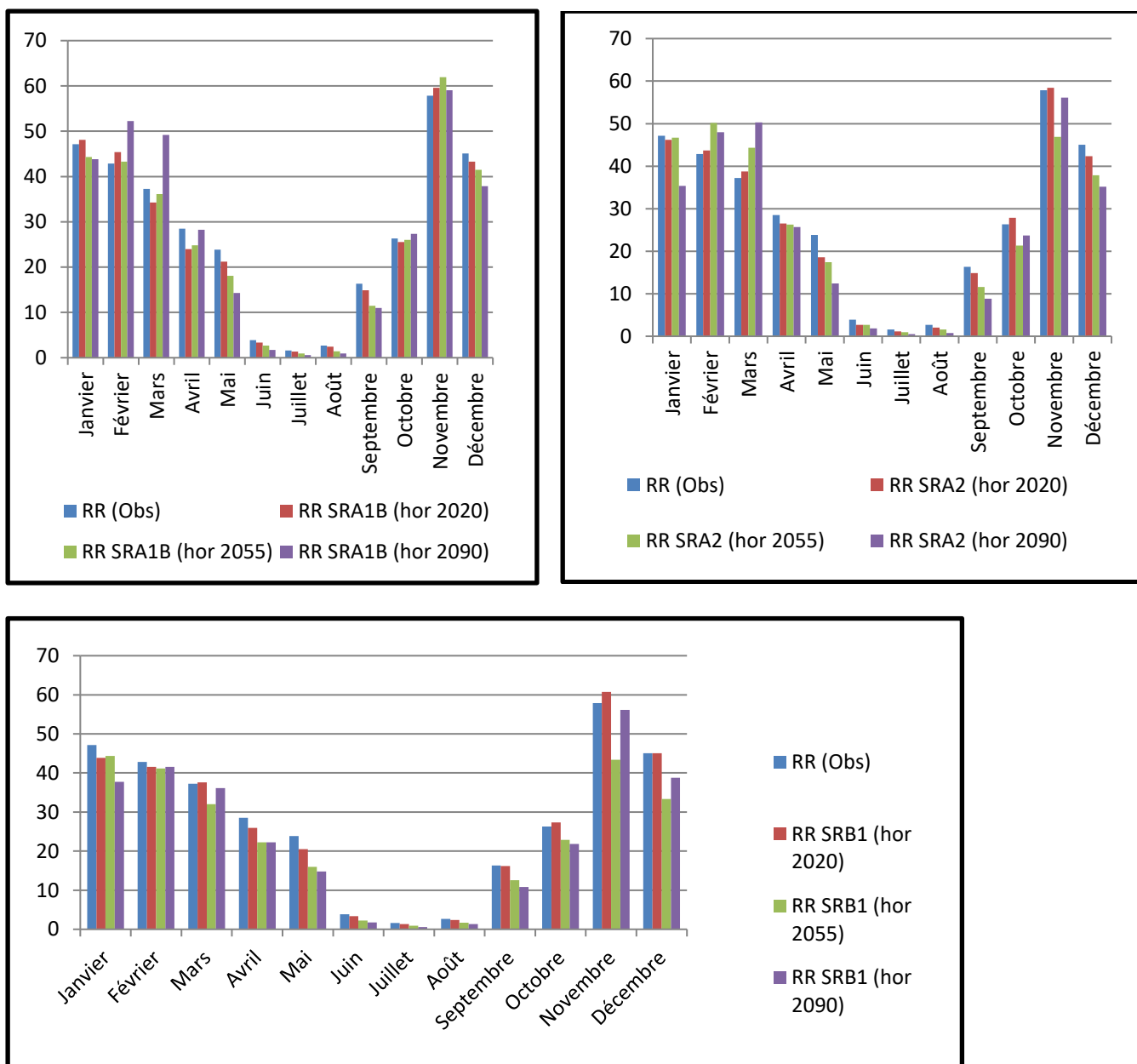


Figure 39 Evolution mensuelle des températures maximales sur l'Oranie à différents horizons selon le modèle BCM2

### Discussions :

Selon le modèle HADCM3 scénario A1B, une diminution de précipitations sur l'ensemble des mois de l'année est prévue à l'horizon 2020, à l'exception des mois de la saison d'automne, ou le modèle prévoit une légère hausse de l'ordre de 2 à 6 % par rapport à la période de référence. (1980-2010).

La hausse prévue, durant cette saison est probablement due au caractère local des pluies et généralement, ces dernières prennent le caractère d'averse, donc la forte variabilité des pluies lors de la saison automnale, peut engendrer cette hausse.

Pour les horizons 2055 et 2090, les valeurs simulées par le modèle HADCM 3 sont en diminution importante par rapport à la période de référence (1980-2010), cette diminution est plus marquée à l'horizon 2090 notamment pour les mois de la saison hivernale.

Contrairement au scénario moyen A1B, selon le scénario A2, le modèle HADCM3 simule des quantités supérieures à celles observées pendant la période de référence pour l'ensemble des mois de l'année à l'horizon 2020, alors qu'une baisse régulière est prévue sur les deux horizons 2055 et 2090.

Le scénario B1 converge vers le même résultat prévu par le scénario moyen A1B, autrement dit, une baisse selon l'ensemble des mois est prévue à l'horizon 2020 sauf, pour la saison automnale, la diminution prévue pour les horizons 2055 et 2090 n'est pas accentuée comme celle prévue selon le scénario A1B.

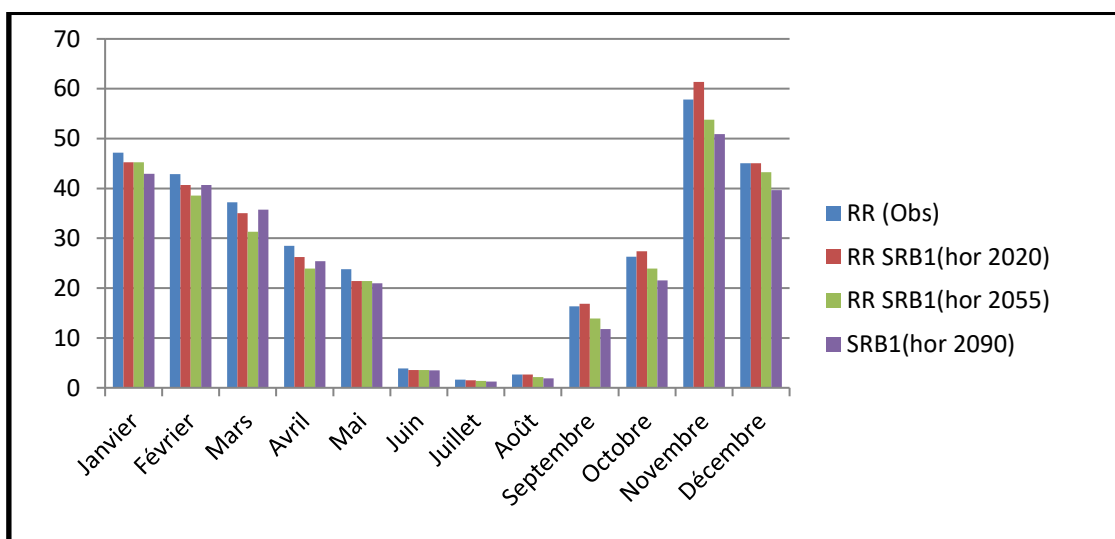


Figure 40 Evolution mensuelle des températures maximales sur l'Oranie à différents horizons selon le modèle BCM2



