

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université Ibn Khaldoun –Tiaret–

Faculté Sciences de la Nature et de la Vie

Département Sciences de la Nature et de la Vie



Mémoire de fin d'études

En vue de l'obtention du diplôme de Master académique

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Sciences biologiques

Spécialité : Génétique moléculaire et amélioration des plantes

Présenté par :

M^{lle} BOUALEM Fatiha

M^{lle} BOUKHAROUBA Ikram

M^{lle} DJENINAT Khadidja

Thème

**Etude de l'impact des conditions
climatiques sur les rendements des céréales
(blé dur) dans la wilaya de Tiaret**

Soutenu publiquement le 13-07-2021

Jury:

Président: Mr BERRAYAH Mohamed

Promotrice: Mme OMAR Yamina

Examineur: Mr NEGADI Mohamed

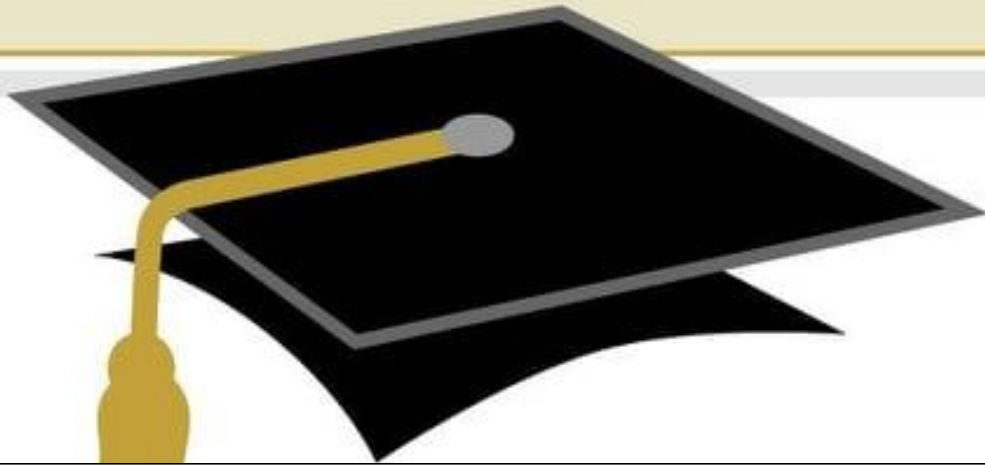
Grade

MCA

MCA

MCB

Année universitaire 2020-2021



Remerciement

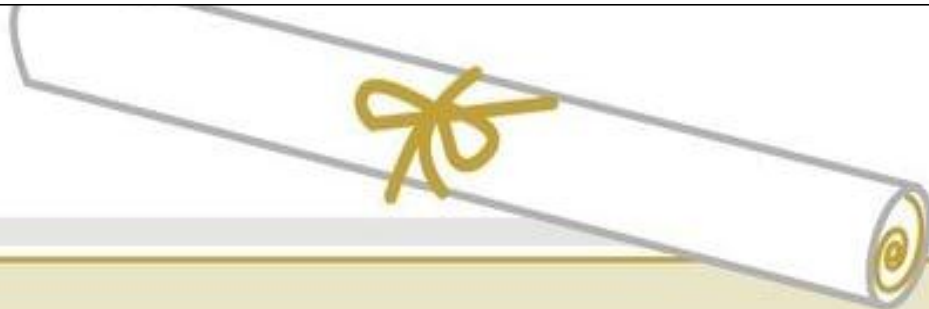
Au terme de cette étude nous remercions Dieu tout puissant de nous avoir permis la réalisation de ce travail.

Nous tenons à remercier vivement tous ceux qui nous ont apporté un soutien pour l'élaboration de ce mémoire de fin d'étude particulièrement :

Notre promotrice Mme OMAR Yamina pour ses précieux conseils, nous respectons énormément sa disponibilité et ses remarques pertinentes.

Nous le sommes face à l'honneur que les membres du jury, monsieur le président BERRAYAH Mohamed. Et examinateur monsieur NEGADI Mohamed. Nous l'ont fait pour avoir accepté d'apprécier et juger ce modeste travail.

À tous ceux qui ont contribué de près ou de *loin* à notre formation.



Dédicace

Je dédie ce modeste travail à :

À mes parents Aucun hommage ne pourrait être à la hauteur de l'amour dont ils ne cessent de combler. Que dieu leur procure bonne santé longue vie.

À mes adorables sœurs Imane, Fatima et Nesrine A mes frères Amin, khaled.

À ma grande famille Ali pacha.

À mes chères amies Fatiha et khadidja que dieu les gardes et protège.

À tous ceux qui ont contribué de près ou de loin pour que ce projet soit possible.

Ikram

Dédicace

Je dédie ce travail :

À ma famille, qui m'a doté d'une éducation digne, son amour à fait de moi ce que je suis aujourd'hui particulièrement :

À ma mère pour le goût à l'effort qu'elle a suscité en moi, de par sa rigueur.

À mes frères Abdelkader et Mohamed qui m'avez toujours soutenu et encouragé durant ces années d'études.

À mes amies Ikram et Khadîdja.

À toute personne qui m'a aidé de près ou de loin.

Fatiha

Dédicace

Avec l'aide d'Allah, J'ai pu réaliser ce modeste travail que dédie à celle qui m'a donné la vie, le symbole de tendresse, qui s'est sacrifiée pour mon bonheur et ma réussite, ma mère.

À mon cher père.

À la mémoire de ma chère grand-mère Mimouna.

À mes chères soeurs (Sakina et Amina).

À mon mon cher neveu Adem.

À mon cher frère Akram Walid.

À ma grand-mère paternelle, mes tantes et mon oncle (kheira, Meriem, Houria et Djamila).

À mes chères cousines (Djihane, Mouna et Nesrine).

À mes amies (Fatiha, Ikram, Hadjer, chaimaa, Hakima, Houda et Nesrine).

Khadidja

Table des matières

Résumé	
Liste des abréviations	
Liste des figures	
Liste des tableaux	
Introduction générale.....	1

Partie I Partie bibliographique

CHAPITRE I : Changement climatiques et l'agriculture

1- Définition de climat.....	3
1-1- Climatologie et météorologie.....	3
1-2- Types de climat.....	3
1-3- Climat de L'Algérie.....	4
1-3-1- Evolution des températures.....	4
1-3-2- Évolution des précipitations.....	5
1-3-3- Sécheresse.....	5
2- Définition du changement climatique.....	5
2-1- Ampleur du changement climatique.....	6
2-2- Méthodes de détection du changement climatique.....	6
2-3- Effet de serre.....	6
2-4- Intensification de l'effet de serre.....	7
3- Changement climatique et l'agriculture.....	7
3-1- Irrigation et conduite des cultures.....	8

CHAPITRE II : Aperçu général sur les céréales

1- Définition des céréales.....	9
1-1- Les céréales dans le monde.....	9
1-2- Les céréales en Algérie.....	10

1-3- Les céréales dans la wilaya de Tiaret.....	11
2- Définition du blé dur.....	11
2-1- Croissance et développement du blé dur.....	12
2-1-1- Période végétative.....	12
2-1-2- Période reproductrice.....	12
2-1-3- Période de maturation.....	12
2-2- Les maladies, les insectes et les animaux qui attaquent le blé.....	13
2-2-1- Maladies.....	14
2-2-2- Insectes.....	14
2-2-3- Animaux.....	15
2-3- Exigences climatiques du blé.....	15
2-3-1- Température.....	15
2-3-2- L'eau.....	15
2-3-3- Lumière.....	16
2-3-4- Le sol.....	16
2-3-5- Fertilisation.....	16
3- Impact des conditions climatiques sur le rendement du Blé dur.....	16
3-1- Température.....	17
3-2- Pluviométrie.....	17
3-3- Lumière.....	17
3-4- Vent.....	17

Partie II : Partie expérimentale

Chapitre I : Présentation de la zone d'étude (Wilaya de Tiaret)

1- Situations géographique.....	18
---------------------------------	----

2- Relief.....	19
3- Aperçu hydrographique.....	19
4- Climat.....	19
4-1- Température.....	19
4-2- Températures moyennes annuelles.....	20
4-3- Précipitation.....	20
5- Vent.....	21
6- Données climatique de la commune Rahouia/Sebeine.....	22

Chapitre II : Protocole expérimental

1- Protocole expérimental.....	27
1-1- Choix des sites.....	27
1-2- Prélèvement des échantillons de sol.....	27

Chapitre III : Résultats et discussions

1- Evolution de la production du blé dur dans la wilaya de Tiaret (Rahouia/Sebeine).....	28
2- Diagramme Ombrothermique.....	29
2-1- Quotient pluviométrique d'EMBERGER.....	30
2-2- Indice d'aridité de Martonne.....	31
2-3- Impact des variations pluviométriques sur le rendement du blé dur.....	32
3- Impact du changement climatique sur le rendement.....	33
3-1- Les données d'entrée du modèle et les paramètres climatiques.....	33
3-2- Les expériences de simulation avec des données climatiques pour une période future.....	36
3-3- Impact du changement climatique sur la phénologie du blé dur.....	37
3-4- Essai d'adaptation aux changements climatiques.....	40
3-4-1- Effet de la date de semis sur le rendement.....	40

3-4-2- Effet de la densité de semis sur le rendement.....	42
3-4-3- Effet de la variété sur le rendement.....	43
CONCLUSION.....	47

Résumé

Ce travail a pour but d'étudier l'impact des conditions climatiques sur les rendements des céréales (blé dur) au niveau de la wilaya de Tiaret (Rahouia/Sebeine) dans une période de 10 ans qui s'étale de 2010 à 2020.

Le climat est en train de change. Les impacts de ce changement vont avoir des conséquences sur la production agricole, les températures plus élevées et la distribution des précipitations est irrégulière diminuent le rendement.

Les résultats montrent que la commune de Rahouia à une potentialité agricole qui permet de classée la première en matière de productions céréalières essentiellement le blé dur à cause de l'humidité de sol dans cette région par contre la commune de Sebeine à un faible rendement par rapport à la commune Rahouia.

Enfin, la production agricole influencée par les conditions climatiques par ce que il y a une corrélation significative entre les variations pluviométriques, températures et le rendement du blé dur.

Mots clés : Conditions climatiques, Températures, Précipitations, Rendement, blé dur, Tiaret, commune Rahoouia, Commune Sebeine.

الملخص

الهدف من هذا العمل هو دراسة أثر الظروف المناخية على إنتاجية الحبوب (القمح الصلب) في ولاية تيارت (بلدية الرحوية/بلدية السبعين) خلال فترة 10 سنوات من 2010 إلى 2020.

المناخ يتغير و هذا التغيير يؤثر على الإنتاج الزراعي كما أن ارتفاع درجات الحرارة وانخفاض توزيع هطول الأمطار يخفض من الإنتاجية.

تظهر النتائج أن بلدية الرحوية تتمتع بميزة زراعية تسمح بتصنيفها الاولى من حيث إنتاج الحبوب خاصة القمح الصلب بسبب رطوبة التربة في هذه المنطقة بالمقارنة مع بلدية السبعين ذات معدل إنتاج منخفض بالنسبة لبلدية الرحوية. كما أن الإنتاج الزراعي يتأثر بالظروف المناخية بسبب وجود علاقة هامة بين تقلبات هطول الأمطار ودرجة الحرارة وإنتاجية القمح الصلب.

الكلمات المفتاحية : ظروف المناخ، درجات الحرارة، هطول الأمطار، المردود، القمح الصلب، تيارت، بلدية الرحوية، بلدية السبعين.

Abstract

The aim of this work is to study the impact of climatic conditions on cereal yields (durum wheat) at the level of the wilaya de Tiaret (Rahouia/Sebeine) in a 10 year period from 2010 to 2020.

The climate is changing. The impacts of this change will have consequences on agricultural production, higher temperatures and irregular precipitation distribution decrease yield.

The results show that the commune of Rahouia has an agricultural potential that allows to classify the first in terms of cereal production mainly durum wheat because of the soil moisture in this region, whereas the commune of Sebeine has a low yield compared to the commune Rahouia.

Finally, agricultural production influenced by climatic conditions by the significant correlation between rainfall variations, temperatures and durum wheat yield.

Key words : Weather conditions, Temperatures, Precipitation, Yield, durum wheat, Tiaret, commune Rahoouia, commune Sebeine.

