



Université Mohamed Khider de Biskra  
Faculté des Sciences Exactes et des Sciences de la Nature et de la Vie  
Département des Sciences Agronomiques

## MÉMOIRE DE MASTER

Science de la Nature et de la Vie  
Sciences Agronomiques  
Production Végétale

---

Présenté et soutenu par :

**Melle. Amina Naili**

### **Changement climatique et perception des agriculteurs dans les Ziban Ouest (Zab El Gharbi)**

---

**Jury :**

Dr. HADJEB.A	MCA Université de Biskra	Président
Dr . MESSAK. M	MAA Université de Biskra	Promoteur
Dr. BOUMARAF .B	MAA Université de Biskra	Examineur

**Année universitaire : 2021/2022**

## *Dédicace*

*Je dédie ce petit fruit de mon recherche à mes chers parents  
qui ont su me donner une bonne éducation qui m'a permis  
d'arriver à ce stade d'études.*

*A ma sœur **Ahleme** qui m'a toujours encouragé*

*A ceux qui ont été ma force après mes parents, mes  
mes frères*

*A mes chère camarades qui m'ont guidé et m'ont aidé :*

*Belkais ,luiza , Zahira,Hadjer ,Chahra zad, Amira, Hafsa,  
Asma, Malika, chaima, Imen, Rima, Yahia, khiro, Amine.*

*A mes collègues:nahla, salsabile ,rofaida,chaima, Aya ,Fares,  
ziad,Nouria,soumia.*

## *Remerciement*

*Mes sincères remerciements à Dieu le tout puissant pour le courage, la force, la volonté et la santé qu'il m'a donnée afin de réaliser ce mémoire.*

*je remercie sincèrement Monsieur **Mohamed Rida Messak** qui tant que encadreur de mémoire, s'est toujours montré à écouter et très disponible tout au long de réalisation de ce mémoire malgré ses charge professionnelles .*

*je tiens aussi à remercier toutes les personnes qui ont contribué de près ou loin dans la réalisation de ce travail : **Mme Linda Retima** (ingénieure à la D.S.A de Biskra )et **M.r Rahim Abouzaid**(ingénieure à la D.S.A de Ouled djallale). **M.H Rachida Ardjoun** ( Directeur administratif à la D.S.A de Biskra).*

*Je remercie vivement messieurs les professeurs et maitres de conférences qui ont accepté de faire partie du jury de soutenance*

## Sommaire

### Résumé

### Introduction générale

#### Chapitre 01 : généralité sur le changement climatique

<b>1 Le changement climatique.....</b>	<b>4</b>
<b>1.1 Les principaux indicateurs du changement climatique .....</b>	<b>4</b>
1.1.1 Augmentation de la concentration du gaz à effet de serre .....	4
1.1.2 La montée des eaux .....	5
1.1.3 La hausse des températures .....	5
1.1.4 Le recul des glaciers et banquises .....	5
1.1.5 La sécheresse.....	5
1.1.6 Les inondations.....	5
1.1.7 La propagation d'algues .....	5
1.1.8 Les ouragans .....	5
1.1.9 Les feux de forêt .....	6
1.1.10 Extinction progressive de la biodiversité .....	7
1.1.11 La recrudescence des effondrements de terrain.....	7
1.1.12 L'intensification des tempêtes .....	7
1.1.13 Les pluies extrêmes .....	7
1.1.14 La diminution de l'enneigement .....	7
1.1.15 Dégradation accélérée du littoral et érosion .....	7
1.1.16 Les indicateurs biologiques .....	8
<b>1.2 Les changements observer .....</b>	<b>8</b>
<b>2 Les causes de changement climatique : .....</b>	<b>9</b>
<b>3 Effet de changement climatique : .....</b>	<b>12</b>
<b>3.1 Conséquences du changement climatique : .....</b>	<b>12</b>
3.1.1 Réchauffement climatique .....	12
3.1.2 Conséquence sur la santé.....	13
3.1.3 Conséquence sur les ressources d'eau .....	13
3.1.4 Conséquence sur l'agriculture et l'élevage .....	14
<b>4 Changement climatique et Agriculture .....</b>	<b>14</b>
<b>4.1 Adaptation de l'Agriculture au Changement Climatique.....</b>	<b>15</b>

<b>5 Le climat .....</b>	<b>15</b>
<b>6 Climat et changement climatique en Alger.....</b>	<b>17</b>
<b>6.1 climat de l'Algérie.....</b>	<b>17</b>
<b>6.2 Le changement climatique en Algérie.....</b>	<b>17</b>
<b>6.3 L'agriculture au défi du changement climatique en Algérie .....</b>	<b>18</b>
<b>6.4 Contribution de l'Algérie aux efforts Mondiaux de lutte contre les changement climatique .....</b>	<b>18</b>
<b>6.5 Projections des changements climatiques au niveau de l'Algérie.....</b>	<b>20</b>
<b>6.6 Scénario de changements climatiques pour l'Algérie.....</b>	<b>20</b>

## **Chapitre 02: Cadre méthodologique**

<b>Section 01 : Région d'étude.....</b>	<b>23</b>
<b>1- Présentation de la région d'étude .....</b>	<b>23</b>
<b>1-1- Situation géographique.....</b>	<b>24</b>
<b>1-2-Situation topographie et le sol.....</b>	<b>24</b>
<b>1-3- Relief : .....</b>	<b>25</b>
<b>1-4-Agriculture dans la région de Biskra : .....</b>	<b>26</b>
<b>1-5-Ressources en eau dans la région de Biskra : .....</b>	<b>27</b>
<b>1-5-1-Les Ressources en eau superficielles : .....</b>	<b>28</b>
<b>1-5-2-Les Ressources en eau souterraines :.....</b>	<b>28</b>
<b>1-6-Situation Hydro- climatologique.....</b>	<b>29</b>
<b>1-6-1-Les températures .....</b>	<b>29</b>
<b>1-6-2- Les précipitations .....</b>	<b>30</b>
<b>1-6-3- L'humidité relative.....</b>	<b>31</b>
<b>1-6-4-Le vent .....</b>	<b>32</b>
<b>1-6-5-L'évaporation .....</b>	<b>33</b>
<b>1-6-6-L'insolation .....</b>	<b>34</b>
<b>Section 02 :la méthodologie de l'étude de la variabilité climatique .....</b>	<b>35</b>
<b>1-La méthodologie de travail .....</b>	<b>35</b>
<b>2-Outils de traitement et d'analyse .....</b>	<b>41</b>
<b>Section 03 : Déroulement de l'enquête .....</b>	<b>42</b>
<b>1-Structure globale du questionnaire .....</b>	<b>43</b>
<b>2-L'opération de l'enquête .....</b>	<b>43</b>

## Chapitre 03 : Etude de la variabilité climatique

1-Sources et collecte des données climatiques .....	44
2- Analyse et comparaison entre les séries 1913-1938 et 1990-2020 .....	44
<b>2-1- Analyse de l'évolution de la température.....</b>	<b>44</b>
<b>2-1-1-Moyennes mensuelles de la température entre (1913-1938) et (1990-2020).....</b>	<b>44</b>
<b>2-1-2-Moyennes annuelles (1990-2020).....</b>	<b>45</b>
<b>2-1-3- Moyennes décennales (1951-2020) .....</b>	<b>45</b>
<b>2-2-Analyse de l'évolution de la précipitation .....</b>	<b>46</b>
<b>2-2-1- Moyennes mensuelles des précipitations entre (1913-1938) et (1990-2020).....</b>	<b>46</b>
<b>2-2-2 -Moyennes annuelles (1990-2020).....</b>	<b>47</b>
<b>2-2-3- Moyennes décennales (1951-2020) .....</b>	<b>48</b>
<b>2-3- Analyse de l'évolution du vent.....</b>	<b>48</b>
<b>2-3-1- Moyennes mensuelles de vent entre deux périodes (1913-1938) et (1990-2020)</b> <b>.....</b>	<b>48</b>
<b>2-3-2-Moyennes annuelles (1990-2020).....</b>	<b>49</b>
<b>2-3-3-Moyennes décennales (1951-2020) .....</b>	<b>50</b>
<b>2-4 -Analyse de l'évolution de l'humidité relative .....</b>	<b>50</b>
<b>2-4-1-- Moyennes mensuelles de l'humidité relative entre (1913-1938) et (1990-2020)</b> <b>.....</b>	<b>50</b>
<b>2-4-2-Moyennes annuelles (1990-2020).....</b>	<b>51</b>
<b>2-5- Analyse de l'évolution de l'évaporation.....</b>	<b>52</b>
<b>2-5-1- Moyennes journalières de l'évaporation entre (1913-1938) et (1990-2020) ....</b>	<b>52</b>
<b>2-5-2-Moyennes annuelles (1990-2020).....</b>	<b>53</b>
<b>2-6- Analyse de l'évolution de l'insolation .....</b>	<b>53</b>
<b>2-6-1-Moyennes annuelles de l'insolation (1990-2020) .....</b>	<b>54</b>
3-Régime de la température et de la précipitation.....	54
<b>3-1-Régime de la température .....</b>	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
<b>3-1-1- Evolution des températures mensuelles maximales, minimales et saisonnière</b> <b>entre deux périodes (1926-1950), (1990- 2020) .....</b>	<b>54</b>
<b>3-1-2-Evolution de la température annuelle en deux périodes (1951-1989), (1990-</b> <b>2020).....</b>	<b>54</b>
<b>3-2- Régime de la précipitation.....</b>	<b>59</b>
<b>3-2-1- Evolution des précipitations mensuelles saisonnières (1926-1950) (1990-2020)</b> <b>.....</b>	<b>59</b>
<b>3-2-2-Analyses des précipitations annuelles entre (1903-1965) (1966-2020).....</b>	<b>59</b>

Synthèse climatique .....	66
1- L'Indice d'aridité d'Emmanuel Dermartonne (1925).....	66
2-Quotient pluviothermique d'Emberger (Climmagrame d'emberger) .....	69
3-Le régime saisonnier .....	71
4-Diagramme Ombrothermique de Gaussen .....	72
5- Indice d'aridité UNEP .....	73
7-Indice de pluviosité (Ip) .....	75
8-Indice de l'écart à la moyenne (Em) .....	77

## **Chapitre 04 : Résultats et l'enquête**

1-Identification des agriculteurs enquêtés et leurs exploitations :.....	79
<b>Identification des agriculteurs enquêtés</b> .....	79
2- Structure de l'exploitation et système de culture :.....	81
<b>2-1-Superficie, cultures pratiquées et modes d'irrigation</b> .....	81
3- Le changement climatique.....	84
<b>3-1-Perception du changement climatique selon les agriculteurs</b> .....	86
<b>3-2-Les changements climatiques perçus par les agriculteurs</b> .....	87

**Conclusion**

**Référence bibliographique**

**Résumé :** Le changement climatique dit aussi dérèglement climatique désigne les variations des températures et des conditions météorologiques sur le long terme d'origine naturelles ou/anthropique. Ce mémoire vise à étudier ce phénomène dans la région de Biskra, afin de vérifier les variabilités climatiques et analyser la perception des fellahs par rapport à ce phénomène. La collecte des données relatives au changement climatique s'est basée sur la période 1903 au 2020 dont la source est les séries de l'ONM. Pour les données relatives à la perception du changement climatiques par les fellahs l'enquête par questionnaire a été adoptée auprès de 30 fellahs de la région du Ziban Ouest. Les résultats confirment un changement climatique après avoir comparé deux période (ancienne et actuelle) et calculé un certain nombre d'indices bioclimatiques et plusieurs autres méthodes pour vérifier la variabilité climatique. Pour l'enquête auprès des fellahs, la perception de ces derniers et liés aux sinistres et à la perte de rendement et en sécurité alimentaire. L'étude a recensé les stratégies adoptées par les enquêtés.

**Mots clés :** Changement climatique, indices bioclimatiques, régime des précipitation, perception, agriculture, risque, rendement, stratégies d'adaptions.

**Abstract:** Climate change, also known as climate change, refers to long-term variations in temperatures and meteorological conditions of natural or/anthropic origin. This thesis aims to study this phenomenon in the region of Biskra, in order to verify the climatic variability and analyse the perception of the fellahs in relation to this phenomenon. The collection of data relating to climate change was based on the period 1903 to 2020, the source of which is the ONM series. For data relating to the perception of climate change by the fellahs, the questionnaire survey was adopted among 30 fellahs of the West Ziban region. The results confirm a climate change after comparing two periods (old and current) and calculating a number of bioclimatic indices and several other methods to check climate variability. For the survey of the fellahs, the perception of the latter and related to disasters and loss of yield and food security. The study identified the strategies adopted by the respondents.

**Keywords:** Climate change, bioclimatic indices, precipitation regime, perception, agriculture, risk, yield, adaptation strategies



**الخلاصة:** يشير تغير المناخ إلى التغيرات طويلة الأجل في درجات الحرارة والظروف الجوية ذات الأصل الطبيعي أو البشري. تهدف هذه الدراسة إلى التحقق من وجود هذه الظاهرة في منطقة بسكرة مزودة بتحليل حول تصور الفلاحين لهذه الظاهرة. جمع البيانات المناخية ممتد من 1903 إلى 2020 ومصدرها سلاسل ONM اما بخصوص إدراك الفلاحين لتغير المناخ ، تم اعتماد الاستبيان استقصائي مع 30 فلاحًا من منطقة غرب زيبان. تؤكد النتائج تغير المناخ بعد مقارنة فترتين (القديمة والحالية) وحساب عدد من المؤشرات المناخية الحيوي و عدة طرق أخرى للتحقق من تقلبية المناخ. بالنسبة لمسح الفلاحين ، تظهر الدراسة الى ان تصور الفلاحين للظاهرة مقرون بالكوارث وفقدان المردود والأمن الغذائي. كما واطهرت الدراسة الاستراتيجيات التي اعتمدها المبحوثون مواجهة لهذه الظاهرة.

**الكلمات المفتاحية:** تغير المناخ ، مؤشرات المناخ الحيوي ، نظام هطول الأمطار ، الإدراك ، الزراعة ، المخاطر ، العائد ، استراتيجيات التكيف.

## Tableau de matières

Tableau 1 : les principaux gaz à effet de serre et leurs origines .....	9
Tableau 2 :Projection de précipitations à l'horizon 2100 selon le scénario IS92.....	18
Tableau 3 : Scénario de changements climatiques sur l'Algérie à l'horizon 2030.....	19
Tableau 4 :présentation de la wilaya.....	22
Tableau 5 :Répartition des superficies irriguées et des productions végétales de Biskra.....	25
Tableau 6 : Mobilisation des Ressources en eau par système souterrain .....	26
Tableau 7 : Mobilisation des Ressources en eau en eau superficielles.....	26
Tableau 8 : Quelques détails des principaux oueds qui franchissent le .....	27
Tableau 9 : présentation des factures climatique étudiées dans des études précédentes à différentes périodes comparées à l'étude actuelle. ....	37
Tableau 10 : les indices calculé dans les études précédentes.....	41
Tableau 11 : Températures moyennes mensuelles pour les deux périodes .....	46
Tableau 12 :Précipitations moyennes mensuelles pour les deux périodes .....	49
Tableau 13 : Moyennes mensuelle de vent pour les deux périodes .....	51
Tableau 14 : Moyennes mensuelles de l'humidité relative pour les deux périodes.....	53
Tableau 15 : Moyennes journalières mensuelles de l'évaporation pour les deux périodes .....	55
Tableau 16 : les paramètre de la variabilité de la température annuelle de deux périodes.....	60
Tableau 17 : les paramètre de la variabilité de la précipitation annuelle de deux périodes.....	65
Tableau 18 : Classes de sécheresse en fonction des fréquences .....	68
Tableau 19 : Indice de standardisé de précipitation de Biskra pour deux périodes (1903-1965) et (1966-2020).....	69
Tableau 20 : Indice mensuel de De Martonne de la région de Biskra (1990-2020) .....	74
Tableau 21 : Indice mensuel de De Martonne de la région de Biskra (1926-1950) .....	74
Tableau 22 : Coefficient relatif saisonnier de MUSSET de deux périodes .....	77
Tableau 23 : Répartition des enquêtés par lieu de résidence .....	85
Tableau 24 :Répartition des enquêtés par niveau d'instruction .....	85
Tableau 25 : la perception du changement climatique selon les agriculteurs.....	92
Tableau 26 : Les changements climatiques perçus par les agriculteurs.....	93
Tableau 27 :les impacts des aléas climatiques sur les activités agricoles.....	96

## Liste des Figures

Figure 1: comparaison entre les variations de températures en Afrique et Tendence de réchauffement mondial .....	7
Figure 2 : Activités humaines polluant l'atmosphère .....	8
Figure 3 :Mécanisme de l'effet de serre .....	9
Figure 4 :Températures moyennes de l'air en surface de 2011 à 2020 par rapport à une référence de1951 à 1980 (wikipédia, 2022).....	11
Figure 5 : Situation géographique de la wilaya de Biskra .....	22
Figure 6 : présentation de relief de la région de Biskra .....	24
Figure 7 : Températures moyennes mensuelles pour la période de (1990 – 2020) .....	30
Figure 8 : Précipitations moyennes mensuelle pour la période de (1990 – 2020 .....	31
Figure 9 :L'humidité relative mensuelle pour la période de (1990 – 2020) .....	32
Figure 10 : Les vitesses moyennes mensuelles des vents pour la période de (1990– 2020) ....	33
Figure 11 : Moyenne mensuelle de l'évaporation pour la période de (1990 – 2020).....	33
Figure 12 :L'insolation moyennes mensuelle pour la période de (1990 – 2020) .....	34
Figure 13 : schéma de la méthodologie de l'étude et l'analyse de la variabilité climatique ....	36
Figure 14 :La répartition des agriculteurs selon la commune de résidence .....	45
Figure 15 : Comparaison des moyennes mensuelles des températures entre deux périodes ....	47
Figure 16 :Moyennes annuelle des températures pour la période de 1990 à 2020 .....	47
Figure 17 :Moyennes décennales des températures pour la période (1951-2020).....	48
Figure 18 : Comparaison des moyennes mensuelles des précipitations entre deux périodes Seltzer (1913-1938) et actuelle (1990-2020) .....	49
Figure 19 : Moyennes annuelles des précipitations pour la période (1990-2020).....	50
Figure 20 :Moyennes décennales des précipitations pour la période (1951-2020) .....	51
Figure 21 : Comparaison des moyennes mensuelles du vent entre deux périodes Seltzer (1913-1938) et actuelle (1990-2020).....	52
Figure 22 : Moyennes annuelles de la vitesse du vent pour la période (1990-2020).....	52
Figure 23 :Moyennes décennales de la vitesse du vent pour la période (1951-2020) .....	53
Figure 24 :Comparaison des moyennes mensuelles de l'humidité relative entre deux périodes Seltzer (1913-1938) et actuelle (1990-2020) .....	54
Figure 25 : Moyennes annuelles de l'humidité pour la période (1990-2020).....	55
Figure 26 : Comparaison des moyennes journalières mensuelles de l'évaporation entre deux périodes Seltzer (1913-1938) et actuelle (1990-2020).....	56

Figure 27 : Moyennes annuelles de l'évaporation pour la période (1990-2020).....	56
Figure 28 : Moyennes annuelles de l'insolation pour la période (1990-2020).....	57
Figure 29 : Températures moyennes maximales mensuelles des deux périodes.....	58
Figure 30 : Températures moyennes minimales mensuelles des deux périodes.....	59
Figure 31 : Rythme saisonnière de la température en deux périodes (1926-1950) et (1990-2020) .....	60
Figure 32 : Températures moyennes annuelles de la période (1951-1989).....	61
Figure 33 : Températures moyennes annuelles de la période (1990-2020).....	62
Figure 34 : Moyennes saisonnières des précipitations pour les deux périodes.....	64
Figure 35 : précipitations annuelle de la périodes (1903-1965).....	66
Figure 36 : précipitation annuelle de la période (1966-2020).....	66
Figure 37 : Evolution des ISP aux différentes échelles de temps sur la région de Biskra.....	69
Figure 38 : Fréquence de la sécheresse en pourcentage (%) pour les deux périodes.....	71
Figure 39 : l'Indice d'aridité annuel De Martonne de Biskra pour les deux périodes.....	73
Figure 40 : Variations mensuelles de l'IDM de Biskra des deux périodes.....	75
Figure 41 : Localisation de la région de Biskra dans le climagramme d'EMBERGER en deux périodes.....	76
Figure 42 : Diagrammes ombrothermique (1926-1950) et (1990-2020).....	79
Figure 43 : Résultats de l'analyse de l'indice de pluviosité(Ip) à Biskra dans la période 1903- 1966.....	82
Figure 44 : Résultats de l'analyse de l'indice de pluviosité(Ip) à Biskra dans la période 1966- 2020.....	82
Figure 45 : Résultats de l'analyse de l'indice de l'écart à la moyenne à Biskra dans la période 1903-1965.....	83
Figure 46 : Résultats de l'analyse de l'indice de l'écart à la moyenne à Biskra dans la période 1966-2020.....	84
Figure 47 : La formation agricole des agriculteurs.....	86
Figure 48 : Êtes-vous affilié à la sécurité sociale ?.....	86
Figure 49 : Mettez-vous des terres en jachère ?.....	87
Figure 50 : Provenance de l'eau.....	88
Figure 51 : Avez-vous réalisé un approfondissement de votre forage durant les 5 dernières années ?.....	88
Figure 52 : Le système d'irrigation est-il automatique ?.....	89
Figure 53 : En quoi consiste, selon vous, le réchauffement climatique ?.....	90

## **Liste d'abréviation**

**CCNUCC** : Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques

**GES** : Gaz à Effet de Serre

**GIEC** : Groupe Intergouvernemental d'Experts sur l'évolution du Climat

**CC** : Changement climatique

**CNC** : Comité National Climat

**DRE** : Direction des Ressources en Eau

**SNGID** : Stratégie Nationale de Gestion Intégrée des Déchets

**PNAEDD** : Plan national d'actions environnementales et du développement durable.

**PAPSE** : programme d'Appui à la Politique du Secteur de l'Environnement .

**SAU** : Surface Agricole Utile

---

# **Introduction générale**

---

# *Introduction générale*

---

Les questions environnementales occupent une position avancée concernant l'étude de sécurité, économie, la santé ainsi que le bien-être, en raison de leur profonde conséquence sur la vie humaine. Le changement climatique est donc responsable des dommages causés sur l'environnement et ceux en raison du rôle négatif de l'homme. Cela est devenu le centre de l'attention académique et officielle et à des niveaux au-delà des efforts d'un seul état.

Le changement climatique représente une menace sans précédent pour les populations humaines des pays en développement qui luttent déjà pour maintenir leur sécurité alimentaire et leurs conditions d'existence (Achir,2016).

D'après GIES dans son dernier rapport en 2021 qui indique, notre climat change rapidement sous l'influence de l'homme et qu'il modifie déjà notre planète de manière radicale : la glace de la mer arctique est à son niveau le plus bas depuis plus de 150 ans, le niveau des mers augmente plus rapidement qu'à n'importe quel moment au cours des 3 000 dernières années et les glaciers diminuent à un rythme sans précédent depuis au moins 2 000 ans. Plus important encore, le rapport montre que nous nous rapprochons déjà d'un monde plus chaud de 1,5 degré Celsius, et chaque jour où les émissions augmentent, les perspectives d'éviter les pires conséquences du changement climatique s'amenuisent. C'est la raison pour laquelle il est essentiel que tous les pays, en particulier les grandes économies, apportent leur contribution durant cette décennie critique des années 2020 pour mettre le monde sur une trajectoire permettant de maintenir une limite de réchauffement de 1,5 degré Celsius à notre portée. Voilà pourquoi les États-Unis se sont engagés à réduire leurs émissions de 50 à 52 % d'ici 2030 par rapport aux niveaux de 2005 et mobilisent l'ensemble du gouvernement fédéral pour lutter contre la crise climatique. Nous ne pouvons plus reporter une action climatique ambitieuse. (ntergovernmental Panel on Climate Change Working Group I Contribution to the Sixth Assessment Report, 2021)

Comme bien des pays d'Afrique, les effets d'un temps extrême ou qui n'est pas de saison n'ont pas épargnées l'Algérie. Connue pour son climat aride et semi-aride, la région est extrêmement sujette aux changements climatiques. Ces 50 dernières années, un accroissement d'événements dus au temps extrême a été observé. (CHANGEMENT CLIMATIQUE EN ALGÉRIE, 2022)

Les projections climatiques de l'avenir indiquent que « l'Algérie ressentira davantage les effets des changements climatiques ». Le pays va éventuellement subir encore plus de variations importantes des hausses des températures et des baisses conséquentes des

## *Introduction générale*

---

précipitations. « De nombreuses études montrent que les projections climatiques, élaborées par les modèles de circulation générale actuels, sous-estiment la hausse de température et la baisse des précipitations sur le Maghreb. Ce qui montre que les pays du Maghreb vont subir, plus que d'autres, les effets du changement climatique. De plus, de nombreuses études sur les variations possibles dans la région projettent une hausse des températures de l'ordre de 1°C avec des baisses de précipitation

s de 5 à 10 % à l'horizon 2020 et plus du double de ces valeurs à l'horizon 2050, soit une augmentation des températures de 2° à 3°C et une chute des précipitations de 10 à 30 % (Chabane,2012).

Les changements climatiques dans les régions sahariennes comme Biskra, en raison des fortes hausses de température, des importantes réductions des précipitations et des pertes de chaleur fréquentes et graves, ne permettent pas le renouvellement de la végétation et constitueront une menace sérieuse pour le secteur agricole. C'est dans cette optique, que nous nous intéressons à démontrer la variabilité climatique des Ziban et, le perçu de changement climatique par les agriculteurs.

Ce travail se compose de trois chapitres dont deux premières sont concéderont comme synthèse bibliographique et concernant le troisième chapitre comprend les résultats de notre travail, il se compose deux parties : le premier est l'étude de la variabilité climatique dans la région de Biskra et la deuxième partie contient les résultats de l'enquête.



---

# **Partie I :**

## **Synthèse bibliographique**

---

---

# **Chapitre 01**

## **Généralité sur le changement climatique**

---

**Chapitre 01 : généralité sur le changement climatique**

Depuis des millénaires, le climat de la Terre varie selon les époques et les lieux. Les changements observés s'étalent généralement sur des longues périodes qui atténuent la perception que l'homme peut en avoir à un moment donné. Au cours des dernières décennies cependant, les changements climatiques semblent s'être accélérés. Dans ces conditions, il n'est pas surprenant que le public s'interroge sur la réalité de ces changements, leurs causes, leur devenir et, plus encore, leurs conséquences immédiates et lointaines sur les modes de vie, la santé, les écosystèmes et l'économie. À ces questions, la Science peut tenter d'apporter des réponses autorisées, même si elles ne sont que partielles ou temporaires, dès lors qu'elles sont guidées par le souci d'objectivité qui doit présider à toute démarche scientifique (**Puget**

**Et al, 2010)**

La Méditerranée, en particulier, devraient être plus touchée par le changement climatique que la plupart des autres régions du monde au cours du 21ème siècle. Les spécialistes du climat anticipent, une augmentation de la température de l'air de 2,2 °C à 5,1 °C pour les pays de l'Europe du Sud et de la région méditerranéenne sur la période 2080-2099 par rapport à la période 1980-1999. La future période sera caractérisée, probablement, par (**Giannakopoulos et al, 2005 ; GIEC, 2007)** :

- Une baisse sensible de la pluviométrie, comprise entre -4 et -27 % pour les pays de l'Europe du Sud et de la région méditerranéenne, alors que les pays du Nord de l'Europe connaîtront une hausse comprise entre 0 et 16 %.
- Les évènements extrêmes de type vagues de chaleur, sécheresses ou inondations pourraient être plus fréquents et violents.
- Une hausse du niveau de la mer qui, selon quelques études, pourrait être de l'ordre de 35 cm d'ici la fin du siècle.
- Une augmentation des périodes de sécheresse se traduit par une fréquence élevée des jours au cours desquels la température dépasserait 30 °.

Au niveau mondial sont notés l'augmentation du niveau des océans, l'amplification des phénomènes météorologiques, l'acidification des mers, le changement des écosystèmes, et l'apparition de nouvelles maladies. L'accumulation des Gaz à Effet de Serre (GES) est en

grande partie la cause de ces perturbations. La désorganisation des fonctions vitales des territoires (réseaux de transports, distribution d'énergies, habitations et commerces...) permet aux changements climatiques d'accentuer des situations de vulnérabilité économique (mono-activité, enclavement, manque d'attractivité, dépeuplement...). De plus, les changements climatiques exposent la population à des risques naturels, comme les inondations et les tempêtes par exemple, et sanitaires (période prolongée de forte chaleur, dégradation de la qualité de l'air...) qui viennent ajouter des coûts humains, écologiques et sociaux aux coûts financiers traditionnellement pris en compte. Autant dire que le changement climatique est un enjeu de taille dont il faut se préoccupe. **(Rabenoelson ,2019)**.

### **1-Le changement climatique**

Le changement climatique, correspond à une modification durable de ladécennie au million d'années, des paramètres statistiques (paramètres moyens, variabilité) du climat global de la Terre ou de ses divers climats régionaux. Ces changements peuvent être dus à des processus intrinsèques à la Terre, à des influences extérieures, ou plus récemment, aux activités humaines **(Yahiaoui, 2015)**.

Des changements climatiques et des changements de rythme correspondants peuvent être observés dans cette zone. Le temps moyen comprend tous les éléments que nous associons normalement au temps, à savoir la température, les caractéristiques des vents, les précipitations et la durée d'insolation. Lorsque nous parlons de changement climatique à l'échelle de la planète, nous faisons référence aux modifications que nous connaissons' l'ensemble de la terre. Développement rapide de mesures pour faire face au changement climatique à long terme dans le domaine des écosystèmes naturels **(Tabet ,2008)**

#### **1-1-Les principaux indicateurs du changement climatique**

Le changement climatique est perceptible dans la survenance de certains phénomènes naturels de plus en plus fréquents. Ceux-ci témoignent du dérèglement inquiétant de la planète.

##### **1-1-1-Augmentation de la concentration du gaz à effet de serre**

Les principaux gaz à effet de serre, notamment le dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>), le méthane et le protoxyde d'azote émanent essentiellement de l'activité humaine. Ils constituent des éléments de réchauffement très actifs de la planète selon les chercheurs. À un certain seuil exprimé en partie par million (ppm), ils sont considérés comme normales. Mais lorsque leur

concentration augmente considérablement, cela signifie que le changement climatique survient. Par exemple, un rapport de référence fait en 2015 a annoncé que les trois principaux gaz à effet de serre ont atteint de nouveaux sommets, frôlant la barre symbolique des 400 parties par million (ppm).

### **1-1-2-La montée des eaux**

La montée des eaux est une conséquence directe du réchauffement climatique dû à la hausse des températures. En effet, la hausse des températures entraîne la fonte des glaciers, le volume d'eau est ainsi décuplé et par conséquent le niveau augmente. Aussi, le volume d'eau est-il augmenté par le phénomène de la dilatation thermique appelée contribution stérique. Au cours de ce phénomène, plus l'eau devient chaude et plus son volume augmente. À titre illustratif, le niveau moyen des océans s'est élevé ces dernières années de plus de 22 cm ; ce qui constitue un indicateur concret de changement climatique.

### **1-1-3-La hausse des températures**

La hausse croissante des températures est l'un des tout premiers indicateurs de changement climatique. En effet, il existe un seuil normal de température en fonction de chaque région du globe et de chaque période prise en compte. Lorsque ce seuil reconnu normal est largement dépassé, cela constitue une preuve concrète de changement climatique. Cette hausse de température se manifeste par un réchauffement général de la planète. Celui-ci peut atteindre des proportions très élevées. La vague de canicule dans certaines régions du globe comme l'Inde ou du phénomène climatique El Nino qui désigne une hausse de la température à la surface de l'eau de l'est de l'océan Pacifique est un cas concret de hausse de température, preuve de changement climatique. Selon les experts mondiaux en climatologie, la hausse des températures est la conséquence directe de l'activité humaine engendrant une émission massive de gaz à effet de serre.

### **1-1-4- Le recul des glaciers et banquises**

Les glaciers et banquises désignent d'énormes blocs de glace situés majoritairement en Antarctique, au Groenland et en Arctique. À l'origine, ces blocs de glace recouvraient une très vaste étendue d'eau et possédaient une grande épaisseur. Mais le réchauffement climatique a causé leur retrait, suivi de dégel. Ce phénomène de recul des glaciers est un indicateur de changement de température et par ricochet de climat.

**1-1-5- La sécheresse**

La sécheresse est un phénomène qui se traduit par un assèchement des sols, altérant le bon développement de la faune et de la flore. Elle est due à un dérèglement du cycle normal de pluviosité, et donc à l'absence d'eau. Les températures élevées sont aussi un élément qui accentue la sécheresse, témoignant ainsi d'un sérieux changement ou d'une grande perturbation du climat.

**1-1-6- Les inondations**

Plusieurs raisons expliquent la survenance des inondations. Mais parmi celles-ci, les chercheurs climatologues retiennent le changement climatique comme l'une des principales raisons. En effet, selon les récentes études, le réchauffement climatique aggrave les inondations et entraîne leur régularité. Cela permet de considérer les inondations comme un indicateur de changement climatique

**1-1-7- La propagation d'algues**

Les eaux chaudes constituent un environnement favorisant la propagation des algues. Ainsi, plus le réchauffement climatique entraîne le réchauffement des eaux, et plus ces plantes nuisibles envahissent la surface des eaux. À titre illustratif, une importante zone du Pacifique nord, allant de la Californie en Colombie-Britannique et au Canada a été affectée par une sévère propagation d'algues, car les eaux étaient devenues beaucoup plus chaudes.