Discussions :

Selon le modèle HADCM3 scénario A1B, une diminution de précipitations sur l'ensemble des mois de l'année est prévue à l'horizon 2020, à l'exception des mois de la saison d'automne, où le modèle prévoit une légère hausse de l'ordre de 2 à 6 % par rapport à la période de référence (1980-2010).

La hausse prévue, durant cette saison est probablement due au caractère local des pluies et généralement, ces dernières prennent le caractère d'averse, donc la forte variabilité des pluies lors de la saison automnale, peut engendrer cette hausse.

Pour les horizons 2055 et 2090, les valeurs simulées par le modèle HADCM 3 sont en diminution importante par rapport à la période de référence (1980-2010), cette diminution est plus marquée à l'horizon 2090 notamment pour les mois de la saison hivernale.

Contrairement au scénario moyen A1B, selon le scénario A2, le modèle HADCM3 simule des quantités supérieures à celles observées pendant la période de référence pour l'ensemble des mois de l'année à l'horizon 2020, alors qu'une baisse régulière est prévue sur les deux horizons 2055 et 2090.

Le scénario B1 converge vers le même résultat prévu par le scénario moyen A1B, autrement dit, une baisse selon l'ensemble des mois est prévue à l'horizon 2020 sauf, pour la saison automnale, la diminution prévue pour les horizons 2055 et 2090 n'est pas accentuée comme celle prévue selon le scénario A1B.

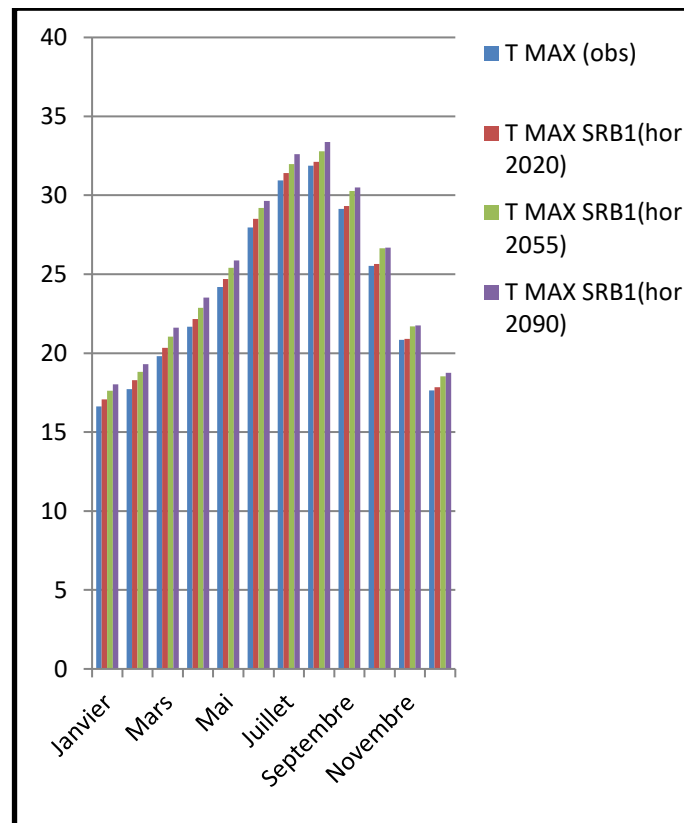
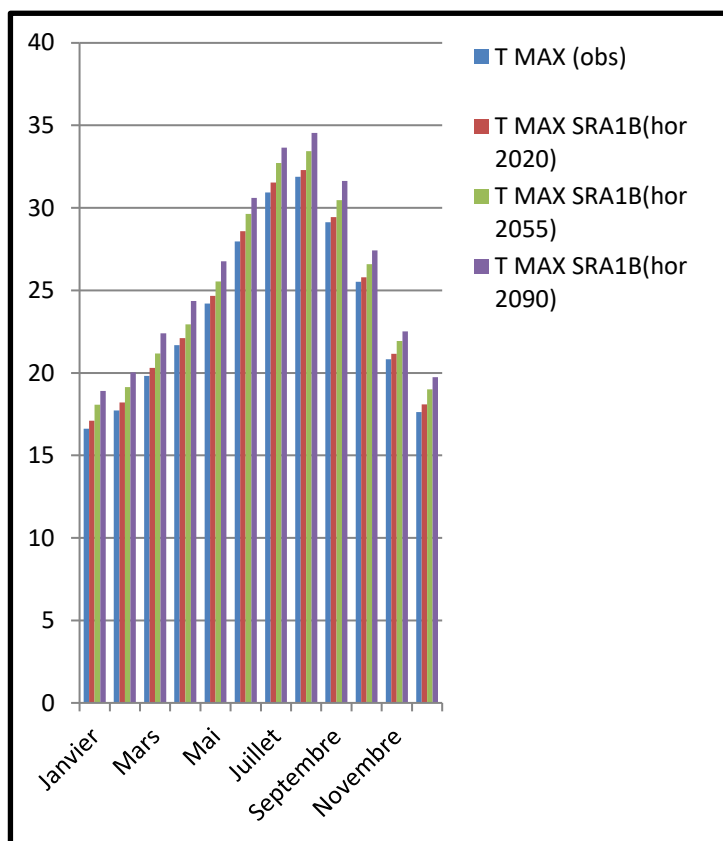


Figure 41 Evolution mensuelle des températures maximales sur l’Oranie à différents horizons selon le modèle IPCM4

**Il s’avère que les évolutions mensuelles des températures maximales reproduites par le modèle BCM2 sur ses deux versions SRA1B et SRB1 montrent une tendance vers la hausse des températures maximales pour l’ensemble des périodes d’horizon examinées et pour l’ensemble des mois de janvier à décembre.**

Il est important de noter que l’évolution mensuelle positive de la température maximale continue à accroître en considérant une période de simulation plus longue de telle façon que celles simulées pour l’horizon 2020 sont plus basses que celles simulées pour l’horizon 2090.