Liste des abréviations

Amf	Date de fin de phase juvénile
ANDI	Agence National de Développement de l'Investissement
CPG	Conso Planétoscope Glob
FAO	Food and Agriculture Organization
Flo	Stade Floraison
GIEC	Groupe Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat
ITGC	Institut Technologiques des Grandes Cultures
Lax	Leaf Area Null
MADR	Ministère de l'agriculture et du développement rural
Mat	Stade Maturité
MJ	Mégajoule
OSS	l'observatoire du Sahara et du Sahel
SAU	Superficie Agricole Utile
STICS	Model multidisciplinaire des Cultures Standard

Liste des figures

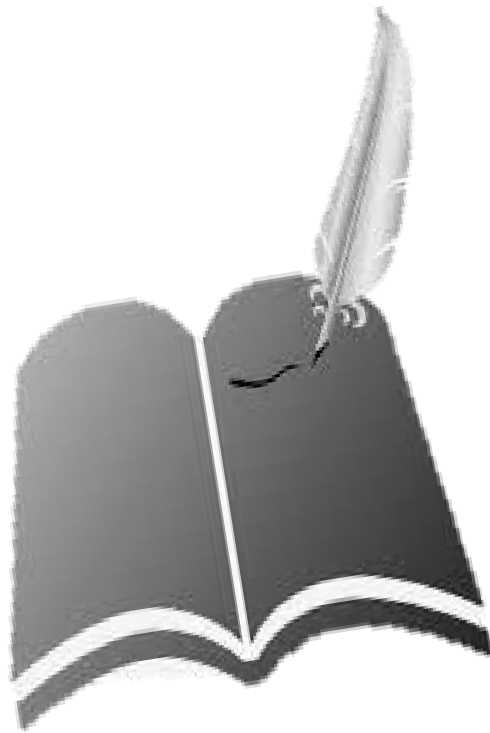
N°	Titres des figures	Page
01	Les types de climat (Daouar, 2018).	4
02	Changement climatique (www.xpair.com) Consulté le 02/05/2021.	5
03	Effet de serre (www.larousse.fr) consulté le 18-05-2021.	7
04	Production céréalière, utilisation et stocks (FAO, 2019).	10
05	Cycle de développement du blé (Weir et al., 1984 ; Moule, 1980).	13
06	Quelques maladies du blé (DSA, 2021).	14
07	Quelques insectes du blé (DSA, 2021).	15
08	Situation géographique de la wilaya de TIARET (DSA, 2021).	18
09	Situation hydrographique de la wilaya de Tiaret (DHW, 2016).	19
10	Les températures moyennes annuelles de la wilaya de Tiaret (2010-2020) (www.tutiempo.net Consulté le : 10/05/2021).	20
11	Répartition des précipitations annuelles de la wilaya de Tiaret (2010-2020) (www.tutiempo.net Consulté le : 10/05/2021).	21
12	Précipitations annuelles de la commune Rahouia (2010-2020) (DSA, 2021).	22
13	Précipitations annuelles de la commune Sebeine (2010/2020) (ITGC, 2021).	23
14	Répartition mensuelles des précipitations (a : la commune Rahouia ;b : commune Sebeine) (2010-2020) (DSA, 2021).	24
15	Répartition mensuelles des températures mensuelles (a : la commune Rahouia ;b : commune Sebeine) (2010-2020) (DSA, 2021).	25
16	Evolution de production du blé dur (Rahouia/Sebeine) (DSA, 2021).	28
17	Diagramme Ombrothermique de la commune Rahouia (2010-2020).	29

18	Diagramme Ombrothermique de la commune Sebeine (2010-2020).	29
19	Diagramme d'EMBERGER.	31
20	Relation entre les variations pluviométriques et la production du blé dur dans la commune Rahouia.	32
21	Relation entre les variations pluviométriques et la production du blé dur dans la Commune Sebeine.	33
22	Moyenne mensuelle des précipitations, températures minimales et maximales pour la période de 2000 à 2009 et les périodes des scénarios B1 et A2.	35
23	Rendement simulé (t. ha-1) du cultivar Waha avec les données de scénario A2 et scénario B1.	36
24	Evolution des stades phénologiques suivant les données du scénario B1 (a) et A2 (b).	38
25	Effet de la date de semis sur le rendement simulé de 2021 à 2030 suivant les scénarios B1 (a) et A2 (b).	41
26	Effet de la densité sur le rendement simulé de 2021 à 2030 suivant les scénarios B1 (a) et A2 (b).	42
27	Effet de la variété sur le rendement simulé de 2021 à 2030 suivant les scénarios B1 (a) et A2 (b).	44

Liste des tableaux

N°	Titres des tableaux	page
01	Classification botanique du blé dur (Feillet, 2000).	11
02	Vitesse de vent de la Wilaya de Tiaret dans la période (2010-2020) (www.Tutiempo.net Consulté le 10/05/2021).	21
03	Indice d'Aridité de la zone d'étude (Rahouia/Sebeine).	29
04	moyenne mensuelle des précipitations, températures minimales et maximales pour les données observées et les données futures du scénario A2 et scénario B1.	31
05	Variation de la durée des différents stades phénologiques durant les périodes du scénario B1 en comparant à l'observé.	36
06	Variation de la durée des différents stades phénologiques concernant les périodes du scénario A2 en comparant à l'observé.	36

Introduction générale



Introduction générale

Durant le 20^{ème} siècle les mesures de température ont montré une augmentation moyenne pour l'ensemble de la surface du globe de + 0,7°C. La hausse des températures s'est nettement renforcée durant la dernière partie du siècle c'est ce qui cause des changements climatiques.

Les principales causes naturelles des changements climatiques sur terre résident dans les fluctuations de l'énergie solaire et le volcanisme (Rebetez, 2011).

Le réchauffement climatique est attribué à l'accroissement net des émissions vers l'atmosphère de gaz à effet de serre principalement le dioxyde de carbone, le protoxyde d'azote et le méthane résultant des activités humaines (Pellerin et *al.*, 2015).

Le climat de la terre a toujours changé et continuera sans aucun doute de changer (Lévêque, 2001).

Selon O.S.S (2007), les changements climatiques auront des impacts négatifs en Afrique du Nord, particulièrement dans le secteur de l'agriculture, du fait d'une baisse de la pluviométrie, d'une augmentation de la température et d'une augmentation concomitante des prélèvements en eau pour l'irrigation. Le climat a une influence très forte sur l'agriculture, qui est considérée comme l'activité humaine la plus dépendante des variations climatiques (Sultan et *al.*, 2015).

D'un autre côté si l'eau allouée à l'agriculture est limitée, le changement climatique se traduira par des baisses de rendement des cultures (Fabre, 2010).

L'élévation de la température et les modifications des régimes pluviométriques (évaporation, drainage, ruissellement) et l'ensemble des autres facteurs climatiques qui régissent le fonctionnement des écosystèmes est amené à se modifier. Il faut en premier lieu prévoir et quantifier ces modifications et leurs conséquences (Seguin, 2010).

On peut distinguer parmi les conditions climatiques un ensemble de facteurs énergétiques constitués par la lumière et les températures, de facteurs hydrologiques (précipitation), et de facteurs mécaniques (vent) (Ramade, 2009).

Les céréales sont les principales sources de la nutrition humaines dans le monde (Grami et Ben Rajeb, 2015) le blé, le riz et le maïs deviennent les trois grandes céréales cultivées dans le monde. Mais on a assisté à un accroissement considérable de la culture de l'orge. La culture de l'avoine et le seigle sont au contraire en régression (Moule, 1980).

La culture des céréales est compromise par les longues périodes de sécheresse, les températures extrêmes et le milieu inadapté à ce genre de cultures (Hellal et *al.*, 2014).

D'après Messadi (2009), la pluie est la source d'eau la plus importante pour le blé.

Introduction générale

L'objectif de notre travail est l'étude de l'impact des conditions climatiques sur le rendement du blé dur dans la région de Tiaret cas de la commune Rahouia et de Sebeine.

Ce mémoire est subdivisé en deux parties

Dans la première partie de ce travail, Nous présentons l'étude bibliographique. Elle englobe un chapitre sur le changement climatique et l'agriculture, le deuxième concerne les céréales.

La deuxième partie est consacrée à l'étude expérimentale. Divisée en trois chapitres. Un chapitre est consacré à la présentation de la zone d'étude.

Les techniques et les protocoles expérimentaux utilisés ainsi que la technique d'analyse sont présentés dans le deuxième chapitre.

Le dernier chapitre contient l'essentiel des résultats obtenus et leur interprétation.

Enfin nous terminons par une conclusion générale qui synthétisera les principaux résultats.

Partie I

Partie bibliographique



CHAPITRE I

Changement climatique et l'agriculture

CHAPITRE I.....Changement climatique et l'agriculture

1- Définition de climat

Le climat est le principal déterminant de la dynamique de la biosphère. Le système climatique de la terre est un système extrêmement complexe, régi par un ensemble de processus de nature physique, chimique et biologique (Lévêque, 2001).

Pris dans son sens large, le mot climat recouvre deux notions différentes : celle de climat moyen et celle de variabilité climatique. Le climat moyen correspond à l'ensemble des conditions qui caractérisent l'état de l'atmosphère en un lieu ou une région donnée.

La variabilité du climat est une de ses caractéristiques importantes. Elle correspond à la dispersion statistique de ses éléments caractéristiques autour de leur valeur moyenne (Mamy, 1999).

1-1- Climatologie et météorologie

La climatologie est la discipline scientifique relative au climat. Elle a pour objet la caractérisation et la classification des différents types de climat, leur localisation géographique, l'étude des causes de leur diversification et, en un lieu donné, l'analyse de leur variabilité temporelle (Mamy, 1999).

La climatologie et la météorologie sont liées par l'utilisation des mêmes données : enregistrements quantitatifs de variables mesurées, interprétation de bulletins météorologiques quotidiens ou de coupes verticales de l'atmosphère appelées émagrammes (Armand, 1998).

1-2- Types de climat

Sur terre les climats sont classifiés suivant différents paramètres (l'humidité, la température, l'ensoleillement, la vitesse du vent...). Ces paramètres (Fig.01) varient suivant la géographie donc l'altitude, la latitude, les océans aux alentours, pour cela le climat est influencé (Daouar, 2018).

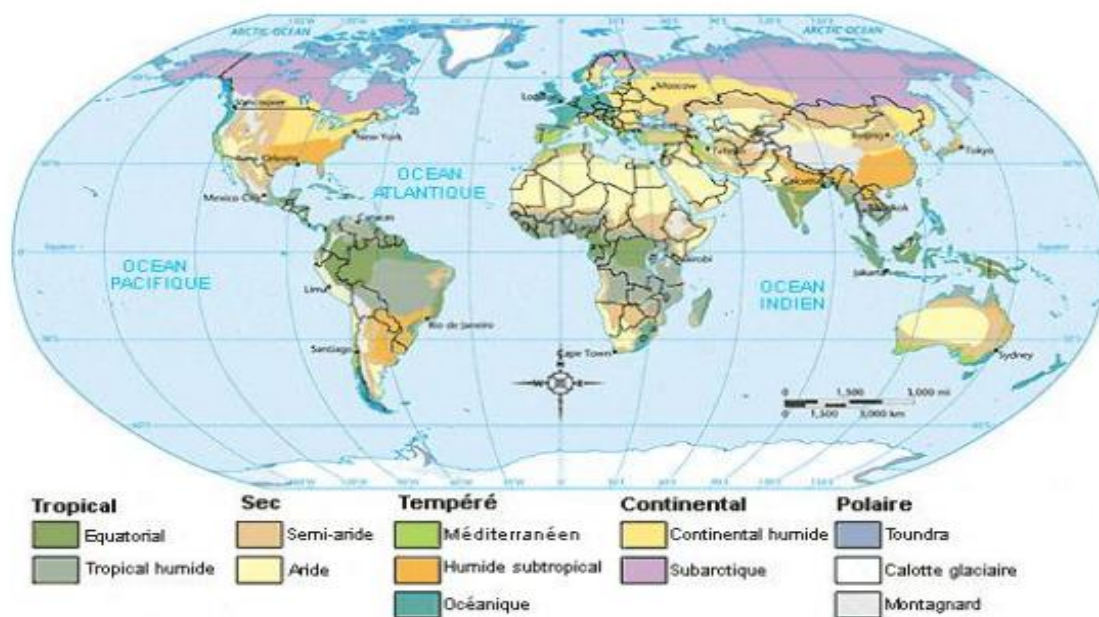


Figure 01 : Les types de climat (Daouar, 2018).

1-3- Climat de l'Algérie

L'Algérie située dans une zone de transition, entre les régimes tempérés et subtropicaux, elle présente une grande sensibilité au climat à cause de la grande variabilité des pluies saisonnières et annuelles (Kara, 2008).

D'après Kara (2008), le dérèglement actuel du cycle (évaporation-pluie) conduit à envisager l'occurrence probable d'événements extrêmes comme les sécheresses prolongées ou les inondations catastrophiques et brutales, ce qui constitue une menace sévère sur la santé et la sécurité du citoyen algérien, les ressources en eau et les écosystèmes terrestres.

1-3-1- Evolution des températures

L'examen des températures, en Algérie, pour les périodes 1931-1960 et 1961-1990 met en évidence :

- Une hausse de température moyenne sur l'ensemble du pays au cours des saisons d'hiver et d'automne.
- Une hausse nette des températures minimales et maximales sur l'ensemble des stations de l'Algérie du nord depuis la décennie 70 et se prolongeant jusqu'à nos jours (Kara, 2008).

1-3-2- Évolution des précipitations

L'examen des précipitations pour les mêmes périodes (1931-1960 et 1961-1990) montre :

CHAPITRE I.....Changement climatique et l'agriculture

- Qu'en automne et en hiver, il y a diminution des pluies sur le nord.
- Qu'au printemps, la pluviométrie est plus importante à l'ouest, au centre et au sud du pays et qu'il y a diminution des précipitations à l'Est.
- Il y a environ 10% de baisse des précipitations ces 20 dernières années (Kara, 2008).

1-3-3- Sécheresse

La sécheresse est un phénomène récurrent en Algérie et doit être gérée de façon structurale par la mise en place d'un système de surveillance et d'alerte et par un système d'assurance basé sur la solidarité nationale pour faire face à cette calamité (Kara, 2008).

2- Définition du changement climatique

La convention cadre des Nations Unies sur les changements climatiques, définit le changement climatique comme suit "*Des changements de climat qui sont attribués directement ou indirectement à une activité humaine, altérant la composition de l'atmosphère mondiale et qui viennent s'ajouter à la variabilité naturelle du climat observée au cours de périodes comparables*".