**1-1-8- Les ouragans**

Les ouragans ne sont pas intimement liés au changement climatique. Ils sont dus à d'autres causes. Cependant, le changement climatique renforce l'intensité des ouragans, leur fréquence ainsi que leur durée. Ceci s'explique par le fait que l'augmentation de l'effet de serre engendre une accumulation d'énergie dans le système climatique. Le réchauffement des eaux sert aussi à doter l'ouragan d'une force dépassant la normale.

**1-1-9- Les feux de forêt**

Le changement climatique constitue la cause de la sécheresse. En asséchant ainsi la végétation, il entraîne un accroissement du risque météorologique de feux de forêt. En effet en période normale, une saison sèche alterne avec une saison pluvieuse. Mais lorsque le réchauffement climatique brouille ce cours normal des choses en faveur de la sécheresse, les conditions idéales pour les feux de brousse destructeurs sont réunies.

**1-1-10- Extinction progressive de la biodiversité**

Le changement ou le réchauffement climatique a énormément d'impacts sur le mode de vie des espèces animales. Ce réchauffement bouleverse considérablement le mode de vie de certaines espèces au point d'entraîner progressivement leur extinction, car les obligeant à vivre dans des milieux qui ne sont absolument pas les leurs. Tel est le cas des ours polaires, des manchots, des pikas, des pandas ou des phoques.

**1-1-11-La recrudescence des effondrements de terrain**

Les effondrements de terrain sont un indicateur de changement climatique parce qu'ils sont causés par le dégel du permafrost. Ce dégel du permafrost est causé par le réchauffement climatique. Il rend le sol plus meuble et engendre un accroissement de la pression d'eau dans la roche.

**1-1-12-L'intensification des tempêtes**

S'il est avéré que le changement ou le réchauffement climatique n'est pas la cause première des tempêtes, il n'en est pas de même de l'accroissement de leur fréquence et de leur puissance. En effet, la chaleur est l'un des éléments attisant les grandes tempêtes. Celle émanant du réchauffement climatique renforce la puissance de ces tempêtes et accélère leur fréquence. Il en résulte que cette intensification est un indicateur concret du changement climatique.

**1-1-13-Les pluies extrêmes**

Les pluies sont un phénomène naturel normal. Elles tombent suivant une fréquence donnée. Mais lorsque cette fréquence connaît un dérèglement qui engendre des pluies diluviennes et incontrôlables, cela est le signe d'un trouble climatique, symbole de changement.

**1-1-14- La diminution de l'enneigement**

La diminution de l'enneigement est un indicateur de changement climatique. En effet, lorsque les températures s'élèvent, la neige présente sur le sol fond beaucoup plus vite, l'épaisseur des flocons de neige et la durée de la période d'enneigement diminuent donc considérablement.

**1-1-15-Dégradation accélérée du littoral et érosion**

La disparition progressive du littoral est aggravée par le changement climatique. En effet, le littoral recule à cause de l'érosion marine engendrée par la montée des eaux ; ce phénomène étant directement lié au réchauffement climatique (**Les 15 indicateurs du changement climatique !**, 2022).

**1-1-16- Les indicateurs biologiques**

Tels que les déplacements de populations animales terrestres ou marines et l'évolution des dates d'activités agricoles saisonnières, montrent aussi la survenue d'un réchauffement climatique, bien que difficiles à quantifier, ces éléments sont importants et ont des conséquences dans de nombreux domaines d'activité Professionnelles où ils sont largement pris en compte scientifique (**Puget et al, 2010**)

**1-2-Les changements observer**

Selon le 4eme rapport du **GIEC 2007** » Au cours du XX<sup>e</sup> siècle, les mesures de température ont montré une augmentation moyenne, le réchauffement du système climatique est sans équivoque, car il est maintenant évident dans les observations de l'accroissement des températures moyennes mondiales de l'atmosphère et de l'océan. 11 des 12 dernières années figurent au palmarès des douzes années les plus chaudes depuis qu'on dispose d'enregistrements de la température de surface (depuis 1850). La nouvelle valeur de la vitesse moyenne du réchauffement au cours des cents dernières années (1906-2005) de 0,74 (0,56 à 0,92) °C est donc plus grande que n'était la valeur analogue calculée au moment du troisième Rapport de 0,6 (0,4 à 0,8) °C pour la période 1901-2000.

Des changements dans les précipitations et l'évaporation sur les océans sont suggérés par l'adoucissement des eaux de moyennes et hautes latitudes.

Les vents d'ouest de moyenne latitude se sont renforcés dans les deux hémisphères depuis 1960. Des sécheresses plus sévères et plus longues ont été observées sur de larges étendues depuis 1970., particulièrement dans les régions tropicales et subtropicales. Un assèchement accru dû à des températures plus élevées et des précipitations plus faibles a contribué aux changements de sécheresse. Des changements de températures de surface des océans, de structures des vents, et de décroissance du pack neigeux et de la couverture neigeuse ont également été reliés à ces sécheresses.

La fréquence des événements de fortes précipitations a crû sur la plupart des zones terrestres, en cohérence avec le réchauffement et les accroissements observés de la vapeur d'eau atmosphérique.

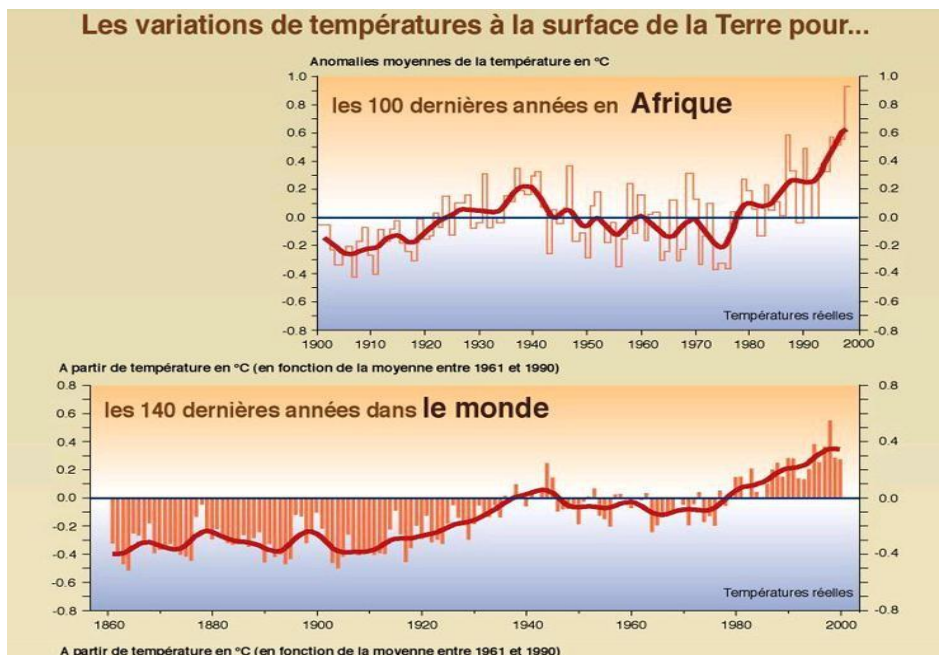
Des changements largement répandus des températures extrêmes ont été observés pendant les cinquante dernières années. Les jours froids, les nuits froides et le gel sont devenus



moins fréquents, tandis que les jours chauds, les nuits chaudes et les vagues de chaleur sont devenus plus fréquents.

Cette évolution varie d'une région à une autre (**Fig. 01**), le réchauffement en Afrique est légèrement plus élevé par rapport à la tendance mondiale en 2001.

En Suisse la température moyenne a augmenté de 1,3°C à 1,7°C en cent ans au nord des Alpes, de 1,0°C au Sud, L'augmentation des températures moyennes est plus forte au niveau mensuel et saisonnier, les tendances des températures minima et maxima sont plus importantes que les tendances des températures moyennes. Au Canada la température minimale à augmenter de 0,29 à 1,23°C par 10 ans en hiver, de 0,23 à 0,54°C par 10 ans au niveau annuel pour des maxima, de 0,26 à 1,02 par 10 ans en hiver et de 0.18 à 0,67/10 ans pour les températures moyennes au niveau annuelle. (**Tabet,2008**)



**Fig. 01** : comparaison entre les variations de températures en Afrique et la tendance de réchauffement mondial (source Tabet, 2008).

## 2-Les causes de changement climatique

D'une façon générale, le changement climatique est du à toute augmentation de quantité de GES dans l'atmosphère. Cette augmentation de volume de GES pourrait avoir plusieurs origines : des origines naturelles, des origines externes mais surtout des origines anthropiques. **(Ralantoarisoa ,2016)**

Le changement climatique d'origine anthropique est le résultat des activités polluantes des hommes, changer la composition de l'atmosphère ces activités polluantes se résument à l'émanation de GES **(figure3)** :

- La technologie avancée, la consommation excessive d'énergies fossiles
- Les fumées produites par les usines, voitures et les feux de brousse
- La destruction des forêts et autres ressources naturelles
- Les diverses pollutions.



**Figure 2 : Activités humaines polluant l'atmosphère**

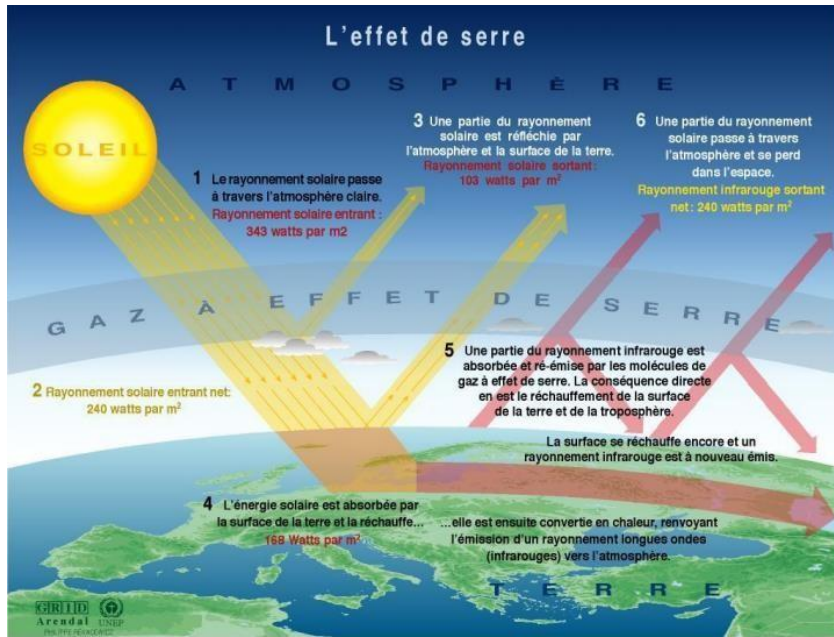


Figure 03 : Mécanisme de l'effet de serre (Rabenelson ,2019).

Tableau 1 les principaux gaz à effet de serre et leurs origines :

Gaz à effet de serre	Sources des émissions des gaz à effet de serre
<b>Gaz carbonique (CO<sub>2</sub>)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Combustion d'énergie fossile</li> <li>- Fumée dégagée par les voitures, fumée industrielle</li> <li>- Production d'électricité et de chaleur</li> <li>- Déforestation</li> </ul>
<b>Protoxyde d'azote (N<sub>2</sub>O)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Agriculture</li> <li>- Industries chimiques</li> <li>- Activité de combustion</li> </ul>
<b>Méthane (CH<sub>4</sub>)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Agriculture</li> <li>- Activités gazifière pétrolières</li> <li>- Déchets</li> </ul>
<b>Gaz fluorés</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Procédé industriel très spécifiques (fabrication d'aluminium, de magnésium, industrie semi conducteur)</li> <li>- Aérosol</li> <li>- Climatisations</li> <li>- Mousses isolantes</li> </ul>

(Rabourdin,2005)

### **3-Effet de changement climatique**

Le changement climatique est inévitable et aura des effets significatifs augmentation des températures, des précipitations, de l'épuisement de ressources en eau et fréquence accrue des tempêtes. D'autres répercussions sont à l'étude perte de biodiversité, dégradation des écosystèmes et risque accru de famine, les mouvements de population et effets sur la santé **(Boucetta,2018)**

#### **3-1- Conséquences du changement climatique**

Le changement du climat donne lieu à des événements catiques extrêmes, telles que les vagues de chaleurs, les périodes de sécheresse allongés, des crues et des ouragans intensifiés. Selon le GIEC, le nombre de vague de chaleur a augmenté depuis 1950.

##### **3-1-1- Réchauffement climatique**

D'après **Mangenet (2013)**, Le réchauffement climatique, également appelé planétaire, ou réchauffement global, est un phénomène d'augmentation de la température moyenne de océans et de l'atmosphère, mesuré à l'échelle mondiale sur plusieurs décennies, et qui traduit une augmentation de la quantité de chaleur de la surface terrestre. Le développement des émissions de gaz à effet de serre (GES) augmente les températures moyennes ; selon **Jalloh et al (2017)**, les conséquences incluent des changements dans les précipitations, de plus en plus de phénomènes météorologiques extrêmes et les modifications de saisons. L'accélération du réchauffement climatique, associée à la croissance mondiale de la population et des revenus, menace la sécurité alimentaire partout.

Pour les deux prochaines décennies un réchauffement d'environ 0,2°C par décennie est simulé pour une série de scénarios d'émissions du Rapport spécial. Même si les concentrations de tous les gaz à effet de serre et des aérosols avaient été gardés constants au niveau de 2000, un réchauffement induit, d'environ 0,1°C par décennie se produirait. La poursuite des émissions de gaz à effet de serre au niveau actuel ou au-dessus provoquerait un réchauffement supplémentaire et induirait de nombreux changements dans le système climatique global au long du 21ème siècle, qui seraient très vraisemblablement plus importants que ce qui a été observé au cours du 20ème siècle. **(Boucetta,2018)**.

Selon GIES ,2007 : pour la fin du siècle, la gamme de réchauffement en fonction des scénarios d'émission de GES va de 1.8°C (avec une fourchette de vraisemblance de 1.1 à 2.9) à 4.0°C (fourchette de 2.2 à 6.4), et celle de l'élévation du niveau de la mer de 0.18 à 0.59 m. Ces tendances continueraient pendant des siècles à cause des échelles de temps associées aux

processus climatiques et aux rétroactions, même si les concentrations des gaz à effet de serre étaient stabilisées.

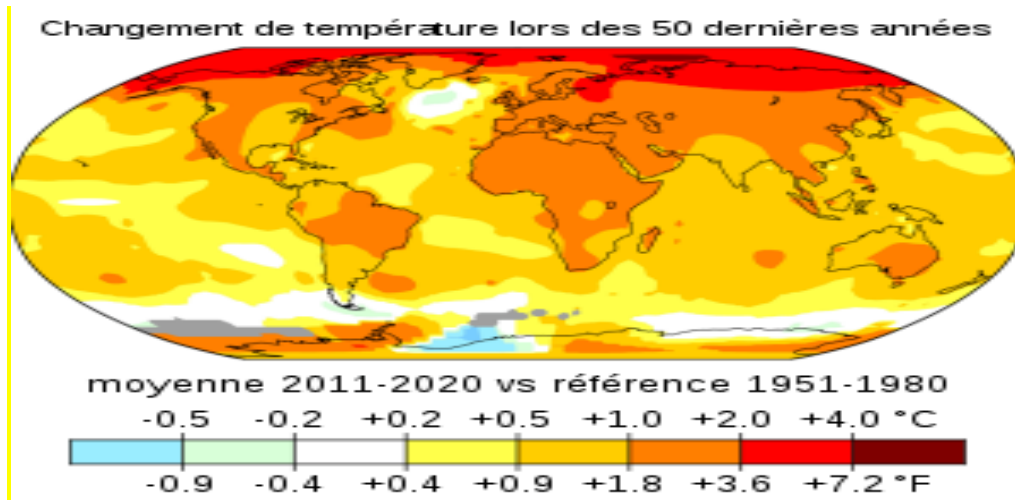


Figure 4 : Températures moyennes de l'air en surface de 2011 à 2020 par rapport à une référence de 1951 à 1980 (wikipédia, 2022)

### 3-1-2-Conséquence sur la santé

Selon le dernier rapport du GIEC comme cité par **Benedjoue ,2021** : il existait des preuves tangibles que l'activité humaine agissait sur le climat de la planète et a souligné que cela avait de multiples incidences sur la santé humaine. Il a été précisé également que la variabilité et la modification du climat, telles que les vagues de chaleur, les inondations et les sécheresses, sont cause de décès et de maladies à travers les catastrophes naturelles qu'elles entraînent.

Dans les mêmes idées, les analyses d'impact et les travaux de recherche menés dans plusieurs pays montrent que les changements climatiques devraient avoir des effets sur l'épidémiologie de nombreuses maladies et affections

### 3-1-3- Conséquence sur les ressources d'eau

Selon le rapport du Groupe d'Experts Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat (GIEC) publié en 2008, 75 à 250 millions de personnes seront confrontés au stress hydrique sous l'effet des changements climatiques à l'horizon de 2020 (**Benedjoue ,2021**).

Le changement climatique provoquerait des changements du taux de pluviosité se traduisant par le prolongement des périodes de sécheresse dans certaines régions, tandis que des phénomènes accrues d'inondation dans d'autre (**Ralantoarisoa ,2016**)

### **3-1-4-Conséquence sur l'agriculture et l'élevage**

Dans ces secteurs, le changement climatique entrainera des conséquences notables en occurrence la non maîtrise de l'eau sur la majorité des surfaces enclavées, il a un impact notable sur la dégradation des sols, la déperdition des terres fertiles et la dégradation des forêts et des zones naturelles et pastorales. Sous l'effet conjugué d'actions anthropiques excessives et inadaptées, la dynamique des écosystèmes est sérieusement perturbée avec des effets sur la biodiversité, la distribution des espèces et l'équilibre des milieux naturels et des agro-systèmes (**Belaid, 2015** ) et aussi la diminution de la productivité agricole, l'appauvrissement de la diversité biologique, l'insuffisance de la sécurité alimentaire (**Ralantoarisoa ,2016**)

### **4- Changement climatique et Agriculture**

Les stress environnementaux les plus importants, notamment le stress hydrique affecte les conditions de croissance, le développement et le rendement des plantes (**Madavarao et al, 2006**). Cela est un problème sérieux dans les environnements arides et semi-aride, où les précipitations changent d'année en année et où les plantes sont soumises à des périodes plus ou moins longues de déficit hydriques (**Boyer, 1982**).

La diminution de la pluviosité enregistrée dans de nombreuses régions du monde implique une adaptation continue des systèmes de production agricoles. Une base de données utilisée dans un système d'information géographique (SIG) permet de définir les zones les plus aptes à garantir la réussite d'activités agricoles et d'élevage et d'assurer la sauvegarde de l'environnement. La diminution de la pluviosité engendre la dégradation de l'environnement et la détérioration de la fertilité du sol (**Buldgen et al, 1994**).

Le principal problème rencontré par les agriculteurs aujourd'hui mais qui vas'accentuer dans les années à venir est lié aux pénuries d'eau. Les pertes en termes de ressources en eau à la suite d'une augmentation des températures de 1°C peuvent s'élever à des colossales somme d'argents pour y est remédier. 61% des ressources en eau sont utilisées en moyenne pour les cultures (**Plan bleu, 2009**).

Le Groupe Intergouvernemental sur le Changement Climatique (**GIEC**) a confirmé dans son 4ème rapport (**2007**) que l'augmentation de concentration des gaz à effet de serre (GES) dans l'atmosphère résultait de l'activité humaine, notamment de la consommation et la production d'énergie, et qu'en conséquence, les températures devraient sensiblement augmenter au cours des prochaines années. La Méditerranée, en particulier, devraient être plus touchée par le changement climatique que la plupart des autres régions du monde au cours du 21ème siècle.

#### **4-1-Adaptation de l'Agriculture au Changement Climatique**

L'adaptation de l'agriculture aux nouvelles conditions liées aux changements climatiques sera nécessaire. Bien sûr, beaucoup de défis attendent les producteurs mais ceux-ci ont la possibilité de s'adapter aux changements climatiques en introduisant de nouvelles variétés de cultures ou de nouveaux types de productions en assurant une meilleure protection des sols et de meilleures conditions hydriques. Les pratiques de conservation de l'eau sont destinées à faire face aux sécheresses.

Ces changements dans le système agricole sont nécessaires pour le maintien d'une agriculture viable et compétitive (**Amphoux et al, 2003**).

D'après **Yahiaoui ( 2015)** Nous pouvons réduire les impacts négatifs du changement climatique en nous adaptant localement aux nouvelles conditions de croissance. À cette fin, des variétés appropriées peuvent être sélectionnées pour de nouvelles conditions climatiques, la modification des méthodes agricoles, l'introduction de meilleurs systèmes de gestion de l'eau, l'adaptation des calendriers agricoles et des méthodes de travail du sol, et une planification plus précise de l'utilisation des terres. Il est également possible de s'adapter en déplaçant les zones de production

#### **5-Le climat**

Le climat est une ressource naturelle qui affecte une bonne partie des activités humaines telles que la production agricole, la consommation d'énergie et l'utilisation de certaines ressources telle que l'eau (ONM, 1992). Le climat est défini comme l'état moyen sur une période d'au moins 30 ans de l'atmosphère en un lieu donné, en termes de températures et de précipitations ou encore d'humidité. La détermination du climat est effectuée à l'aide de moyennes établies à partir de 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. (**Yahiaoui,2015**).

Il est ensemble des conditions météorologiques décrivant les variations journalières, saisonnières et annuelles à travers l'évolution de grandeurs ponctuelles, moyennes, et de leur variabilité, qui permettent de caractériser l'état et les potentialités climatiques d'un lieu donné. Selon **Mazyer et al (2002)**, les grandeurs sont principalement la pression, la pluie, les rayonnements incidents et les caractéristiques de l'air que sont le vent, la température et l'humidité ; quelques autres grandeurs très descriptives sont utilisées : couverture nuageuse, nombre de jours de gel, de neige, de présence de brouillards.

➤ **Le climat mondial en 2017-2021 (OMM)**

- Estimée entre 1,06 °C et 1,26 °C au-dessus des niveaux préindustriels (1850-1900), la température moyenne à la surface du globe pour la période 2017-2021 (sur la base des données relevées jusqu'en juillet) est l'une des plus chaudes jamais enregistrées.
- Chaque année de 2017 à 2021, le minimum estival et le maximum hivernal moyens de l'étendue de la banquise arctique ont été inférieurs aux moyennes à long terme de 1981-2010. En septembre 2020, l'étendue de la banquise arctique a atteint son deuxième plus bas minimum historique.
- L'année 2021 a été marquée par des phénomènes météorologiques et climatiques extrêmes et dévastateurs. La chaleur extrême exceptionnelle qui s'est abattue sur l'Amérique du Nord et les inondations qui ont sévi en Europe occidentale portent la signature du changement climatique dû aux activités humaines.

➤ **Le climat mondial en 2021-2025 (Bulletin sur les prévisions annuelles à décennales du climat à l'échelle mondiale de l'OMM – Met Office (Royaume-Uni), PMRC, OMM)**

- La moyenne mondiale annuelle de la température de l'air près de la surface devrait être supérieure d'au moins 1 °C aux niveaux préindustriels (définis comme la moyenne de la période 1850-1900) chacune des cinq prochaines années, et devrait très probablement se situer entre 0,9 °C et 1,8 °C.
- Il y a 40 % de chances que la température moyenne du globe au cours de l'une des cinq prochaines années soit supérieure d'au moins 1,5 °C aux niveaux préindustriels, mais il est très peu probable (~10 %) que la température moyenne sur cinq ans pour 2021-2025 soit supérieure de 1,5 °C aux niveaux préindustriels.



- Au cours de la période 2021-2025, les régions des hautes latitudes et le Sahel devraient recevoir plus de précipitations que dans le passé récent( **(Le changement climatique et ses conséquences s'accélèrent, 2021)**)

## **6-Climat et changement climatique en Alger**

### **6-1- climat de l'Algérie**

L'Algérie, qui est un pays soumis à l'influence conjuguée de la mer, du relief et de l'altitude, présente un climat de type méditerranéen extra tropical tempéré. Il est caractérisé par une longue période de sécheresse estivale variant de 3 à 4 mois sur le littoral, de 5 à 6 mois au niveau des Hautes Plaines et supérieure à 6 mois au niveau de l'Atlas Saharien.

A chaîne de l'Atlas Tellien surplombe le littoral et reçoit, de plein fouet, les flux humides du Nord Ouest ou du Nord beaucoup plus que ceux d'Ouest. Le Tell-Est est plus exposé à ces flux que le Tell-Ouest, car ce dernier se trouve en position d'abri par rapport aux chaînes montagneuses du Rif Marocain. L'Atlas Tellien fait écran aux plaines et bassins de l'intérieur du pays en empêchant les vents humides d'y parvenir ; les pluies moyennes annuelles varient entre 400 et 1200mm, ces pluies sont irrégulières, souvent brutales avec de fortes intensités. **(Tabet ,2008)**

Le Sahara est caractérisée par une aridité extrême. Les pluies sont rares mais peuvent, par moment, avoir un caractère brutal, torrentiel et dévastateur en emportant tout sur leur passage. Ce phénomène est plus fréquent sur la zone présaharienne au Sud de L'Atlas Saharien. Les vents de sable sont fréquents provoquent le déplacement des dunes. A la sécheresse permanente du climat, s'ajoute le caractère quasi salin des sols. La température est élevée et varie avec une grande amplitude **(Mate, 2003)**.

### **6-2-Le changement climatique en Algérie**

En Algérie, pays dont la plus grande partie est désertique, les changements climatiques constituent une préoccupation majeure. En effet, de par sa position géographique, l'Algérie est exposée aux effets négatifs des changements climatiques et des émissions des gaz à effet de serre, notamment les inondations, la sécheresse et les températures élevées **(Farah, 2014)**.

L'étude de l'évolution historique des facteurs du climat (1931 - 1990) met en évidence, pour ces dernières décennies :

-Une hausse de température moyenne sur l'ensemble du pays, ainsi une hausse nette des températures minimales et maximales sur l'ensemble des stations de l'Algérie du Nord depuis la décennie 70 et prolongeant jusqu'à nos jours.

- Une baisse de précipitations sur l'ensemble du pays

- Une occurrence plus grande de phénomènes extrêmes comme les inondations et les sécheresses (**Boucetta, 2018**).

### **6-3-L'agriculture au défi du changement climatique en Algérie**

Selon **Lakhdari (2009)** : l'Algérie située dans une zone semi-aride dont les ressources hydriques sont vulnérables au climat risque d'être confrontée à la rareté de cette ressource dans les prochaines années. D'où là, nécessité de rationaliser dans l'utilisation des ressources est obligatoire. L'insuffisance de l'eau ainsi que la gestion de cette perle rare, sont des problèmes déjà présents conditionne l'avenir du pays du point de vue sécurité alimentaire. La forte sensibilité des bassins hydrologiques à de faibles écarts climatiques implique que les volumes d'eau mobilisables seront fortement touchés par la diminution du ruissellement.

Selon le ministère de l'aménagement du territoire et de l'environnement (Algérie 2001), les projections des déficits des apports en eaux superficielles s'élèvent entre 15 et 30% pour des scénarios de réchauffement de 0,5 et 1°C et pour de réduction de précipitations de 10 et 15 %, suite à des estimations des besoins sectoriels, l'instabilité climatique pourrait mettre l'Algérie dans un passage difficile d'où les volumes mobilisables seraient loin de satisfaire les besoins et même déficitaires. (**Lakhdari et Ayad, 2009**).

### **6-4- Contribution de l'Algérie aux efforts Mondiaux de lutte contre les Changements climatique :**

#### **➤ Mesures juridiques et organisationnelles adoptées par l'Algérie dans la lutte contre les Changements Climatique**

D'après **Benedjoue (2021)** : Algérie s'est dotée d'arrangements institutionnels en conformité avec les engagements qu'elle a contractés au titre de la CCNUCC et de l'Accord de Paris. Ces arrangements ont été également mis en place dans la perspective d'intégrer les changements climatiques en tant que composante de la politique environnementale nationale. Les arrangements institutionnels de l'Algérie se manifestent par ce qui suit :

- La création en 2005 de l'Agence Nationale des Changements Climatiques (ANCC), qui a pour mission de traiter des aspects en lien avec les changements climatiques, par l'intégration de cette question dans l'ensemble des plans de développement. Elle est aussi chargée d'élaborer l'inventaire national des émissions des gaz à effet de serre (ANCC, 2020).
- La mise en place en 2015 du Comité National Climat (CNC) sous la présidence du Ministère en charge de l'environnement. Il regroupe des représentants des différents secteurs et assure la coordination, le suivi et l'évaluation des politiques, des stratégies, des programmes et plans d'actions nationaux ayant trait aux changements climatiques.
- La mise en place en 2016 d'une direction en charge des changements climatiques au niveau du Ministère de l'Environnement.
- La création en 2019 du Commissariat national aux énergies renouvelables et à l'efficacité énergétique ayant principalement pour objectif de faire face aux obstacles et aux difficultés entravant la mise en œuvre, sur le terrain, du Programme National des Energies Renouvelables.

➤ **Programmes, plans et stratégies nationales de lutte contre les**

**Changement Climatique :**

L'Algérie également élaboré un ensemble de plans et de stratégies pour lutte contre le changement climatique, comme d'écrit dans un article édité par **Benedjoue ,2021 :**

- La mise en place de la Stratégie Nationale de Gestion Intégrée des Déchets (SNGID) à l'horizon 2035. Cette stratégie s'inscrit dans le cadre la Stratégie nationale environnementale, ainsi que dans le Plan national d'actions environnementales et du développement durable (PNAEDD).
- L'actualisation du Plan National d'Actions pour l'Environnement et le Développement durable (PNAEDD), pour la période 2020-2024, lancée en partenariat avec l'Union Européenne dans le cadre du programme d'Appui à la Politique du Secteur de l'Environnement (PAPSE). Le PNAEDD se fixe comme objectif la mise en place d'un nouveau cadre stratégique de la politique environnementale. Le but étant de réduire considérablement le rythme de dégradation de l'environnement.
- l'Adoption de la Stratégie et le Plan d'Actions National pour la Biodiversité (SPANB - 2016/2030) qui vise principalement à servir les ambitions sociales, économiques et environnementales de l'Algérie. La mise en œuvre de la SPANB devrait être un moteur de

création d'emplois et de revenus pérennes et devrait contribuer également à augmenter la résilience de l'Algérie face aux changements climatiques.

### 6-5-Projections des changements climatiques au niveau de l'Algérie

Pour cette étude, ils ont été choisis pour l'horizon 2030. Ce choix se veut réaliste et pratique notamment pour ce qui concerne la fiabilité des projections concernant l'évolution future du climat, etc. Pour ce faire, il a été fait référence à la communication nationale de l'Algérie au titre de la CCNUCC (République Algérienne, 2001). Le choix s'est porté sur les deux modèles UKHI et ECHAM3TR qui reproduisent le mieux les caractéristiques du climat algérien. Sur la base des résultats des modèles globaux ci-dessus cités, la projection de CC au niveau régional a été réalisée à l'aide d'un modèle couplé MAGICC -SCENGEN. Les projections de CC sur l'Algérie, à l'échéance 2030 et du modèle UKHI figurent dans le tableau qui suit.

**Tableau 02 : Projection de précipitations à l'horizon 2100 selon le scénario IS92**

	Automne	Hiver	Printemps	Eté
<b>Température en °C</b>				
<b>Scénario bas</b>	1	0.75	1	1
<b>Scénario haut</b>	1,5	1	1,3	1,4
<b>Pluviométrie (Diminution en %)</b>				
<b>Scénario bas</b>	8	10	7	11
<b>Scénario haut</b>	11	16	13	16

(MATE-PNUD-FEM, P. R. O. J. E.T,2015).

### 6-6-Scénario de changements climatiques pour l'Algérie

Le tableau suivant (**tableau n°3**), relatif à un scénario de changements climatiques attendus sur l'Algérie à l'horizon 2030, a été établi sur la base des informations disponibles et moyennant un jugement d'expert. Ce scénario représente simplement et uniquement une vision à long terme de l'évolution du climat futur Algérien.

Tableau 03 : Scénario de changements climatiques sur l'Algérie à l'horizon 2030

Facteurs ou composantes du climat	Changements attendus l'horizon2030	Remarques
<b>Température</b>		Tendance à la hausse de la température confirmée par l'ensemble des modèles.  Une plus grande variabilité se traduisant par plus de jours chauds est difficile à quantifier.
<b>Moyenne</b>	Entre 0,9 et 1,3 °C (allant de 0,75 à 1,5 °C)	
<b>Variabilité</b>	Augmentation de la fréquence des vagues de chaleur difficile à quantifier	
<b>Saisonnalité</b>	Voir tableau 02	
<b>Pluviométrie</b>		La diminution des précipitations est faible et difficile à dissocier de la variabilité naturelle.  Une plus grande variabilité de la pluviométrie est confirmée mais difficile à quantifier.
<b>Moyenne</b>	Une diminution entre 9 et 14 % (allant de 7 à 16 %)	
<b>Variabilité</b>	Difficile à quantifier	
<b>Saisonnalité</b>	Voir tableau 02	
<b>Extrêmes</b>		L'augmentation de la fréquence des extrêmes est probablement l'aléa climatique le plus influent sur la biodiversité.  Malencontreusement, c'est l'aléa qui est le plus difficile à quantifier.
<b>Episodes sèches</b>	Augmentation de la fréquence de 10%	
<b>Episodes humides</b>	Augmentation de la fréquence de 10%	
<b>Tempête</b>	Difficile à quantifier	
<b>Feux de forêts</b>	Difficile à quantifier	
<b>Elévation du niveau de la mer</b>	+ 13 cm par rapport à la période (1986-2005).	Evaluation basée uniquement sur des données au niveau global
<b>Augmentation de la concentration de GES dans l'atmosphère</b>	Une concentration de 460 ppm en 2030, soit une augmentation voisine de 25 % par rapport à l'an 2000 (370 ppm)	Evaluation basée uniquement sur des données au niveau global.