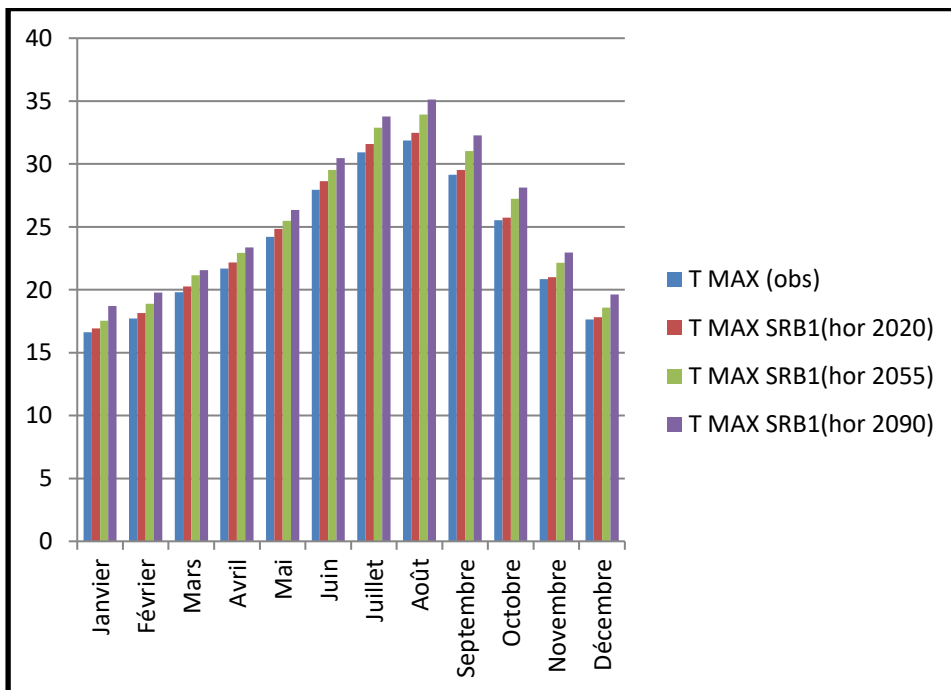
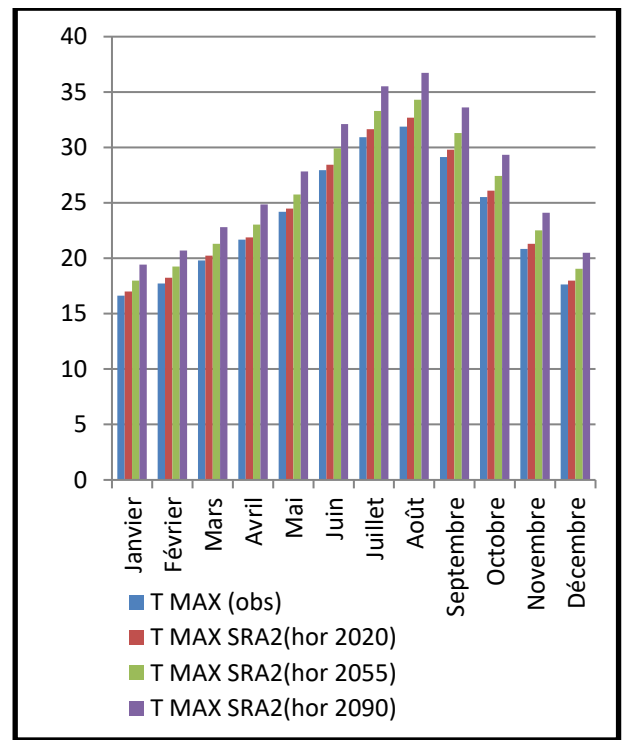
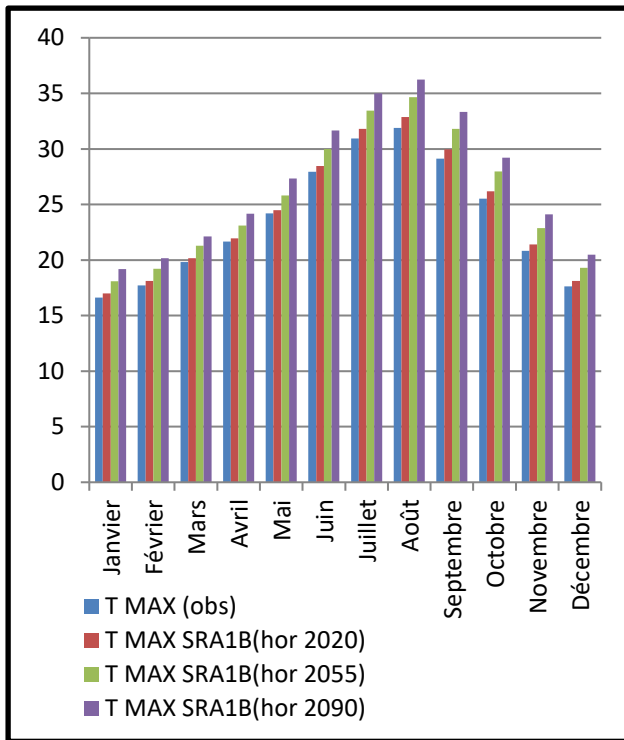
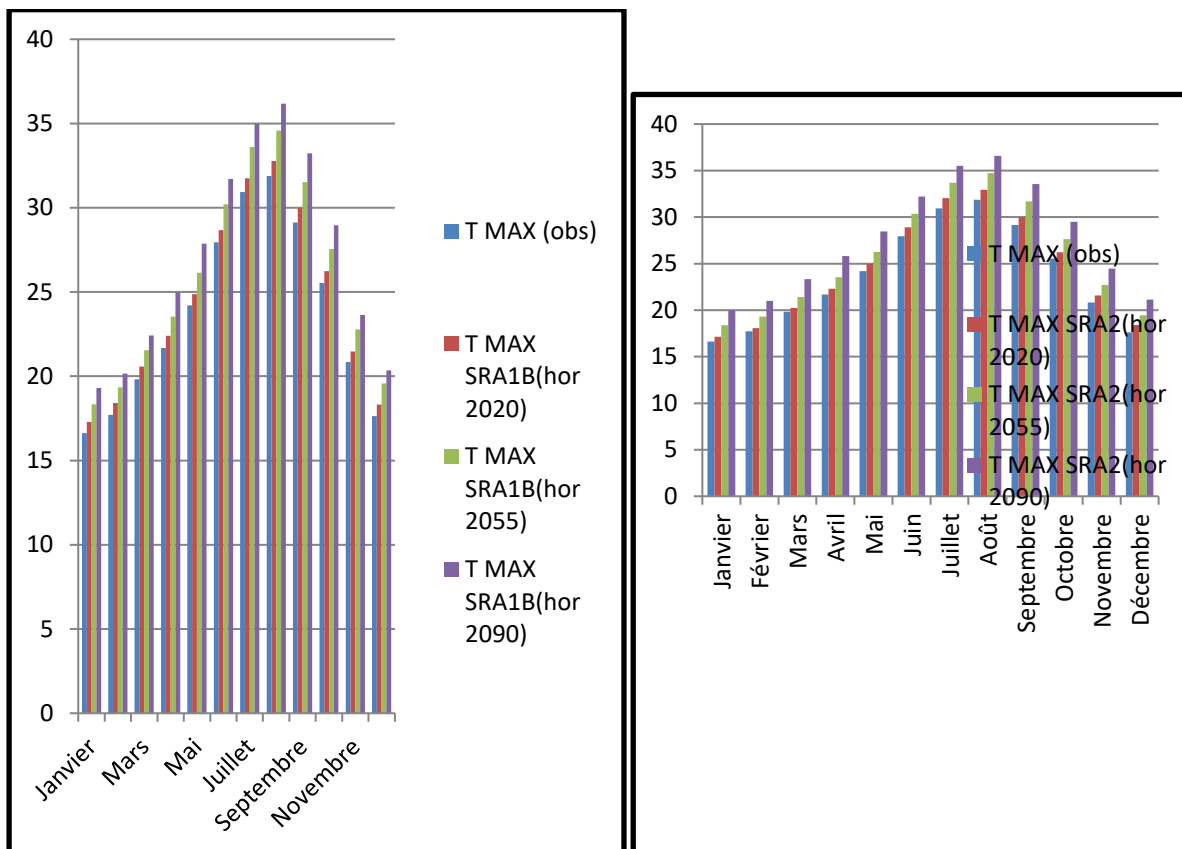