Selon ONU, (2013), 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 la production agricole et alimentaire, à l'élévation du niveau des mers, qui augmente les risques d'inondations, les conséquences des changements climatiques (Fig.02) sont mondiales en termes d'effets et d'échelle. Sans action immédiate, il sera beaucoup plus difficile et coûteux de s'adapter aux conséquences futures de ces changements.



Figure 02 : Changement climatique (www.xpair.com Consulté le 02/05/2021).

CHAPITRE I.....Changement climatique et l'agriculture

2-1- Ampleur du changement climatique

L'homme est responsable des variations de l'état du climat qui peut être identifié attribue directement ou indirectement (GIEC, 2014). Dont l'accroissement de la concentration en GES risque de doubler à la fin du 21^{ème} siècle (passage de 380 ppm de CO₂ en 2000 à 600 ppm en 2100, augmentation de 31% depuis 1750), entraînant un sensible réchauffement climatique qui, selon la plupart des experts, a déjà commencé (Raunet, 2005).

La température moyenne actuelle de la surface de la terre est de 15°C (Levet, 2006). Elle a augmenté au 20^{ème} siècle, d'environ 0,6°C. Les modèles prévoient une augmentation de cette moyenne générale de 1.4°C à 5.8°C d'ici à 2100.

Si la tendance au réchauffement fait maintenant l'objet d'un consensus, l'ampleur de ce phénomène est en grande partie imprévisible (Baubion, 2004).

2-2- Méthodes de détection du changement climatique

Des indices de plus en plus nombreux montrent que le réchauffement climatique a déjà commencé en accord avec les prédictions des modèles climatiques globaux (Planton, 2003).

Le calcul de ces indices se base souvent sur les maxima, les minima des températures journalières ainsi que les précipitations quotidiennes (Benaichata et *al.*, 2008).

Le changement climatique aura donc un impact sur la composante biotechnique de la production. Accroissement de la teneur en gaz carbonique et autres gaz à effet de serre dans l'atmosphère, élévation de la température, modification des régimes pluviométriques, et donc des différents termes du bilan hydrique (évaporation, drainage, ruissellement).

Par conséquent, l'ensemble des facteurs bioclimatiques qui régissent le fonctionnement des écosystèmes agricoles seront amené à se modifier, ce dernier sera traduit par une instabilité de la production végétale au niveau de système de culture (GIEC, 2007).

2-3- Effet de serre

L'énergie solaire réchauffe la surface de la planète, qui renvoie une partie de ce rayonnement vers l'extérieur, tandis qu'une partie de cette chaleur est librement relâchée dans l'espace, une certaine proportion est piégée dans les hautes couches de l'atmosphère par des gaz dits à effet de serre(Fig.03), ce qui a pour conséquence de réchauffer la troposphère.

De ce fait, sans ce phénomène, toute vie sur terre serait impossible le problème est que les activités humaines (déforestation, transports, industrialisation) conduise actuellement, à une concentration record de ces gaz (SCIAMA, 2007).

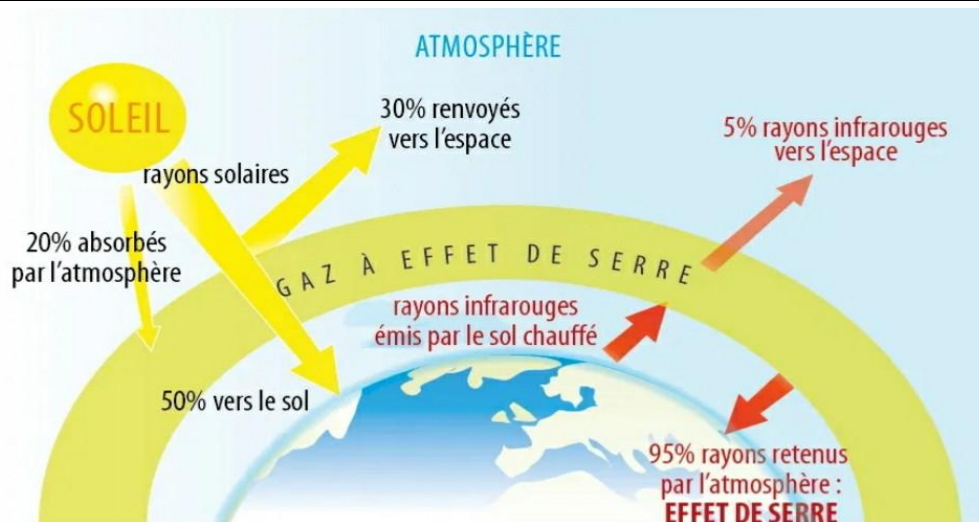


Figure 03 : Effet de serre (www.larousse.fr consulté le 18-05-2021).

2-4- Intensification de l'effet de serre

L'effet de serre est un phénomène naturel, qui résulte de la présence dans l'atmosphère de gaz absorbant (fig. 3) le rayonnement infrarouge thermique émis par les surfaces terrestres.

Les activités humaines (combustion des combustibles fossiles, agriculture...etc.) sont des sources d'émission majeurs de gaz à effet de serre, que la plupart des scientifiques considèrent comme des facteurs clés du réchauffement planétaire et du changement climatique (Seguin et *al.*, 2005; OMM, 2008; Seguin et Soussana, 2008).

Il semble y avoir aujourd'hui un consensus sur le fait que l'on assiste une augmentation continue en teneur de gaz à effet de serre (GES) dans l'atmosphère, en particulier du dioxyde de carbone (CO₂) et du méthane (CH₄), dont l'accroissement annuel moyen fluctuerait entre 0.5% et 1% par an (Levet, 2006).

3- Changement climatique et l'agriculture

Les changements climatiques pourraient avoir des impacts autant négatifs que positifs à l'agriculture. En général, une augmentation des températures moyennes et un allongement de la saison de croissance devraient occasionner un accroissement potentiel du rendement des cultures. De même, ces modifications devraient rendre possible la production de cultures adaptées à des températures plus élevées (Bélangier, 2002).

Selon la FAO (2016), l'agriculture est extrêmement sensible au changement climatique et aura généralement des impacts négatifs sur l'agriculture et menacera la sécurité alimentaire au niveau mondial.

CHAPITRE I.....Changement climatique et l'agriculture

- Des températures plus élevées diminuent les rendements des cultures utiles tout en entraînant une prolifération des mauvaises herbes et des parasites.
- La modification des régimes de précipitation augmente la probabilité de mauvaises récoltes à court terme et d'une baisse de la production à long terme.

Les modes de gestion des agrosystèmes sont donc déterminants tant pour des questions d'adaptation au nouveau contexte climatique que d'atténuation du changement climatique (Seguin, 2007).

3-1- Irrigation et conduite des cultures

Selon Nicoulaud (1988), l'irrigation est pratiquée dans toutes les zones de culture où la répartition naturelle des pluies n'est pas assez régulière pour assurer une production agricole satisfaisante. En effet l'irrigation permet tout à la fois :

- D'améliorer la rentabilité des terres déjà cultivées.
- D'augmenter les surfaces cultivées en permettant la mise en culture de terres désertiques.

L'efficience globale du secteur irrigué des pays du Maghreb varie entre 36,8 % et 60 % et reste faible dans l'ensemble de la région. Les techniques d'irrigation adoptées ont des efficacités très variables.

En effet, le système d'irrigation par gravité reste dominant, il occupe 72 % des terres irriguées, l'irrigation par aspersion est pratiquée sur 26,18 % des surfaces irriguées, et le système d'irrigation localisée sur moins de 2 %. Dans les limites des performances de chacun des systèmes d'irrigation adoptées, l'efficience potentiellement réalisable serait de 66 % (Filali, 2007). Dans l'Algérie, la céréaliculture irriguée représente environ 120.000 hectares (Anonyme, 2003).

CHAPITRE II

**Aperçu général sur les
céréales**

CHAPITRE II..... Aperçu général sur les céréales

1- Définition des céréales

Les céréales sont des espèces cultivées pour leur grain. Elles contiennent un albumen amylicé. La plupart des céréales appartiennent à la famille des Graminées (ou paocées). Ce sont : Blé, Orge, Avoine, Seigle, Maïs, Riz, Millet, Sorgho. Les unes appartiennent à la sous-famille des *Festucoïdées* : Blé, Orge, Avoine, Seigle ; les autres à la sous-famille des *Panicoïdées* : Maïs, Riz, Sorgho, Millet (Moule, 1980).

Les céréales et leurs dérivés constituent les principales ressources alimentaires de l'humanité, en raison de leur source d'énergie et leur grande richesse en protéines. Principalement destinés à l'alimentation des humains (à hauteur de 75% de la production), les céréales assurent 15% des besoins énergétiques, elles servent également à l'alimentation animale (15% de la production) et à des usages non alimentaires (Feillet, 2000).

1-1- Les céréales dans le monde

Les céréales sont produites pour la consommation humaine (41%), l'alimentation du bétail (45%) et pour d'autres utilisations, notamment dans l'industrie. Le maïs, le riz et le blé sont les piliers de la sécurité alimentaire mondiale (FAO, 2004 ; FAO, 2016).

Chaque année, la production, l'utilisation et le stockage des céréales varient (Fig.04) d'une année à l'autre. Le maïs représente 41% de la production mondiale de céréales, il est la céréale la plus cultivée au monde (CPG, 2013), à raison d'une récolte de près de 1 100 millions de tonnes, suivi du blé (734 millions de tonnes) et du riz (495 millions de tonnes). Ces trois céréales totalisent environ 90 % de la production céréalière mondiale, Le blé la céréale la plus consommée.

Les pays affichant la plus forte production de céréales au monde sont les suivants; Chine, États-Unis, Inde, Russie, Brésil, Indonésie, Argentine, France, Ukraine, Canada (FAO, 2019).



Figure 04 : Production céréalière, utilisation et stocks (FAO, 2019).

1-2- Les céréales en Algérie

La filière céréalière constitue une des principales filières de la production agricole en Algérie, les produits céréaliers occupent une place stratégique dans le système alimentaire et dans l'économie nationale. La production des céréales, jachère comprise, occupe environ 80% de la superficie agricole utile (SAU) du pays, la superficie emblavée annuellement en céréales se situe entre 3 et 3,5 million d'ha (Djermoun, 2009).

Selon MADR (2017), la superficie des céréales occupe en moyenne annuelle 40% de la Superficie Agricole Utile (SAU). La superficie ensemencée en céréales est évaluée à 3 200 930 ha, desquelles, le blé dur et l'orge occupent la majeure partie de cette superficie avec 74% de la sole céréalière totale.

La production de céréales atteindra 1 868 851,40 q (10 q/ha), dont 628 053,60 q de blé dur, 289 314,30 q de blé tendre, 61 105 q d'avoine et 889 973,50 q d'orge (Bousmaha, 2020).

La consommation des produits céréaliers se situe à un niveau d'environ 205 kg /hab/an (Chehat, 2007).

CHAPITRE II..... Aperçu général sur les céréales

1-3- Les céréales dans la wilaya de Tiaret

La région de Tiaret occupe une superficie globale de 20 673 km², 1.609.900 Ha de terres agricoles, 142.966 Ha de zones steppiques et d'une zone forestière de 142.422 Ha. La superficie agricole totale est répartie à raison de 704.596 Ha SAU dont 14.561 Ha irrigué et un million d'hectares en steppe, parcours, alfa et forêts. Elle est caractérisée par une forte vocation agricole (Achir et Hellal, 2016).

Selon DSA (2018), la wilaya de Tiaret s'est placée en première place dans la production des céréales au niveau national, lors de la saison agricole 2017/2018 avec 5,8 millions de quintaux.

La wilaya de Tiaret est considérée comme un leader dans le domaine de la production de céréales puisqu'en 2019 elle a produit pas moins de 1.6 millions de qx de blé dur, 1.1 millions de qx d'orge et 471 000 qx de blé tendre (Kahouadji, 2020).

2- Définitions du blé dur

Le blé est la base de nourriture de l'homme, c'est une espèce connue depuis la plus haute antiquité, dont il constitué la base alimentaire des populations du globe (Yves et Buyer, 2010).

Les blés constituent le genre *Triticum*, qui comporte un certain nombre d'espèces cultivées. Du point de vue génétique on peut les classer en diploïdes (*Triticum monococcum* : 14 chromosomes), tétraploïdes (*Triticum turgidum* : 28 chromosomes), et hexaploïdes (*Triticum aestivum* : 42 chromosomes) (Belaid, 1996). Le blé dur est le résultat d'un croisement spontané entre le *Triticum monococum* sauvage et *Aegylops speltaoides* (Armand, Germain, 1992).

La classification botanique de blé dur est détaillée dans le tableau suivant.

Tableau N°01 : Classification botanique du blé dur (Feillet, 2000).