(MATE-PNUD-FEM, P. R. O. E.T,2015).

Finaleme<sup>n</sup>t, les changements climatiques sont la question déterminante de notre époque et nous sommes à un moment décisif .de l'évolution des conditions météorologiques ,qui ont des effets sur l'agriculture et la production alimentaire, à l'élévation du niveau des mers, qui augmente les risques d'inondations, les conséquences des changement climatiques sont mondiales en termes d'effets et d'échelle .sans action immédiate , il sera beaucoup plus difficile et couteux de s'adapter aux conséquences futures de ces changement.

---

# **Chapitre 02**

## **Cadre méthodologie**

---

**Chapitre 02 : Cadre méthodologie**

**Section 01 : Région d'étude**

**1- Présentation de la région d'étude**

**1-1- Situation géographique**

La région de Biskra (34° 48' 00" Nord et 5° 44' 00" Est) se situe dans le sud-est algérien plus exactement au pied du versant sud de la chaîne montagneuse de l'atlas saharien qui constitue la limite entre le nord et le sud algérien. La région de Biskra située au Centre-Est De l'Algérie, précisément au Sud des Aurès. Elle s'étend jusqu'à la zone du Chott Melghir au Sud-Est et jusqu'à l'Erg oriental au Sud-Ouest (Labdi,2016). D'après Hadad ,2011 : Chef-lieu Biskra, limitée par les Wilayas suivantes :

- La Wilaya de Batna au Nord
- La Wilaya de M'sila au Nord-Ouest
- La Wilaya de Djelfa au Sud-Ouest.
- La Wilaya de Ouargla au Sud.
- La Wilaya d'El-oued au Sud-Est.
- La Wilaya de Khenchela au Nord-Est.

Elle se localise entre les coordonnées Lambert avec une latitude de 34,48 (N) et une Longitude de 05,44 E. L'altitude de la ville de Biskra est de 120 m au-dessus du niveau de la mer.

**Tableau 04 : présentation de la wilaya**

Wilaya limitrophe	Batna- Khenchela -M'sila-Ouled Djalale- El oued
Nombre de Daïra	10
Nombre de Commune	27
Superficie totale de la wilaya (ST)	1 024 600 (Ha)
Superficie agricole totale (SAT)	777 768 (Ha)
Superficie agricole utile( SAH)	161 493 (Ha)
Superficie irriguée	108 740 (Ha)
Superficie des forêts.	66 857.55 (Ha)
Parcours	668 099 (Ha)

(DSA, 2021)





Figure 5 : Situation géographique de la wilaya de Biskra (D.maps .com, 2022)

### 1-2-Situation topographie et le sol

Le sol est le lieu de vie de nombreux êtres vivants et le support des végétaux. Les sols de la région de Biskra sont hétérogènes mais ils sont constitués des mêmes catégories rencontrées dans l'ensemble des régions arides de l'Algérie (**Boukhelouf,2018**). Alors que ; d'après les études pédologiques réalisées par **Khachai (2001)**, les sols de la wilaya de Biskra présentent les caractéristiques suivantes :

- les régions Sud, sont surtout caractérisées par les accumulations salées, gypseuses et calcaires.
- les régions Est, sont définies par les sols alluvionnaires et les sols argileux fertiles.
- les régions Nord (ou zones de montagnes) sont le siège de formation Des sols peu évolués et peu fertiles.
- Enfin, la plaine située au Nord-Ouest de Biskra où les sols argileux-sodiques sont Irrigués par les eaux fortement minéralisées qui Constituent le caractère de la Pédogénèse de cette région.

**1-3- Relief**

A morphologie de cette région, est cependant marquée par trois unités morphologiques : La montagne, le piémont et la plaine , alors que d’après, la wilaya de Biskra se distingue par 04 unités morphologiques :

- **Montagnes** : situées au Nord de la région presque découvertes de toute végétation naturelle (El-Kantara, Djamoura, et M’Chouneche (A.N.A.T, 2003 ; cité par Boukhalof ,2018). Ils représentent 13% de la superficie de la wilaya.
- **Les hauts plateaux** : localisés en grande partie à l’Ouest de la wilaya, et s’étendent sur une superficie de 1 210 848 hectares (soit 56% de l’étendue de la wilaya). La végétation des plateaux est maigre et constitue des sites privilégiés de parcours représentés par les pentes et s’étendent jusqu’à la rive Sud de l’Ouest constituent le Plateau de Ouled Djellal (Ouled Djellal et Sidi Khaled).
- **Les dépressions** : situées au Sud-est de la wilaya, elles constituent une assiette où se forment des nappes d’eau très minces constituant ainsi les chotts dont le plus important est le chott Melghir dont le niveau peut atteindre -33m au-dessous de celui de la mer.
- **Les plaines** : Occupant la partie centrale de la wilaya de Biskra, et couvrent la Quasi-totalité des Daïra d’El-Outaya et Sidi-Okba, et la commune de Doucen.

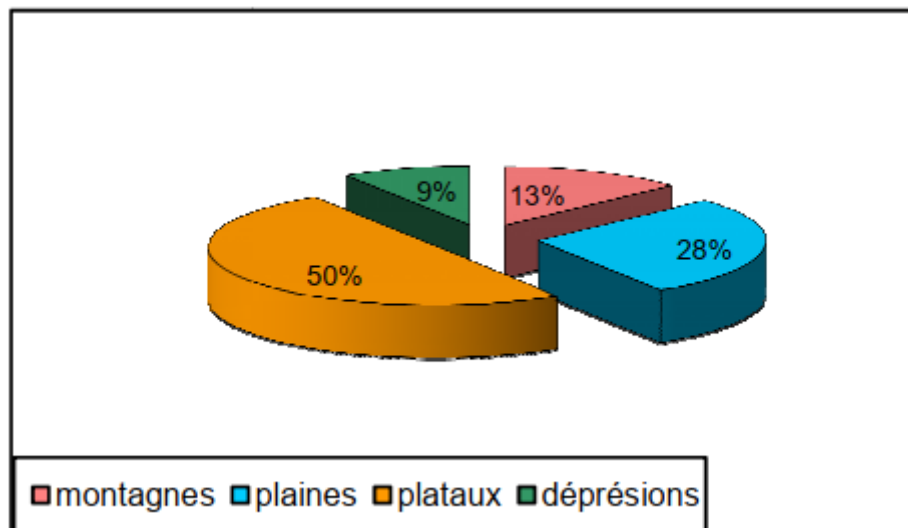


Figure 06 : présentation de relief de la région de Biskra (Anonyme ,2005)

**1-4-Agriculture dans la région de Biskra**

Biskra est l'un des pays leaders dans le domaine de l'agriculture, grâce à son climat favorable, riche en eaux souterraines et en sols arables, qui lui confère l'avantage d'être le leader en termes de variété et de qualité des produits agricoles (Makaoui,2019).les principales culture qui y sont pratiquées sont : la phœniciculture, maraichage, céréales.

La wilaya de Biskra est la principale source de nombreux produits agricoles et joue un rôle important dans l'exportation de produits de consommation vers le marché.

Les plus grandes superficies sont occupées par la phœniciculture avec 36 510 ha comprenant la plupart dans la région occidentale de Zab (districts de Tolga, Foughala, Ourlel) puis les céréales avec une superficie de 28 140 ha et le maraîchage avec une superficie de 27 190 ha, englobant la partie orientale de l'état (les districts de Sidi Okba, Zeribet El-Oued). Les autres cultures occupent des superficies plus ou moins importantes comme les fourrages, l'olivier et les arbres fruitier (agrume,)

**Tableau 05 : Répartition des superficies irriguées et des productions végétales de Biskra en 2021**

<b>Filière</b>	<b>Superficie irriguée (Ha)</b>	<b>Production (Qx)</b>
Dattes	36 510	4 194 580
Céréales	28 140	1 026 840
Maraichage	27 190	10 930 630
Fourrage	6 660	467 160
Culture industrielle	0	0
Viticulture	230	21 720
Argumes	75	2 935
Noyaux à pépins	3 560	124 700
Olives	4 190	171 960

(DSA ,2021)

**1-5-Ressources en eau dans la région de Biskra**

La wilaya de Biskra est appelée la reine des Zibans Zab qui signifie dans la langue arabe : remplir, beaucoup d'eau ; de ce fait on remarque une relation étroitement liée de Zab avec l'eau et aussi ensemble d'oasis.

Selon DSA (2021) dans la wilaya de Biskra ont trouvé 2 systèmes d'exploitation d'eau le première et souterrain, le 2 éme est superficielle. Elle recèle des grandes potentialités en eau d'irrigation, le potentielle mobilisée peut dépasser plus 1 194 Millions de m<sup>3</sup>/ ans

**Tableau 06 : Mobilisation des Ressources en eau par système souterrain**

Désignation	Nombre de point d'eau exploités	Débit (l /s )	Volume mobilisable m <sup>3</sup> / ans	Superficie irrigable (ha)	Superficie irriguée (ha)
Forage	15 366	122 928	638 556 800	164 360	102 793
Puits	3 573	10 719	228 056 000	16 250	9 655
Sources	06	12	45 611 200	13	13
<b>Totale de point d'eau</b>	<b>18 945</b>	<b>133 659</b>	<b>912 224 000</b>	<b>180 623</b>	<b>112 461</b>

(DSA,2021)

**Tableau 07 : Mobilisation des Ressources en eau en eau superficielles**

Désignation	Nombre	Année de réalisation	Localité	Capacité (millio m <sup>3</sup> )	Volume mobilisable m <sup>3</sup> / ans	Superficie irriguée (ha)
Barrage <Fontaine des Gazelles>	01	2001	El-Outaya	55.5	7.776	942
Barrage <<Foum El Gherza>>	01	1954	Sidi Okba	47	08	1083

(DSA,2021)

**1-5-1-Les Ressources en eau superficielles**

Les ressources hydriques superficielles sont relativement peu importantes et peut exploitées elles sont irrégulières et par conséquent, leur utilisation se limite à la pratique de l’agriculture de crue qui reste marginale.

Elle est sillonnée par 4 grands oueds qui sont : **Oued Djedi**

**Oued Biskra**

**Oued el Arab**

**Oued El Abiadh**

D’après **DSA ,2021** , Comme étant l’exutoire de l’ensemble des eaux de surfaces dans le bassin de Melghir Le chott reçoit les eaux des principaux oueds suivants : A l’est, oued El arabe, principal oued de la zone, avec ses 5 affluents, et Oued El Haguaef, au nord, Oueds El Abiadh et Biskra qui se jettent dans L’oued Djedi au lieu dit Sàada, à l’ouest, oued diedi avec ses 6 affluents.

**Tableau 08 : Quelques détails des principaux oueds qui franchissent le**

**Zab :**

<b>Nom de oued</b>	<b>Longueur (Km)</b>	<b>Apport Interannuel (m³/ans )</b>	<b>Type d’écoulement</b>
Oued Djedi	380	32.70	Temporaire
Oued El Hai	22.5	13.21	
Oud El Abiod	80	11.20	Temporaire
Oued Biskra	57	6.05	Pérenne

(DSA,2021)

**1-5-2-Les Ressources en eau souterraines**

La région de Biskra recèle d’énormes potentialités en eau souterraines qui sont évaluées est estimé plus 1381 h dont 45% de ressource non renouvelables. Mais le taux d’exploitation des eaux souterraines est tellement important que le niveau des nappes se rebaisse et les agriculteurs sont contraints de creuser davantage à chaque fois. (DSA,2021)

Après étude des services concernés (ANRH, DRE, ABHS), les nappes et les sous nappes exploité par l’agriculture au nombre de 08 à savoir :

**1-La nappe phréatique de Quaternaire (Inféoflux) :**

Caractérisé par un faible profondeur (20 - 150m) et sa bonne qualité chimique, pour cette raison qu’elle est utilisées pour l’alimentation en eau potable. Cette nappe captée que dans les

communes suivantes : Chaiba –Ouled Djellal –Biskra, El Hadjeb, Sidi Khaled, Ras El Miad El Besbes.

### **2-Nappe des sables du Moi-pliocène**

Cette nappe est fortement exploitée dans la partie Est de la wilaya et surtout dans la zone de M’Zirâa et 95% des ses ressources sont mobilisées pour les besoin agricole. Elle présentée un système très hétérogène car elle est constituée par des couche de diverses perméabilités. Sa profondeur est variée de 100 à 300m, et le sens d’écoulement principal de la nappe de sables se dirige vers la zone de Chott Melghir.

### **3-La nappe de Eocène inferieur**

Couvrant la totalité de la superficie des zones suivantes : Ourlel, Ouled djallel, Biskra, Tolga, Fougalla, cette nappe à usage agricole seulement pour la commune de Foughala.

### **4-Nappe du Pontien**

captée principalement dans la partie Est de la wilaya : Sidi Okba et Zeribet El Oeud.

### **5- Nappe du Sénonien Carbonaté**

cette nappe n’est captée que dans les communes de (M’Khadma, M’lili, Oumeche, Ourlal et El Hadjeb), 02 daïra donc sont concernées ; Biskra et Ourlal pour l’irrigation.

### **6-Nappe du Maestrichtien**

cette nappe captée dans plusieurs zones de la wilaya, est surtout mobilisée pour les besoins domestiques et agglomérations d’El Kantra, Outaya, Sidi Okba, Zribet El Oued et M’Chounech, mais elle est utilisée aussi pour l’irrigation.

### **7- Nappe du Turonien**

cette nappe n’est captée que dans 03 communes : El Kantra, Outaya et Djamourah.

### **8-Nappe de l’Albo-Barrémien**

cette nappe exploitée principalement dans les zones de : Biskra, Ouled Djellal, Tolga, Fougalla

## **1-6-Situation Hydro climatologique**

La position géographique de la wilaya de Biskra, lui confère un climat aride, caractérisé par un été très chaud et sec et un hiver doux. Ce climat sec mais agréable pendant la saison hivernale (**Boukhelouf,2018**). L’enregistrement des données climatiques par l’office National de Météorologie (ONM) de Biskra s’étalant de **1990 à 2020** (30ans) montre ce qui suit :

### **1-Les températures**

La température représente un facteur limitant de toute première importance car elle contrôle l’ensemble des phénomènes métaboliques et conditionne de ce fait la répartition de la totalité des espèces et des communautés d’êtres vivants dans la biosphère (**Ramade, 2003**).Elle

est l'une des éléments les plus importants en ce qui concerne la caractérisation du climat d'un milieu d'étude.

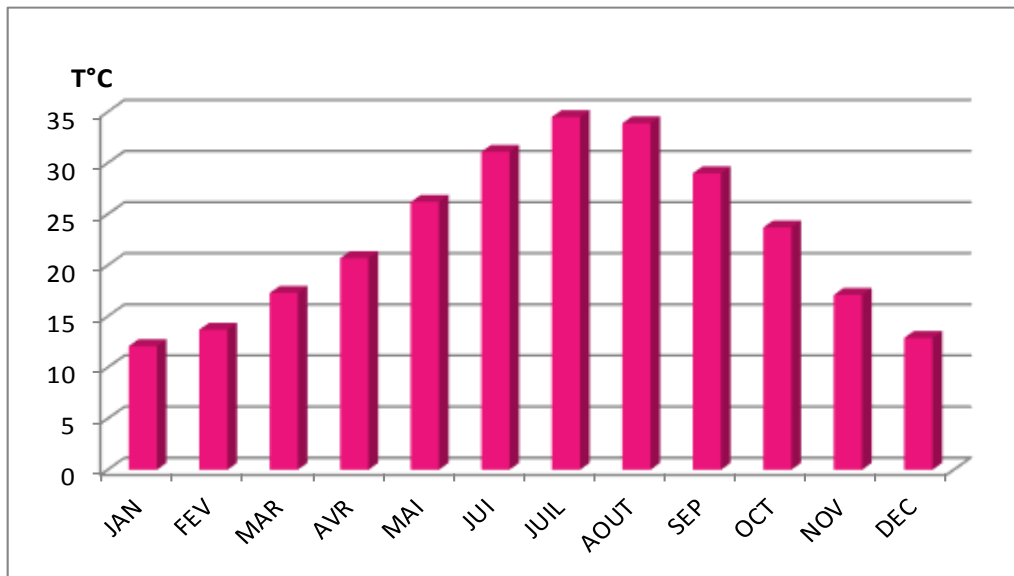


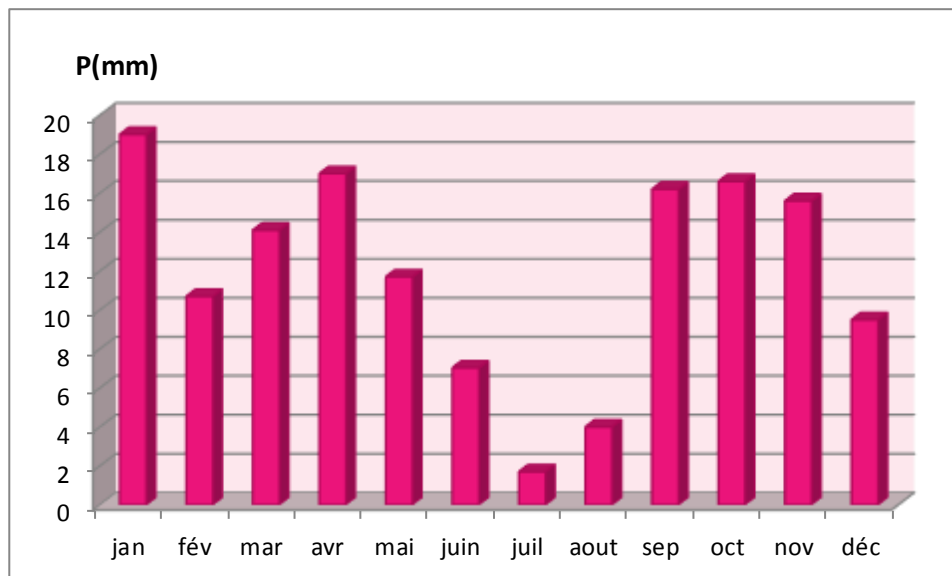
Figure 7 : Températures moyennes mensuelles pour la période de (1990 – 2020)

(O.N.M., Biskra ; 2021)

Nous remarquons que, la région de Biskra est caractérisée par de fortes températures, le mois de juillet est considéré comme le mois le plus chaud avec une température moyenne mensuelle de 34.5°C, par contre la température minimale est de l'ordre de 12,1°C enregistrée en mois de janvier.

## 2- Les précipitations

Les précipitations, en climatologie, sont l'ensemble des apports d'eau sur une surface dus aux pluies, à la rosée, au dépôt de gouttelettes provenant de brumes ou de brouillards et à la captation de gouttelettes d'eau apportées par convection, par les nuages ou les brouillards qui rencontrent ces surfaces (Faci ,2021). En région aride la productivité des végétaux augmente en forme linéaire avec l'augmentation des précipitations (Hadad ,2011)



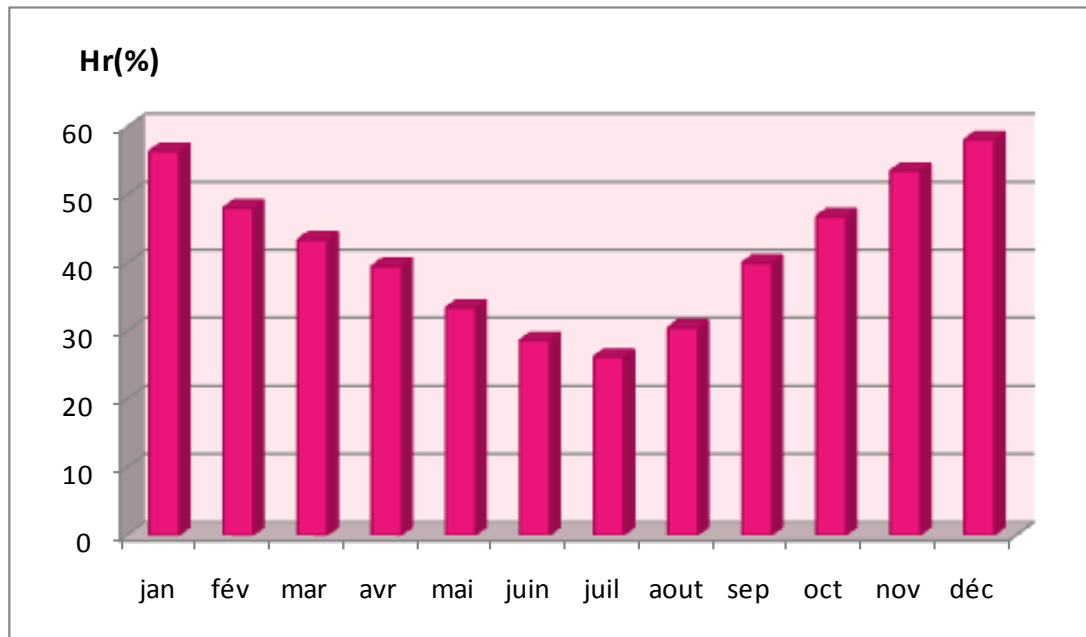
**Figure 8 : Précipitations moyennes mensuelle pour la période de (1990 – 2020)  
(O.N.M., Biskra ; 2021)**

Nous remarquons que la période pluvieuse s'étend de septembre à avril avec une valeur maximale de 17 mm pour le mois de janvier et concernant la période sèche présente un maximum de sécheresse en juillet de 1,7 mm et cela synchronisation avec la saison la plus chaud.

### 3- L'humidité relative

L'humidité relative ou degré hygrométrique est la mesure du rapport entre le contenu en vapeur d'eau de l'air et sa capacité maximale à en contenir dans ces conditions. Elle est mesurée à l'aide d'un hygromètre.





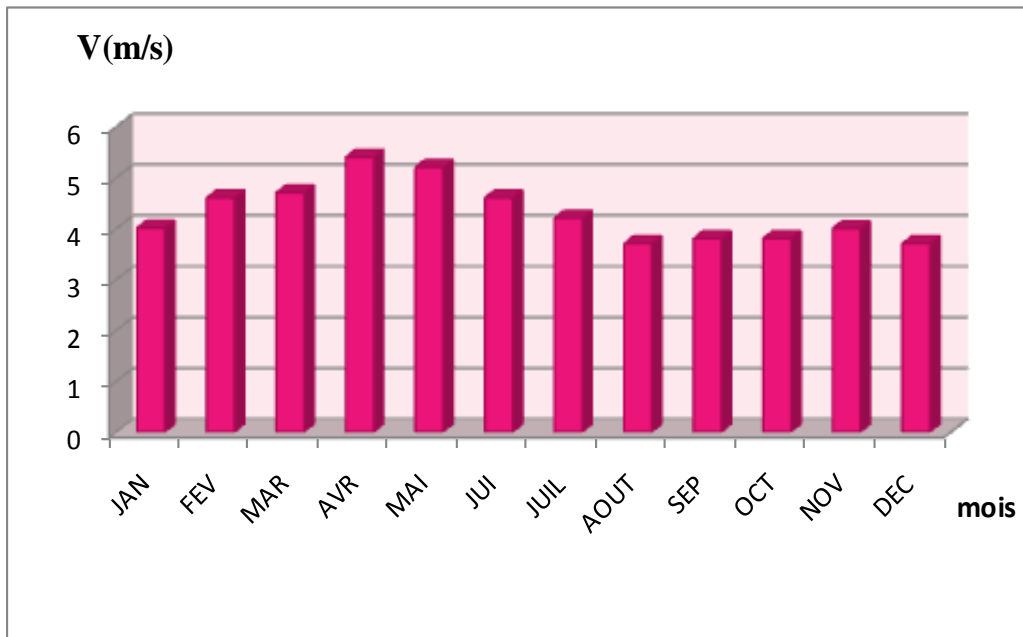
**Figure 09 : L'humidité relative mensuelle pour la période de (1990 – 2020)**

**(O.N.M., Biskra ; 2021).**

Nous remarquons dans l'histogramme au-dessus que les valeurs les plus élevées sont enregistrées en hiver, le mois de décembre (58.1%) et la plus basse, le mois de juillet (26.2%).

#### **4-Le vent**

Dans les régions arides, les vents sont les principaux facteurs de l'édification des reliefs (dunes) et dans la dégradation des sols (vannage). Les vents sont relativement fréquents au printemps et en été. Le Sirocco est un vent chaud et sec qui souffle en été et accélère l'évapotranspiration (Hadad,2011). Les vents jouent un rôle très important au niveau des régions arides, pour l'édification des reliefs et des sols ainsi la dégradation et la destruction de celle-ci (Halitim, 1988).

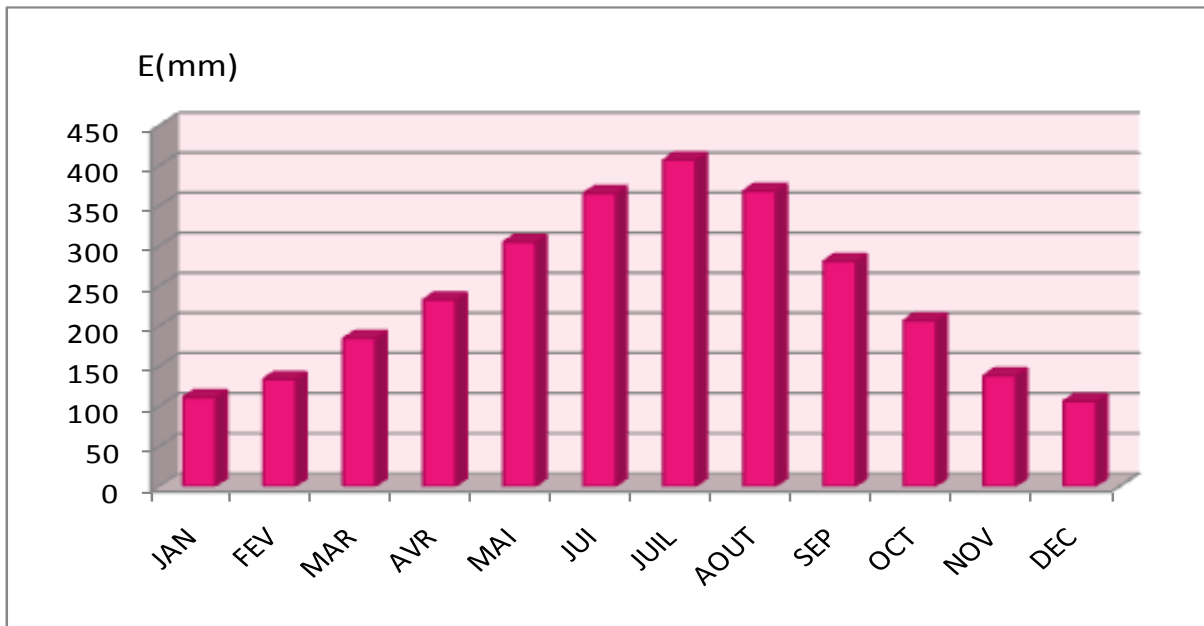


**Figure 10 : Les vitesses moyennes mensuelles des vents pour la période de (1990– 2020)  
(O.N.M., Biskra ; 2021)**

Nous remarquons que le maximum de vitesse des vents est enregistré durant le mois d'avril avec un valeur estimée 5,4 m/s et le minimum de vitesse est enregistré au mois de août et décembre est de 3.7m/s.

### **5-L'évaporation**

L'évaporation est le paramètre le plus important après les précipitations dans le bilan hydrologique. Elle constitue le transfert de l'eau de la terre vers l'atmosphère par évaporation des eaux de surface et des sols. Elle est influencée par l'humidité de l'air, la vitesse du vent, la température de l'eau et de l'air, le rayonnement solaire, la pression atmosphérique et la nature du sol.



**Figure 11 : Moyenne mensuelle de l'évaporation pour la période de (1990 – 2020)**

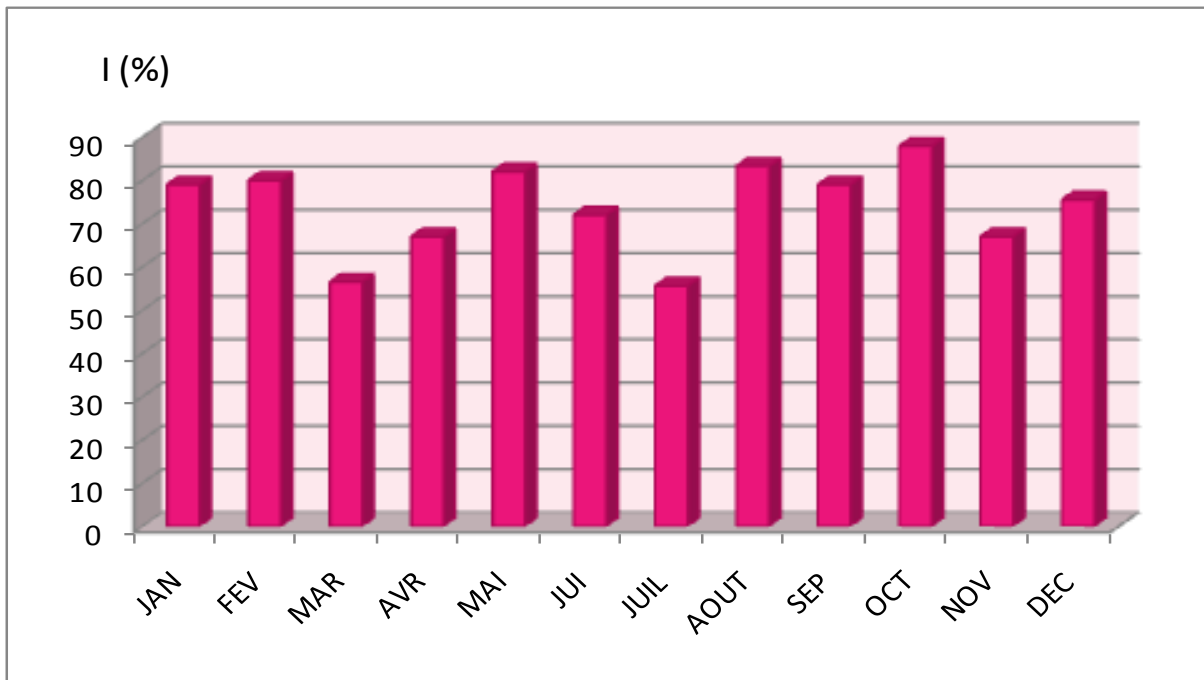
**(O.N.M., Biskra ; 2021)**

Nous remarquons que, la moyenne mensuelle la plus élevée est enregistrée en mois de décembre avec 406,9 mm, par contre la plus faible est enregistrée en juillet avec 105,8 mm.

**6-L'insolation**

Le désert est caractérisé par une insolation qui peut atteindre 90% du minimum théorique soit 3500 à 4000 heures / année ,(Seltzer, 1946)

La région de Biskra reçoit une intensité lumineuse très importante surtout pendant les grandes purétés durant toute l'année car l'atmosphère à une grande pureté durant toute l'année. (Khechai,2006).



**Figure 12 :L’insolation moyennes mensuelle pour la période de (1990 – 2020)  
(O.N.M., Biskra , 2021)**

Nous remarquons que, une augmentation significative de l’insolation pour tout le mois, où La valeur le plus élevé est enregistrées en mois octobre (87,9%) et la plus basse, le mois de juillet (55,6%).

**Section 02 :la méthodologie de l’étude de la variabilité climatique**

**1-La méthodologie de travail**

Dans ce cadre que s’inscrit ce travail dont le but principal est étudié un climat de la région de Biskra, en mettant l’accent sur les facteurs climatiques pour démontrer si cette région a connu le changement climatique au fil du temps ou non (les résultats obtenu dans le chapitre 3). Les éléments climatiques qui sont analysés et comparés dans ce travail sont : la pluie, la température, l’évaporation, L’humidité, le vent et l’insolation, sur la base des données météorologiques, prélevées sur différentes périodes :(1990-2020), (1913-1938) pour tous les facteurs (P, T, V, E, H, I), (1951-2020) concernant le P, T, V et (1926-1950), quant P, T. L’étude sur le climat que nous avons effectuée était fondée sur des études précédentes illustrées dans le **tableau n°09**.