Figure 42 Evolution mensuelle des températures maximales sur l'Oranie à différents horizons selon le modèle HADCM3

Afin de bien montrer l'évolution thermique et l'empreinte du changement climatique, les trois scénarios relatifs aux trois périodes d'horizon sont comparés (Figure \*\*\*).

L'analyse des courbes montre que l'augmentation des températures maximales mensuelles est certaine, L'ensemble des scénarios sont pessimiste et montre que les températures pourraient augmenter de manière statistiquement continue dans le futur : les températures maximales évolueraient d'une façon régulière pour atteindre des valeurs maximales au cours de la saison estivale.

On note de plus que ces résultats sont en accord avec les conclusions du GIEC (2007) annonçant un réchauffement plus intense vers q 2100 avec un changement climatique bien prononcé et non lissé par la variabilité interannuelle après 2020.





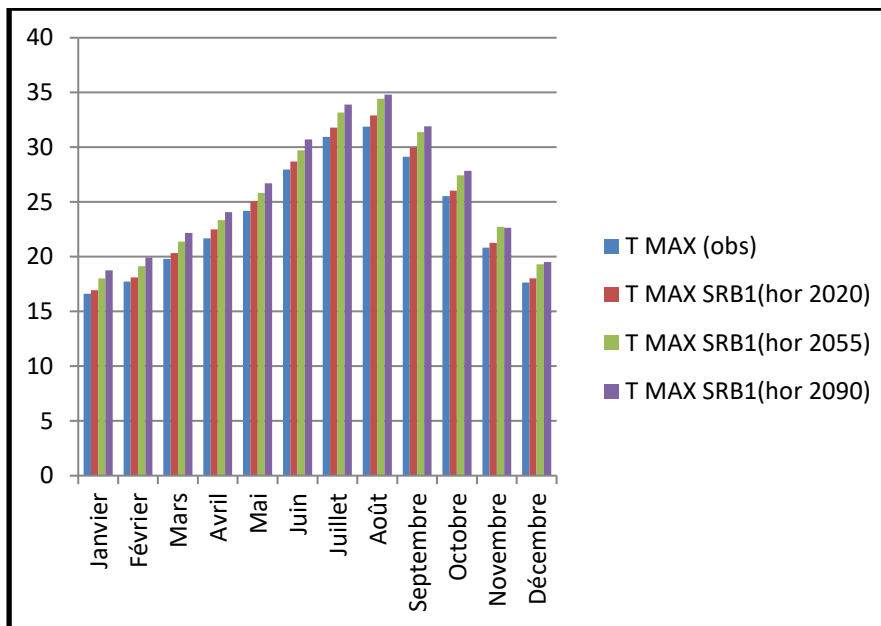


Figure 43 Evolution mensuelle des températures minimales sur l'Omanie à différents horizons selon le modèle BCM2

**Dans le futur, l'accroissement des températures maximales mensuelles est clairement lisible sur les trois scénarios du modèle HADCM3 (Figure \*\*\*). ils présentent tous une tendance à l'augmentation. Cette augmentation est plus nette et marquée à partir des années 2020 notamment pour le scénario SRB1, le plus pessimiste des scénarios, alors qu'il apparaît que le scénario SRA2, est le plus proche de la décennie de référence de la station d'Oran.**

Même si les représentations graphiques des trois scénarios envisagent le même mode d'évolution, elles tendent à marquer une augmentation plus nette et plus accentuée au cours de la saison d'été.

On note que les trois scénarios ne présentent pas de période de confusion montrant ainsi de différence de comportement du modèle vis-à-vis la température maximale mensuelle.