Embranchement	Angiospermes
Sous embranchement	Spermaphytes
Classe	Monocotylédones
Ordre	Glumiflorales
Sous ordre	Comméliniflorales
Famille	Gramineae
Tribu	Triticeae
Sous tribu	Triticinae
Genre	<i>Triticum</i>
Espèce	<i>Triticum durum</i> Desf

CHAPITRE II..... Aperçu général sur les céréales

2-1- Croissance et développement du blé dur

Plusieurs auteurs ont décrit le cycle de développement du blé, en le décomposant en trois grandes périodes; végétative, reproductrice et maturation :

2-1-1- Période végétative

Caractérisé par une germination (Fig.5-1) aux premières manifestations de l'allongement de la tige principale (début de la montée). Cette période comprend trois phases; la phase semis-levée (Fig.5-2) se traduit par la sortie des racines séminales, la phase levée-début tallage (Fig.5-4) la première feuille a percé l'extrémité du coléoptile, la phase début tallage-début montée (stade A) caractérisé par l'entrée en croissance de bourgeons différenciés à l'aisselle de chacune des premières feuilles (Moule, 1980).

2-1-2- Période reproductrice

Début de la montée à la fécondation, cette période comporte trois phases principales; la phase de formation des ébouches, la phase de spécialisation florale, la phase méiose-fécondation (Moule, 1980).

Selon Baldy (1984), cette phase s'achève une fois l'épi prend sa forme définitive à l'intérieur de la gaine (stade de gonflement). L'épiaison se détermine par l'apparition de l'épi hors de la gaine de la dernière feuille. Les épis dégainés fleurissent (Fig.5-9) généralement à partir du 4ème et jusqu'aux 8 jours après l'épiaison, c'est la floraison (Bahlouli et *al.*, 2005).

2-1-3- Période de maturation

Caractérisé par la fécondation à la maturité complète du grain, cette période comprend trois phases principales; une phase de multiplication cellulaire intense (12-15 jours chez le blé), une phase d'enrichissement en glucides et protides (10-12 jours chez le blé), une phase de dessiccation (Moule, 1980).

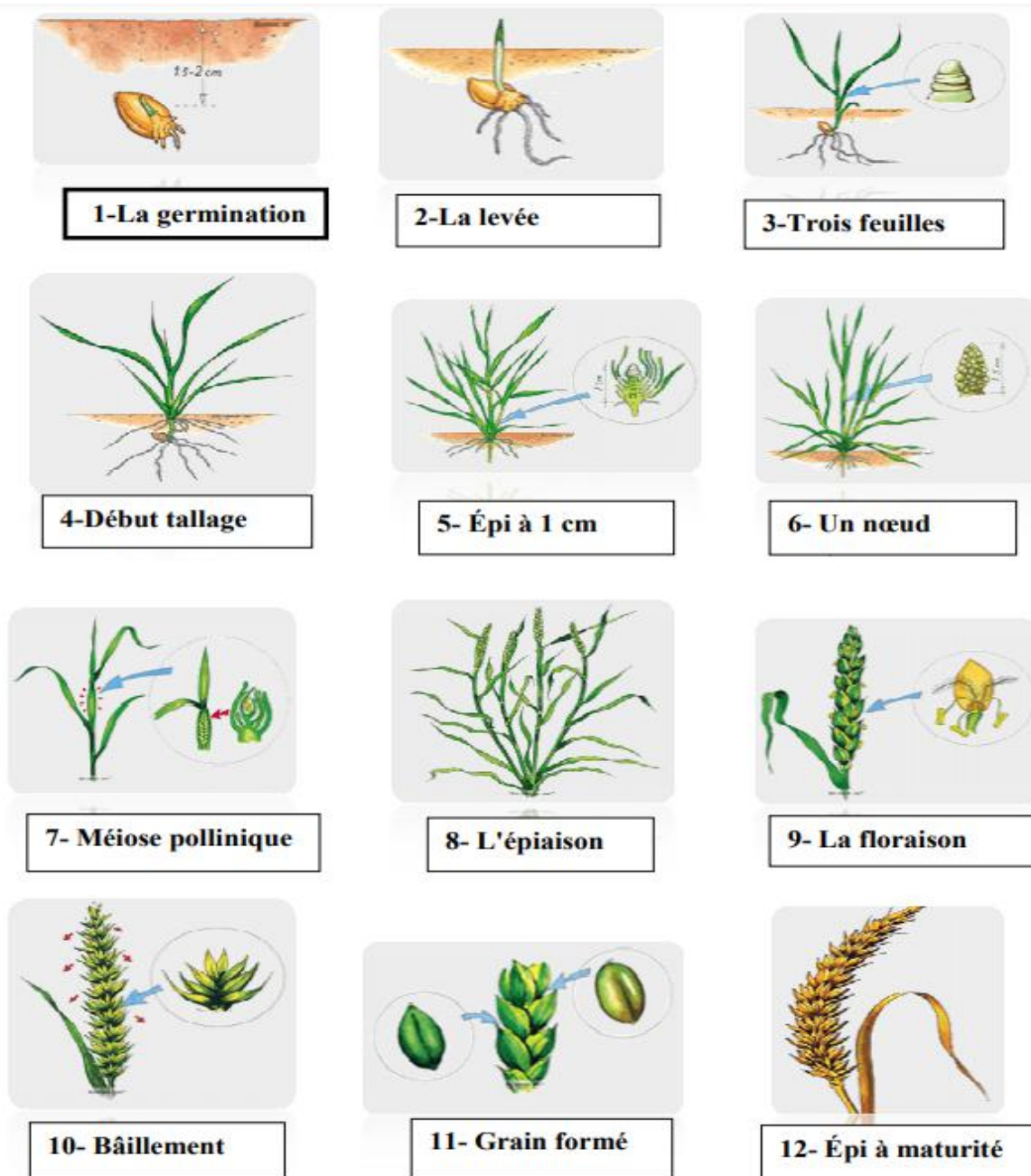


Figure 05 : Cycle de développement du blé (Weir et *al.*, 1984 ; Moule, 1980).

2-2- Les maladies, les insectes et les animaux qui attaquent le blé

Le blé dur a des besoins élevés en ensoleillement, une faible résistance au froid et à l'humidité, une sensibilité à certaines maladies (Bennasseur, 2005).

Le blé peut être attaqué par de multiples maladies durant leur cycle de développement et subir d'importantes pertes de rendement surtout lorsque la variété utilisée est sensible et que les conditions de l'environnement sont favorables au développement des agents pathogènes (Yahiaoui, 2015).

CHAPITRE II..... Aperçu général sur les céréales

2-2-1- Maladies

Les principales maladies sont : La septoriose du blé (fonte des semis, tache foliaire), Fusariose, Rouille jaune du blé, La rouille brune du blé, Charbon nu du blé, Carie du blé, Helminthosporiose du blé, Le piétin-verse du blé, Piétin échaudage du blé, L'œidium du blé (Fig.06) (DSA, 2021).



La septoriose du blé



Fusariose du blé



Rouille jaune du blé

Figure 06 : Quelques maladies du blé (DSA, 2021).

2-2-2- Insectes

Les insectes sont présents tout au long du cycle de la culture et peuvent avoir un réel impact sur le blé, notamment (Fig.07) : Les nématodes, La mouche mineuse, Le puceron du feuillage, Le puceron des épis, Les cécidomyies du blé, La cicadelle, La tordeuse, Punaise des céréales, Ver blanc, Criquet (DSA, 2021).

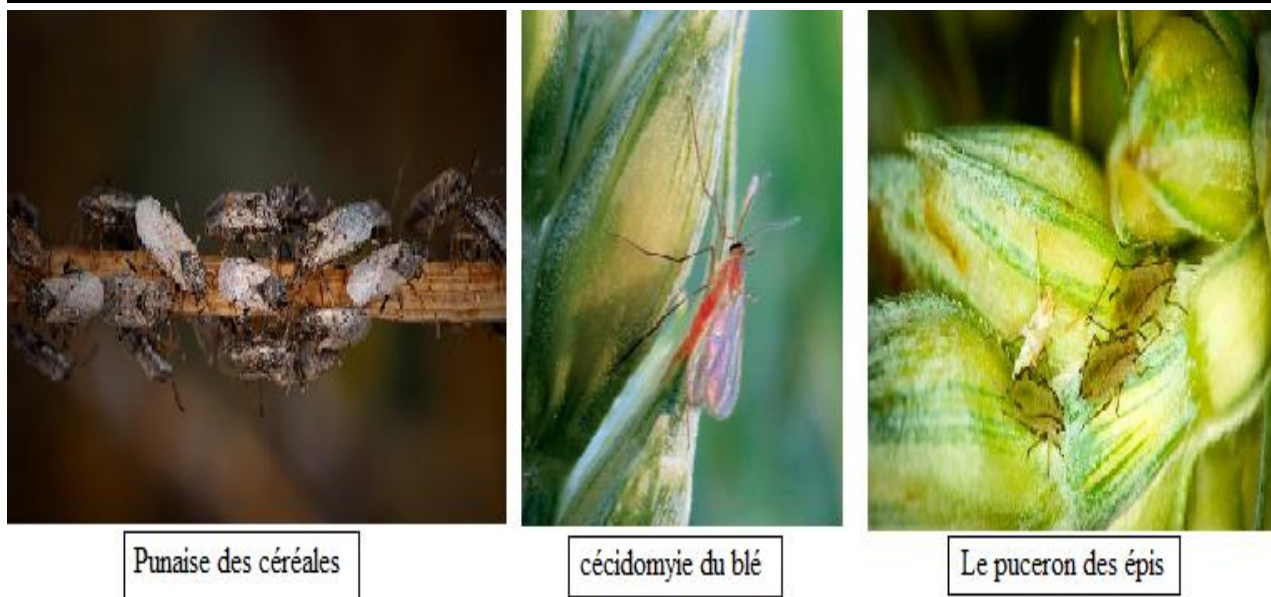


Figure 07 : Quelques insectes du blé (DSA, 2021).

2-2-3- Animaux

Parmi les animaux qui attaquent le blé nous avons : Rongeur, Moineau espagnol, Sanglier (DSA, 2021).

2-3- Exigences climatiques du blé

2-3-1- Température

Le blé ne supporte pas les fortes températures et les déficits hydriques en fin de cycle pendant le remplissage du grain. En effet, la température conditionne à tout moment la physiologie du blé. Une température supérieure à 0°C (le zéro de végétation) est exigée pour la germination, cependant l'optimum de croissance se situe entre 20 et 26°C. Un abaissement de la température pendant l'hiver est nécessaire à certaines variétés dite d'hiver, cette exigence conditionne la montaison et la mise à fleur (Clement et Prats, 1970).

2-3-2- L'eau

Le blé exige une humidité permanente durant tout le cycle de développement, l'eau est demandée en quantité variable. Les besoins en eau sont estimés à environ 800 mm (Soltner, 2000).

La germination ne se réalise qu'à partir d'un degré d'imbibition d'eau de 30%. En effet, c'est durant la phase épi 1cm à la floraison que les besoins en eau sont les plus importants.

La période critique en eau se situe entre 20 jours avant l'épiaison jusqu'à 30 à 35 jours après la floraison (Loue, 1982).

2-3-3- Lumière

La lumière est le facteur qui agit directement sur le bon fonctionnement de la photosynthèse et le comportement du blé. En effet, un bon tallage est garanti, si le blé est placé dans les conditions optimales d'éclairement (Soltner, 1990).

2-3-4- Le sol

Le sol agit par l'intermédiaire de ses propriétés physiques, chimiques et biologiques. Il intervient par sa composition en éléments minéraux, en matière organique et par sa structure, et jouent un rôle important dans la nutrition du végétal, déterminant ainsi l'espérance du rendement en grain. La plante, par son système racinaire en croissance, se comporte comme un ensemble de capteurs souterrains répartis spatialement jouant le rôle de surface d'échange avec le sol, et d'un système de transport de l'eau jusqu'au collet, à la surface du sol (Oliosio, 2006).

2-3-5- Fertilisation

Les cultures annuelles telles que les blés craignent la carence en phosphore (P) et en Potassium (K) quand elles sont jeunes car leurs racines n'exploitent qu'une faible partie du sol. L'engrais doit donc être apporté en début de cycle et au plus près des jeunes racines (Hacini, 2014).

Selon INSID (2020), Après avoir effectué des analyses de sol et en tenant compte de la quantité qu'il contient, Pour produire un quintal de blé dur le sol doit contenir :

- 3,5 unités d'azote
- 1,5 unité de phosphore
- 1,8 une unité de potassium

3- Impact des conditions climatiques sur le rendement du blé dur

Le blé est la source alimentaire la plus importante, à la fois du point de vue consommation et production (Tilman et *al.*, 2002). Suggèrent une augmentation de la production et de la productivité totale du blé de 50 % dans les 30 à 40 années qui viennent (Porter et *al.*, 2007).

Cela devrait se réaliser dans des conditions climatiques futures caractérisées par une concentration de l'air en CO₂ pouvant atteindre les 1000 ppm, des températures plus élevées et des sécheresses plus fréquentes et plus sévères (GIEC, 2013).

Afin d'appréhender l'impact possible des différentes composantes climatiques futures sur cette culture de première importance, de nombreuses études ont été menées dans différentes régions à travers tous les continents (Croitoru et Holobaca, 2012).

CHAPITRE II..... Aperçu général sur les céréales

3-1- Température

La température à partir de laquelle un blé germe et pousse est de 0 C°, cependant l'optimum se situe entre 20 et 22C°, une température élevée est favorable au développement et à la croissance (Mekhlouf et *al.*, 2001).

3-2- Pluviométrie

La source d'eau la plus importante pour le blé et le facteur déterminant des rendements. Le blé nécessite entre 400 et 600 mm d'eau de pluie par an (Yahiaoui, 2015).

3-3- Lumière

La lumière à une grande importance sur la croissance du blé, elle agit par sa composition et son intensité sur les pigments photosensibles responsable de la photosynthèse (Ramade, 2009).