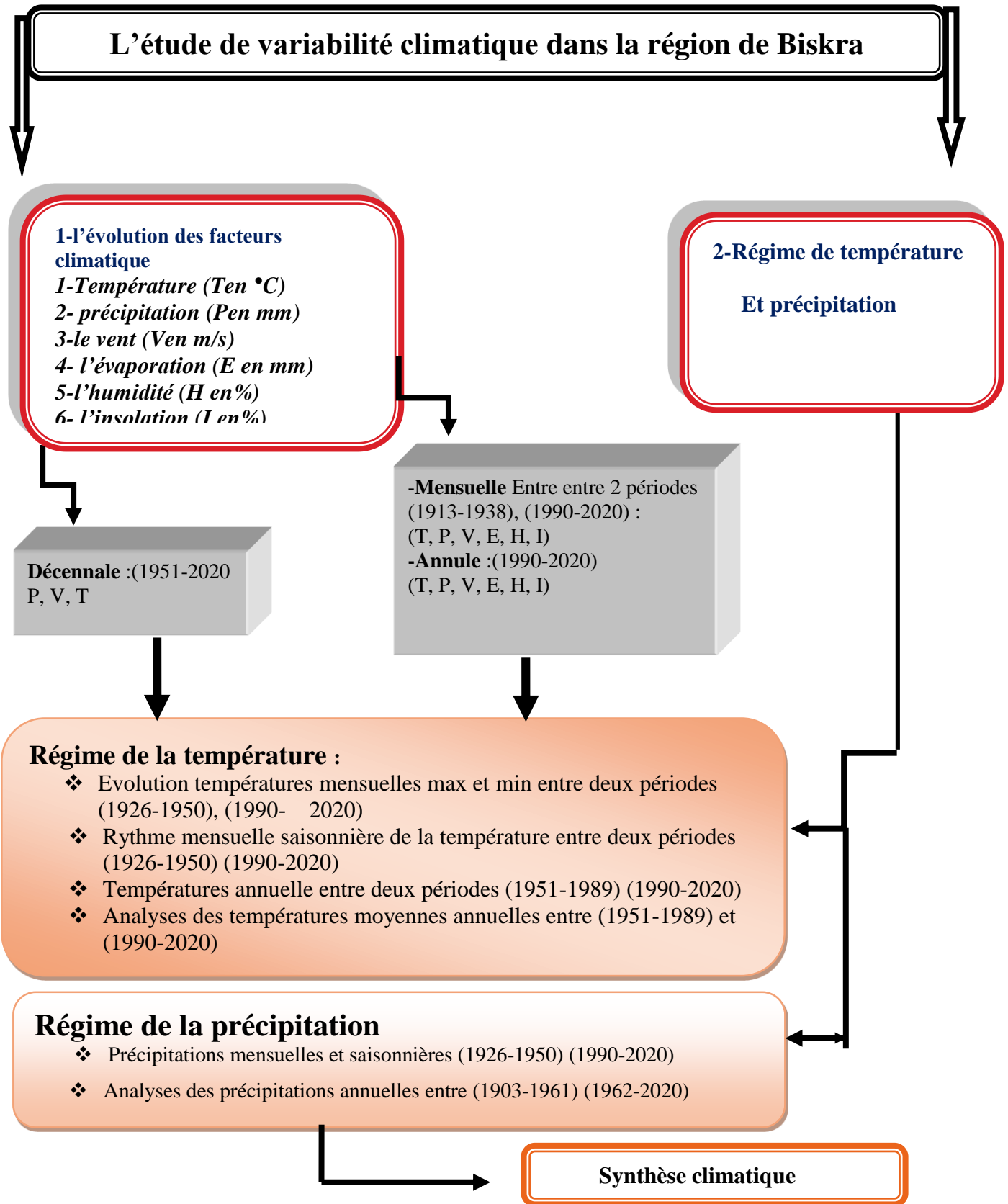


Figure 13 : schéma de la méthodologie de l'étude et l'analyse de la variabilité climatique

Tableau 9: présentation des factures climatique étudiées dans des études précédentes à différentes périodes comparées à l'étude actuelle.

Les paramètres calculés		Etude précédentes			Etude actuelle (Biskra)	
T°, P, H, E, I, V		Les références des données	Biskra	Autre régions (en Algérie)	Les données	Les références
Les factures climatique qui contient dans des études précédents qui au niveau des thèses – articles et livres : T : température (en C°), P : précipitations (en mm), H : humidité (en %), E : évaporation (en mm), V : le vent (en m/s ou km/jrs), I : insolation (en %)	Données mensuelles				<b>Mensuelle</b>	- Seltzer. P. (1948). ONM
	-1913-1938 et 1990-2015 (T, P, H, E, V)	- Seltzer. P. (1948). ONM	( <i>Boucetta, 2018</i> )		1990-2020 et 1913-1938 (T, P, H, E, V)	
	1987-2011 : T (topologie thermique et variabilité mensuelles) P (fréquence pluviométrique et l'intensité mensuelle)	-ONM		<i>Ansar, 2019</i> <i>Costantine</i>	<b>Annuelle</b>	
					(1990-2020) T, P, H, E, V, I	ONM
					<b>Décennale</b>	
	- (1926-1960) : T et P -(1913-1938) : T et P	-Dubief. J, 1959, 1963 - Seltzer. P. (1948)	<i>Sellami et Benazzouz.</i>		(1951-2020) T, P, V	
	-1913-1938 : P, H, V -1987-2012 : P, H, V	- Seltzer. P. (1948). ONM		( <i>Yahiaoui, 2015</i> ) <i>Oran</i>		ONM

1913-1938 : T et P 1976-2005 : T et P (Au niveau de plusieurs station)	- Seltzer. P. (1948). -ONM		( <i>Tabet,2008</i> ) <i>Algerie</i>		
1989 -2015 : T, P, H, V, I	ONM	( <i>Boukhelouf,2018</i> )			
1982-2009 : Pet T	ONM		<i>Malkia ,2016</i> <i>Algerie</i>		
<b>Données annuelle</b>					
1987-2011 : T (topologie thermique et variabilité annuelle) P (fréquence pluviométrique et l'intensité annuelle)	ONM		<i>Ansar,2019</i> <i>Costantine</i>		
-1990-2015 :	ONM	( <i>Boucetta,2018</i> )			
(T, P, H, E, V et I)					
1992-2012 (T, P, H, V, I)	ONM	( <i>Boukhelouf,2018</i> )	<i>Malkia ,2016</i> <i>Algerie</i>		
<b>Données décennales</b>					
-1967-2015 (T, P, H et V)	ONM		<i>Boucetta,2018</i>		

	Evolution de Tmax et Tmin mensuelle ou/et annuelle :			Evolution de Tmax et Tmin mensuelle :	ONM
	(1919- 1961) et (1973-2015	NOAA/OMM	( <i>Boucetta,2018</i> )	1926-1950 et 1990-2020	
	1951-2019	ONM	( <i>Faci,2021</i> )		
	1987-2012	ONM		( <i>Yahiaoui, 2015</i> ) <i>Oran</i>	
	1992-2012	ONM		<i>Malkia ,2016</i> <i>Algerie</i>	
	1989 -2015	ONM	( <i>Boukhelouf,2018</i> )		

-NOAA : National Oceanic & Atmospheric Administration.

-OMM : Organisation Météorologique Mondiale

-ONM : Office National de la Météorologie

-Seltzer. P. (1948) : le climat de l'Algérie. Bull. Hors-série. Impga. 219 p

-Dubief. J, 1959, 1963 : le climat du Sahara. Institut de recherche saharienne, Algérie, mémoire hors-série, tome 1, 312p.Tome 2, 27



Le tableau suivant présenté les indices calculées dans les études précédentes :

**Tableau 10 : les indices calculé dans les études précédentes**

L'étude précédentes	Les indices calculés
(Faci,2021)	1-Indice de pluviosité (Ip) : $p = P_i / P_m$ 2-Indice de l'écart à la moyenne (Em) : $Em = P_i - P_m$ 3-Indice du nombre d'écarts type $\Sigma = [1/ (N - 1)] \Sigma (P_i - P_m)1/2$ 4-Indice de précipitations normalisé $SPI = (P_i - P_m)/s$
(Boucetta ,2018)	1-Indice Standardisé des Précipitations (ISP) : $ISP = P_i - P_m / \sigma$ 2-Quotient pluviothermique d'Emberger $Q = 3.43. P / (M - m)$ 3-Indice d'aridité de De Martonne : Annuelle : $IDM = P / T + 10$ Mensuelle : : $IDM_m = 12P / T + 10$
(Tabet ,2008)	1-Le régime saisonnier des précipitations $Crs = P_s.4 / P_a$ 2-Indice d'aridité de De Martonne $I = P / T + 10$ 3-Indice Xérothermique d'EMBERGER (1942) : $S = PE / M$ 4-Quotient pluviothermique d'EMBERGER $Q_2 = P / (M - m)$
(Yahiaoui,2015)	1-Indice d'aridité de De Martonne $I = P / T + 10$
Ansar,2019	$D_p = \text{Totale pluviométrique annuel} / \text{Moyenne pluviométrique annuel}$
(Mokhtari et al., 2013)	
Mokktari et all ,2013	- Indice d'aridité UNEP $AI = P / ETP$
(Doukpolo,2014)	-Indice d'humidité $IH = (\Sigma P / ETP) * 100$

2-Outils de traitement et d'analyse



Pour l'analyse des données (les graphique)



Spss (version 20) pour l'analyse statistique descriptives, tendances, régressions linéaires, moyennes mobiles,



Pour calculer ETP

Mois	Temp Min	Temp Max	Humidité	Vent	Insolexion	Rap.
	°C	°C	%	km/heure	heures	MJ/m²/jour
Janvier	11	16,2	61	397	6,6	13,7
Février	7,1	17,9	49	527	6,7	15,3
Mars	11,1	23,6	42	493	9,6	19,6
Avril	15,1	28,2	38	544	10,8	24,1
Mai	22,3	35,3	26	591	10,8	25,6
Juin	26,7	40,3	25	423	6,6	22,9

**Section 03 : Déroulement de l'enquête**

Dans la langue courante, le terme « Enquête » signifie tout simplement quête d'information, recherchée pour savoir quelques choses.

La méthode d'enquête constitue l'ensemble des procédures visant à rechercher, rassembler et recueillir des informations sur l'objet de son étude, elle s'organise selon un plan bien déterminé, le chercheur prévoit son déroulement et fait des choix de stratégie qui correspondent à la nature des résultats voulus et en tenant compte aussi des moyens dont il dispose (temps et argent).

Les enquêtes se diffèrent selon :

- le choix du sujet, l'approche
- le temps, les objectifs fixés
- les techniques d'investigation employées

Plusieurs questions le chercheur se pose tels que :

- Quelle approche choisir ?
- Est-ce qualitatif ou quantitative ?
- Qui est soumis à l'enquête ?
- Est-ce que c'est toute la population ou une partie ?
- Ou encore à quel moment les interroger ou les observer ?

Une autre question aussi importante que les précédentes est : quel est l'objectif de cette enquête : est-ce descriptive comparative ou explicative ? Toutes ces interrogations, ces modalités indiquent quelle sorte d'enquête utilisée dans chaque étape. Les types choisis se combinent entre elles et constituent ce qu'on appelle la planification de l'enquête (**Hamel et Benazzouz, 2017**)

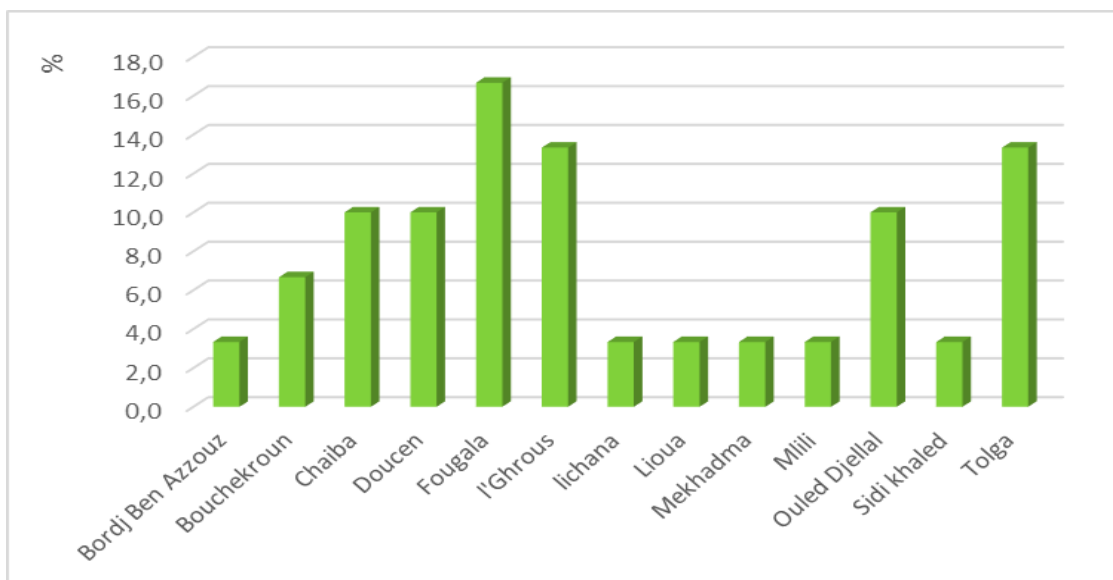
Dans le but de répondre à la problématique de notre étude, qui focalise sur la perception de changement climatique par les agriculteurs dans la région de l'ouest de Ziban (Zab El Gharbi), nous avons préparé le guide d'enquête puis enquêté avec des agriculteurs répartissant sur les Communes suivantes : Chaiba, Tolga, Lichana, L'Grous, Fougala, Liwa, Bouchekroun, Dawsen, Mlili , Ouled djellal , Sidi khaled .

**1-Structure globale du questionnaire**

Le questionnaire est composé de 3 axes, les deux premiers axes pour l'identification de l'exploitation et l'exploitant et la troisième pour la connaissance la structure de l'exploitation système de culture et la quatrième sur la perception du changement climatique

**2-L'opération de l'enquête**

les entretiens avec les agriculteurs ont commencé de 26 mai à 16 juin en raison de contraintes de temps nous avons effectué l'opération avec un échantillon de seulement 30 agriculteurs distribués à 13 municipalités de Zab l'Gharbi. Les questionnaires sont menés presque quotidiennement avec un agriculteur à deux dans une période de temps estimée à 1h 30 min pour chacun.



**Figure 14 : La répartition des agriculteurs selon la commune de résidence**

---

*Partie II*  
*Résultat et discussions*

---

---

***Chapitre 03***  
***Etude la variabilité***  
***climatique***

---

## Chapitre 03: Etude la variabilité climatique

## 1-Sources et collecte des données climatiques

Les données climatiques collectées couvrent deux séries chronologiques : une période ancienne (1913-1938) et une période récente (1990-2020) où les données de la période ancienne ont été extraites du livre de **Seltzer. P. (1948)** : le climat de l'Algérie. Bull. Hors-série. Les données de la période récente sont obtenues auprès de la station principale de l'Office National de météorologie (ONM) de la wilaya de Biskra.

## 2- Analyse et comparaison entre les séries 1913-1938 et 1990-2020

## 2-1- Analyse de l'évolution de la température

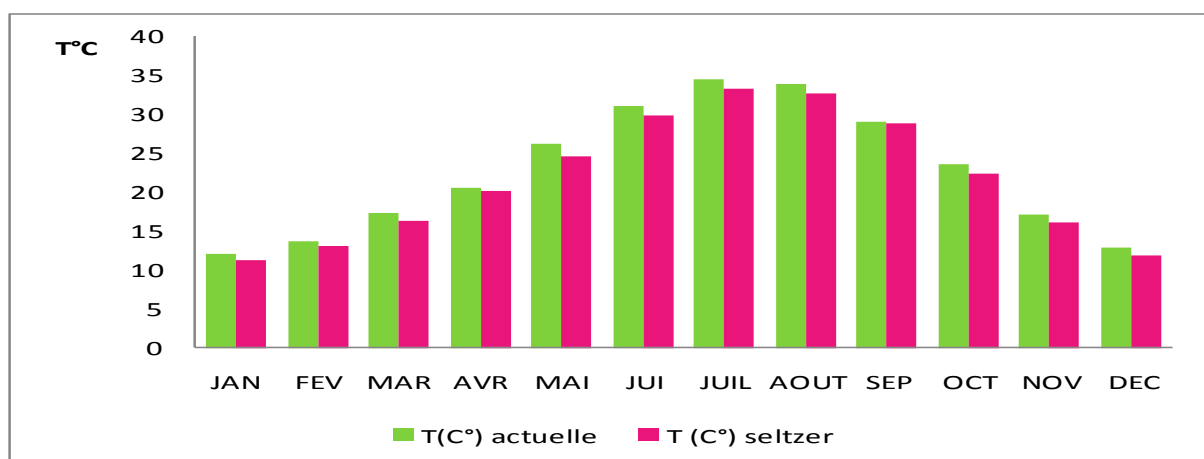
## 2-1-1-Moyennes mensuelles de la température entre (1913-1938) et (1990-2020)

Tableau 11 : Températures moyennes mensuelles pour les deux périodes

Mois	jan	Fév	mar	avr	mai	juin	juil	Aout	Sep	Oct	nov	déc	Moy
T (C°) Actuelle	12.1	13.7	17.3	20.7	26.2	31.1	34.5	33.9	29	23,7	17,1	12.9	22,7
T (C°) Seltzer	11.25	13,15	16.3	20,2	24.7	29.95	33.35	32.65	28.8	22.45	16.25	11.95	21.8

**L'analyse de tableau :** D'après la variation des moyennes mensuelles des températures pour la période actuelle (1990-2020) et la période seltzer (1913-1938), on constate, une augmentation significative de la température pour tout le mois, où la moyenne annuelle des moyennes mensuelles de température pour les deux périodes est 21,8°C pour la période Seltzer et 22,7 °C pour la période actuelle.

❖ Les données des températures moyennes mensuelles pour les deux périodes qui présentées dans le tableau ci –dessus, ils sont représentés sous forme d'un histogramme dans la figure suivante :

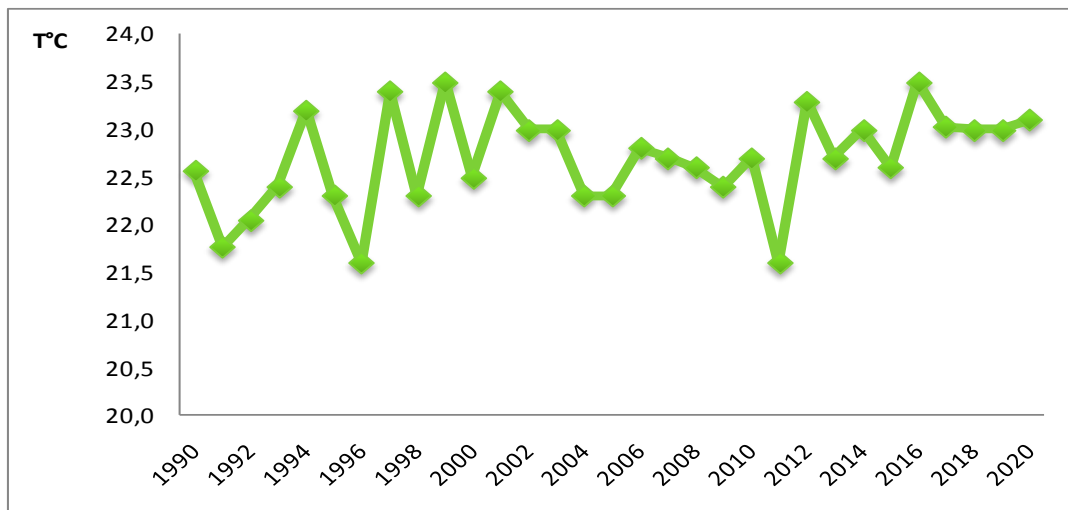


**Figure 15: Comparaison des moyennes mensuelles des températures entre deux périodes Actuelle (1990-2020) et Seltzer (1913-1938).**

**L'analyse graphique :** Les moyennes mensuelles des températures de la période d'actuelle (1990-2020) sont généralement supérieures que la période de seltzer (1913-1938), et les écarts de moyennes mensuelles entre les deux périodes varient de 0,2°C à 1.5°C.

### 2-1-2-Moyennes annuelles (1990-2020)

Les données des températures moyennes annuelle pour la période motionnés (de 30 ans) est représenté sur la graphe suivant :



**Figure 16 : Moyennes annuelle des températures pour la période de 1990 à 2020**

**L'analyse du graphe :** la température moyenne annuelle la plus haute est enregistrée durant l'année 1999 et 2016 avec 23,5 C° mais d'un autre coté la température moyenne annuelle la plus basse est enregistrée pendant l'année 1996 et 2011 avec 21,6°C.

### 2-1-3- Moyennes décennales (1951-2020)

L'analyse de la variation des moyennes décennales des températures pour les 7 décennies (1951-2020) montre que, les deux premières décennies sont froids avec une température moyenne de 21,5°C, puis une diminution de la température avec 0,1°C pendant la troisième décennies (21,4°C), ensuite une forte augmentation de la température marque pour la quatrième et la cinquième décennies (22,4 °C et 22,5°C successivement), alors une diminution de la température avec 0,8°C durant la sixième décennies (22,7 C°) après- là la température augmentée encore avec 0,2°C pendant la dernière décennie (22,9°C).



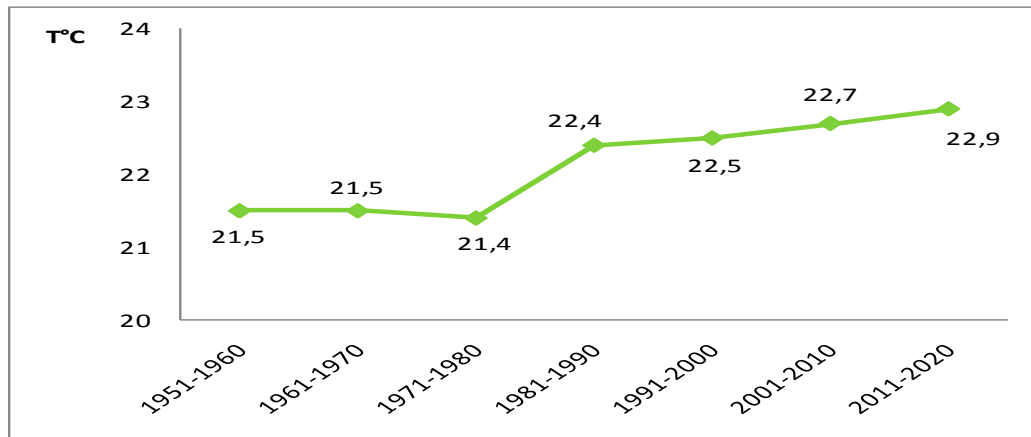


Figure 17: Moyennes décennales des températures pour la période (1951-2020)

## 2-2-Analyse de l'évolution de la précipitation

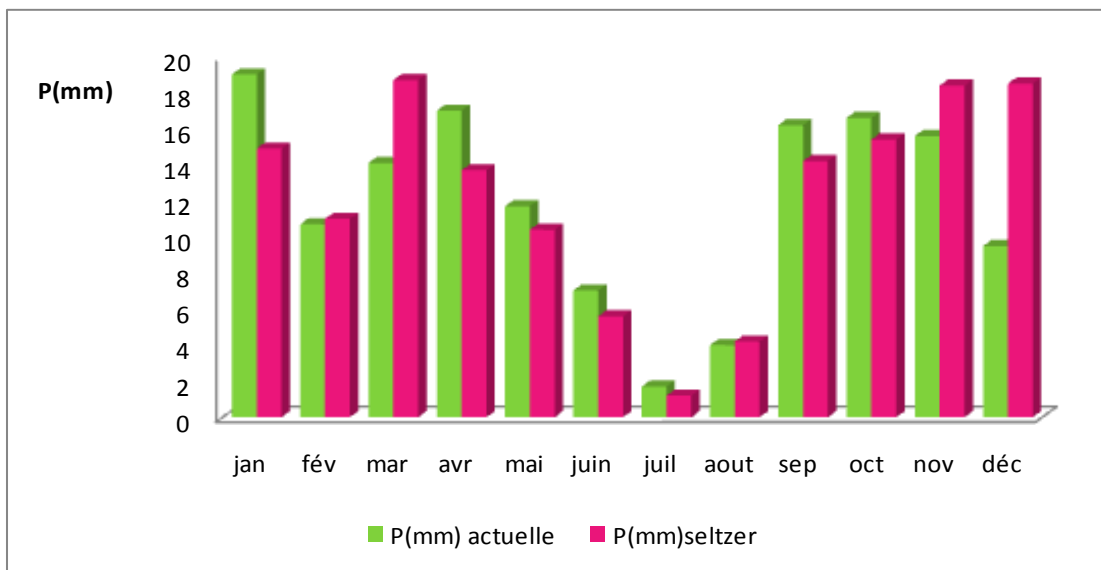
### 2-2-1- Moyennes mensuelles des précipitations entre (1913-1938) et (1990-2020)

Tableau 12 : Précipitations moyennes mensuelles pour les deux périodes

Mois	jan	Fév	Mar	Avr	mai	juin	Juil	Aout	sep	oct	Nov	Déc	Cumul
P(mm) Actuelle	19,01	10,7	14,1	17	11,7	7,03	1,7	4	16,2	16,6	15,6	9,5	143,1
P(mm) Seltzer	17	15	22	18	17	10	19	10	15	8	2	3	156

-L'analyse de tableau : d'après les données qui présente dans le tableau, il ya une différence très marquée de la pluviométrie entre les deux périodes où le cumul annuel de précipitations dans la période de seltzer (1913-1938) est 156 mm pendant qu'il est 142.91 pour la période actuelle (1990-2020).

- ❖ Les données des précipitations moyennes mensuelles de pour les deux périodes, sont représentées sous forme d'un histogramme en dessous (Figure 18) .



**Figure 18: Comparaison des moyennes mensuelles des précipitations entre deux Périodes Seltzer (1913-1938) et actuelle (1990-2020)**

**L'analyse graphique :**

Les moyennes des précipitations mensuelles de la période de Seltzer (1913-1938) sont généralement plus élevées (ce qui ressort éclairement au mois de juillet, Mars et août) que ceux de la période actuelle (1990-2020), sauf en mois de janvier, octobre et décembre, où le moyenne de précipitation mensuelles de la période actuelle est supérieur à celui de la période de seltzer.

**2-2-2 -Moyennes annuelles (1990-2020)**

Les données des précipitation moyennes annuelle pour la période actuelle (1990-2020), est Représenté sous forme de graphe (Figure 19) :



**Figure 19 : Moyennes annuelles des précipitations pour la période (1990-2020)**

**L'analyse du graphe :** nous remarquons que, la précipitation moyenne annuelle la plus haute est enregistrée pendant l'année 2004 avec 295mm, cependant la précipitation annuelle la plus basse est enregistrée durant l'année 2014 avec 46 mm.

### 2-2-3- Moyennes décennales (1951-2020)

L'analyse de la variation des moyennes décennales des précipitations pour les 7 décennies (1951-2020) indique la sixième décennale (2001-2010) est la plus pluvieuse avec 157,4mm par contre la quatrième décennale (1981-1990), qui caractérisé par la plus sèche avec 98,6 mm.

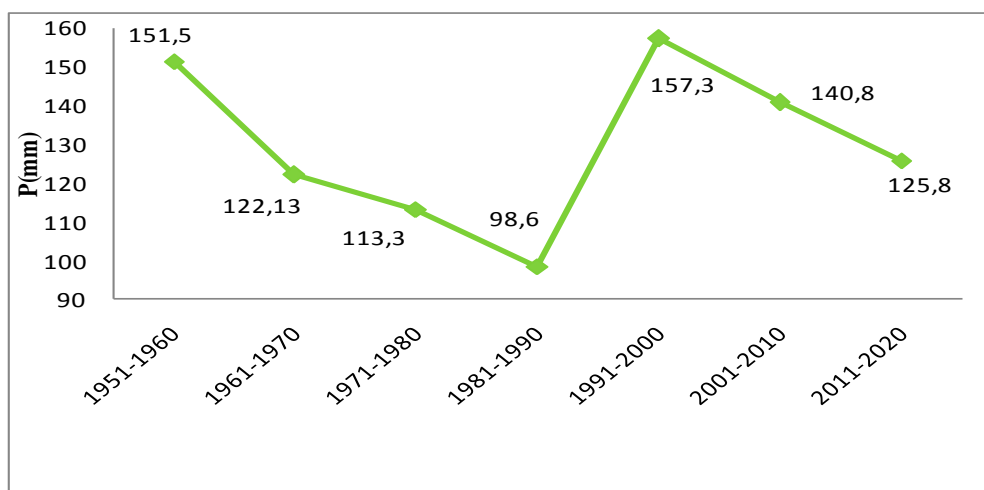


Figure 20 : Moyennes décennales des précipitations pour la période (1951-2020)

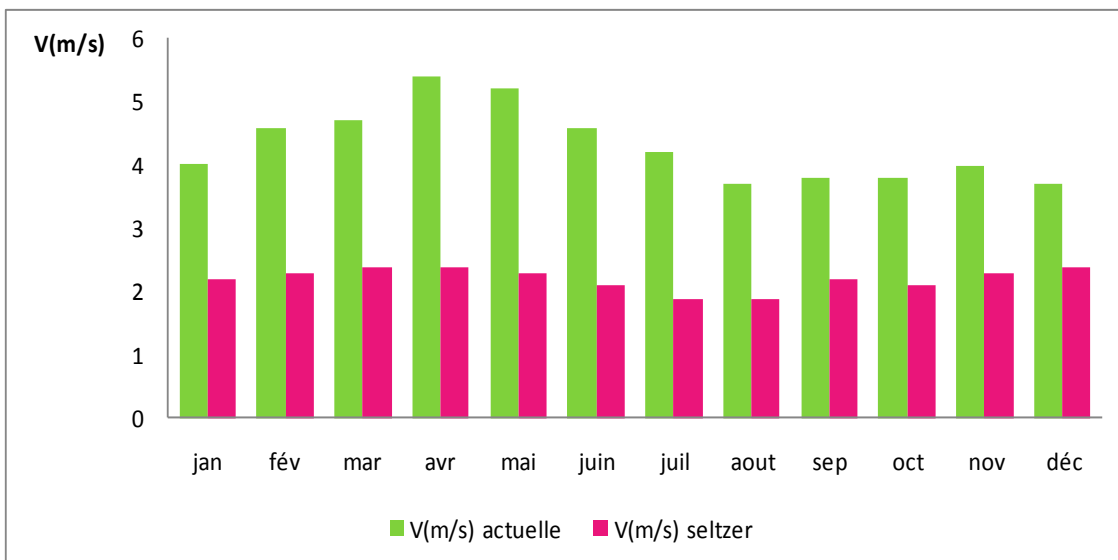
### 2-3- Analyse de l'évolution du vent

#### 2-3-1- Moyennes mensuelles de vent entre deux périodes (1913-1938) et (1990-2020)

Tableau 13: Moyennes mensuelle de vent pour les deux périodes

Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	sep	Oct	nov	Déc	Moyen
V(m/s) Actuelle	4,01	4,6	4,7	5,4	5,2	4,6	4,2	3,7	3,8	3,8	4,1	3,7	4,3
V(m/s) Seltzer	2,2	2,3	2,4	2,4	2,3	2,1	1,9	1,9	2,2	2,1	2,3	2,4	2,2

**L'analyse de tableau :** on remarque que, une grande différence de la moyenne annuelle des moyennes mensuelles entre les deux périodes, où pour la période de seltzer est 2,2 m/s, alors qu'elle est 4,4m/s pour la période actuelle (1990-2020).



**Figure 21 : Comparaison des moyennes mensuelles du vent entre deux périodes Seltzer (1913-1938) et actuelle (1990-2020)**

**L'analyse graphique**

Les moyennes mensuelles de la du vent de la période d actuelle (1990-2020) sont plus élevées que ceux de la période de seltzer (1913-1938), ceci est évident en mois d'avril où pendant la période de seltzer est 2,4 m/s est par contre dans la période actuelle est 5,7m/s.

**2-3-2-Moyennes annuelles (1990-2020) :**

Les moyennes annuelles de la vitesse du vent sont représentées dans la figure à là-bas.



**Figure 22: Moyennes annuelles de la vitesse du vent pour la période (1990-2020)**

**L'analyse du graphe :** on remarque que, la moyenne annuelle de la vitesse du vent la plus haute est enregistrée pendant l'année 2001 avec 5,2m/s tandis que, la moyenne annuelle la plus basse est enregistrée pendant l'année 2011 et 2012 avec 3,5 m/s.

**2-3-3-Moyennes décennales (1951-2020) :** les moyennes décennales de la vitesse du vent pendant la période 1951-2020 présente dans la figure ci-dessous.

Nous observons, la moyenne décennale de vitesse du vent plus élevée est enregistrée durant la cinquième décennie (1991-2000) avec 4,9 m/s par contre la moyenne décennale la plus faible est enregistrée la première décennie (1951-1960) avec 3,8 m/s.