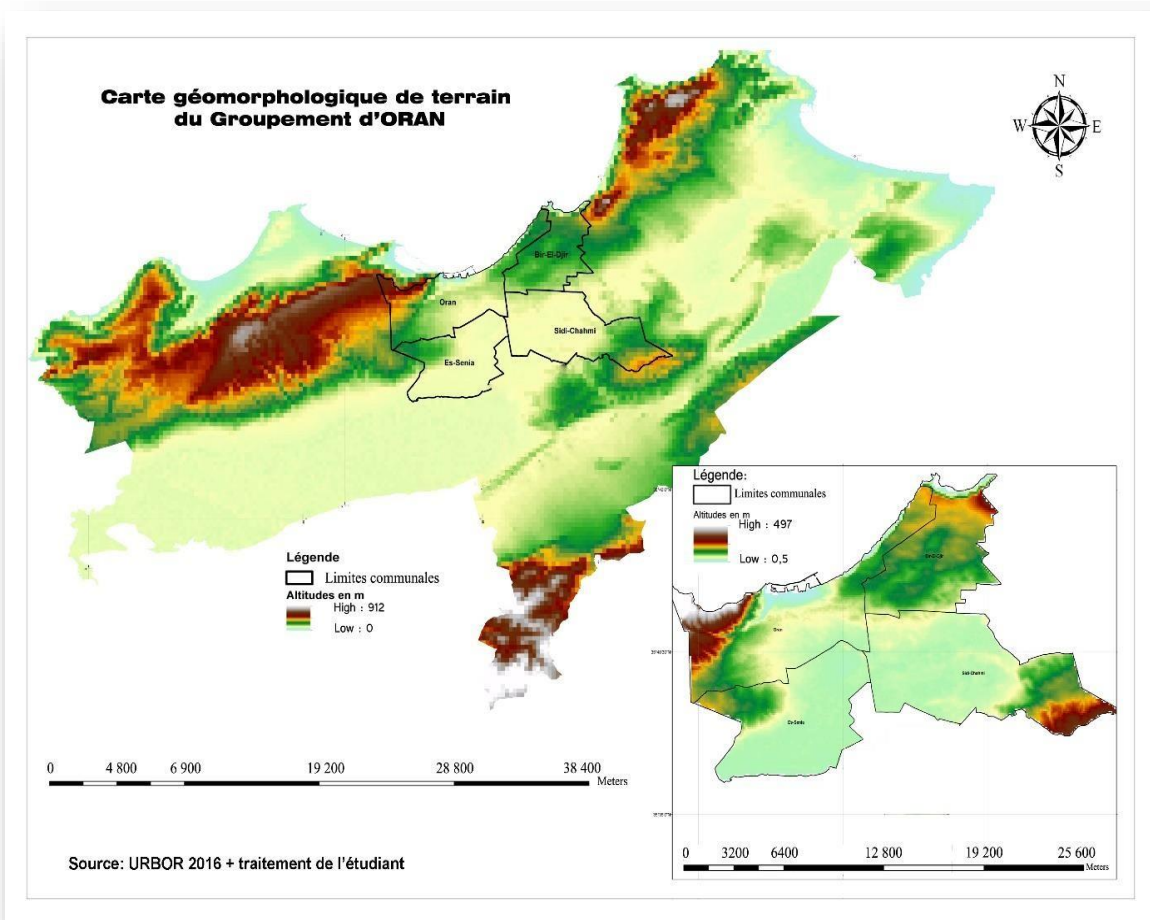
La forte variabilité interannuelle est marquée pour les trois scénarios et la tendance au réchauffement est beaucoup plus nette en fin de siècle conformément à la bibliographie (GIEC, 2007 ; Dufresne *et al.*, 2006 ; Déqué et Somot, 2010).

## *1. Chapitra 2 : les montées d'eau dans le centre ville d'Oran*

### **1. Introduction :**

la ville d' Oran a conservé son caractère architectural, notamment dans la vieille ville , « Sidi El Houari Al-Darby, le Secteur du Prince ». Les ingénieurs français ont mis en place un réseau de canaux géants qui se déroutent entre les vallées souterraines et la surface, et ont mis en place des sorties de drainage sur les canaux qui empêchent l'eau de remonter jusqu'au sommet. Cependant, certains travaux de construction récents n'ont pas respecté cette intimité et ont détourné les vallées de leurs cours, et aujourd'hui la population, notamment les commerçants, souffrent plus que d'autres de la montée des eaux dans les étages inférieurs des immeubles, et des plaintes répétées aux autorités concernées ne sont plus fructueux

Carte 1: Géomorphologie de terrain du groupement d'Oran



La Wilaya d'Oran présente des phénomènes géologiques liés à la nature de ses terrains vu sa complexité morpho structurelle et son activité sismo-tectonique.

Il existe un réseau de failles dans cette région qui va mener à des glissements, des affaissements et des éboulements au niveau des falaises et des zones de pieds monts.

Un autre phénomène qui est la dissolution de certaines formations géologiques les eaux d'infiltration aussi l'écoulement des surfaces et souterraines

## **1 Impact des écoulements souterrains sur la stabilité du bâti :**

Les infiltrations d'eau ainsi que les écoulements mènent à provoquer des risques Majeurs d'effondrement particulièrement ceux du **centre ville d'Oran**.

Il est fondamentalement important de signaler que les constructions bâties sur Boulevard EMIR ABDELKADER, BD Soummam, Place 01 er Novembre pour ne citer que cela, sont érigées sur une formation de remblai étalé à la première coloniale pour combler et aménager l'oued Ruina.

Ceci dans le but d'une opération d'extension de la ville d'Oran de l'époque vers l'EST.

Ces remblais étant instables dans le temps, vont provoquer au sein des constructions des fissurations importantes des murs. Résultat le plus souvent de l'imbibition de ce remblai très perméable par les venues d'eau d'infiltration et suralimentées continuellement par un réseau d'assainissement défectueux

## **2) CARACTERISTIQUES HYDROLOGIQUES DE LA WILAYA D'ORAN**

### **1. . LES SOUS BASSINS VERSANTS DE LA WILAYA :**

La Wilaya d'Oran est entourée des plaines de Brédéah et de la M'Léta. Toute cette zone est située en contrebas des Monts du Tessala.

Hormis Mersat-El-Hadjaj qui appartient à la portion côtière du marais de la Macta, l'étendue de la Wilaya d'Oran présente trois sous bassins versants

- le sous bassin versant côtier d'Ain Turk (SBV 0403) situé à l'ouest et sur le versant nord du Djebel du Murdjadjo,
- le sous bassin versant de la Sebkhah d'Oran (SBV 0404) qui est un bassin endoréique qui a la particularité d'avoir une ressource en eau superficielle riche en sel,
- le sous-bassin versant des salines d'Arzew (Code 0405) situé au nord-est de la Wilaya.