La valeur d'éclairement optimale chez le blé se situe entre 1800 et 2700 lux (Yahiaoui, 2015).

3-4- Vent

Le vent agit fortement sur le développement du blé comme il peut être la cause principale de transmission de certaines maladies cryptogamiques qui induisent l'échaudage des grains (Yahiaoui, 2015).

PARTIE II

Partie expérimentale



CHAPITRE I

**Présentation de la zone
d'étude**

CHAPITRE I.....Présentation de la zone d'étude

1- Situations géographique

La wilaya de Tiaret, est située au nord-ouest du pays, (Tihert) capitale des Rostémides fondée en 787 par Ibnou Rostom, s'étend sur une superficie de 20.086.64 km² limitée par les coordonnées géographiques 1.43 longitude et 35.35 latitude. Elle se caractérise par un territoire constitué de zones motagneuses au Nord, de hautes plaines au centre et l'espace steppique au Sud, ce qui lui permet d'être une zone de contact entre le Nord et le Sud (ANDI, 2014 *In* Omar, 2011).

Sur le plan administratif, elle compte, 14 Daïras et 42 communes (ANDI, 2014).

Elle est délimitée par plusieurs wilayas (Fig.08) à savoir :

- Tissemsilt et Relizane au Nord.
- Laghouat et Bayadh au sud.
- Mascara et Saida à l'Ouest.
- Djelfa à l'Est.

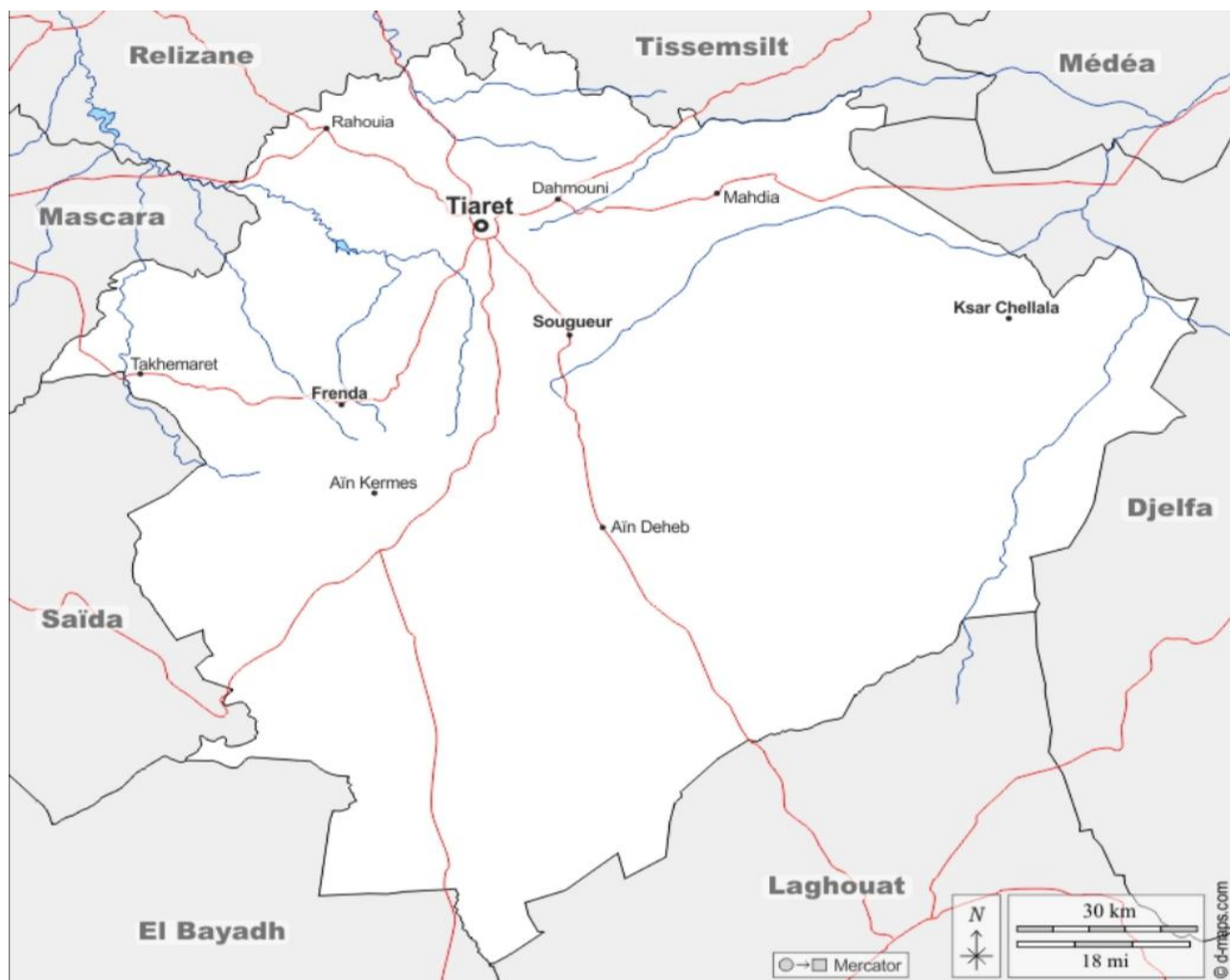


Figure 08 : Situation géographique de la wilaya de TIARET (DSA, 2021).

CHAPITRE I.....Présentation de la zone d'étude

2- Relief

D'une manière générale, le relief est caractérisé par le versant méridional du chaînon de L'Atlas tellien (Ouarsenis) qui constitue sa limite septentrionale, au sud-ouest par les monts de Frenda. Les pentes généralement comprises entre 2 et 16%. Par ailleurs, les zones steppiques faisant partie des hautes plaines algéro-oranaises se dressent le massif du Nord relié au sud est aux monts de chellala. Cet ensemble constitue les zones arides pré atlasiques (Achir, 2009).

3- Aperçu hydrographique

La région de Tiaret est riche en couvert hydraulique, elle est couverte par deux grands bassins versants, subdivisés en quatre sous bassins versants, drains par 889 Km d'Oueds pérennes et 1049 Km de cours d'eau intermittents qui sont comme suit : Oued Touil, Oued Mina, Oued Tiguiguest, Oued Rhiou, Oued Souslem, Oued Mechti, Oued Abed, Oued Taht Et Tounkira.

Par l'intérêt de ces Oueds, 3 barrages ont été réalisés qui sont : barrage Dahmouni, barrage Boughara et barrage Bakhadda (Mekkakia, 2001).

Selon DHW (2016), le barrage Bekhadda, barrage Dahmouni et barrage Boughara (Fig.11) représentent les ressources superficielles en eau de la région de Tiaret.

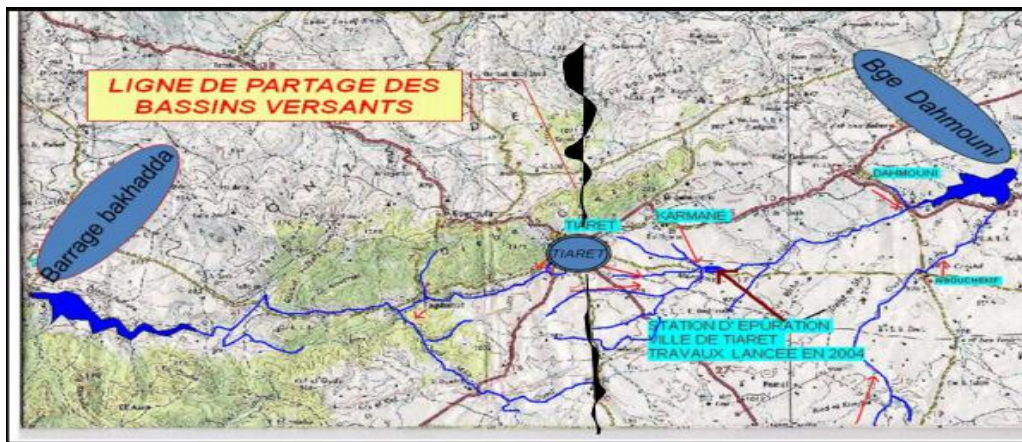


Figure 09 : Situation hydrographique de la wilaya de Tiaret (DHW, 2016).

4- Climat

La région de Tiaret se situe entre les isohyètes 350 mm au sud et 470 mm au nord. Elle se caractérise principalement par un climat continental à hiver froid et humide et a été chaud et sec.

4-1- Température

La température représente un facteur limitant de toute première importance (Ramade, 2009). Elle agit sur la vitesse de croissance, et ne modifie pas les potentialités génétiques de croissance.

CHAPITRE I.....Présentation de la zone d'étude

Chaque stade de développement des céréales nécessite des températures particulières (Mihoub, 2008).

4-2- Températures moyennes annuelles

Les températures moyennes annuelles portant sur la période de 10 ans d'observation (2010-2020) sont représentées dans la figure 09.

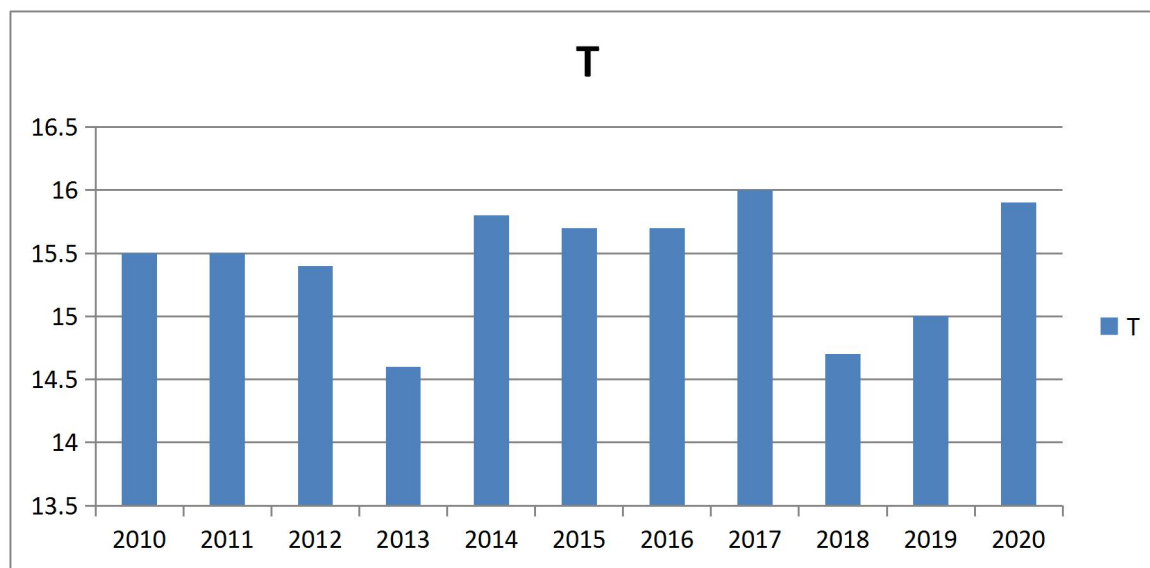


Figure 10 : Les températures moyennes annuelles de la wilaya de Tiaret (2010-2020)

(www.tutiempo.net Consulté le : 10/05/2021).

Nous remarquons les températures moyennes annuelles de la wilaya de Tiaret sont variables, en effet, elles oscillent entre 14,6°C et 16°C. L'année la plus chaude est enregistrée durant l'année 2017 et 2020 avec respectivement 16°C et 15,9°C, tandis que la période la moins chaude a été marquée dans l'année 2013 et 2018 avec seulement 14,6°C 14,7 °C respectivement.

4-3- Précipitation

Elle constitue un facteur écologique d'importance fondamentale, la répartition annuelle des précipitations est importante aussi par son rythme que par sa valeur volumique absolue (Ramade, 2009).

D'après Legrain (2002), les précipitations sont définies comme : « formes variées sous lesquelles l'eau solide ou liquide contenue dans l'atmosphère se dépose à la surface du globe (pluie, neige, grêle, rosée) ». La figure 10 montrant la pluviométrie annuelle est ci-dessous.

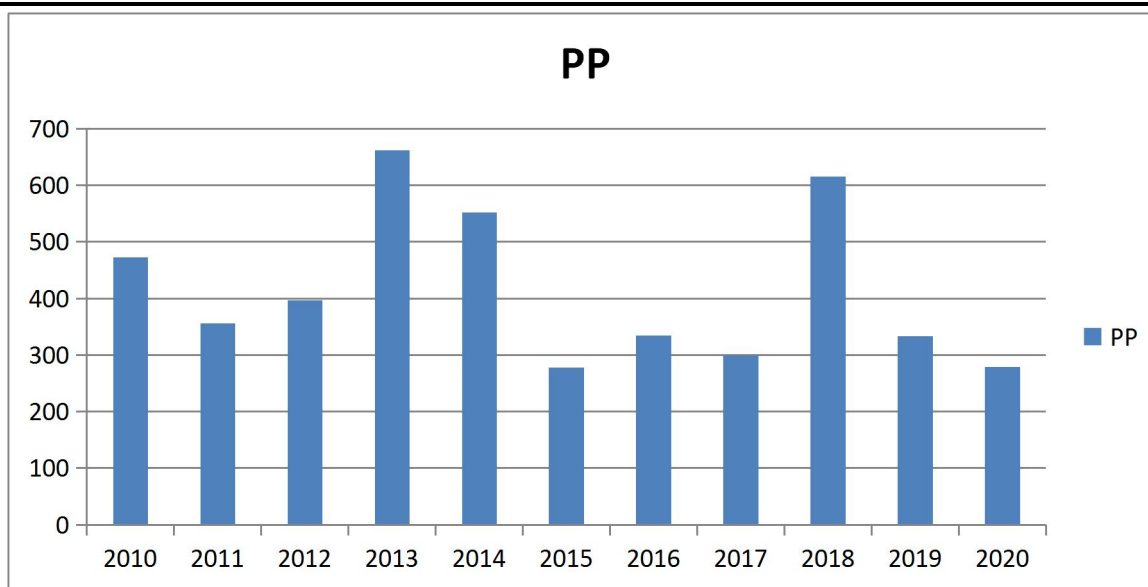


Figure 11 : Répartition des précipitations annuelles de la wilaya de Tiaret (2010-2020) (www.tutiempo.net Consulté le : 10/05/2021).