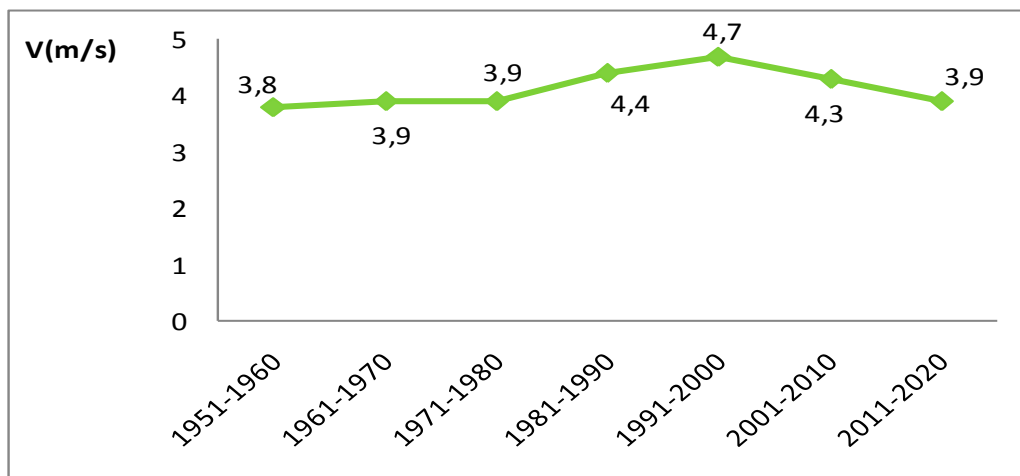


Figure 23: Moyennes décennales de la vitesse du vent pour la période (1951-2020)

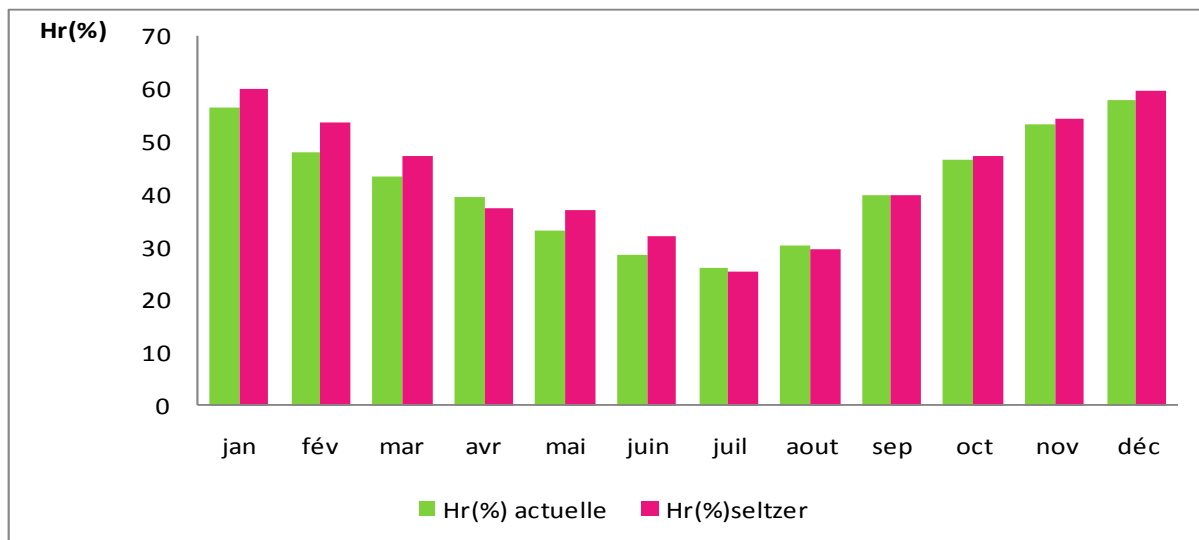
**2-4 -Analyse de l'évolution de l'humidité relative**

**2-4-1-- Moyennes mensuelles de l'humidité relative entre (1913-1938) et (1990-2020)**

**Tableau 14 : Moyennes mensuelles de l'humidité relative pour les deux périodes**

Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	sep	oct	nov	Déc	Moyen
Hr (%) Actuelle	56,4	48,1	43,4	39,5	33,4	28,6	26,2	30,5	40	46,8	53,5	58,1	42,04
Hr (%) Seltzer	60	53,6	47,3	37,3	37	32	25,6	29,6	40	47,3	54,3	59,6	43,63

**L'analyse de tableau :** à partir des données fournies dans le tableau, nous constatons que : les moyennes mensuelles de l'humidité relative varient entre 26,2% et 58,1% pour la période actuelle (1990-2020), pendant qu'elles sont variées entre 25,6% et 60% pour la période de seltzer (1913-1938).



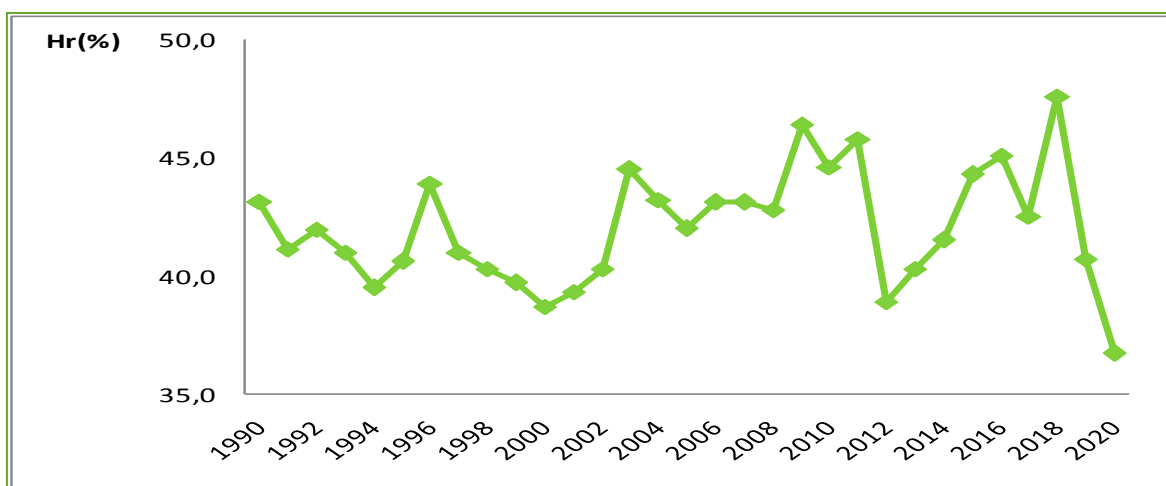
**Figure 24 : Comparaison des moyennes mensuelles de l’humidité relative entre deux périodes Seltzer (1913-1938) et actuelle (1990-2020)**

**L’analyse graphique**

Les moyennes mensuelles de l’humidité de la période de Seltzer (1913-1938) sont généralement plus élevées que ceux de la période actuelle (1990-2020), à l’exceptions des mois d’avril, juillet et août où ils présentent une humidité supérieure à celle de Seltzer.

**2-4-2-Moyennes annuelles (1990-2020)**

Les moyennes annuelles de l’humidité relative de 30 ans, sont représentées sous forme de graphe dans la figure là-dessous :



**Figure 25 : Moyennes annuelles de l’humidité pour la période (1990-2020)**

**L’analyse du graphe :** nous remarquons que, la moyenne annuelle la plus élevée est enregistrée en année de 2018 avec 47,6% par contre la plus faible est enregistrée en année 2000 avec 38,7%.

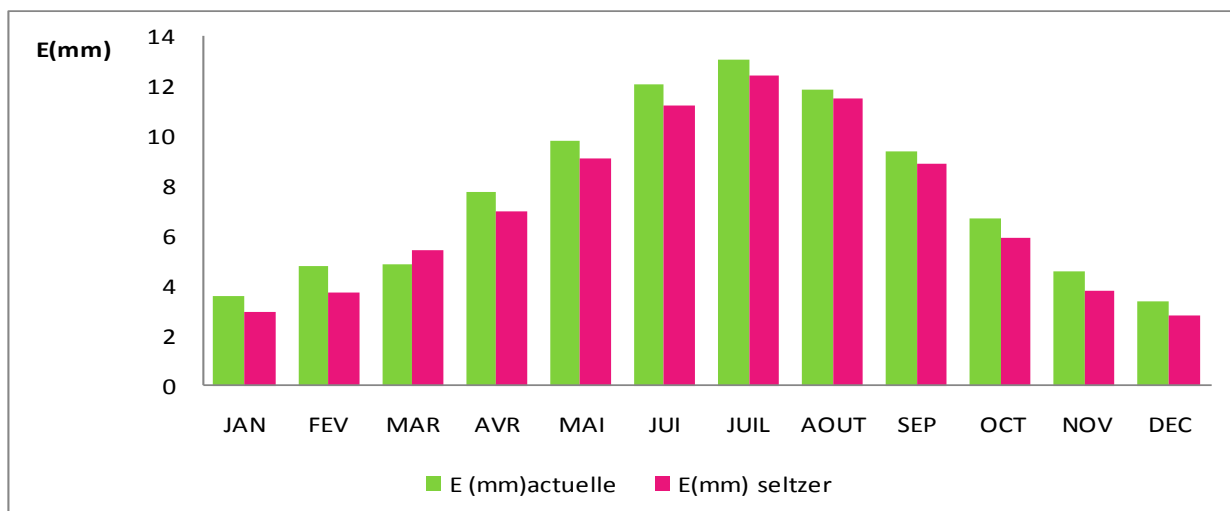
## 2-5- Analyse de l'évolution de l'évaporation

### 2-5-1- Moyennes journalières de l'évaporation entre (1913-1938) et (1990-2020)

**Tableau 15 : Moyennes journalières mensuelles de l'évaporation pour les deux périodes**

Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Sep	Oct	nov	Déc	Moyen journalière
E(mm) Actuelle	3,6	4,8	4,9	7,8	9,8	12,1	13,1	11,9	9,4	6,7	4,6	3,4	7,8
E(mm) Seltzer	3	3,73	5,45	6,97	9,15	11,27	12,43	11,55	8,88	5,91	3,82	2,82	7,1

**L'analyse de tableau** : la variation des moyennes journalières mensuelles de l'évaporation pour les deux périodes montre une augmentation de l'évaporation journalière pour tous les mois.



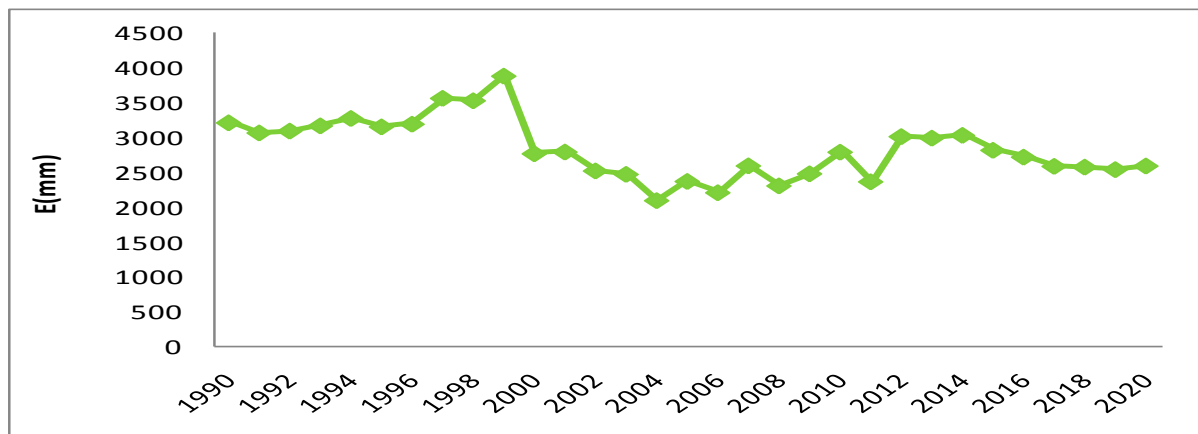
**Figure 26 : Comparaison des moyennes journalières mensuelles de l'évaporation entre deux périodes Seltzer (1913-1938) et actuelle (1990-2020)**

### **L'analyse graphique :**

Les moyennes journalières mensuelles de l'évaporation de la période actuelle (1990-2020) sont plus élevées que ceux de la période de Seltzer (1913-1938), avec un écart ne dépasse 1,1 mm.

### 2-5-2-Moyennes annuelles (1990-2020) :

Les moyennes annuelles de l'évaporation sont représentées dans la figure suivante :



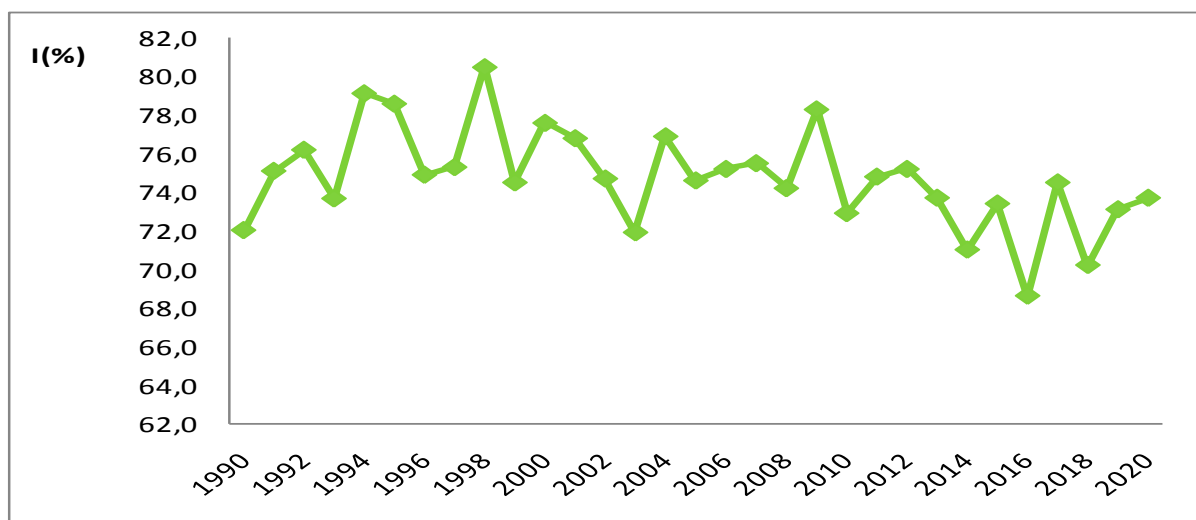
**Figure 27 : Moyennes annuelles de l'évaporation pour la période (1990-2020)**

**L'analyse du graphe :** nous remarquons que, la moyenne annuelle la plus élevée est enregistrée en année de 1999 avec 3889 mm, tandis que la plus faible est enregistrée en année 2004 avec 20,98%.

## 2-6- Analyse de l'évolution de l'insolation

### 2-6-1-Moyennes annuelles de l'insolation (1990-2020)

La moyenne annuelle de l'insolation sur 30 ans est représentée sous forme de graphe dans la figure en dessous.



**Figure 28: Moyennes annuelles de l'insolation pour la période (1990-2020)**

**L'analyse du graphe :** Durant cette période, Les moyennes annuelles de l'insolation les plus élevées sont enregistrées pendant les années 1994 avec 79,1 %, et la moyenne la plus faible durant l'année 2018 avec 70,2 %.



### 3-Régime de la température et de la précipitation

L'analyse de variation temporelle des cycles thermiques et des précipitations sur de longues et différentes périodes dans la wilaya de Biskra, par des données sont été surveillées à partir de l'Office National de la Météorologie (ONM), pour les deux facteurs climatique (la température et la précipitation).

#### 3-1-Régime de la température

##### 3-1-1- Evolution des températures mensuelles maximales, minimales et saisonnière

Entre deux périodes (1926-1950), (1990- 2020)

##### 3-1-1-1-Températures mensuelles maximales

Les températures moyennes minimales mensuelles de deux périodes représentées sous formes des graphes au-dessous :

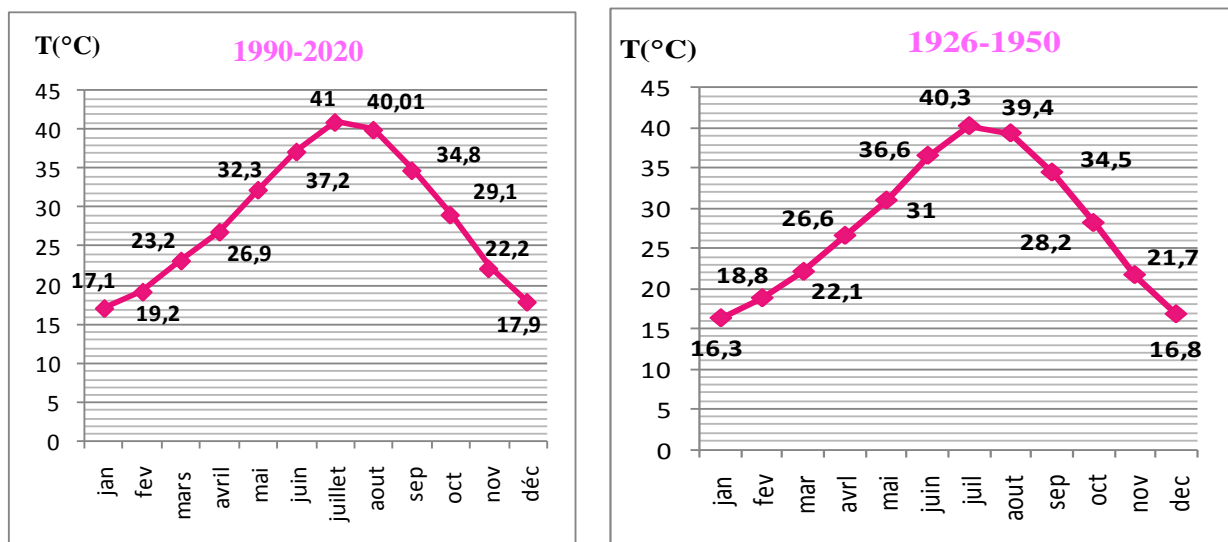


Figure 29: Températures moyennes maximales mensuelles des deux périodes

#### L'analyse des graphes

Nous remarquons, les moyennes des températures maximales mensuelles de la période actuelle (1990-2020) sont plus haut que celles de la période de Dubief (1926-1950) avec des valeurs varie entre 0,3 °C et 1,1°C. Ainsi que, les moyennes maximales mensuelles les plus élevées sont marquées au mois de juillet avec 41°C pour la période actuelle (1990-2020), et 40,3°C pour la période de dubief (1926-1950), alors que, les moyennes maximales mensuelle les plus bases enregistrés au mois de janvier avec 17,1°C dans la période actuelle et 16,3°C pour la période de Dubief.

3-1-1-2- Températures mensuelles minimale

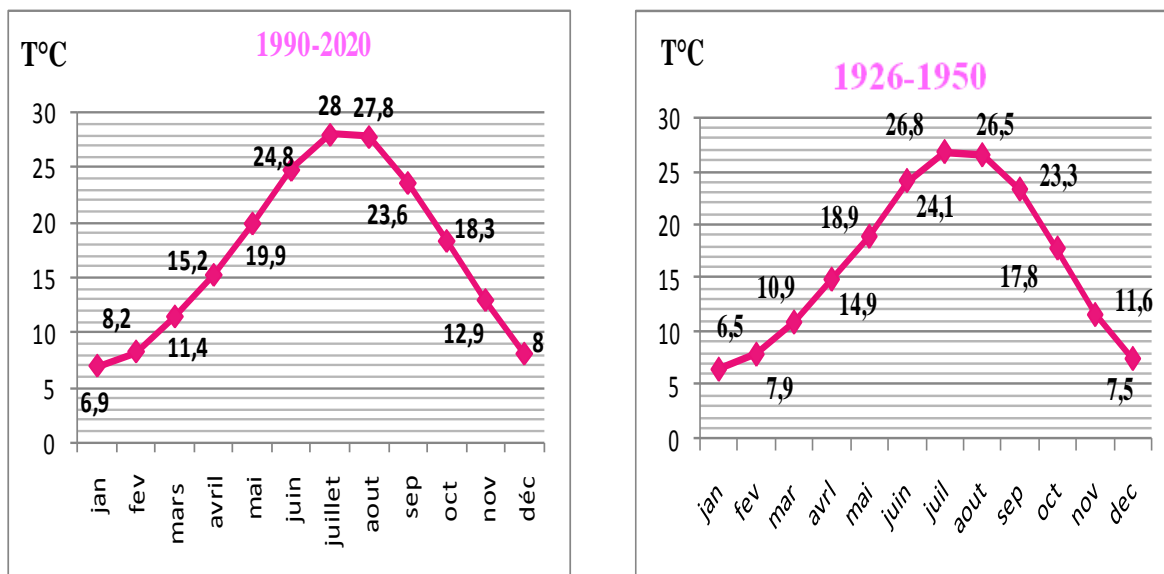


Figure30: Températures moyennes minimales mensuelles des deux périodes

L'analyse des graphes : Nous remarquons, les moyennes des températures minimales mensuelles de la période de Dubief (1926-1950) sont plus baissées que celles de la période d'actuelle (1990-2020) avec des valeurs varie entre 0,3 °C et 1,3°C. Ensuite, les moyennes minimales mensuelles les plus élevées sont marquées au mois de juillet avec 26,8C pour la période Dubief (1926-1950) et 28°C pour la période actuelle (1990-2020) alors que, les moyennes minimales mensuelle les plus bases enregistrés au mois de janvier avec 6,5°C dans la période de Dubief et 6,9°C pour la période d'actuelle

3-1-1-3-Rythme saisonnière de la température

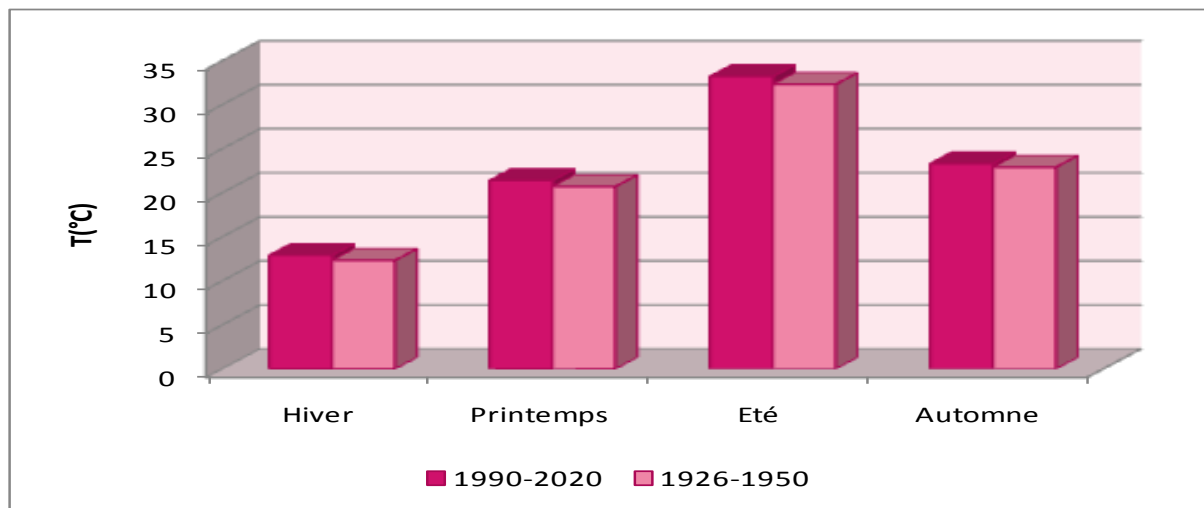
La variation saisonnière des températures montre que :

**En hiver**, les degrés thermiques moyens baissent de 12.33°C pour la période actuelle (1990-2020) et 12.9°C pour la période de Dubief (1926-1950).

**En printemps**, la moyenne thermique baisse encore, avec 21.4°C pour la période (1990-2020) et 20.7 °C pour la période de Dubief (1926-1950)

**En été**, la degrés thermique moyenne pour la période (1990-2020) est de33.1°C, pendant Qu'elle est de32.3°C pour la deuxième période (1926-1950).

**En autonome**, les degrés thermiques moyens baissent de 23.3 °C pour la première période (1990-2020) et 22.9 °C pour la seconde période (1926-1950).



Figures 31: Rythme saisonnière de la température en deux périodes (1926-1950) et (1990-2020)

### 3-1-2-Evolution de la température annuelle en deux périodes (1951-1989), (1990-2020)

3-1-2-1- Analyses des températures moyennes annuelles entre (1951-1989) sur 38 ans et (1990-2020) sur 30 ans

#### A-Analyse descriptive

Tableau 16 : les paramètres de la variabilité de la température annuelle de deux périodes

Période	Moyenne	Ecart type	Maximum	Minimum	Etendu	CV	Q1	Médiane	Q3
51-89	21,7	0,59	22,9	20,8	2,15	2,7	21,3	21,6	22,2
90-20	22,7	0,51	23,5	21,6	1,9	2,2	22,3	22,7	23,03

L'analyse du tableau n°16 indique que : la moyenne de la 1ère période (1951-1989) est de 21.7°C qu'est inférieure à celle de la deuxième période (1990-2020) qui est de 22.7°C à raison de 1°C. Le coefficient de la variation de la première période (2.7%) est relativement supérieur à celui de la deuxième période (2.2%). La température pour la 1ère période varie entre 22.9°C et 20.8°C avec une différence estimée de 2.1°C, tandis que pour la 2ème période il varie entre 23.5°C et 21.6°C avec une différence de 1.9°C. Aussi que, 25% de la température était inférieure ou égale à 21.3°C pour la première période et était inférieure ou égale à 22.3°C dans la deuxième période, ainsi que 50% de la température dans la première période était inférieure ou égale à 21.6°C et pour la deuxième période était inférieure ou égale à 22.7°C, ensuite 75% de la température pour la première période était inférieure ou égale à 22.2°C et pour la deuxième période était inférieure ou égale à 23.03°C.

Ce qui confirme que le changement de ces paramètres est actuellement plus élevé que par le passé

B- Analyse de la tendance

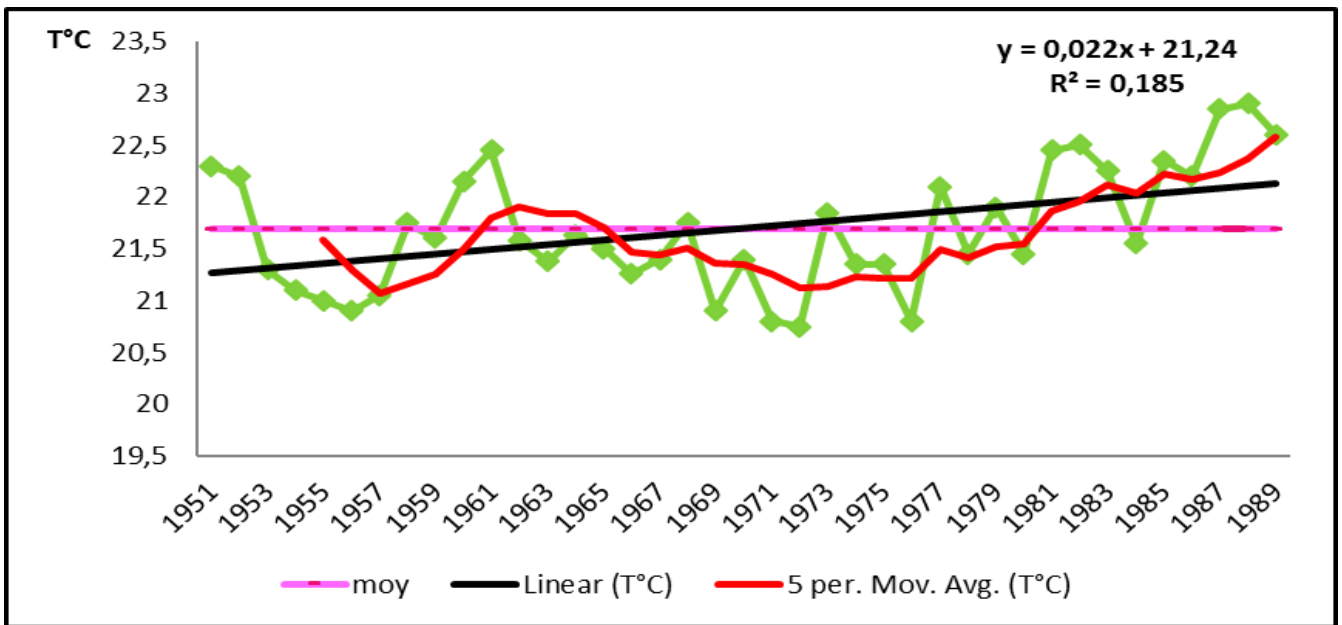


Figure 32: Températures moyennes annuelles de la période (1951-1989)

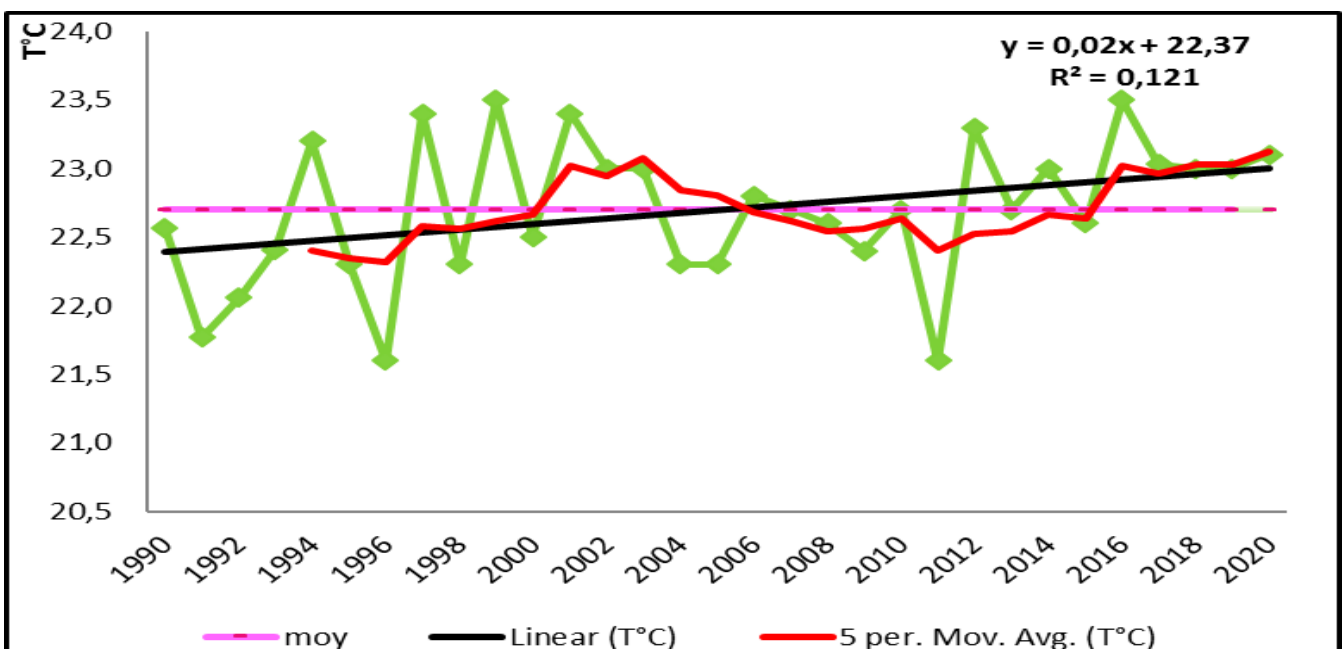


Figure 33 : Températures moyennes annuelles de la période (1990-2020)

### 1- par régression linéaire

L'analyse graphique de l'évolution de la température de deux périodes (1951-1989) et (1990-2020) par rapport à la moyenne interannuelle est montrée que :

#### a) pour la première période (1951-1989) caractérisée par

- Deux phases : une phase de réchauffement de 1979-1989 où les températures sont en dessus de la moyenne annuelle et la température a atteint son maximum, et une autre phase de refroidissement de 1951-1978.
- Une moyenne interannuelle est de 21,7°C, où la température moyenne maximale a été enregistrée en 1988 avec 22,9°C et la température moyenne minimale en 1972 avec 20,75°C.
- La tendance des températures par régression linéaire est à l'accroissement, avec un taux de réchauffement plus forte ( $a = 0,022$  et  $R^2 = 0,185$ ).

#### b) pour la deuxième période (1990-2020) caractérisée par

- **Deux phases** : une phase de refroidissement de 1990 à 1993, 1995-1996 et 2004-2005 d'où les températures au-dessous de la moyenne annuelle et aussi une phase de réchauffement de 1997-2003 et 2006-2020.
- Une moyenne interannuelle est de 22,7°C, où la température moyenne maximale a été enregistrée en 1999 avec 23,5°C et la température moyenne minimale en 2011 avec 21,6°C.
- La tendance des températures par régression linéaire est à l'accroissement, avec un taux de réchauffement plus élevé est ( $a = 0,02$  et  $R^2 = 0,121$ ).

### 2- par la moyenne mobile

La moyenne mobile, ou moyenne glissante, est un type de moyenne statistique utilisée pour analyser des séries ordonnées de données, le plus souvent des séries temporelles, en supprimant les fluctuations transitoires de façon à en souligner les tendances à plus long terme. Nous avons déterminé la moyenne mobile de température pour une période de 5 ans.

- **Pour la période (1951-19)** : la moyenne mobile sur 5 ans montre une alternance entre une phase de réchauffement qui s'étendait de 1950-1960 et 1966-1980 et une phase de refroidissement entre 1961-1965 et 1981-1989.