Comme le montre la carte ci-dessous des sous-bassins versants, ces trois sous bassins constituent le SBV des côtiers oranais (Code 04). On voit également qu'une grande partie de la Wilaya appartient au bassin endoréique de la Sebkhah d'Oran

### **2. LES ZONES HUMIDES**

La Wilaya d'Oran présente plusieurs zones humides dont la plus importante est la grande sebkhah d'Oran qui s'étend sous une forme allongée du Nord – Est au Sud – Ouest et qui, avec une superficie de 296 Km<sup>2</sup>, occupe le 1/6 du territoire de la wilaya d'Oran. Outre la Sebkhah, les autres zones humides importantes sont les Salines d'Arzew et le lac Telamine. Le tableau suivant

présente la localisation et les caractéristiques de l'ensemble de ces zones : (*Direction Générale des Forêts, 2007*).

Code S/Bassin	Wilaya	Nom Zones Humides	Superficie du lac (km <sup>2</sup> )	Superficie Bassin Versant (km <sup>2</sup> )	Qualité de l'eau
0404	Ain Témouchent	Sebkha		192,4	Forte Salinité
0404	Oran		103,6		Forte Salinité
<i>S/Total</i>	-	<i>Sebkha</i>	<i>296</i>	<i>1 878</i>	Forte Salinité
0404	Oran	Daiat Oum El Rhelaz		3	Saumâtre/polluée
0404	Oran	Daiat M'Hamed		0,375	Eaux polluée
0405	Oran	Lac Telamine		11	Salée/polluée
0404	Oran	Daiat Morseli		1,5	Eaux polluée
0405	Oran	Saline d'Arzew		29	Forte Salinité
<b>TOTAL</b>		<b>06</b>		<b>341</b>	

**Tableau 6: Géomorphologie de terrain du groupement d'Oran**

### 3. LE RESEAU HYDROGRAPHIQUE

Les principaux oueds de la Wilaya sont Oued Tlelat, alimentant la sebkha d'Oran, Oued Beggoug et Oued Guessiba.

L'Oued Beggoug qui appartient au sous-bassin versant cotier d'Ain turck (Code 0403) situé sur le versant nord du Djebel du Murdjajo comporte une retenue collinaire

L'Oued Guessiba qui appartient au sous-bassin versant des salines d'Arzew (Code 0405) situé au nord-est de la Wilaya contient la deuxième retenue collinaire de la Wilaya.

Il faut signaler que les enquêtes communales ont montré qu'aucun pompage sur oued ou à partir d'autres points d'eau naturels n'est à relever. Cela s'explique par le fait que le réseau hydrographique de la Wilaya est très peu développé et que les points d'eau naturels sont, soit saumâtres (Sebkha d'Oran et Saline d'Arzew), soit très pollués (Lac de Telamine)

### 4. LA PLAINE COTIERE ORANAISE

*D-1/ Sous bassin* : Elle appartient au sous bassin du côtiers les Andalouses (0403).

*D-2/ Limites et extension* : la plaine est limitée au Nord par la mer Méditerranée au Sud par le Massif du Murdjajo, à l'Ouest par les vallonnements de Sidi Hamadi et à l'Est par le Djebel Santon.

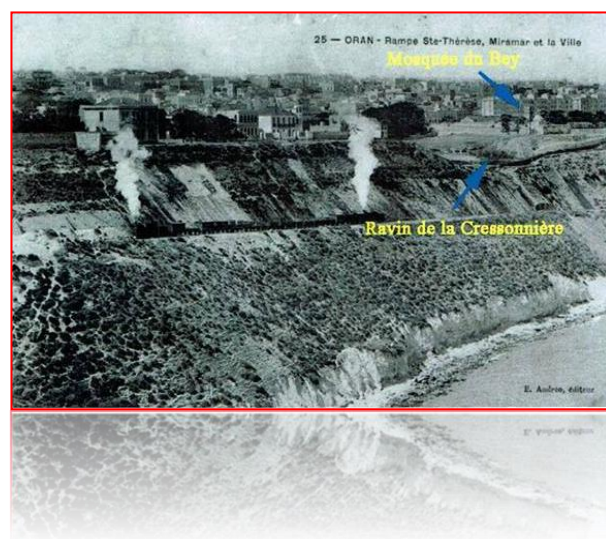
*D-3/ Aperçu géologique* : la plaine est constituée par les formations dunaires consolidées, quelques lumachelles, poudingues et grès Calabrien, et sables, graviers et argiles quartenaires (ANRH, 2009).



- Bassin versant de la Baie de Sainte Thérèse

- Comprend 04 Ravins:
  - 01 Ravin Blanc
  - 02 Ravin Ruina
  - 03 Ravin Mina
  - 04 Ravin de la Cressonnière

- 03 bassins hydrogéologiques
- Bassin NORD OUES
- Bassin du DAIT MORCELY SUD
- Bassin RAS EL AIN NORD EST



## 2 Les Ravins :

### 1. Ravin Ruina :

#### LE Ravin De La cressonnière Dans son état Origine 1935

Son départ initial s'est fait sur les hauteurs de la ville nouvelle, dévale le long des boulevards A/ Rahman P/Mira puis le BD Emir Abdelkader à l'arrière de l'hôtel Royal pour aboutir à la rue des sœurs Ben Slimane descendant vers le port en dessinant une légère courbe vers l'EST.

### 2. Ravin Mina :

Alimenté par l'oued Mina, sa naissance était près de la place Commandant Medjoub (EX PLACE HOCHE), il rejoint le front de Mer juste à l'EST de l'hôtel Hadeif.

### 3. Ravin de la cressonnière :

Très profond, ce dernier a pris naissance non loin de la place des victoires en passant sous le Front de Mer au droit de la place PORT SAID (EX SQUARE LYAUTEY).

### 4. Ravin Blanc :

C'est le plus important de par sa superficie avec environ 450 ha qui sépare les quartiers de ST EUGENE et de GAMBETTA