Les précipitations oscillent, sur une période de 10 ans (2010-2021), entre un minimum de 278,12mm et un maximum de 662,19mm.

Les années les plus arrosées sont 2013, 2018 et 2014 avec respectivement: 662,19 mm ; 615,19 mm et 551,9mm.

Les années 2015, 2017 et 2016 sont les années les plus sèches avec respectivement 278,12mm, 299,18mm et 334.03mm.

Nous observons une variation des précipitations de 278,12 mm à 529.7 mm, ceci dénote un régime interannuel très irrégulier.

5- Le vent

Le vent à un rôle important à l'échelle microclimatique car il influe sur d'autres paramètres telles que la température, l'humidité de l'air et l'évapotranspiration (Mostefaoui, 2011).

Le tableau suivant représente la vitesse de vent en km/h sur une période d'observation de 10 ans (2010-2020).

Tableau N°02 : Vitesse de vent de la Wilaya de Tiaret dans la période (2010-2020) (www.Tutiempo.net Consulté le 10/05/2021).

Année	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
V	14,8	12,0	13,6	15,7	15,4	12,6	13,4	13,4	14,2	14,0	13,5

6- Données climatique de la commune Rahouia/Sebeine

6-1- Répartition annuelles des précipitations de la commune Rahouia/ Sebeine

➤ **Rahouia :**

Les données de précipitation annuelle de Rahouia sont enregistrées dans la figure suivante.

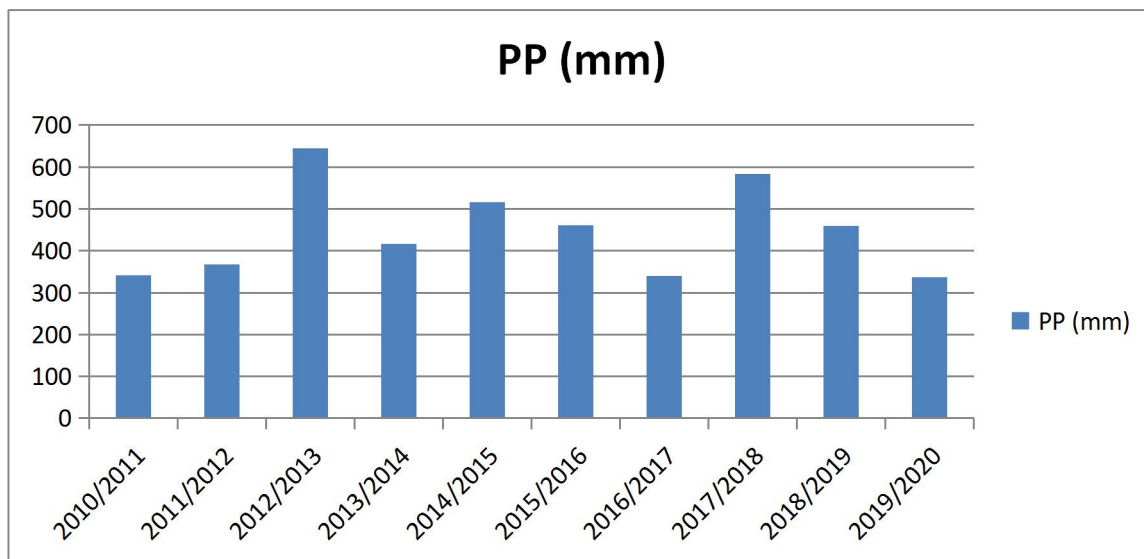


Figure 12 : Précipitations annuelles de la commune Rahouia (2010-2020) (DSA, 2021).

D'après l'histogramme ci-dessous, nous remarquons que l'année la plus pluvieuse est enregistrée dans la campagne agricole 2012-2013, durant laquelle la hauteur pluviométrique a atteint 644,9 mm, tandis que la période la plus sèche a été marquée dans la campagne agricole 2019-2020 avec seulement 337,6 mm (voir Annexe).

➤ Sebeine :

Les données de précipitation de Rahouia sont enregistrées dans la figure suivante.

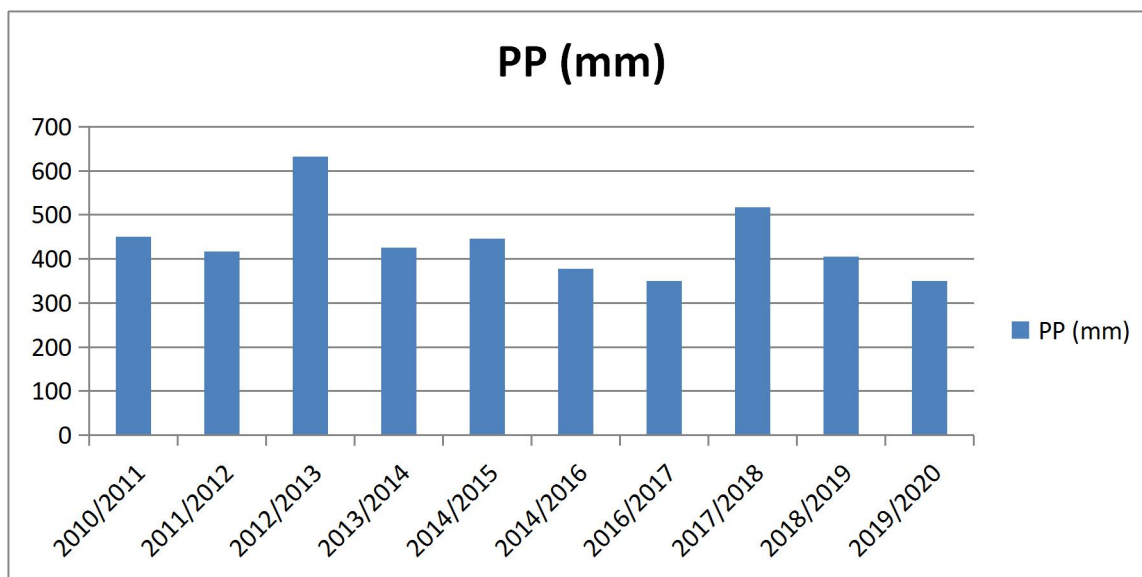
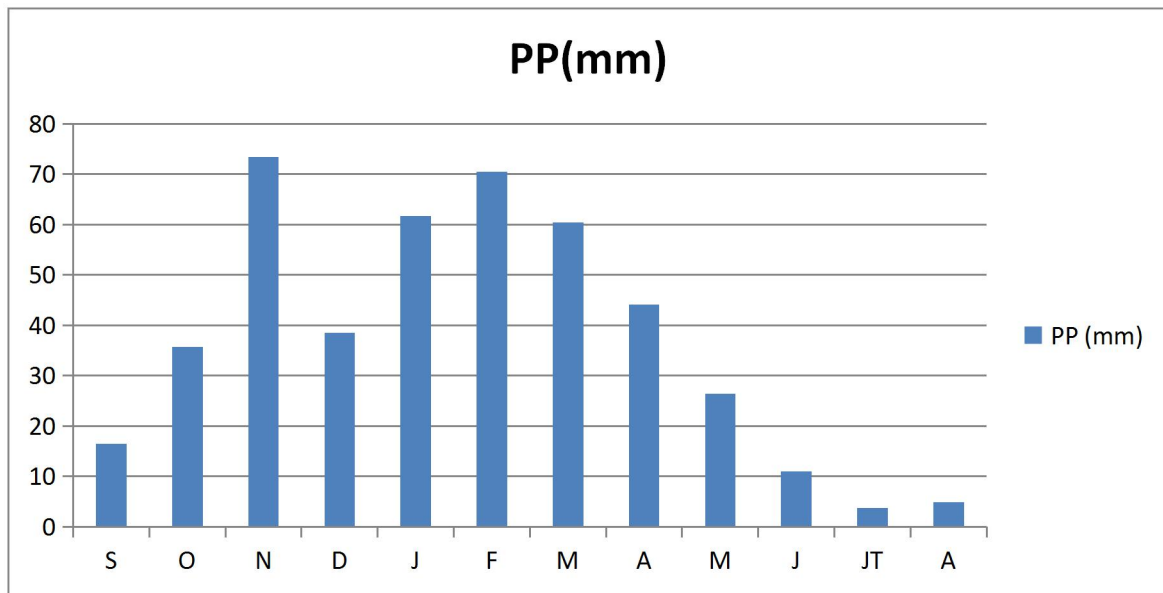


Figure 13 : Précipitations annuelles de la commune Sebeine (2010/2020) (ITGC, 2021).

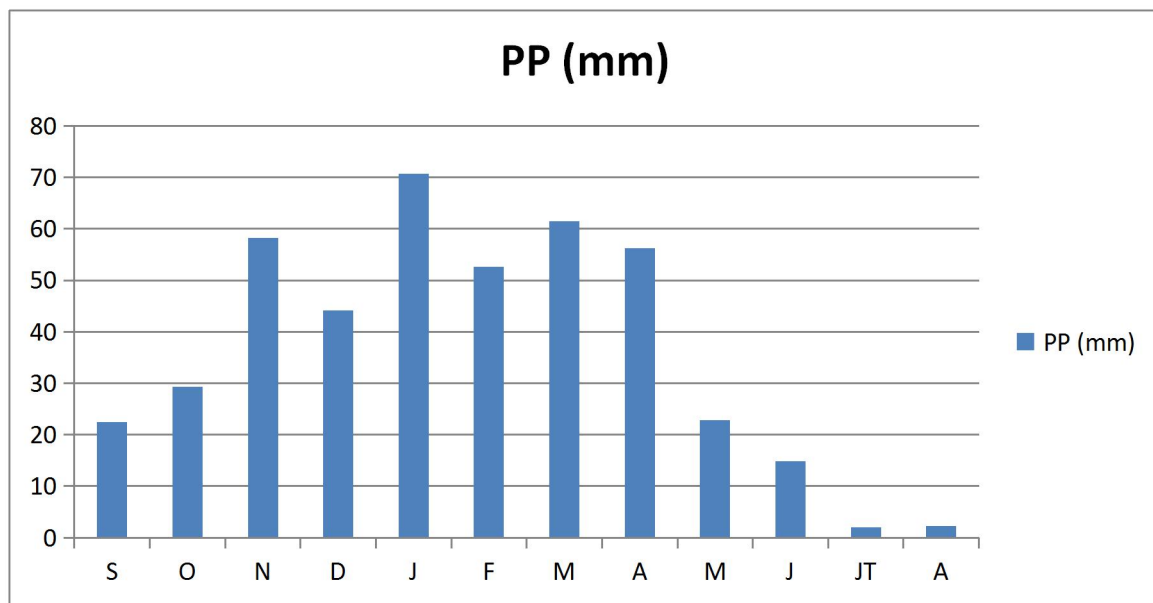
D'après l'histogramme, nous constatons que l'année la plus pluvieuse est enregistrée dans l'année 2012-2013 avec 632,8 mm, tandis que la période la plus sèche a été marquée dans la campagne agricole 2016-2017 et 2019-2020 avec seulement 350 mm (voir Annexe).

6-2- Répartition mensuelles des précipitations de la commune Rahouia/ Sebeine

Les données de précipitation mensuelle de Rahouia et Sebeine sont enregistrées dans la figure ci-dessous



(a)



(b)

Figure 14 : Répartition mensuelles des précipitations (a : la commune Rahouia ;b : commune Sebeine) (2010-2020) (DSA, 2021).

L'examen des figures N° 14 a et b, indiquent que la pluviosité mensuelles est nettement variable, la distribution des précipitations mensuelles est irrégulière sur toute l'année, le mois de Novembre est le plus pluvieux dans la commune Rahouia avec 73,38 mm par contre la commune Sebeine le

CHAPITRE I.....Présentation de la zone d'étude

mois de Janvier est le plus pluvieux avec 70,75 mm et le mois juillet et août les plus sec durant l'année dans les deux commune.