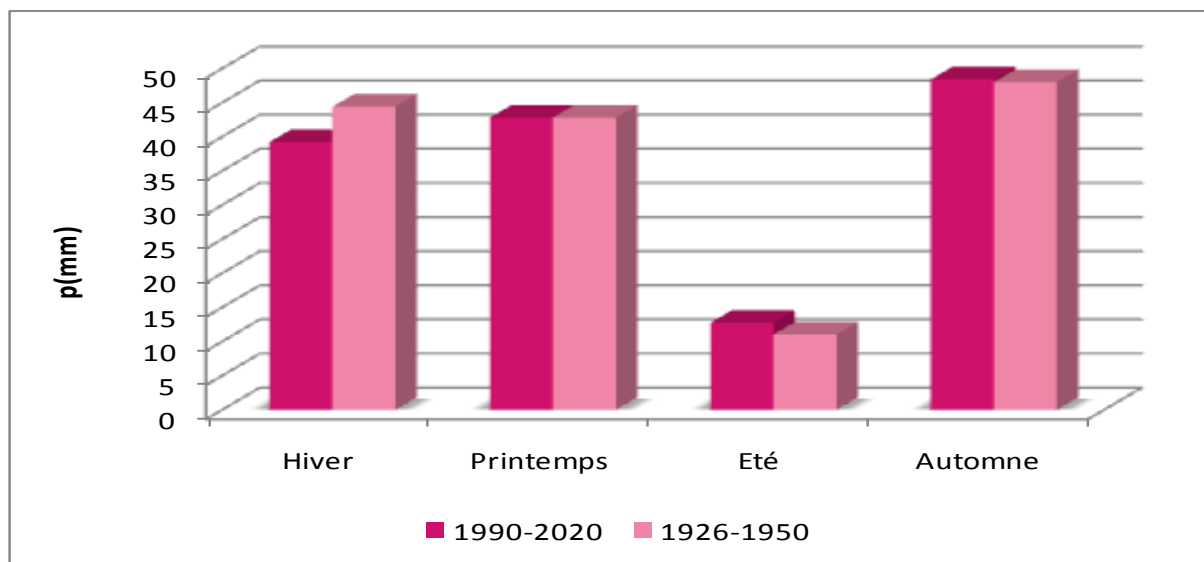
- **Pour la période (1966-2020)** : la moyenne mobile sur 5 ans montre une alternance entre un réchauffement pendant les années 1990-2000 et 2006-2016, un refroidissement entre 2001-2005 et 2017-2020.

Cela confirme une augmentation des années sèches et une diminution des années froides par rapport aux deux périodes.

### 3-2- Régime de la précipitation

#### 3-2-1- Evolution des précipitations mensuelles saisonnières (1926-1950) (1990-2020)

##### 3-2-1-1-Evolution des précipitations saisonnières



**Figure 34: Moyennes saisonnières des précipitations pour les deux périodes**

D'après le graphe de l'évolution de la moyenne saisonnières des précipitations de deux période constate que :

**En hiver**, les quantités de précipitation moyennes chute de 44,4mm pour la période de Dubief (1926-1950) à 39,21 mm pour la période actuelle (1990-2020).

**En printemps**, les moyennes pluviométriques restent stables à 42.8 mm pour les deux périodes (1926-1950) et (1990-2020).

**En été**, la quantité pluviométrique moyenne pour la période (1926-1950) est de 11 mm, alors qu'elle est de 12.7 mm pour la seconde période (1990-2020).

**En automne**, la moyenne de précipitation de 48mm pour la période de Dubief et de 48.4 mm Pour la période actuelle.

#### 3-2-2-Analyses des précipitations annuelles entre (1903-1965) (1966-2020)

##### A-Analyse descriptive

Les résultats de l'étude statistique descriptive de la pluviosité de Biskra pour les deux périodes présenté dans le tableau suivant :

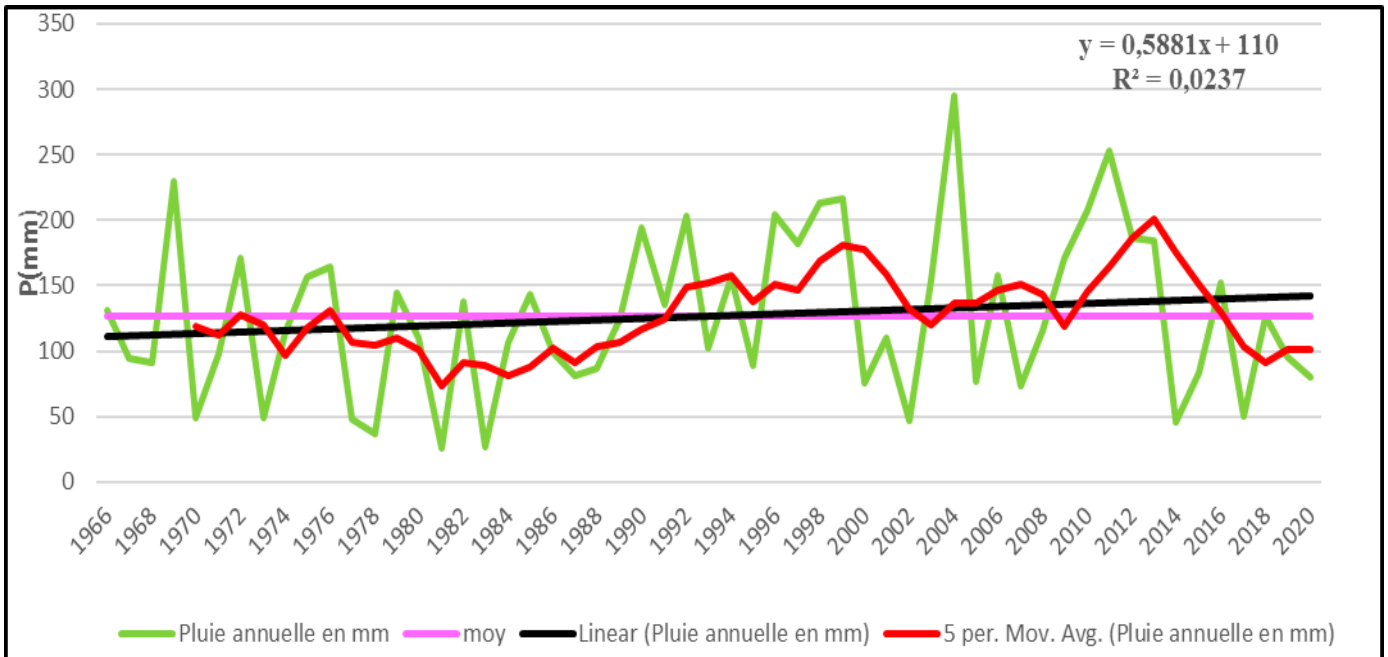
**Tableau 17 : les paramètres de la variabilité de la précipitation annuelle de deux périodes**

Période	Moyenne	Ecart type	Maximum	Minimum	Etendu	CV	Q1	Médiane	Q3
1903-65	139,5	67,1	329,8	10	319,8	48,1	85,4	143,6	175,5
66-2020	126,5	61,2	295	26	268,7	48,4	80,7	116	170,5

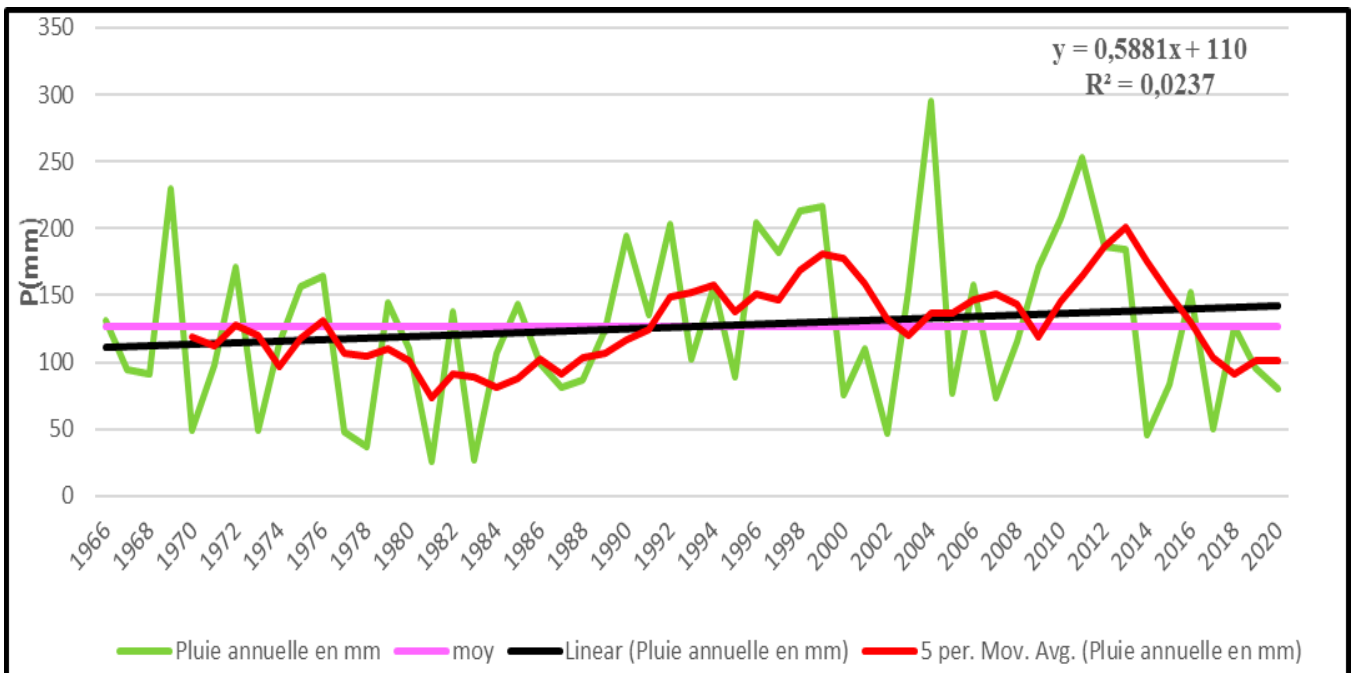
**L'analyse du tableau n° 17 montre que** : la moyenne de la 1<sup>ère</sup> période (1903-1965) est de 139.5mm qu'est supérieure à celle de la deuxième période (1966-2020) est de 126.5mm) à raison de 13 mm. Le coefficient de la variation de la première période (48.1%) est relativement inférieur à celui de la deuxième période (48.4%). La pluviosité pour la 1<sup>ère</sup> période varie entre 329.8 mm et 10 mm avec une différence estimée de 319.8 mm tandis que pour la 2<sup>ème</sup> période il varie entre 295 mm et 26 mm avec un étendu de 268.7 mm. Aussi que 25% de la précipitation était inférieure ou égale à 85.4 mm pour la première période et était inférieure ou égale à 80.7mm dans la deuxième période, ainsi que 50% de la précipitation dans la première période était inférieure ou égale à 143.6 mm et pour la deuxième période était inférieure ou égale à 116 mm, ensuite 75 % de la pluviosité pour la première période était inférieure ou égale à 175.5 mm et pour la deuxième période était inférieure ou égale à 170.5mm.

Ce qui confirme que le changement de ces paramètres est actuellement plus ou moins que par le passé.

**B- Analyse de la tendance**



**Figure 35 : Précipitations annuelle de la périodes (1903-1965)**



**Figure 36 : Précipitation annuelle de la période (1966-2020)**



### 1-par régression linéaire

L'analyse graphique de l'évolution de la précipitation de deux périodes (1903-1965) et (1966-2020) par rapport à la moyenne interannuelle est indiqué que :

#### a) pour la première période (1903-1965) caractérisée par :

- Deux phases : une phase humide qui composé en générale trois séquence de période :1915-1919, 1931-1935 et 1955-1960, et une autre phase sèche de 1939-1941 et 1943-1947.
- Une moyenne interannuelle est de 139,5 mm où la pluviométrie moyenne maximale a été enregistrée en 1934 avec 329.8mm et la précipitation moyenne minimale en 1963 avec 10mm.
- La tendance des températures par régression linéaire est nulle (juste une alternance des phases sèches et autre humide au cours de cette période ( $a=0.086$  et  $R^2= 0,0004$ ).

#### b) pour la deuxième période (1966-2020) caractérisée par :

- Alternance des années sèches et des années humides sur la moyenne interannuelle au cours de la période mentionnée.
- Une moyenne interannuelle est de 126, 5mm où la précipitation moyenne maximale a été enregistrée en 2004 avec 295 mm et la précipitation moyenne minimale en 1981 avec 26 mm
- La tendance des précipitation par régression linéaire est en baisse ( $a= 0,58$ et  $R^2= 0,023$ )

### 2- par la moyenne mobile

**-Pour la période (1903-1965) :**la moyenne mobile sur 5 ans montre une rotation entre les années humide (les années trente et la fin des années cinquante) et les années sec (les années vingt et elle intense aux années quarante).

**-Pour la période (1966-2020) :** la moyenne mobile sur 5 ans montre une alternance entre les années pluvieuse (les années quatre-vingt-dix et les années deux mille) et les années sèches (les années soixante-dix, les années quatre-vingts et la fin des années deux mille).

### 3-2-2-1-Indice Standardisé(normalisé) des Précipitations (ISP) des deux périodes (110 ans) :

C'est un indice de probabilité qui repose seulement sur les précipitations. Les probabilités sont standardisées de sorte qu'un SPI de 0 indique une quantité de précipitations médiane.L'ISP est un indice simple qui est adopté en 2009 par l'organisation mondiale de la météorologie (OMM) comme un instrument mondial pour mesurer les sécheresses météorologiques (Mballo et al,2019) Il exprimé mathématiquement comme la suit :

$$SPI = (P_i - P_m) / \sigma$$

**P<sub>i</sub>** : Précipitation de l'année i (mm).

**P<sub>m</sub>** : Précipitation moyenne (mm)

$\sigma$ : Ecart type

D'après **FACI (2021)** nous utiliseront le système de classification présenté dans le Tableau suivante, pour définir l'intensité des épisodes de sécheresse en fonction de la valeur de l'indice.

**Tableau 18 : Classes de sécheresse en fonction des fréquences**

Valeur SPI	Signification
2,0 et plus	Extrêmement humide
de 1,5 à 1,99	Très humide
de 1,0 à 1,49	Modérément humide
de -0,99 à 0,99	Proche de la normale
de -1,0 à -1,49	Modérément sec
de -1,5 à -1,99	Très sec
-2 et moins	Extrêmement sec

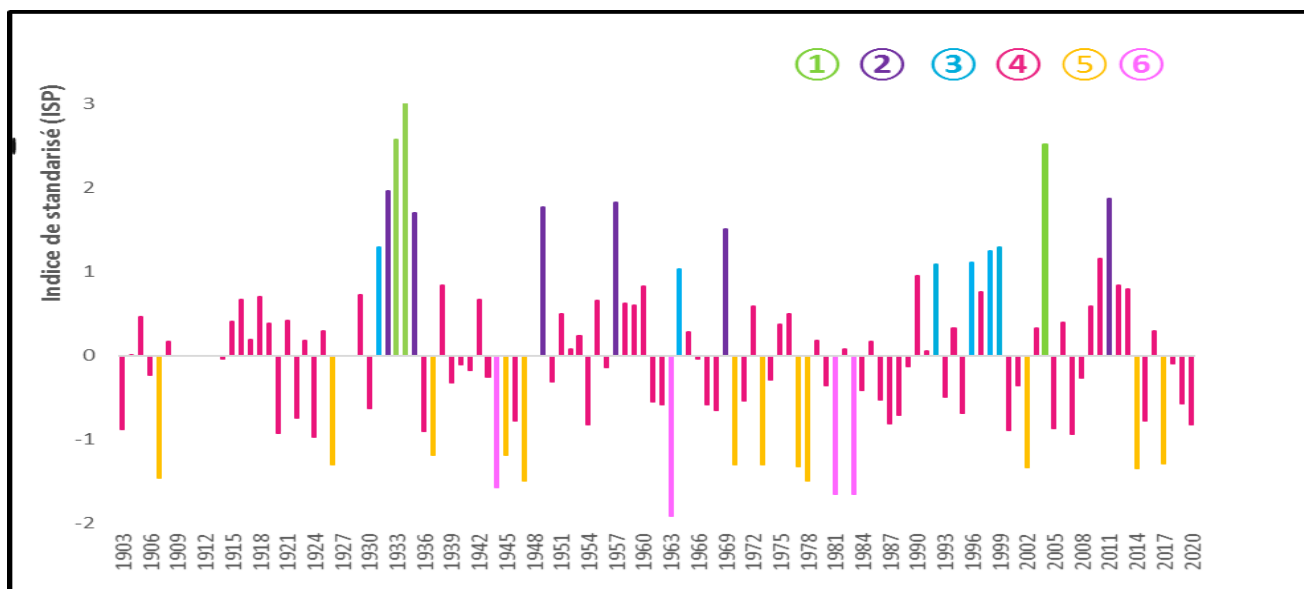
(Faci,2021)

Nous avons calculé la précipitation moyenne, l'écart type et l'ISP pour 110 ans (1903-2020) où

Nous obtenons :

**Pm=132.9mm**

**$\sigma= 64.3$**



**Figure 37 : Evolution des ISP aux différentes échelles de temps sur la région de Biskra**

D'après le graphe on peut prendre le nombre d'années de chaque type de sécheresse créé pour la période (1903-2020) dans le tableau en dessous :

**Tableau 19 : Indice de standardisé de précipitation de Biskra pour deux périodes (1903-1965) et (1966-2020)**

	<b>Classes</b>	<b>Nombre d'années pour la Période 1903 - 1965</b>	<b>Nombre d'années pour la Période 1966– 2020</b>
①	Extrêmement humide	2	1
②	Très humide	4	2
③	Modérément humide	2	5
④	Proche de la normale	40	38
⑤	Modérément sec	5	7
⑥	Très sec	2	2

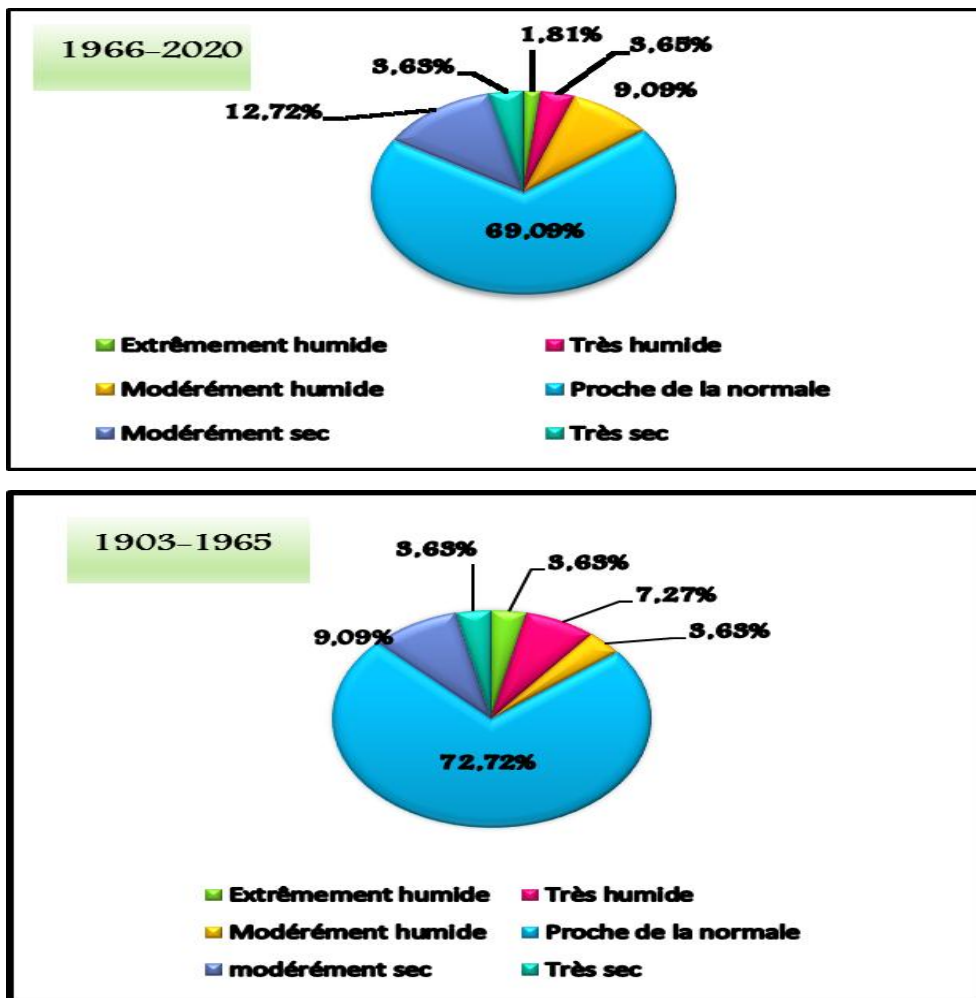


Figure 38 : Fréquence de la sécheresse en pourcentage (%) pour les deux périodes

À partir le graphe et le tableau en dessus nous constatons que :

- Une réduction des années humides et proche de la normales (48ans soit 87.3% pour la période 1903-1965 et 46 ans soit la période 1966-2020), tandis qu'un accroissement des années sèches (7ans soit 12.7% pour la période 1903-1965 et 9 ans soit 16.4% pour la période 1966-2020).
- Pour l'ensemble des deux périodes (1903-2020) ,70.9%est proche de la normale, pendant que 10.9% des années sont modérément sec et 3.6% sont des années très sec alors que le total des années humides de 14.5% années de la période.
- En partant les résultats obtenus par l'analyse de l'évolution de l'indice de la standardisé (ISP) ,on remarque que, une forte tendance à la sécheresse ( 7 ans soit 12.7% pour la période (1903-1965) et 9ans soit 16.4% pour la période (1966-2020) .

## Synthèse climatique :

Les facteurs climatiques n'ont pas une véritable indépendance en météorologie et en écologie, d'où l'intérêt de formules climatiques proposées par des auteurs pour une étude synthétique du climat (Tabet, 2008). La synthèse climatique est une étape indispensable à toute étude environnementale. Elle conditionne par le biais de ces composantes, le type de climat et de la couverture végétale.

### 1- L'Indice d'aridité d'Emmanuel Dermartonne (1925)

#### ❖ Indice d'aridité annuel

Emmanuel De Martonne élabore un système de classification des climats en utilisant une méthode statistique. Il utilise un indice regroupant des données hydrométriques et thermiques. Cette méthode statistique est caractérisée par la formule suivante.

$$IDMa = \frac{P}{T + 10}$$

*IDMa* : Indice d'aridité annuelle de De Martonne

**P** : Pluviosité moyenne annuelle en mm

**T** : Température moyenne annuelle en C°

**10** : chiffre ajouté afin de ne pas avoir un indice négatif.

#### ❖ Classification des climats en fonction de la valeur de l'indice d'aridité de De Martonne :

Valeur de l'indice	Type de climat
$0 < I < 5$	Hyperaride
$5 < I < 10$	Aride
$10 < I < 20$	Semi-aride
$20 < I < 30$	Semi-humide

L'application de cette formule, donne les résultats récapitulés dans le tableau suivant :

Période	IDMa	Type de climat
1990-2020	4,37	Hyper aride
1926-1950	4,56	Hyper aride

Au détriment les valeurs obtenues, nous confirmons que le climat de Biskra est de type hyperaride pour les deux périodes. La comparaison entre l'IDM de la période actuelle et ancienne, montre une réduction de l'indice d'aridité annuel et cela signifie un accroissement de l'aridité.

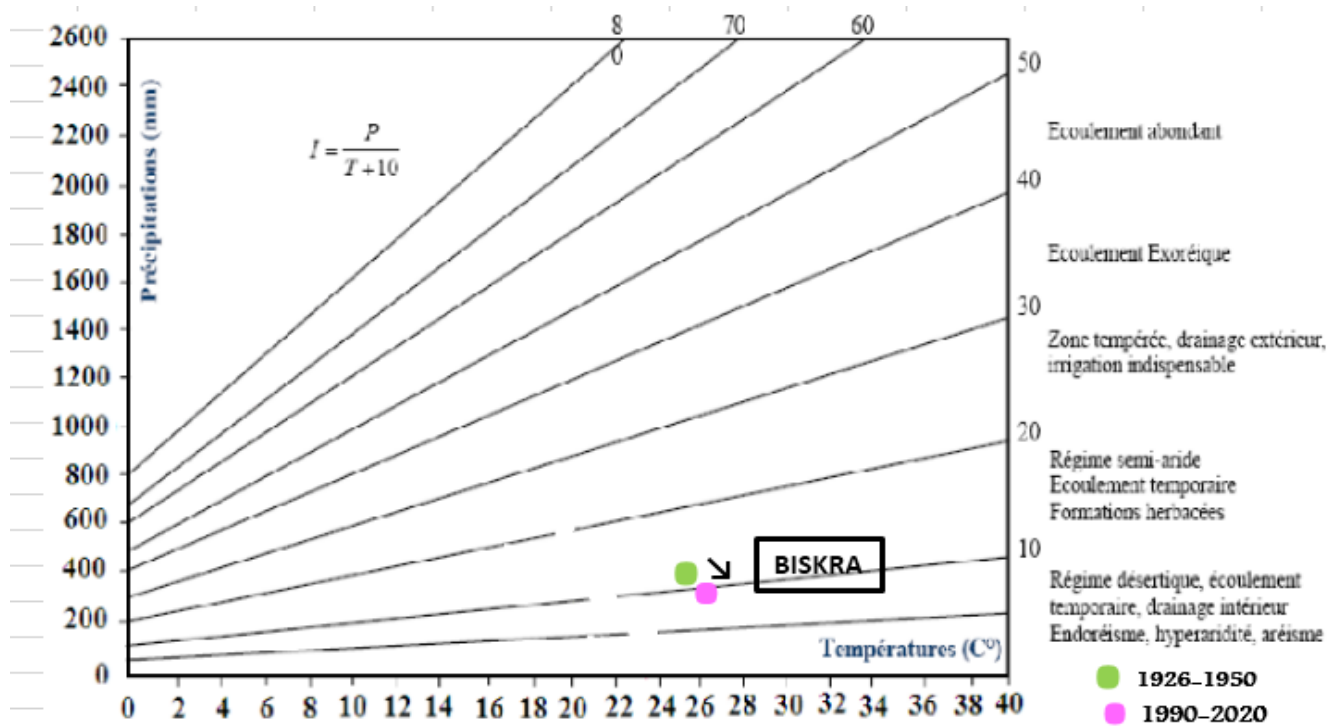


Figure 39 : L'Indice d'aridité annuel De Martonne de Biskra pour les deux périodes

❖ **Indice d'aridité mensuel :**

Chaque mois donné caractérisé par une précipitation et une température moyennes P et T, La pluviométrie est multipliée par 12 et l'indice d'aridité est donné dans la formule suivante.

$$IDMm = 12 \times \frac{P}{T + 10}$$

**IDMm** : Indice d'aridité mensuel de De Martonne

**P** : précipitations mensuelles moyennes (mm)

**T** : températures mensuelles moyennes(°C).

-L'application de cette formule, donne les résultats

**Tableau 20 : Indice mensuel de De Martonne de la région de Biskra (1990-2020)**

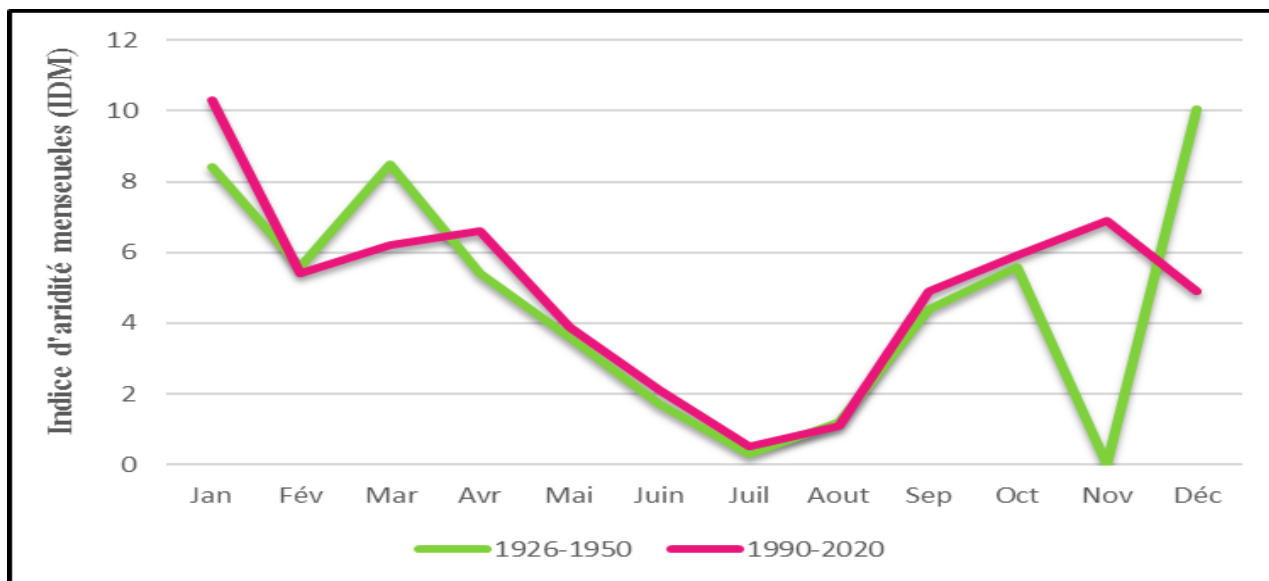
Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Sep	Oct	Nov	Déc
<b>p (mm)</b>	19.01	10.7	14.1	17	11.7	7.03	1.7	4	16.2	16.6	15.6	9.5
<b>T moy (°C)</b>	12.1	13.7	17.3	20.7	26.2	31.1	34.5	33.9	29	23.7	17.1	12.9
<b>IDMm</b>	10,32	5,4	6,2	6,6	3,9	2,1	0,5	1,1	4,9	5,9	6,9	4,9

**Tableau 21 : Indice mensuel de De Martonne de la région de Biskra (1926-1950)**

Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Sep	Oct	Nov	Déc
<b>p (mm)</b>	14,9	11	18.7	13,7	10,4	5,6	1,2	4.2	14,2	15,4	18,4	18,5
<b>t moy (°C)</b>	11,4	13.4	16.5	20.7	25	30,3	33,6	32.9	28.9	23	16,7	12,1
<b>IDMm</b>	8,4	5,6	8,5	5,4	3,6	1,7	0,3	1,2	4,4	5,6	8.3	10,04

-Les résultats présentés dans les deux tableau au-dessus, indiquent des variations de l'indice d'aridité Mensuel de Biskra pour les deux périodes.

Pour la période (1926-1950), L'indice d'aridité varient entre 0,3 et 10.04, en revanche la période (1990-2020), il fluctue entre 0,5 et 10.32.



**Figure 40 : Variations mensuelles de l’IDM de Biskra des deux périodes**

-D’après le graphe de la variation mensuelles de l’IDM de Biskra des deux périodes nous indiquons :

-Pour la période 1926-1950, le climat est hyperaride au cours des mois de mai, juin, juillet, août et septembre, tandis qu’il est aride pour le reste des mois de l’année.

-Pour la période 1973-2015, le climat est hyperaride au cours des mois de mai, juin, juillet, août, septembre ,octobre et décembre, alors qu’il est aride pour le reste des mois de l’année

**2-Quotient pluviothermique d’Emberger (Climmagrame d’emberger)**

Emberger caractérise les bioclimats par les variations d’un coefficient pluviothermique (**Q3**) établi en fonction de la pluviosité annuelle **P (en mm)** et des moyennes thermiques des minima du mois le plus froid (**m**) et des maxima du mois le plus chaud **M** en (°C).

Selon la formule établie par Stewart (1969), le quotient pluviométrique de la région méditerranéenne est exprimé par la formule suivante :

$$Q3 = 3.43 \times \frac{P}{M-m}$$

Q : quotient pluviométrique.

P : pluviométrie annuelle (mm).

M : moyenne maximale du mois le plus chaud (°C).

m : moyenne minimale du mois le plus froid (°C).