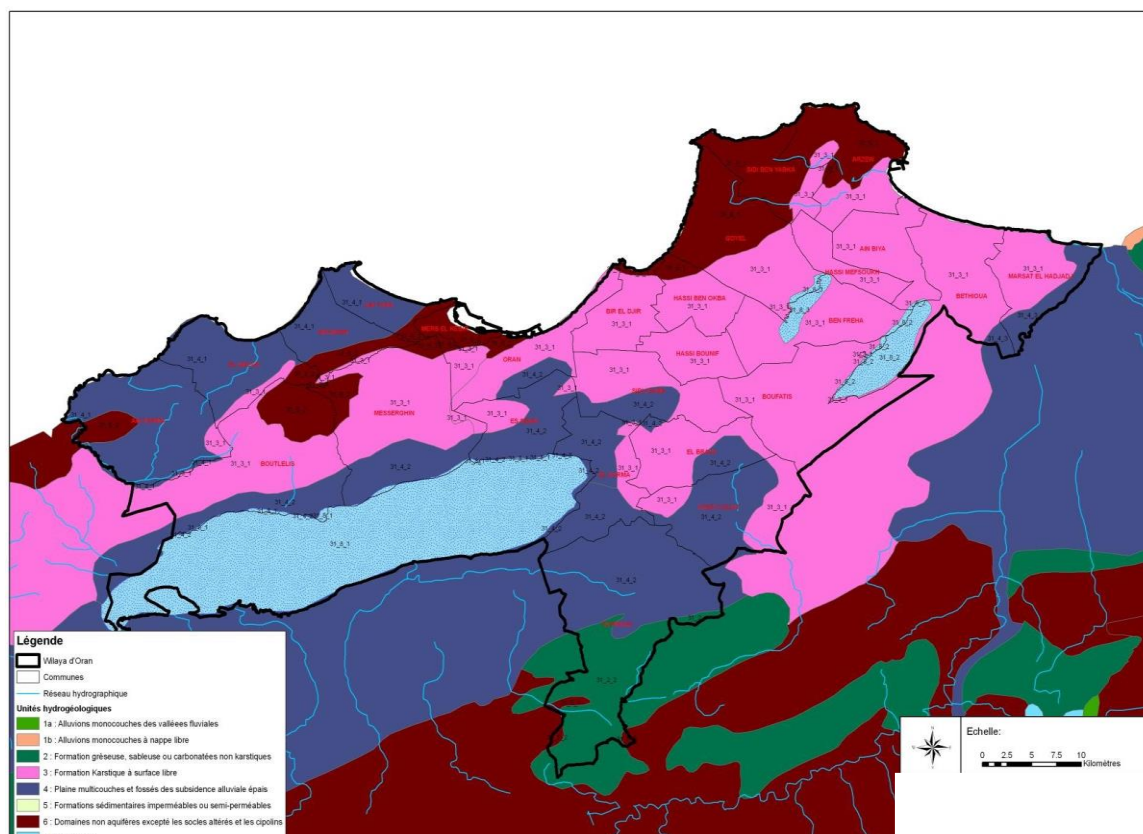


Figure 45: Localisation des bassins et sous bassins versants de la Wilaya d'Oran

Suivant l'étude de SOGREAH (2009), la superficie de ces unités hydrogéologiques est la suivante

Code de l'unité hydrogéologique	31_3_1	31_4_1	31_4_2	31_2_2
Nom	Nappe du Murdjadjo	Versant Nord du Murdjadjo	Nappe du Quaternaire	
Description géographique	Complexe karstique de Murdjadjo	Nappe de la Plaine côtière d'Ain Turk	Nappe de la Plaine de Brédéah	Partie nord de la Nappe d'Arbal
Superficie de l'unité (Ha)	88562	20363	36395	7044

Tableau 7 Superficie des unités hydrogéologiques



### 3 Les principaux modes de prelevement sur aquiferes

L'exploitation des ressources souterraines se fait principalement par le biais de puits (94%) et accessoirement de forages (6%). On trouve par contre très peu de sources et celles-ci sont principalement concentrées dans les Cotes littorales du Tlemçanais-Oranais, principalement dans les communes de Ain Kerma et El Ançor.

Les puits représentent le principal mode de prélèvement sur aquifère et sont principalement concentrés dans les communes de Misserghine (260 puits) et Boutlelis (173) exploitant la nappe peu profonde de Brédéah. Les communes de Sidi Chami (205 puits), Hassi Bounif (195), Boufatis (101), Gdyel (96) et Bir El Djir (95) recourent également à ce mode de prélèvement en exploitant le champ de captage des Complexes Jurassiques des Monts d'Arzew. La commune de Aïn-Kerma (113 puits), exploite quand à elle le champ de captage du flanc Nord du Djebel Murdjadjo.

Quand au forage, leur quasi-totalité est concentré dans les 2 communes de Messerghin (50) et de Boutlelis (35), dans la région des Piemonts du Murdjadjo- Sebkha d'Oran. Ils exploitent la nappe tertiaire profonde peu minéralisée du flanc Sud du Djebel Murdjadjo.

Selon les données de l'Etude d'inventaire de la PMH de 2008, le mode de prélèvement sur aquifère et par région agricole est le suivant :

# Conclusion général

les incidences des remontées de nappe sont abordées comme le résultat d'une série d'actions anthropiques modifiant le comportement des nappes d'eau souterraine au-delà des simples variations interannuelles naturelles. des arrêts de prélèvements importants dans les aquifères à l'aplomb des agglomérations induits par le transfert d'établissements industriels hors des villes, la fin des exhaures minières liées à la fermeture des houillères, l'abandon de gros captages d'alimentation en eau potable proches de conurbations peuvent être autant de causes variées et croisées de ce phénomène.

les remontées de nappe intéressent des secteurs bien déterminés du territoire. leur examen est donc restreint géographiquement et concerne une liste finie d'acteurs, particuliers ou responsables de grands aménagements.

à un niveau global, une gestion prévisionnelle des impacts de toutes les modifications croisées des différents acteurs ne peut s'envisager, au-delà des outils techniques et réglementaires utiles, que dans le cadre de consensus, de gestion concertée, élargie du patrimoine.

dans le cas de la ville d'Oran (Lella Khadidja) comme toutes les autres villes algériennes, les changements climatiques ont causé des pluies intenses plus le mal aménagement des lits des oueds, ont rendu son environnement moins assuré contre le danger d'inondation, ce qui a entravé l'avancement du projet sur plusieurs aspects (techniques, juridique ... etc.) en matière de temps.

mais grâce au professionnalisme de la direction de l'entreprise de réalisation, le cours d'eau a été modifié et utilisé dans d'autres besoins.

le problème ne s'arrête pas là seulement, afin d'assurer l'avancement et la sécurité des projets les mesures suivantes apparaissent nécessaires :

- un maître d'ouvrage, représentatif des acteurs de la zone concernée, doit être identifié et reconnu par l'ensemble des acteurs,
- l'information doit circuler dans les deux sens sur les types de changement (prélèvements, rejets, constructions) et leurs incidences, des remèdes optimisés pour obtenir l'effet protecteur le plus large des investissements publics et privés doivent être imaginés, étudiés, mis en œuvre et maintenus,
- un arsenal de mesures réglementaires plus ou moins contraignantes, propres au système aquifère concerné, doit être édicté, expliqué et accepté dans le cadre d'une analyse - bilan des effets des remontées de nappe