6-3- Température de la commune Rahouia/Sebeine

Les données de température mensuelle de Rahouia et Sebeine sont enregistrées dans la figure ci-dessous

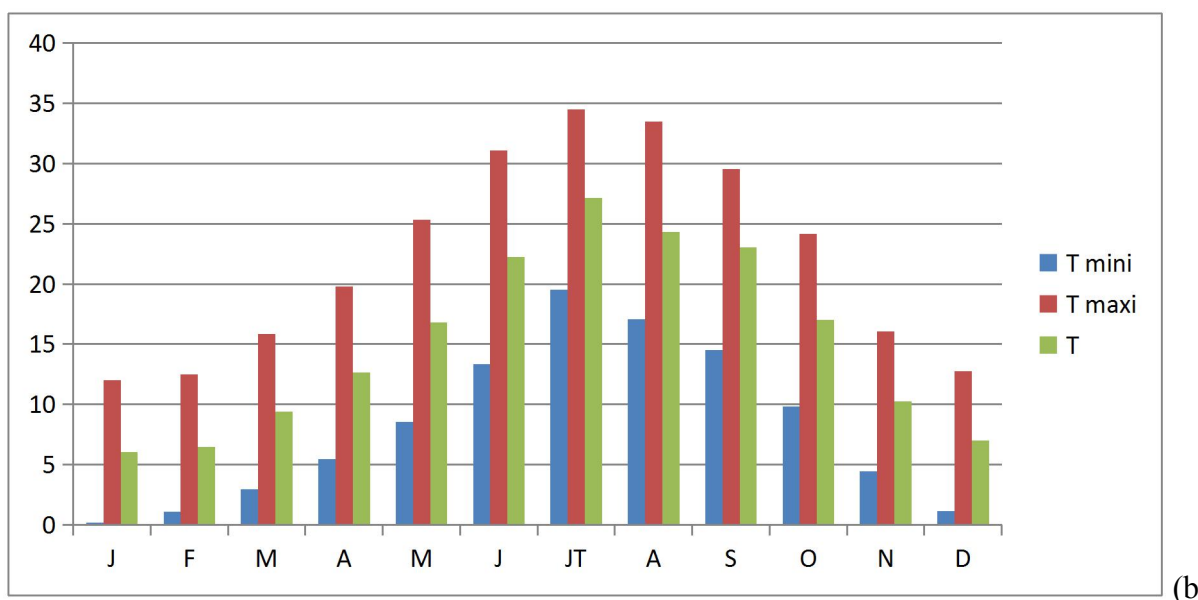
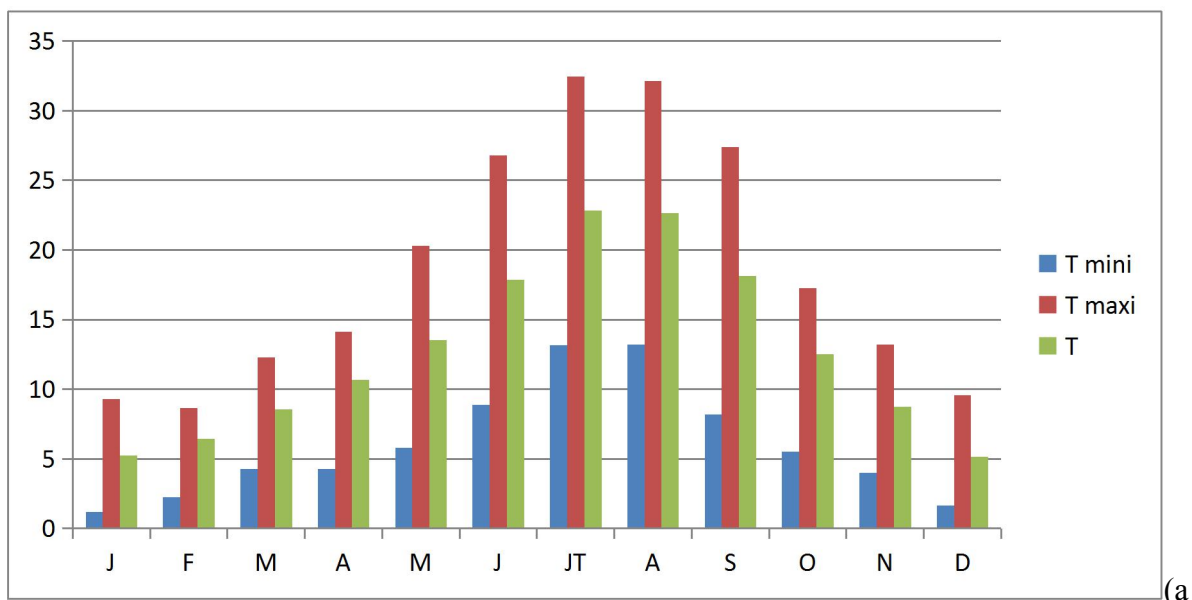


Figure 15 : Répartition mensuelles des températures mensuelles (a : la commune Rahouia ;b : commune Sebeine) (2010-2020) (DSA, 2021).

CHAPITRE I.....Présentation de la zone d'étude

La figure 16 a et b résume les moyennes mensuelles des températures minimales, moyennes et maximales pour la période 2010-2020, les maxima d'été dans la commune Rahouia atteint 32,47°C et 34,52 dans la commune Sebeine au mois de juillet. Par ailleurs les minima d'hiver sont de l'ordre de 1,21 dans la commune Rahouia et 0,18 dans la commune Sebeine au mois de janvier.

CHAPITRE II

Protocole expérimental

1- Protocole expérimental

L'objectif de notre étude est étude de l'impact des conditions climatiques sur les rendements du blé dur dans la région de Tiaret.

Pour l'étude de l'impact des conditions climatiques sur le rendement des céréales, nous avons utilisés des données sur le rendement du blé dur dans deux communes (Rahouia/Sebeine), sur une période de 10 ans (2010-2020).

Pour aboutir à notre objectif nous avons utilisés des données climatiques de 10 ans (2010-2020) de la commune Rahouia et la commune Sebeine, Cela nous a permis d'étudier les variations du climat durant cette période.

Nous avons fait une sortie terrain au niveau des deux communes pour faire l'échantillonnage de sol dont le but est la détermination des propriétés de sol des zones choisis, visant une connaissance de leurs potentialités agricoles.

1-1- Choix des sites

La commune de Rahouia est située à 38 Kilomètres au nord-ouest du chef-lieu Tiaret, elle s'étend sur une superficie de 27061 hectares (Lazreg, 2020).

Nous avons choisi cette commune par ce qu'elle est à vocation essentiellement agricole, et classée la première en matière de productions céréalières essentiellement le blé dur dans la wilaya de Tiaret.

La commune de Sebeine est située à l'est de la wilaya de Tiaret, est une zone agricole, nous avons choisi cette commune pour faire une comparaison avec la commune de Rahouia en termes de production du blé dur.

1-2- Prélèvement des échantillons de sol

L'échantillonnage a été effectué au niveau des deux communes (Rahouia/Sebeine) au début de mois de Mars 2021.

Les prélèvements du sol ont été réalisés après décaissage avec la pelle sur une profondeur de 40 à 60 cm de la couche de surface du sol.

Les échantillons sont conservés dans des sachets en plastiques, après séchage ils sont envoyés au laboratoire de la station INSID Ksar Chellala pour les analyses physico-chimiques.

CHAPITRE III

Résultats et discussions

Après la caractérisation des données climatiques de la commune Rahouia et Sebeine, nous avons essayé de caractériser l'évolution de rendement du blé dur dans la commune Rahouia et Sebeine sur une période s'étalant de 2010 jusqu'au 2020. Suivie d'une analyse des relations entre l'évolution des précipitations et le rendement du blé dur, sur la même période. Afin d'enrichir notre recherche nous avons calculé l'indice d'aridité de Martonne et le coefficient d'emberger et nous avons tracé le diagramme ombrothermique de Gaussen.

1- Evolution de la production du blé dur dans la wilaya de Tiaret (Rahouia/Sebeine)

Rendement du blé dur durant la période de 2020/2021 dans la commune de Rahouia et Sebeine sont illustré dans la figure ci-dessous.

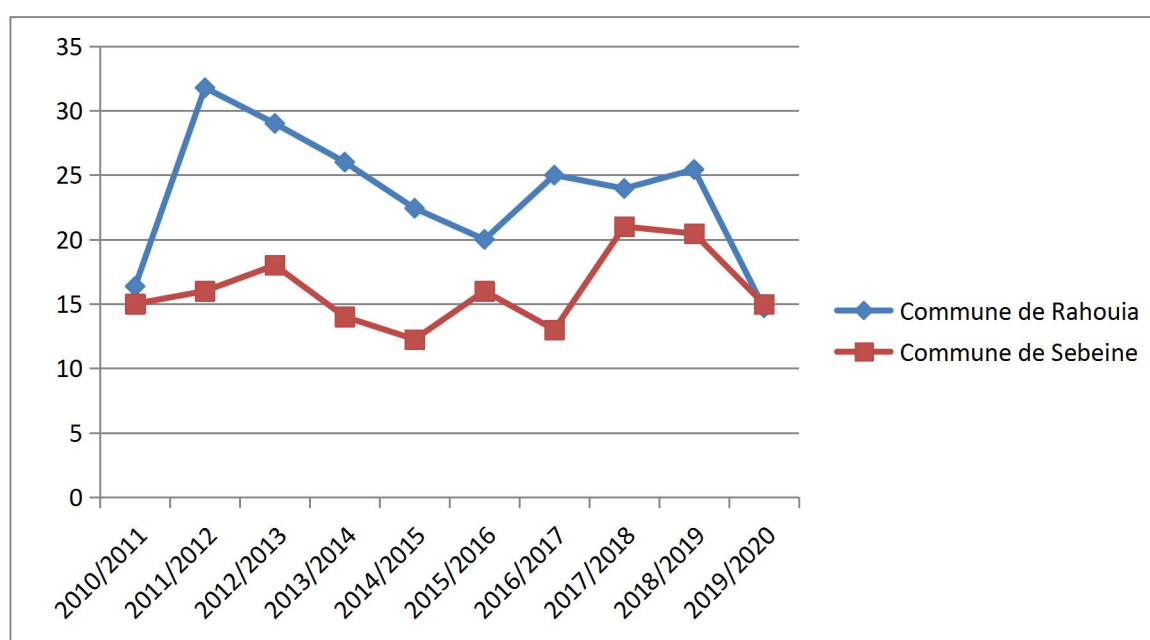


Figure 16 : Evolution de production du blé dur (Rahouia/Sebeine).

Le rendement du blé dur au cours des 10 années, est illustré dans la figure 16, où nous remarquons un faible rendement pour l'année (2019 / 2020) dans la commune de Rahouia avec 14.69 Qx/ha par contre l'année (2014/2015) avec 12.25 Qx/ha dans la commune Sebeine. Puis un rendement maximal de 31,77 Qx/ha est obtenu dans l'année (2011/ 2012) pour la commune Rahouia et un rendement de 21 Qx/ha dans la commune Sebeine au cours (2017 / 2018).

Nous remarquons, aussi que la production du blé dur dans la commune Rahouia est élevée chaque année que la commune Sebeine (Voir annexe).

2- Diagramme Ombrothermique

Un diagramme ombrothermique est un type particulier de diagramme climatique développé par Henri Gaussen, représentant les variations mensuelles sur une année des températures et des précipitations (Charre, 1997). Ce diagramme permet de calculer la durée de la saison sèche.

La figure 17 et 18 représente le diagramme ombrothermique de la commune Rahouia et Sebeine qui permettent de distinguer deux périodes : une période froide et une période sèche.

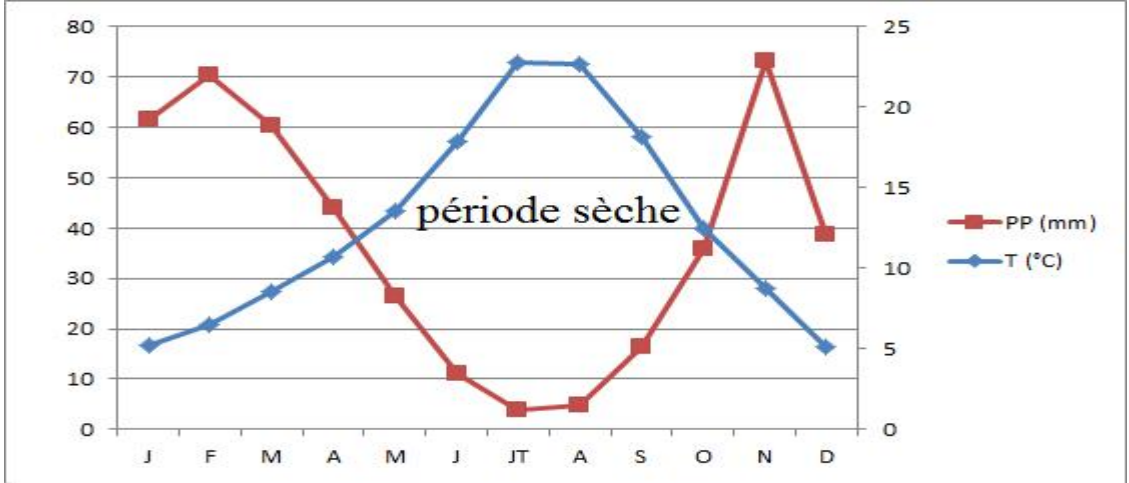


Figure 17 : Diagramme Ombrothermique de la commune Rahouia (2010-2020).

L'analyse du diagramme ombrothermique de la commune Rahouia (Fig.17), montre que la période sèche s'étale sur une période d'environ 06 mois, elle s'étend du début du mois de mai jusqu'à la mi-octobre, tandis que la période pluvieuse, s'étend de la fin du mois d'octobre jusqu'à la fin d'avril.