L'application de cette formule, donne les résultats indiqués dans le tableau suivant :

La période	P (mm)	M (°C)	m (°C)	Q3
1990-2020	143.1	41	6.9	14.4
1926-1950	146,2	40,03	6,5	14,8

Les valeurs obtenues classées la région de Biskra dans l'étage bioclimatique saharien qui se caractérise par un hiver doux selon la figure ci-dessous

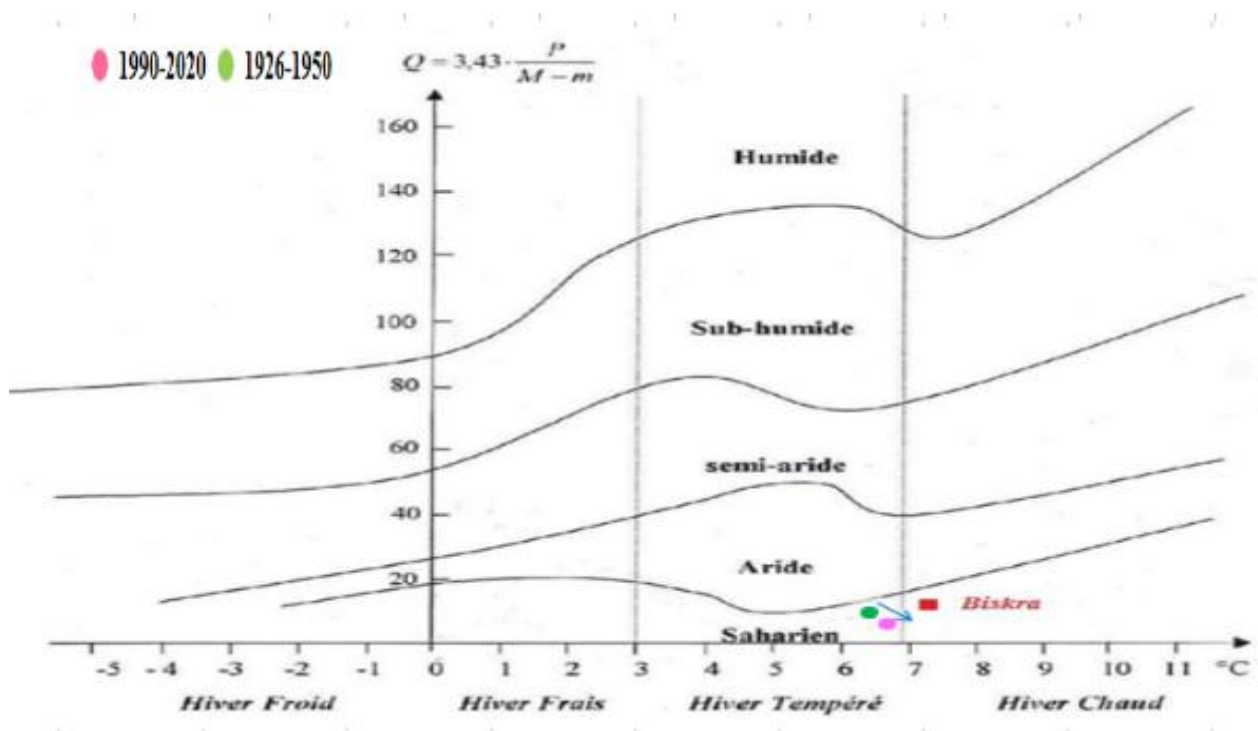


Figure 41: Localisation de la région de Biskra dans le climagramme d'EMBERGER en deux périodes

### 3-Le régime saisonnier

MUSSET a défini cette notion. Elle consiste à calculer la somme des précipitations par saisonnet à effectuer le classement des stations par ordre de pluviosité décroissante en désignant chaque saison par l'initiale P.H.E. ou A. ; désignant respectivement le printemps, l'hiver, l'été et l'automne.

$$\text{Crs} = \frac{Ps.4}{Pa}$$

*Ps* : précipitations saisonnières

*Pa* : précipitations annuelles

*Crs* : Coefficient relatif saisonnier de MUSSE

**Tableau 22 : Coefficient relatif saisonnier de MUSSET de deux périodes**

Saison	Hiver		Printemps		Eté		Automne		Pluviosité Annuelle	Régime Pluvial
	P(mm)	Crs	P(mm)	Crs	P(mm)	Crs	P(mm)	Crs		
1990-2020	39.2	1,09	42.8	1,19	12.7	0,35	48.4	1,35	143.1	APHE
1926-1950	44,4	1,21	42,8	1,17	11	0,30	48	1,31	146,2	AHPE

**La période actuelle (1990-2020)** se caractérise par le régime du type **APHE** avec une grande pluviosité en automne et en hiver puis une diminution en été, où **Tabet,2008** obtenus le même résultat de notre.

**La période de Dubief (1926-1950)** se caractérisé par le régime du type **AHPE** avec une abondance pluviale en automne et une sécheresse estivale.

### 3-Indice Xérothermique d' EMBERGER (1942)

EMBERGER (1942) a caractérisé l'importance et l'intensité de la sécheresse estivale par l'indice S.

$$S = \frac{PE}{M}$$

**PE** : Somme des précipitations moyennes estivales

**M** : moyenne des températures du mois le plus chaud.

L'application de cette formule, donne les résultats montrées dans le tableau suivant :

La période	P (mm)	M (°C)	S
1990-2020	12.73	34,5	0,36
1926-1950	11	33.6	0,33

La comparaison de la période actuelle avec l'ancienne période montre que l'intensité de la sécheresse estivale a augmenté avec une valeur de 0.03 entre les deux périodes, l'indice xérothermique dans la période de Dubief (1926-1950) est 0.33 tandis que dans la période actuelle (1990-2020) est 0.36.

#### 4-Diagramme Ombrothermique de Gausсен :

La représentation de ce diagramme consiste à porter sur le même graphique les variations des températures moyennes et les précipitations. Elles sont portées sur deux axes parallèles en fonction du temps, dont l'échelle est ( $P=2 \text{ mm} \leq T=1^\circ\text{C}$ ). **Bagnouls et Gausсен, (1953)** considèrent un mois sec est celui où le total mensuel des précipitations (mm) est inférieur ou égal à deux fois la valeur de température moyenne mensuelle exprimé en °C. Autrement exprimé par ( $P \leq 2 T$ ). Le diagramme ainsi obtenu (figure au dessous) permet de visualiser la saison sèche où la courbe des températures passe au-dessus de celle des précipitations.

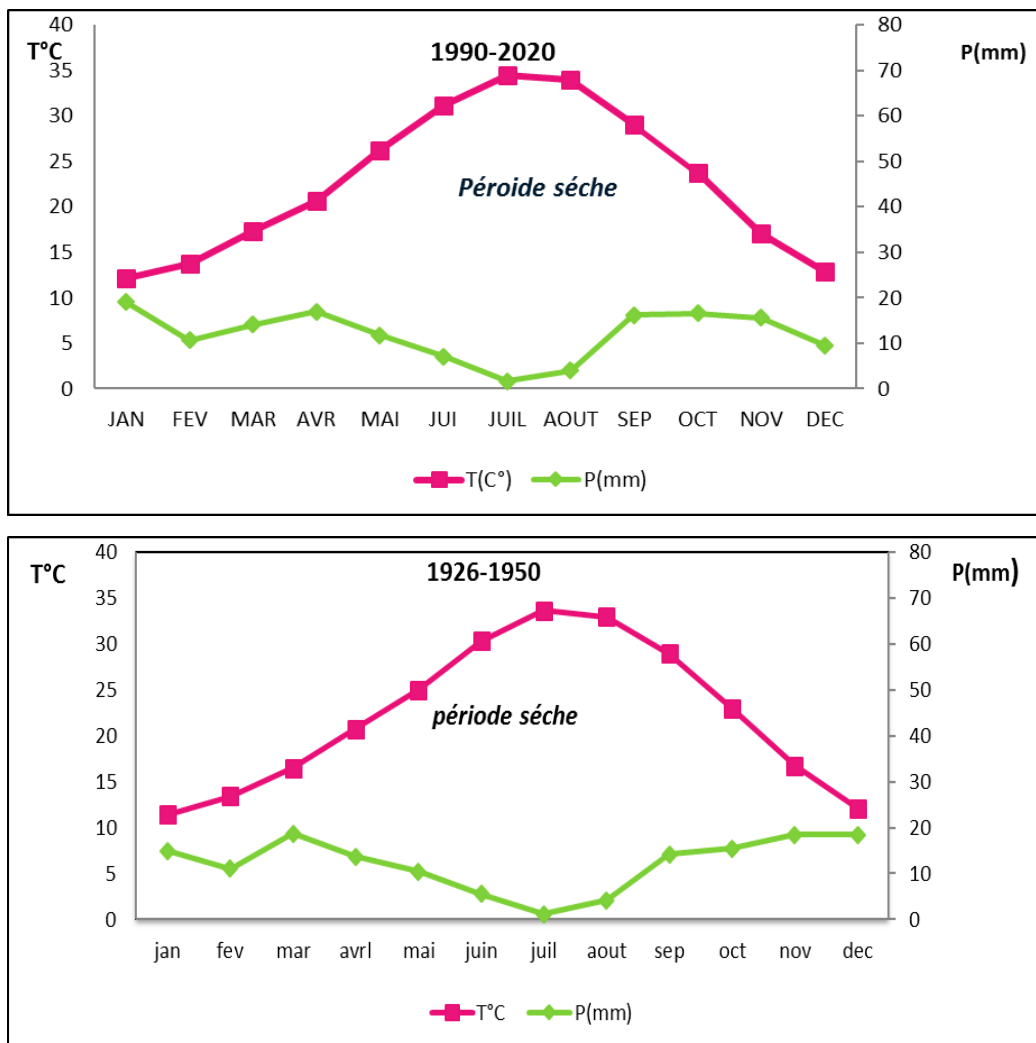


Figure 42 : Diagrammes ombrothermique (1926-1950) et (1990-2020)

La comparaison entre les deux diagrammes ombrothermique des deux périodes (1926-1950 et 1990-2020), cela nous a permis d’avoir un aperçu de l’augmentation de la sécheresse pendant la période actuelle (1990-2020)

**5- Indice d’aridité UNEP :**

On l’appelait l’indice de l’humidité selon **Franquin (1988) cité dans Doukpolo (2014)** où défini comme permettant de mesure le rapport des hauteurs de pluies (P) à l’évapotranspiration potentielle (ETP) sur une période déterminée. Son expression mathématique est :

$$IH = (\sum P / ETP) * 100$$

Selon **UNEP (1997)** , défini comme un indicateur du degré d'aridité du climat à un endroit donné par rapport à la demande évaporative de l'atmosphère .Il est défini comme suit :

$$AI = P/ETP$$

Où :

**P** : précipitation annuelle moyenne en mm

**ETP** : évaporation potentielle annuelle moyenne en mm

Cet indice est largement utilisé pour l'évaluation de la qualité du climat et traduit le déficit annuel entre la quantité des précipitations reçue (P) par rapport à la demande évaporative de l'atmosphère (ETP), ce qui implique que plus l'indice est faible plus l'aridité est élevée et permet de classer les climats de l'hyperaride à l'humide selon les Valeurs suivantes :

Valeur de l'indice	Type de climat
$I < 0.05$	Hyperaride
$0.05 < I < 0.20$	Aride
$0.20 < I < 0.50$	Semi-aride
$0.51 < I < 0.65$	Sub-humide sec
$I > 0.65$	Sub-humide et humide

Après l'application de la formule l'indice d'aridité UNEP dans notre période nous obtenons les résultats qui présentées dans le tableau suivant :

periode	P	ETP	AI
1990-2020	4436mm	74879,75mm/ans	0,05

Les valeurs obtenues classées la région de Biskra dans le climat Hyperaride

**6-Déficit climatique :** On parle de déficit climatique si  $ETP > P$ , L'évapotranspiration potentielle est supérieure aux précipitations. Les précipitations manquent pour assurer une évapotranspiration maximale : la plante doit puiser dans la réserve utile, si elle existe. La notion de déficit climatique ne tient compte que des précipitations et pas des réserves en eau dans le sol (**Rouabhi ,2020**).

Dans notre série climatique étudiée (1990-2020) nous obtenons  $ETP > P$  (**74879.75 mm/ans > 4436 mm**) c'est-à-dire l'évaporation potentielle est supérieure aux précipitations donc on marque un Déficit climatique.

### **7-Indice de pluviosité (Ip) :**

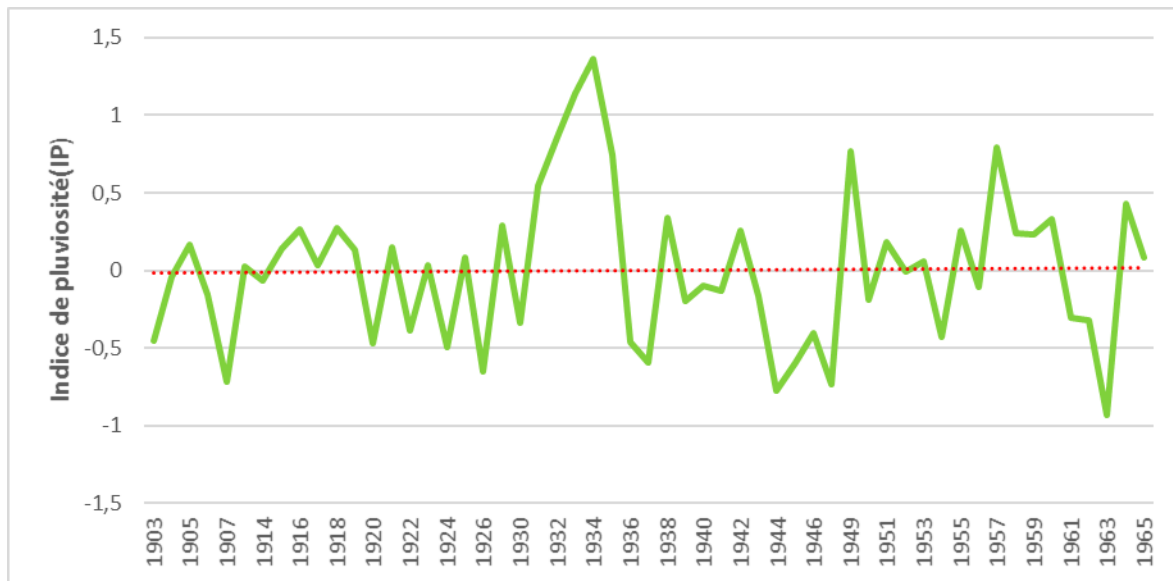
Selon **Faci (2021)**, l'indice reflète la quantité de précipitations reçues par rapport à la moyenne à long terme pour une zone et une période spécifiée. C'est le rapport de la hauteur de précipitation annuelle ( $P_i$ ) à la hauteur moyenne annuelle de précipitations de la série ( $P_m$ ).

$$. Ip = Pi / Pm$$

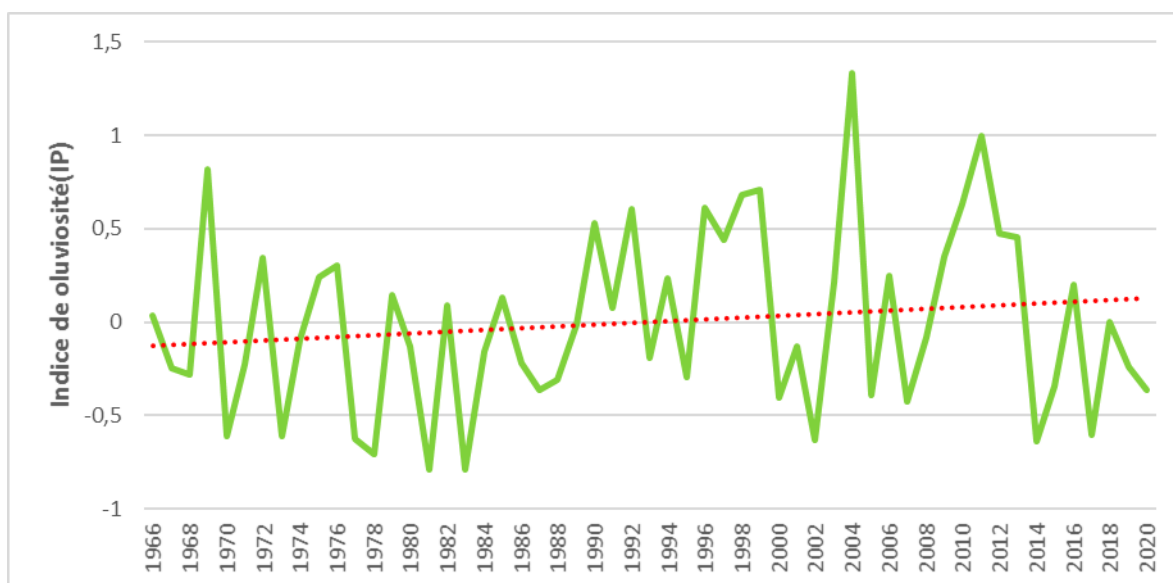
Une année est qualifiée d'humide si ce rapport est supérieur à 1 et de sèche s'il est inférieur à 1 .

Pour situer une pluviométrie dans une longue série de relevés pluviométriques, on utilise l'écart proportionnel à la moyenne ( $I_{pm}$ ).

$$I_{pm} = Ip - 1$$



**Figure 43 : Résultats de l’analyse de l’indice de pluviosité(Ip) à Biskra dans la période 1903-1966**



**Figure 44 : Résultats de l’analyse de l’indice de pluviosité(Ip) à Biskra dans la période 1966-2020**

L’analyse de l’indice de pluviosité, montre manifestement de la variation interannuelle entre les années sèches et les années humides pour les deux périodes où :

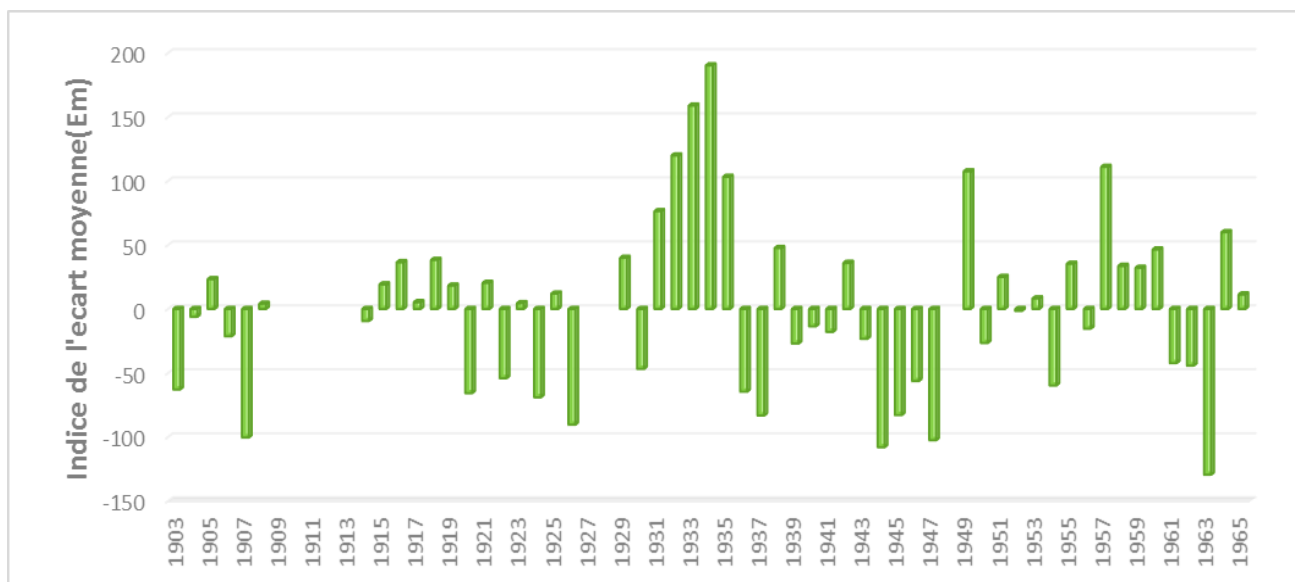
Il ya une augmentation du nombre d’années sèches (27 années pour la période (1903-1965) et 29 années pour la période (1966-2020) et diminution du nombre d’années humides (28 années pour la première période et 26 années pour la seconde)

### 8-Indice de l'écart à la moyenne (Em)

C'est l'indice le plus utilisé pour estimer le déficit pluviométrique à l'échelle de l'année. L'écart à la médiane est le plus utilisé par les agro-météorologues. Bien évidemment, quand l'échantillon de données est dissymétrique, la différence entre la moyenne et la médiane est grande. L'écart à la moyenne est la différence entre la hauteur de précipitation annuelle ( $P_i$ ) et la hauteur moyenne annuelle de précipitation ( $P_m$ ) (Jouilil et al, 2013).

$$Em = P_i - P_m$$

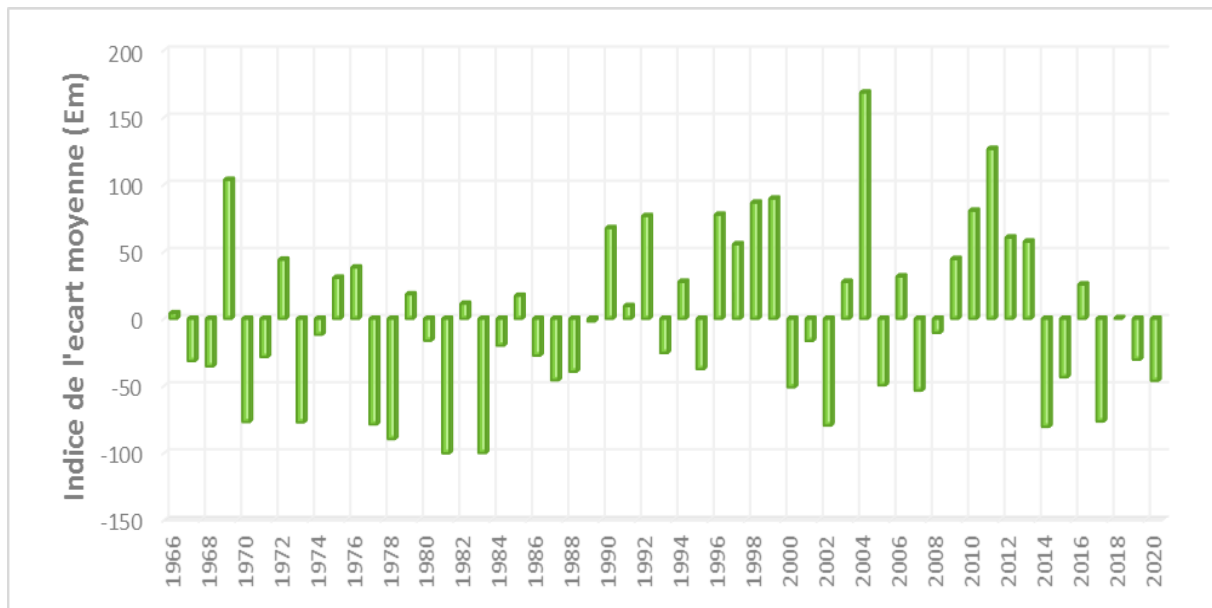
Selon Jouilil (2013) L'écart est positif pour l'année humide, et négative pour les années sèches. On parle d'année déficitaire quand la pluie est inférieure à la moyenne et d'année excédentaire quand la moyenne est dépassée. Cet indice permet de visualiser et de déterminer le nombre d'années déficitaires et leur succession.



**Figure 45 : Résultats de l'analyse de l'indice de l'écart à la moyenne à Biskra dans la période 1903-1965**

Nous avons enregistré une longues séquences humide (28ans de la série de la période) et une courte séquence sèche (27 ans de la série de la période) par rapport la période humide.





**Figure 46 : Résultats de l'analyse de l'indice de l'écart à la moyenne à Biskra dans la période 1966-2020**

Nous avons enregistré une longue séquences sèche (29ans de la série de la période) et une longue séquence sèche (26ans de la série de la période) par rapport la période humide.

Donc à partir les résultats de l'analyse de l'écart à la moyenne à Biskra en deux périodes (1903-1965) et (1966-2020). On remarque un raccourcissement des années humides et un accroissement des années sèches .

---

# Chapitre 04

## Résultats de l'enquête

---

## Chapitre 04 : Résultats de l'enquête

Ce chapitre présente les principaux résultats de l'enquête de terrain où l'enquête mené auprès 30 agriculteurs de différentes communes de Zab El Garbi pour le but de savoir la perception du changement climatique par les agriculteurs .

**1-Identification des agriculteurs enquêtés et leurs exploitations :****1.1. Identification des agriculteurs enquêtés :**

Selon l'enquête, l'âge des exploitants varie de 25 à 78ans. L'âge plus fréquent est 40 ans, il est en moyenne 47.7 ans (SDT =13.37). 25% des enquêtés ont un âge inférieur ou égale à 38 ans, la moitié des exploitants ont un âge inférieur ou égale à 44.5 ans alors que 75% ont un âge égale ou inférieurs à 57.75 ans.

D'après l'enquête 16.7% des enquêtés sont résidus sur le lieu de l'exploitation et 66.7% des sont résidus au chef-lieu de la commune alors que 16.7% sont résidus dans une commune limitrophe du chef-lieu (**Tableau 23**)

**Tableau 23: Répartition des enquêtés par lieu de résidence**

Lieux de résidence	Effectifs	%	% cumulé
Sur le lieu de l'exploitation	5	16,7	16,7
Au chef-lieu de la commune	20	66,7	83,3
Dans une commune limitrophe du chef-lieu	5	16,7	100
<b>Total</b>	<b>30</b>	<b>100</b>	

L'enquête montre que 13%des agriculteurs sont analphabètes, 13% ont un niveau primaire alors que 30 % ont un niveau universitaire. 70% ont un niveau inférieur ou égale au secondaire (**Tableau 24** )

**Tableau 24 : Répartition des enquêtés par niveau d'instruction**

	Effectifs	%	% cumulé
Analphabète	4	13,3	13,3
École coranique et/ou primaire	4	13,3	26,7
Niveau moyen	8	26,7	53,3
Niveau secondaire	5	16,7	70
Niveau universitaire	9	30	100
<b>Total</b>	<b>30</b>	<b>100</b>	

Les résultats indiquent que 57% des enquêtés fond de l'agriculture une activité principale, mais sans grand accès aux formations agricoles car 64% n'ont suivi aucune formation (**Figure 47**). Dans cette activité seulement 20% sont affiliés à la sécurité sociale, contre 80% qui exercent sans assurance (**Figure 48**), pourtant la phoeniciculture est une activité à risque (ex. grimpage du palmier).

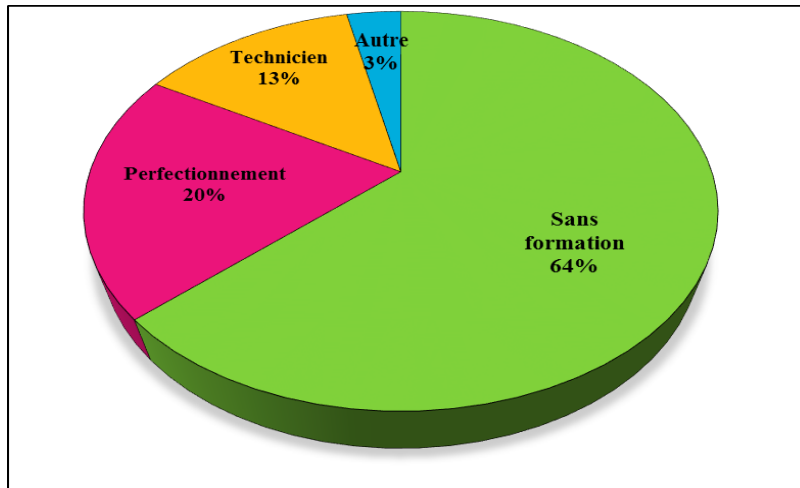


Figure 47 : La formation agricole des agriculteurs

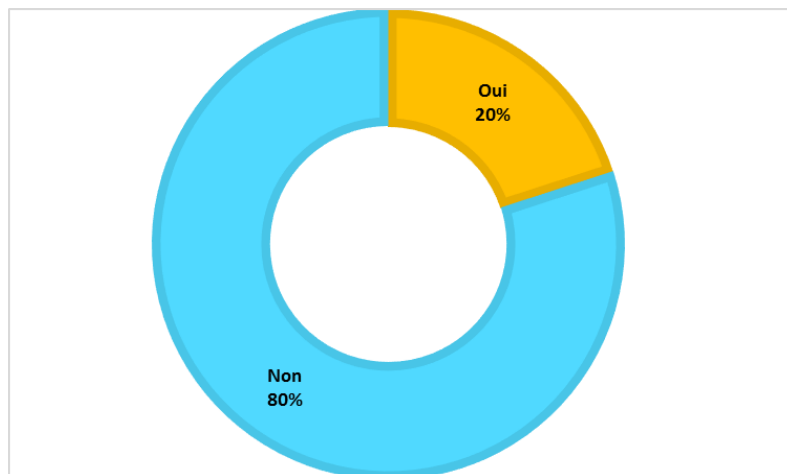


Figure 48 : Êtes-vous affilié à la sécurité sociale ?

L'expérience en agriculture varie de 3 à 55 ans, elle est en moyenne 21.93 ans, 50% des enquêtés ont une expérience inférieure ou égale à 20 ans. En revanche, la distance moyenne entre l'exploitations et la route nationale la plus proche varie de 0 à 22 Km. 50% des exploitations se situent à une distance inférieure ou égale à 3Km. Toutes les exploitations sont électrifiées, ce qu'est un avantage sur le climat.

La plupart des agriculteurs (soit 80%) ont déclarés qu'ils n'avaient pas analysé leurs eaux et sols et contre 20% qui ont pratiqué cette opération indisponible avant de fertiliser .

Concernant la propriété foncière, 30% sont des propriétaires par héritage, 50% ont acquis leurs exploitations par achat. Par ailleurs, Le mode de faire valoir pratiquer est le direct pour 67% et seulement 33% indirect.

## **2- Structure de l'exploitation et système de culture**

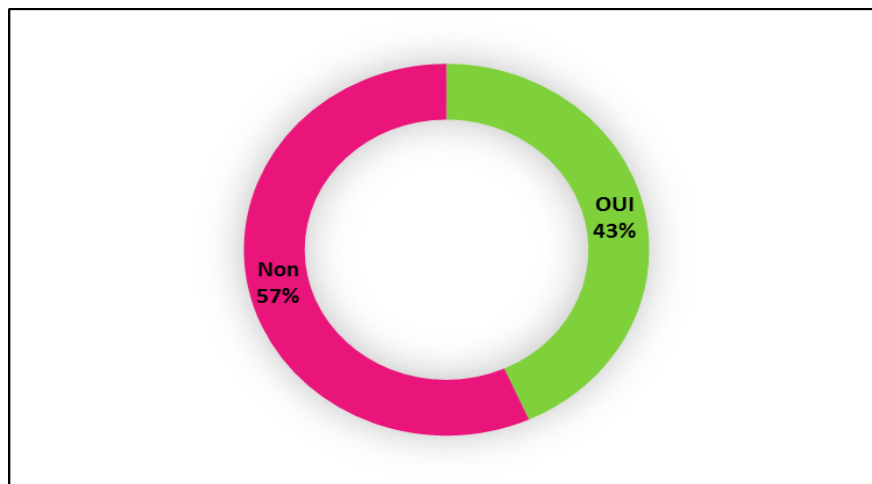
### **2-1-Superficie, cultures pratiquées et modes d'irrigation**

La superficie totale par exploitation varie de 0.5 à 55 ha, elle est en moyenne de 7.28, la superficie la plus fréquente est 1 ha, 50% des exploitations ont inférieur ou égale 4,5 ha. La SAU varie de 5 à 45 ha, elle en moyenne de 4.44 ha, 75% des agriculteurs ont une superficie cultivé inférieur ou égale 4.25 ha.

Par apport à l'année de création de l'exploitation on distingue 2 périodes :

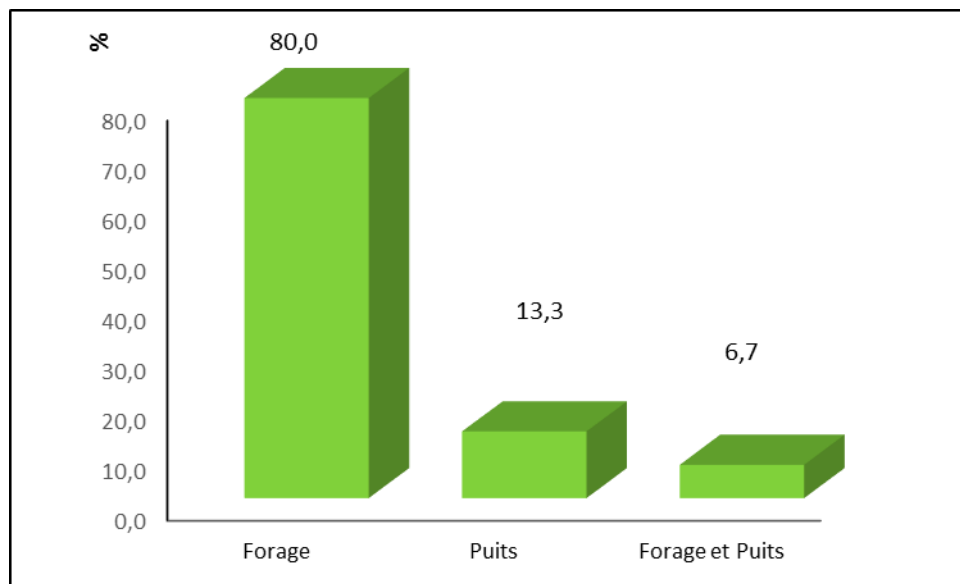
- 1973-2000 : 15 exploitations, soit 52% ;
- 2002-2019 :14 exploitations, soit 48% ;

Les résultats révèlent que 43 % mettent en repos leur terre (la mise en jachère) pour préserver la fertilité de leurs sols (**Figure 49** ).



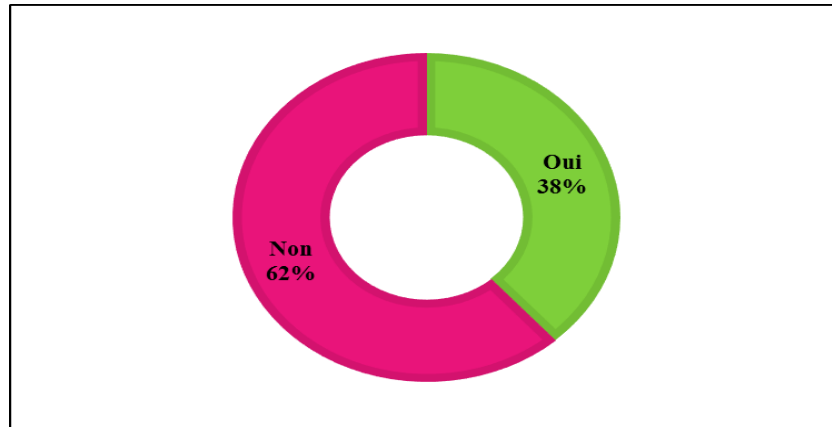
**Figure 49: Mettez-vous des terres en jachère ?**

Quant à l'irrigation, la majorité des exploitations irriguent depuis un forage individuel (**Figure 50**). Le nombre de forage par exploitation varie entre 1 à 3, il est en moyenne de 1.33 forage par exploitation, 67% des exploitations ont un seul forage, 22% des exploitations ont deux forages et 7% des exploitation ont trois forage. La profondeur de forage varie entre 20 à 600 m, il est en moyenne 209.8 et 75% de l'agriculteur ont un forage à une profondeur inferieur ou égale 280m.