# LISTE DES figure

Figure 1 :limites territoriales de la wilaya oran.....	5
Figure 2: La périphérie immédiate de groupement d’Oran .....	6
Figure 3: la ville d’Oran en 1840.....	9
Figure 4: la ville d’Oran en 1840.....	9
Figure 5: la ville d’Oran en 1920.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Figure 6 :Evolution des résidus issus de lissage par transformée de Fourier des totaux annuels de précipitations.....	16
.2: Figure 7Evolution des résidus issus de lissage par transformée de Fourier des totaux annuels de précipitations.....	16
Figure 8 :Evolution des résidus issus de lissage par transformée de Fourier des moyennes annuelles de température minimale .....	16
Figure 9 :Evolution des résidus issus de lissage par transformée de Fourier des totaux annuels de précipitations.....	16
Figure 10: Lissage par transformée de Fourier des totaux de la saison DJF de précipitations .....	17
Figure 11: Lissage par transformée de Fourier des totaux de la saison JJA de précipitations.....	17
Figure 12: Lissage par transformée de Fourier des totaux de la saison MAM de précipitations.....	17
Figure 13: Lissage par transformée de Fourier des totaux de la saison DJF de précipitations .....	17
Figure 14Lissage par transformée de Fourier des totaux de la saison JJA de précipitations.....	18
Figure 15Evolution des résidus issus de lissage par transformée de Fourier des totaux de la saison JJA de précipitations.....	18
Figure 16: Lissage par transformée de Fourier des totaux de la saison SON de précipitations.....	18
Figure 17: Evolution des résidus issus de lissage par transformée de Fourier des totaux de la saison SON de précipitations.....	18
Figure 20tendance de la température minimale moyenne annuelle .....	21
Figure 21: tendance de la température minimale moyenne annuelle .....	21
Figure 22: tendance des températures moyennes minimales pour la saison DJF .....	23
Figure 23: tendance des températures moyennes minimales pour la saison JJA.....	23
Figure 24: tendance des températures moyennes minimales pour la saison DJF .....	23
Figure 25: tendance des températures moyennes minimales pour la saison DJF .....	23
Figure 26: tendance des températures moyennes maximale pour la saison DJF .....	24
Figure 27: tendance des températures moyennes maximale pour la saison DJF .....	24
Figure 28: tendance des températures moyennes maximale pour la saison JJA.....	25
Figure 29: tendance des températures moyennes maximale pour la saison JJA.....	25
Figure 30: Les résultats du test de Mann Kendall .....	26
Figure 31: Les résultats du test de Mann Kendall .....	26
Figure 32: tendance des précipitations moyenne pour la saison MAM .....	28
Figure 33: tendance des précipitations moyenne pour la saison DJF .....	28
Figure 34: tendance des précipitations moyenne pour la saison JJA.....	28
Figure 35: tendance des précipitations moyenne pour la saison JJA.....	28
:Figure 36: Les résultats du test de Mann Kendall.....	32
Figure 37: Évolution des indices dérivés de précipitations entre 1980 et 2010 (ORAN) .....	34

Figure 38: Evolution mensuelle des précipitations sur l'Oranie à différents horizons selon le modèle	37
Figure 39 Evolution mensuelle des précipitations sur l'Omanie à différents horizons selon le modèle IPCM4 .....	37
Figure 40 Evolution mensuelle des températures maximales sur l'Oranie à différents horizons selon le modèle BCM2 .....	38
Figure 41 Evolution mensuelle des températures maximales sur l'Oranie à différents horizons selon le modèle BCM2 .....	39
Figure 42 Evolution mensuelle des températures maximales sur l'Oranie à différents horizons selon le modèle IPCM4 .....	41
Figure 43 Evolution mensuelle des températures maximales sur l'Oranie à différents horizons selon le modèle HADCM3 .....	42
Figure 44 Evolution mensuelle des températures minimales sur l'Omanie à différents horizons selon le modèle BCM2 .....	44
Figure 45: Localisation des bassins et sous bassins versants de la Wilaya d'Oran .....	49
Figure 46: Localisation des bassins et sous bassins versants de la Wilaya d'Oran .....	51

## LISTE DES TABLEAUX

: Tableau 1 Les résultats du test de Mann Kendall .....	22
Tableau 2: Les résultats du test de Mann Kendall .....	24
Tableau 3: Les résultats du test de Mann Kendall .....	25
Tableau 4 Les résultats du test de Mann Kendall .....	27
Tableau 5: Les résultats du test de Mann Kendall .....	29
Tableau 6: Géomorphologie de terrain du groupement d'Oran .....	48
Tableau 7 Superficie des unités hydrogéologiques .....	51

## La bibliographie

- [1] Amadou I Bokoye 2007, Description sommaire des méthodes de mise à échelle statistique (MAS).
- [2] Julien BOE 2007, changement global et cycle hydrologique : une étude de régionalisation sur la France.
- [3] Goubanova Katerina 2007, une étude des événements climatiques extrême sur l'Europe et le bassin Méditerranéen et leur évolution future.
- [4] Marie PIAZZA, christan PAGE, Emilia SANCHEZ Lournet TERRAY 2011, Comparaison des méthodes de désagrégation statistique et dynamique pour l'évaluation du changement climatique sur les zones de montagnes en France.
- [5] Edgar Herrera, Taha B.M.J Ouardaet Bernard Bobée 2006, méthode de désagrégation Appliquées aux modèles du climat global Atmosphère-océan (MCGAO).
- [6] Mikhail A. Semenov and Elaine M. Barrow 2002: A Stochastic weather generator for use in climate Impact Studies.

[7] Roy Spencer 2009, comment Fonctionnent les modèles du climat ?

[8] Cédric Cuccia 2008, changements climatiques observés en Bourgogne depuis 1961 : Etude des variations de températures et de précipitations Mémoire pour l'obtention du Master Recherche Géobiosphère.

[9] Projet ACCLIMATE, ETUDE SIM-CLIM : Etat de l'art sur la modélisation du climat et synthèse sur les techniques de descentes d'échelle climatiques.

[10] Wanli Wu, Yubao Liu, Ming Ge, Dorita Rostkier-Edelstein, Gael Descombes, Pavel Kunin, Thomas Warner, Scott Swerdlin, Amir Givati, Thomas Hopson, David Yates, 2012 : Statistical downscaling of climate forecast system seasonal predictions for the Southeastern Mediterranean

[11] « Vulnérabilité aux Changements Climatiques des secteurs nationaux prioritaires » du projet « GEF/PNUD » établi entre le Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement (MATE), le Programme des Nations Unies pour le Développement (PNUD) et le Fonds pour l'Environnement Mondial (FEM) au titre de la « Seconde Communication Nationale sur les Changements Climatiques ».