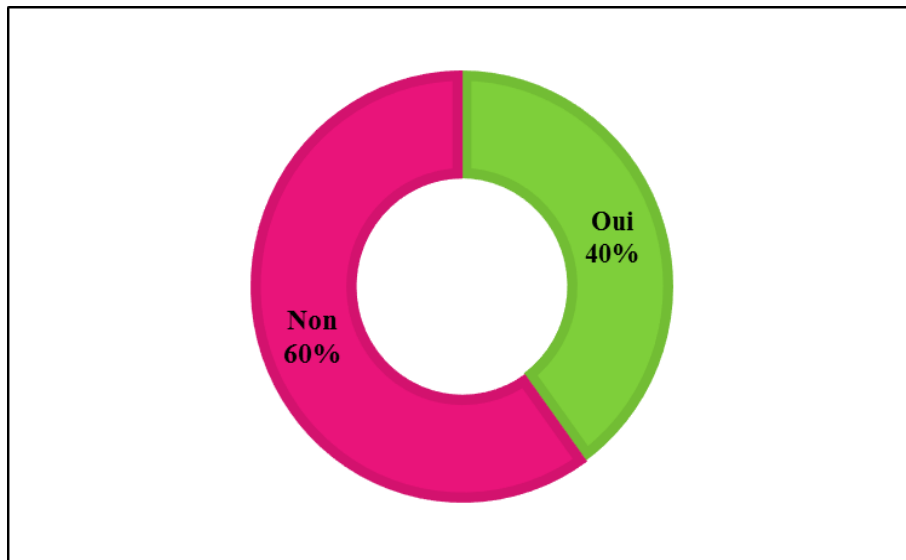
**Figure 50 : Provenance de l'eau**

La majorité des agriculteurs (65%) réalisent leurs forages avec une autorisation de l'Etat. Les débits de forages sont estimés comme moyen par 42% des enquêtés. 58% des agriculteurs ont déclaré qu'ils ont un problème d'eau et 38% ont réalisé un approfondissement de leurs forages durant les 5 dernières années (**Figure 51**).



**Figure 51 : Avez-vous réalisé un approfondissement de votre forage durant les 5 dernières années ?**

Un bon nombre d'exploitants adoptent le système d'irrigation automatique (**Figure 51**). La durée d'irrigation varie de 3 à 22 h, elle est en moyenne de 12.33 heures/jour.



**Figure 52 : Le système d'irrigation est-il automatique ?**

En ce qui concerne les systèmes de cultures pratiqués, 37% pratiquent de la phoeniciculture, 47% pratiquent de la culture maraichère (tomate, poivre concombre, aubergine, melon pastèque,) et 16,5% pratiquent un système de culture mixte, tels que :

- Maraichage-phoeniciculture
- Arboriculture- phoeniciculture - fourrage
- Céréaliculture –Maraichage

**3- Le changement climatique**

La majorité des agriculteurs, soit 97% ont entendu parler du changement climatique (CC). 70% pensent que ce phénomène est désormais une certitude, alors que 13% ils croient que c'est une hypothèse non confirmée.

Le CC évoque pour 40% des enquêtés la perte de rendement et l'insécurité alimentaire, el est synonyme de réchauffement pour 33.26%. (Figure 53 ) Ces résultats indiquent qu'il est perçu négativement, en effet, 83% des enquêtés considèrent le CC comme une contrainte, 97 % ont ressenti des changements significatifs durant les dernières années. 80% ont observé un impact négatif sur l'agriculture locale. 60 % pensent que la poursuite de ce phénomène est désastreuse pour le système de production dans les Ziban Ouest (zone hyper-aride). En contrepartie, 33% des agriculteurs pensent que les conséquences de ce changement seront limitées à certains niveaux sans aggravation (Figure 56).

Environ 6 agriculteurs sur 10 pensent que la cause principale du réchauffement climatique est l'activités humaine et 3/10 le considèrent comme un phénomène naturel (Figure 54).

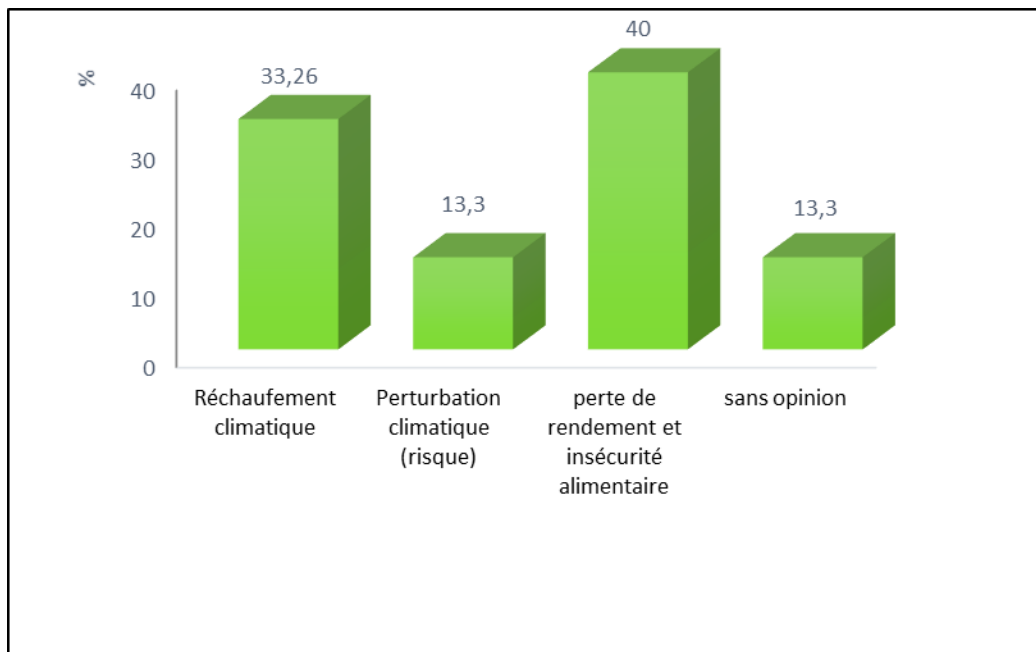


Figure 53 : En quoi consiste, selon vous, le réchauffement climatique ?



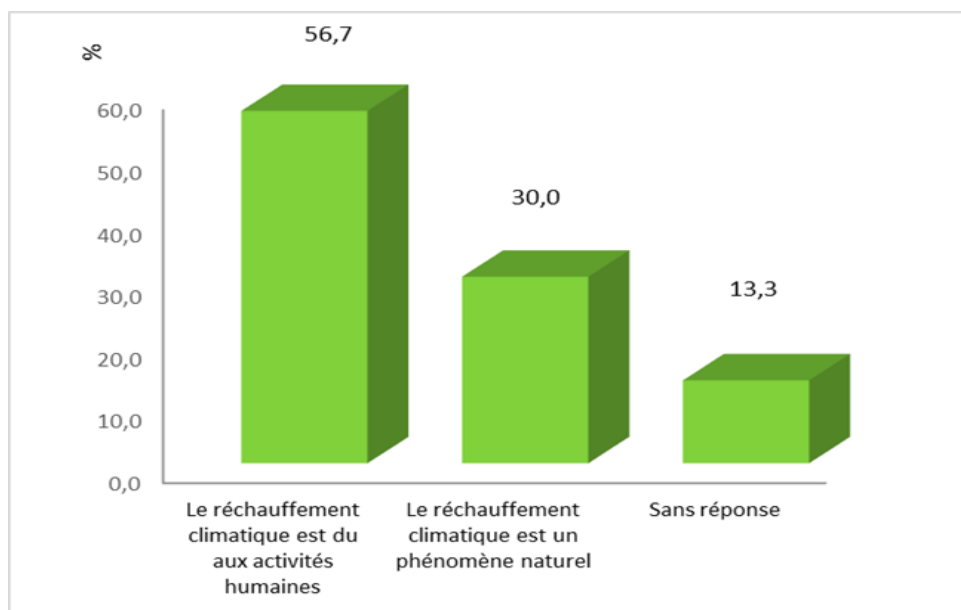


Figure 54: Les causes de réchauffement climatique

Selon l'enquête, 64.3% des agriculteurs pensent que les activités industrielles contribuent au changement climatique par contre 17.9% l'explique par la destruction des forêts (Figure 55).

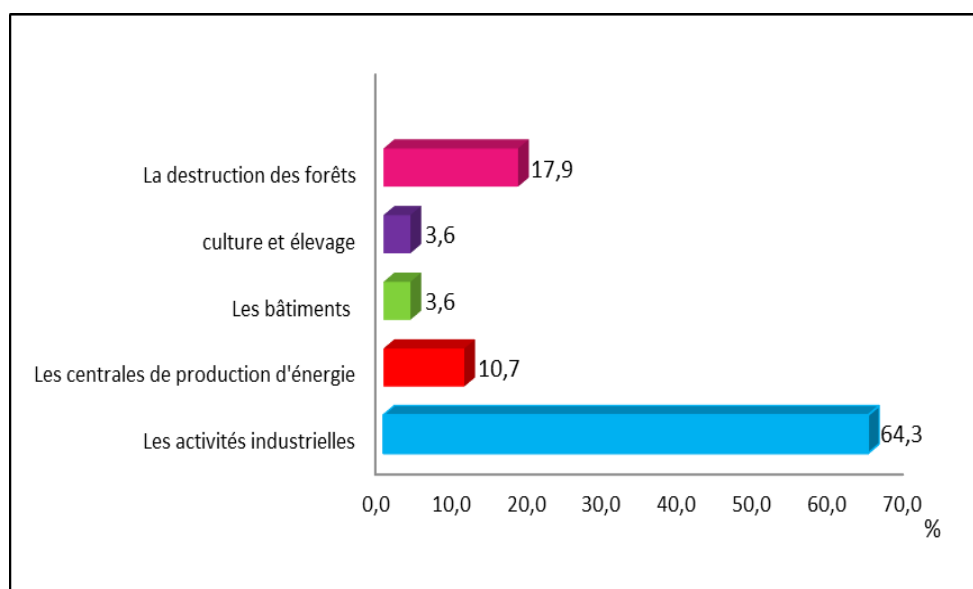
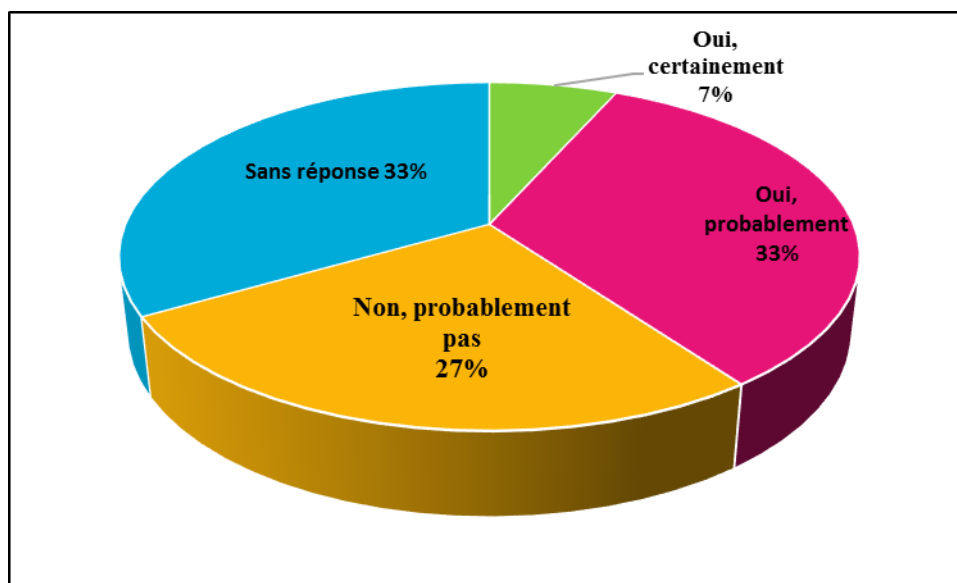


Figure 55: les activités qui contribuent au changement climatique



**Figure 56: Pensez-vous que le changement climatique sera limité à des niveaux acceptables d'ici à la fin du siècle ?**

Par rapport à la réadaptation au CC, 40% pensent que la solution est dans le développement des énergies renouvelables par contre 36% préfèrent vivre avec. 97% des agriculteurs espéraient que les organismes agricoles intègrent davantage le changement climatique dans leurs actions auprès des agriculteurs.

### 3-1-Perception du changement climatique selon les agriculteurs

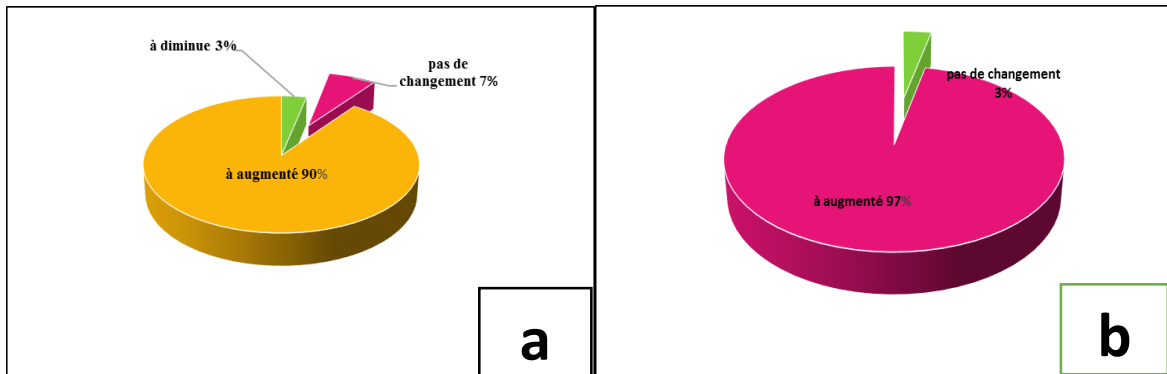
Le CC est perçu par les producteurs d'une image alarmante, c'est dire une augmentation des températures et diminution des précipitation (Tableau 25)

**Tableau 25 : La perception du changement climatique selon les agriculteurs**

Perception du changement climatique	Pas de changement	A augmenté	A diminué
Vague de chaleur graves	3%	97%	
Changement de température	3%	97%	
Dérèglement de la saison de pluie	13%	87%	
Nombre de journées chaudes par an	7%	90%	3%
Humidité	7%	53%	40%
Épisode du temps froid	13%	17%	87%
Taux d'occurrence des tempêtes de poussière	10%	30%	60%
Intensité de la pluie	13%		87%
Durée de la saison d'hivers	33%	17%	50%
Changement dans la quantité de précipitation/an			100%
Nombre de jour de pluie par an			100%

**A. Température :**

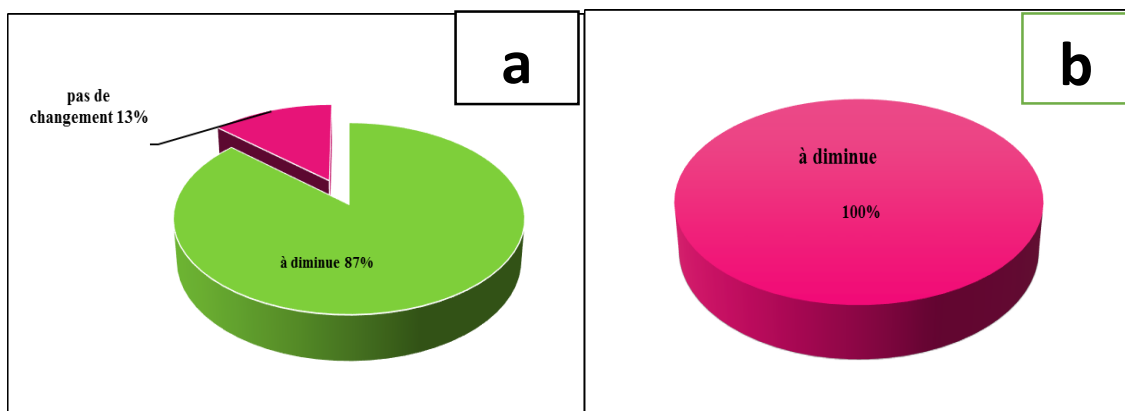
La plupart des agriculteurs, soit 90% confirment une augmentation des température et 97% ont évoqué un accroissement du nombre de jours chauds (Figures 57)



**Figure 57 : Le changement de la température et du nombre du jour chaud**

**B. Précipitation**

Tous les agriculteurs affirment qu'il y a eu une réduction du nombre de jour de pluie par ans et 9 sur 10 ont perçu une baisse de l'intensité pluviométrique.



**Figure 58: Changement de l'intensité de précipitation et le nombre de jours de pluie /ans.**

**3-2-Les changements climatiques perçus par les agriculteurs**

Les résultats montrent que la majorité des exploitants ont perçu des augmentations de la température, de la sécheresse, des vents et de la durée d'insolation et des diminutions de la pluviométrie.

Tableau 26 : Les changements climatiques perçus par les agriculteurs

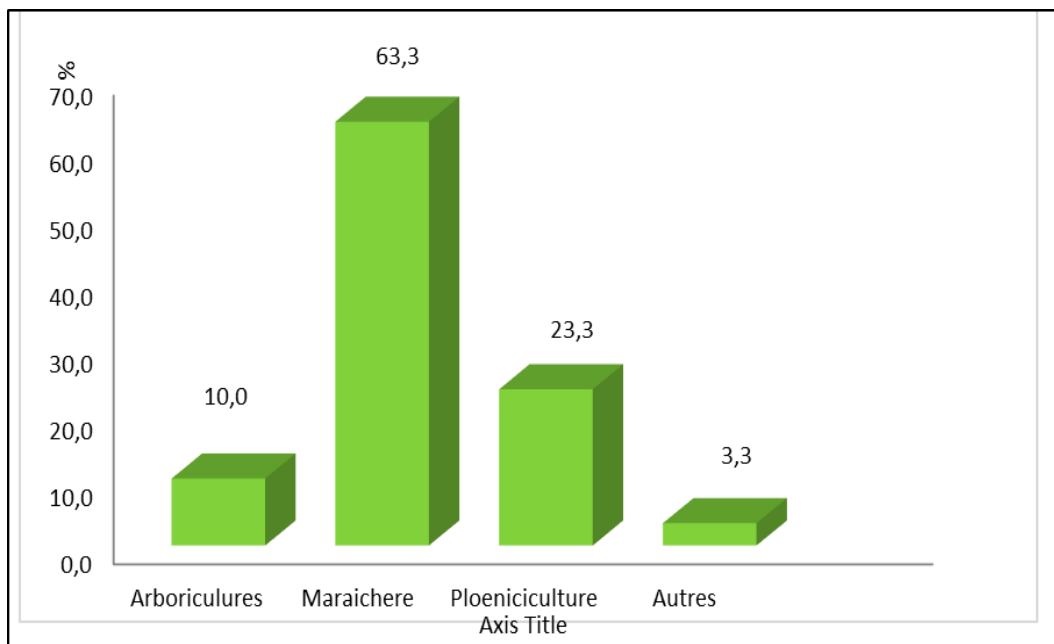
Changements perçus	Oui	Non
Température plus chaude	93%	7%
Jours chauds	83%	17%
Nuits chaudes	87%	13%
Plus de vents	87%	13%
Les vents violents sont plus fréquents	93%	7%
Diminution du nombre de jour de pluie	87%	13%
Retard des pluies	87%	13%
Irrégularité des pluies	93%	7%
Plus de pluie	3%	100%
Moins de pluie	87%	13%
Plus d'inondation		100%
Changement de pluviométrie	97%	3%
La saison sèche est plus longue	100%	
La saison sèche sera plus fréquente (plus de sécheresse)	93%	7%

Les enquêteurs ont confirmé que certains facteurs climatiques affectent leurs cultures, notamment avec les fréquentes sécheresses, les vents violents et la température croissante, mais ces facteurs n'affectent pas de la même façon

- Selon 77% des agriculteurs la sécheresse affecte plus sur la phoeniciculture ;
- Selon 88% des agriculteurs les vents affectent plus le maraichage en plein champs ;
- Et 70% des agriculteurs confirment que la température affecte plus la phoeniciculture.

Quant aux dégâts dues aux CC, 93% des enquêtés ont déclaré que leurs exploitations ont été victimes des vents violents. 83% ont été affectées par la sécheresse. Ces dégâts ont poussé 80% des enquêtés à considérer les CC comme une menace pour l'agriculture saharienne. Selon eux, les systèmes de productions les plus vulnérables face à ces changements sont (**Figure 59**)

- ❖ Les cultures maraichères (63%) ;
- ❖ La phoeniciculture (23%) ;
- ❖ Et l'arboriculture (10%).



**Figure 59 : Les systèmes de productions les plus vulnérables face aux CC**

En dépit que les CC sont réelles, 63% des agriculteurs n'ont pas changé leurs types de cultures (cas phoeniculteurs) et 70% ne comptent pas à changer d'activités agricoles. Ainsi que 67% des enquêtés n'ont pas modifié leurs manières de faire l'agriculture à cause de ce problème en effet, seulement 33% des exploitants ont introduit des changements dans leurs systèmes de culture, où :

- 83% des agriculteurs ont adopté des systèmes d'irrigation plus économiques d'eau ;
- 54.5% ils ont réduit les superficies ou les serres cultivée ;
- 45% des enquêteurs ont choisi des cultures moins plus résistantes aux sécheresses ;
- 45 % ils ont diversifié leurs systèmes de culture.

Les agriculteurs ont adopté des stratégies offensives consiste à l'équipement et approfondissement des points d'eau existants et des stratégies défensives pour faire face ou s'adapter aux CC en adoptent :

- L'économie d'eau pour 40% des agriculteurs ;
- La diversification des cultures pour 27 % des agriculteurs ;
- L'ajustement des pratiques culturales (calendrier agricole) pour 3.3 % ;

- L'utilisation des semences améliorées pour 3.3% des agriculteurs ;
- Le choix des cultures à cycle court pour 13.3% des agriculteurs ;
- La diversification des ressources de revenu pour 10 % des agriculteurs ;
- L'assurance agricole pour 3.3% des agriculteurs ;
- 40% ont modifiés leurs techniques de production pour s'adapter aux aléas climatiques ;
- À l'avenir 76 % des exploitants aimeraient adopter des pratiques d'adaptation au niveau de leurs exploitations.

Les impacts des aléas climatiques sur les activités agricoles ont été soulevés par les enquêtés, tel qu'il est mentionné sur le tableau suivant (Tableau 27) :

**Tableau 27 : les impacts des aléas climatiques sur les activités agricoles**

les aleas clima tique	Très fortement impact	Fortement impact	moyennement umpact	Faiblement impact	aucune impacte
<b>Hausse tempé- rature</b>	47%	50%			3,00%
<b>Inondation</b>	23%	47%	20%	10%	
<b>Excès d'eau</b>		60%	17%	3%	20%
<b>Monté d'eau</b>		57%	13.3%		30%
<b>Sécheresse</b>	57%	33%		10%	
<b>Cyclone</b>	3,3%	73.3%	13,3%		10%

Selon 57 % des agriculteurs la sécheresse à impacter très fortement sur l'agriculture et 60% Ils ont confirmé que l'excès de l'eau à une fortement impact.

Quant à l'accompagnement face aux CC, 97% des agriculteurs estiment qu'il y a un déficit en conseils agricoles. 83% ont confirmé qu'ils ont besoins d'accompagnement pour adapter leurs pratiques agricoles.

---

# Conclusion

---

## CONCLUSION

Le changement climatique (CC) est un phénomène dangereuse menace la vie humaine et l'environnement, notamment le secteur agricole. le but principale de notre travail est d'étudier la variabilité climatique de la région de Ziban à basse des données climatique provenant du ONM de Biskra puis la perçu de CC par les agriculteurs dans le Ziban Ouest , ou les résultats sont suivants :

- L'augmentation de la température, la sécheresse et diminution de la précipitation pendant la période actuelle (1990-2020).
- Le CC est perçu par les producteurs d'une image alarmante, c'est dire l'augmentations de la température, de la sécheresse, des vents et de la durée d'insolation et des diminutions de la pluviométrie.
- Les enquêteurs ont confirmé que certains facteurs climatiques affectent leurs cultures, notamment avec les fréquentes sécheresses, les vents violents et la température croissante.
- Par rapport à la réadaptation au CC, 40% pensent que la solution est dans le développement des énergies renouvelables par contre 36% préfèrent vivre avec.
- 97% des agriculteurs espéraient que les organismes agricoles intègrent davantage le changement climatique dans leurs actions auprès des agriculteurs.



## Références Bibliographiques :

1. **A.N.A.T de Biskra., 2003.** (Agence Nationale de l'Aménagement du Territoire) Monographie de wilaya de Biskra. Algérie.
2. **Achir, M. (2016).** Etude de l'impact des changements climatiques sur la dynamique de l'alfa (*Stipa tenacissima* L.) dans la région steppique de Tiaret (Algérie occidentale) (Doctoral dissertation).
3. **Anonyme., 2005.** La wilaya de Biskra en quelques chiffres. Direction de la planification et de l'aménagement du territoire.
4. **Belaid, A. (2015),** thèse pour l'obtention du diplôme de doctorat en Science de Génie de l'environnement, les risques climatiques et leur impact, université d'Oran, Algérie.
5. **Boucetta ,D (2018),**Effets des changements climatique sur les cultures pratiquées et les ressources en eau dans la région de Biskra .Thèse magister . Université Mohamed khider .
6. **Boukhelouf, W. (2018).** La biodiversité des arthropodes (Coléoptères) dans le vignoble et oliveraie au Ziban ,Doctoral dissertation, Université é Mohamed khider Biskra .
7. **Boyer J. S. (1982 ).**Plant productivity and environment. *Rev Sci*, new series.
8. **Buldgen A., M .Piroux, Roger Compere, 1994,** Analyse Sig des nouvelles zones agro-écologiques et de certaines productions à risques, *Sécheresses*, 1, Vol. 05.
9. **Chabane, M. (2012).** Comment concilier changement climatique et développement agricole en Algérie?. *Territoire en mouvement Revue de géographie et aménagement. Territory in mouvement Journal of geography and planning*, (14-15), 73-91.
10. **-De l'environnement, E. T., & Mate-Pnud-Fem, P. R. O. J. E. T. (2015).** Etude diagnostique sur la Biodiversité & les changements climatiques en Algérie.
11. **Doukpolo, B. (2014).** Changements climatiques et productions agricoles dans l'Ouest de la République Centrafricaine (Doctoral dissertation, Université de Abomey-Calavi; Docteur en Géographie et Géosciences de l'Environnement (Agro climatologie et Développement)).

12. **DSA,2021., Direction des services agricoles de la wilaya de Biskra (2021)**
13. **Faci, M. (2021).** Impacts du changement climatique sur le cycle phénologique du palmier dattier (Cas de Deglet Nour aux Ziban) (Doctoral dissertation, Université Mohamed Khider de Biskra.
14. **Farhi A., 2014.** Changement climatique ou variabilité climatique dans l'Est algérien. Thèse de magistère en écologie et environnement. Université de Constantine1, .
15. **Giannakopoulos C, Bindi M, Moriondo M, LeSager P et Tin T (2005)** .Climate change impacts in the Mediterranean resulting from a 2°c global temperature rise. A report for WWF,
16. **GIEC, 2007 :** Résumé à l'intention des décideurs. In changements climatiques 2007 : Les éléments scientifiques. Contribution du Groupe de travail I au quatrième Rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat
17. **Haddad,A. (2011).** Contribution à l'étude de la répartition spatiale de la végétation spontanée de la région de Biskra (Doctoral dissertation, Université Mohamed Khider de Biskra, Département des Science).
18. **Halitim A.(1988).** Sol des régions arides d'Algérie. O.P.U., Alger,
19. **Hamel N et Benazzouz N (2017)** La conception de la méthode d'enquête en sciences humaines. Revue des sciences de l'homme et de la société.
20. **Jalloh A, Nelson .G.C, Thomas T.S, Zougmore R et Roy-Macauley H (2017)** L'Agriculture ouest-africaine et le changement climatique. Institut International de Recherche sur les Politiques Alimentaires, USA.
21. **Jouilil, I., Bitar, K., Salama, H., Amraoui, A., Mokssit, A., & Tahiri, M. (2013).** Sécheresse météorologique au bassin hydraulique OUM ER RBIA durant les dernières décennies. *LARHYSS Journal P-ISSN 1112-3680/E-ISSN 2521-9782.*
22. **Khachai S.(2001).** Contribution à l'étude du comportement hydro physiques des soles des périmètres d'I.T.D.A.S, plaine de l'Outaya. Thèse Magister. Université de Batna.
23. **Khechai S., et Laadjel H., (2006):** Répartition spatiale de végétation en fonction des sols arides cas de Biskra : communication internationale : C.R.S.T.R.A, Biskra

24. **Labdi, N. (2016).** Impact du barrage de Foug El Gherza sur le développement de l'agriculture en irriguée dans le périmètre de Sidi Okba (Biskra) (Doctoral dissertation, Université Mohamed Khider-Biskra).
25. **Lakdari H , Ayade A (2009),** les conséquences du changement climatique sur le développement de l'agriculture en Algérie : Quelles stratégies d'adaptation face à la rareté de l'eau Université Paul VALÉRY Montpellier 03 France.
26. **Madhavarao K , Raghavendra AS, Janardhan Reddy k., 2006.** Physiology and molecular Biology Of stress tolerance in plants.
27. **Makaoui.K(2019).** Etude de la qualité des eaux du barrage de Foug El-Kharza de la région de Biskra .mémoire de mester .université Mohammed khider Biskra .
28. **Mangenet T (2013)** Approche rétrospective des cycles phénologiques chez quelques espèces guyanaises ; Vers une nouvelle branche de la dendrochronologie. Thèse de Doctorat, Université Montpellier 2 Sciences et Techniques, Montpellier, France,
29. **Mate, 2003,** Rapport sur l'état et l'avenir de l'environnement, .
30. **Mazoyer M, Aubineau A, Bougler J, Ney B et Rouger-Estrade J (2002)** Larousse agricole : le monde paysan au XXI<sup>e</sup> siècle. Larousse, Paris, France.
31. **Mballo, I., Sy, O., & Faye, C. (2019).** Variabilité climatique et productions vivrières en Haute Casamance (Sud-Sénégal). Espace Géographique et Société Marocaine, (28/29)
32. **Puget, J. L., Blanchet, R., Salençon, J., & Carpentier, A. (2010).** Le changement climatique. Académie des sciences. Synthèse des débats sur le climat, 20.
33. **Rabenoelson .H (2019).** Bilan carbone et stratégie de réduction des émissions du projet Rocade d'Antananarivo Mémoire de Master. Université Antananarivo et université de Bordeaux.
34. **Rabourdin S(2005).** Changement climatique : Comprendre et Agir. Edition de la chaix et niéslé. 286p.
35. **Ralantoarisoa.H (2016).** impacts du changement climatique sur le rendement rizicole dans la commune rurale D'IMERINTSIATOSIKA.Mémoire de mester . Université Antananarivo école normale supérieur.

**36. Ramade F( 2003).** Eléments d'écologie, écologie fondamentale. DUNOD, Paris.

**37. Rouabhi A ( 2020 )** .Polycopiés de cours : Bioclimat et changement climatique. Faculté SNV-Département sciences agronomiques. Université Ferhat Abbas – Sétif 1.

**38. Seltzer, 1946 .** Le climat de l'Algérie. Alger. Carbonel, 1946,

**39. Tabet S (2008).** le changement climatique en Algérie orientale et ses conséquence sur la végétation forestière .Thèse de Magister .Université Mentouri de costantine.

**40. UNEP (1997) .**World Atlas of Desertification. Nick Middleton et Davis Thomas, London, Arnold .

**41. Yahiaoui D (2015).** Impact des variations climatiques sur l'agriculture en Oran. Thèse de Magister en biologie. Université d'Oran .

#### **42. Site internet**

-Le changement climatique et ses conséquences s'accélèrent. (2021, 9 17). Récupéré sur reliefwebf:  
<https://reliefweb.int/report/world/le-changement-climatique-et-ses-cons-quences-s-acc-l-rent>

-Les 15 indicateurs du changement climatique. (2022). Récupéré sur planet durable:<http://www.planete-durable.com/les-15-indicateurs-du-changement-climatique/>

-wikipédia. (2022). Récupéré sur [https://fr.wikipedia.org/wiki/R%C3%A9chauffement\\_climatique](https://fr.wikipedia.org/wiki/R%C3%A9chauffement_climatique)

-CHANGEMENT CLIMATIQUE EN ALGÉRIE, 2022 <https://www.caritas.org/2011/07/changement-climatique>

-Intergovernmental Panel on Climate Change Working Group I Contribution to the Sixth Assessment Report, 2021 <https://www.state.gov/intergovernmental-panel-on-climate-change-working-group-i-contribution-to-the-sixth-assissent-report>

-[https://d-maps.com/carte.php?num\\_car=177666&lang=f](https://d-maps.com/carte.php?num_car=177666&lang=f)