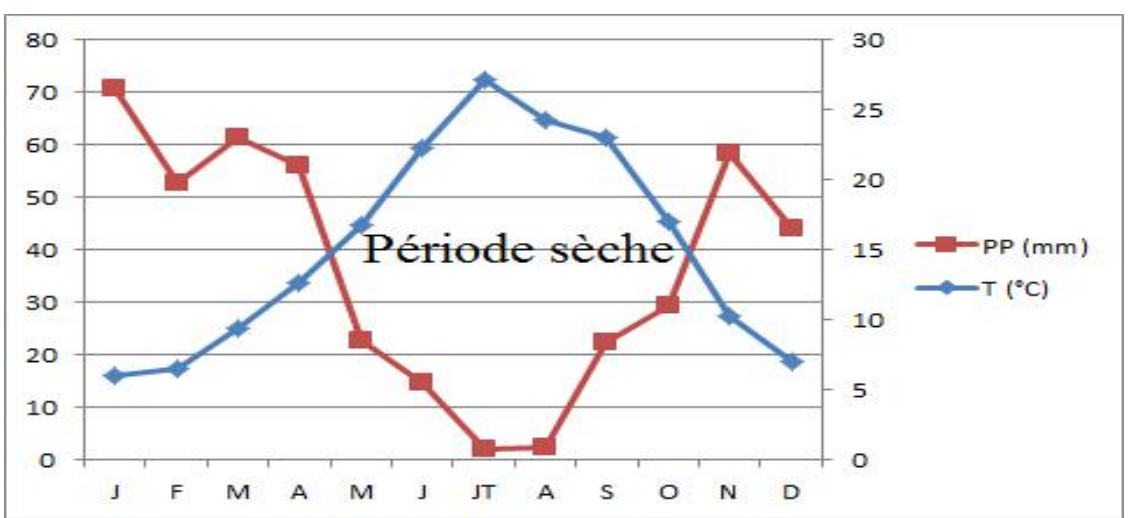


Figure 18 : Diagramme Ombrothermique de la commune Sebeine (2010-2020).

CHAPITRE III.....Résultats et discussions

La figure 18 ci-dessus montre que la période pluvieuse de la commune Sebeine commence de la fin de mois octobre jusqu'à la fin d'avril, la période sèche elle s'étend sur une période de six mois du mois de mai jusqu'au la fin d'octobre.

2-1- Quotient pluviométrique d'EMBERGER

Le quotient pluviométrique d'EMBERGER est un indice pluviométrique propre à la région Méditerranéenne (Ozenda, 1982 ; Ramade, 2003 *In* OMAR, 2015). Calculé par la formule suivante:

$$Q2 = \frac{2000 \times P}{M^2 - m^2}$$

Où : Q2 : quotient pluviométrique.

P : précipitation annuelle en (mm).

M : moyenne des températures maximales du mois le plus chaud (°k).

m : moyenne des températures minimales du mois le plus froid (°k).

D'après ces données climatiques et d'après le calcul du quotient pluviométrique d'EMBERGER :

Rahouia = 49,32 Sebeine = 43,85

On arrive à dire que la commune Rahouia et la commune Sebeine se situe dans l'étage bioclimatique semi-aride à hiver frais (Fig.20).

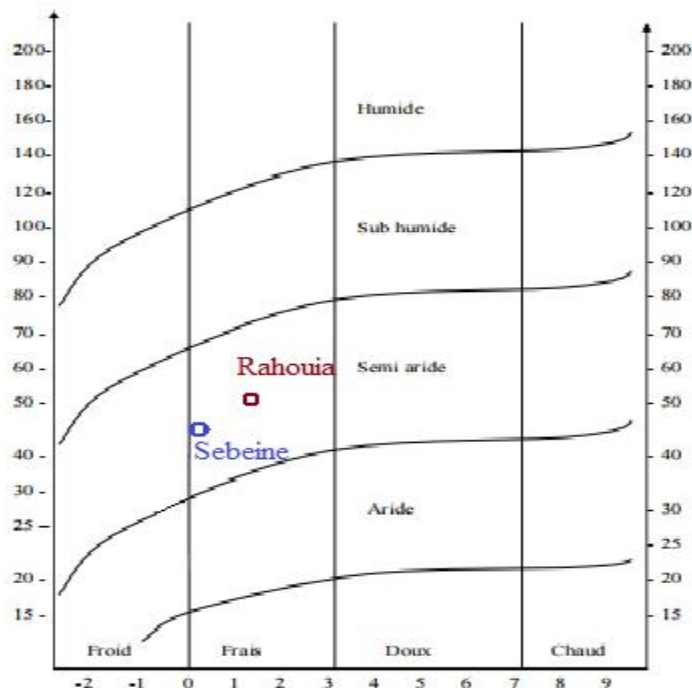


Figure 19 : Diagramme d'EMBERGER.

2-2- Indice d'aridité de Martonne

Afin de rechercher les variations de cet indice et de connaître les variations de l'aridité régionale, nous avons calculé l'indice d'aridité annuel de Martonne (IAA) de la commune Rahouia et Sebeine pour une période de 10 ans (2010-2020).

Cet indice s'écrit : $I_{AA} = P / T + 10$

T : température moyenne annuelle (C°)

P : pluviométrie annuelle (mm)

Les résultats de nos calculs figurent sur le tableau suivant

Tableau N°03 : Indice d'Aridité de la zone d'étude (Rahouia/Sebeine).

Période	La commune	P (mm)	T moy (C°)	T+10	IAA
2010-2020	Rahouia	446,93	15,26	25,26	17,69
	Sebeine	437,24	15,08	25,08	17,43

D'après la valeur de l'indice d'aridité, nous constatons que les deux communes appartiennent à un climat semi-aride.

Le blé est une culture qui se trouve essentiellement dans les climats tempérés et subtropicaux, il peut être cultivé dans le climat semi-aride mais la faiblesse des précipitations et leur distribution aléatoire se traduisent souvent par une diminution de rendement.

2-3- Impact des variations pluviométriques sur le rendement du blé dur

La figure 21 et 22 nous apporte l'impact des variations pluviométriques sur la production du blé dur dans la commune Rahouia et Sebeine.

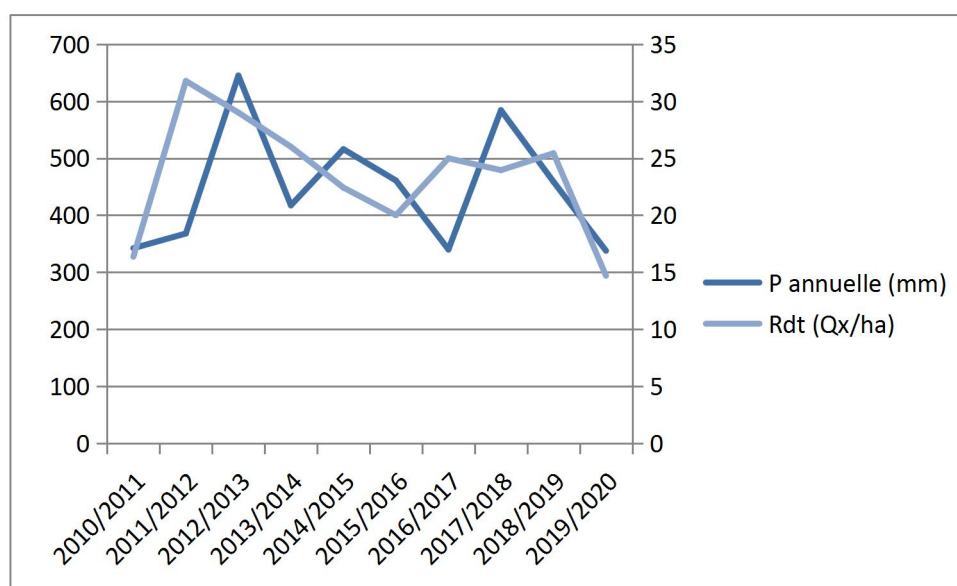


Figure 20 : Relation entre les variations pluviométriques et la production du blé dur dans la commune Rahouia.

La production du blé dur se caractérise par une évolution plus ou moins croissante et très dépendante de la pluviométrie

Concernant la production du blé dur dans la commune Rahouia, le rendement le plus faible est de 14,69 Qx/ha enregistré au cours de l'année la moins pluvieuse (2019-2020) avec des précipitations de 337,6 mm.

Le meilleur rendement est relevé en (2011-2012) avec 31,77 Qx/ha caractérisant une pluviométrie de 644,9 mm, l'année la plus pluvieuse avec 644,9 mm enregistré un rendement élevé avec 29 Qx/ha (voir Annexe).

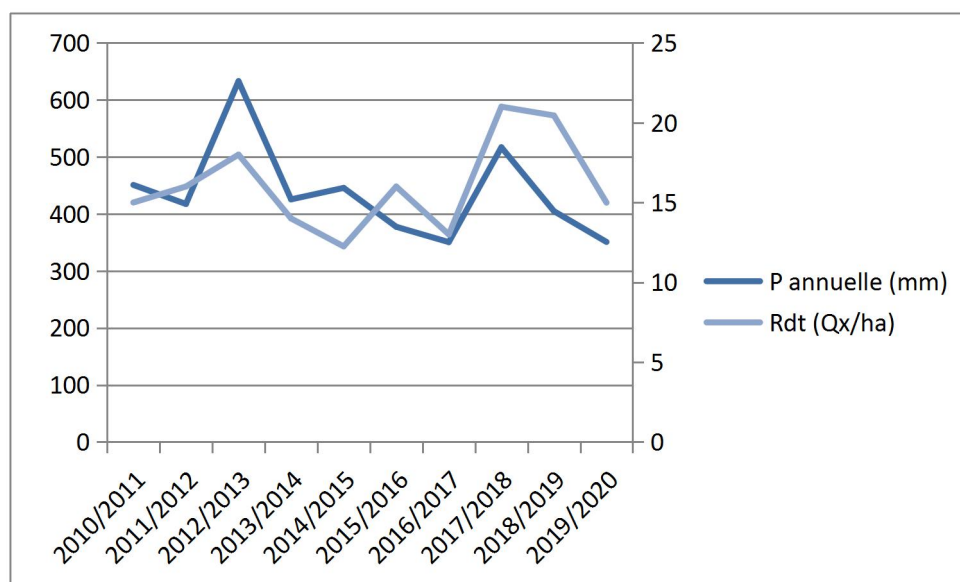


Figure 21 : Relation entre les variations pluviométriques et la production du blé dur dans la commune Sebeine.

Pour la commune Sebeine, le rendement le plus faible, enregistré au cours de l'année (2014-2015) avec 12,25 Qx/h la valeur de pluviométrie est 445,6 mm.

Le rendement le plus élevé est celui de l'année (2017-2018) avec 21 Qx/ha les précipitations est de 516,8 mm, l'année la plus pluvieuse (2012-2013) avec 632,8 mm anregistre un bon rendement 18 Qx/ha (voir Annexe).

3- Impact du changement climatique sur le rendement

Les modèles de cultures sont des outils utiles pour l'étude de l'impact du changement climatique sur le rendement des cultures. Le modèle STICS est largement utilisé pour l'évaluation de l'impact du changement climatique sur la production agricole.

La méthodologie de cette étude consistait essentiellement en un couplage de scénarios climatiques pour une période de référence et une période future avec un modèle mécanistique de culture STICS.

3-1- Les données d'entrée du modèle et les paramètres climatiques

Le modèle STICS a été lancé en utilisant des paramètres climatiques de deux scénarios A2 et B1 (Météo France, 2008 in Rezzoug, 2008).

Les deux scénarios climatiques découlant de MCG pour la région de Tiaret ont été utilisés pour évaluer le modèle en réponse à la prédiction du rendement.

CHAPITRE III.....Résultats et discussions

Les données mensuelles des variables climatiques sont les températures maximales et minimales (°C), les précipitations (mm) et le rayonnement solaire (MJ.m⁻²) (tableau N°18 et Fig. N° 25)

Tableau N°04 : moyenne mensuelle des précipitations, températures minimales et maximales pour les données observées et les données futures du scénario A2 et scénario B1.

mois	scénario B1			scénario A2			Données observées de la station de Tiaret		
	PP	Tmin	Tmax	PP	Tmin	Tmax	PP	Tmin	Tmax
Janvier	1,158	0,526	11,78	0,7219	-0,028	11,853	1,502	0,2291	11,416
Février	0,996	0,916	13,674	1,3045	2,06	13,787	1,113	0,9652	13,145
Mars	0,674	4,353	17,946	1,5775	4,371	16,739	0,803	3,533	16,971
Avril	1,073	7,15	20,261	0,777	7,883	21,397	1,405	4,83	19,139
Mai	0,797	11,511	24,962	0,961	10,976	24,133	1,052	8,827	24,272
Juin	0,784	16,063	28,887	0,528	16,801	29,582	0,351	13,834	31,379
Juillet	0,28	19,716	33,583	0,2473	19,854	33,256	0,101	17,725	35,865
Août	0,184	19,707	33,353	0,0849	19,787	33,2299	0,3565	17,206	34,403
Septembre	1,058	16,115	27,203	0,579	15,923	27,4576	1,6359	13,509	28,551
Octobre	0,807	9,655	20,437	1,101	9,833	20,683	1,403	10,431	23,915
Novembre	0,954	4,012	15,059	0,847	3,487	14,94	1,1788	4,4506	14,471
Décembre	0,865	0,5267	11,81	1,518	0,915	11,192	1,801	2,169	11,962

D'après le tableau N°04 et la figure 23, nous constatons une augmentation de la température durant les différents mois de l'année. Alors que la tendance s'inverse pour les précipitations, où on observe une diminution des précipitations.

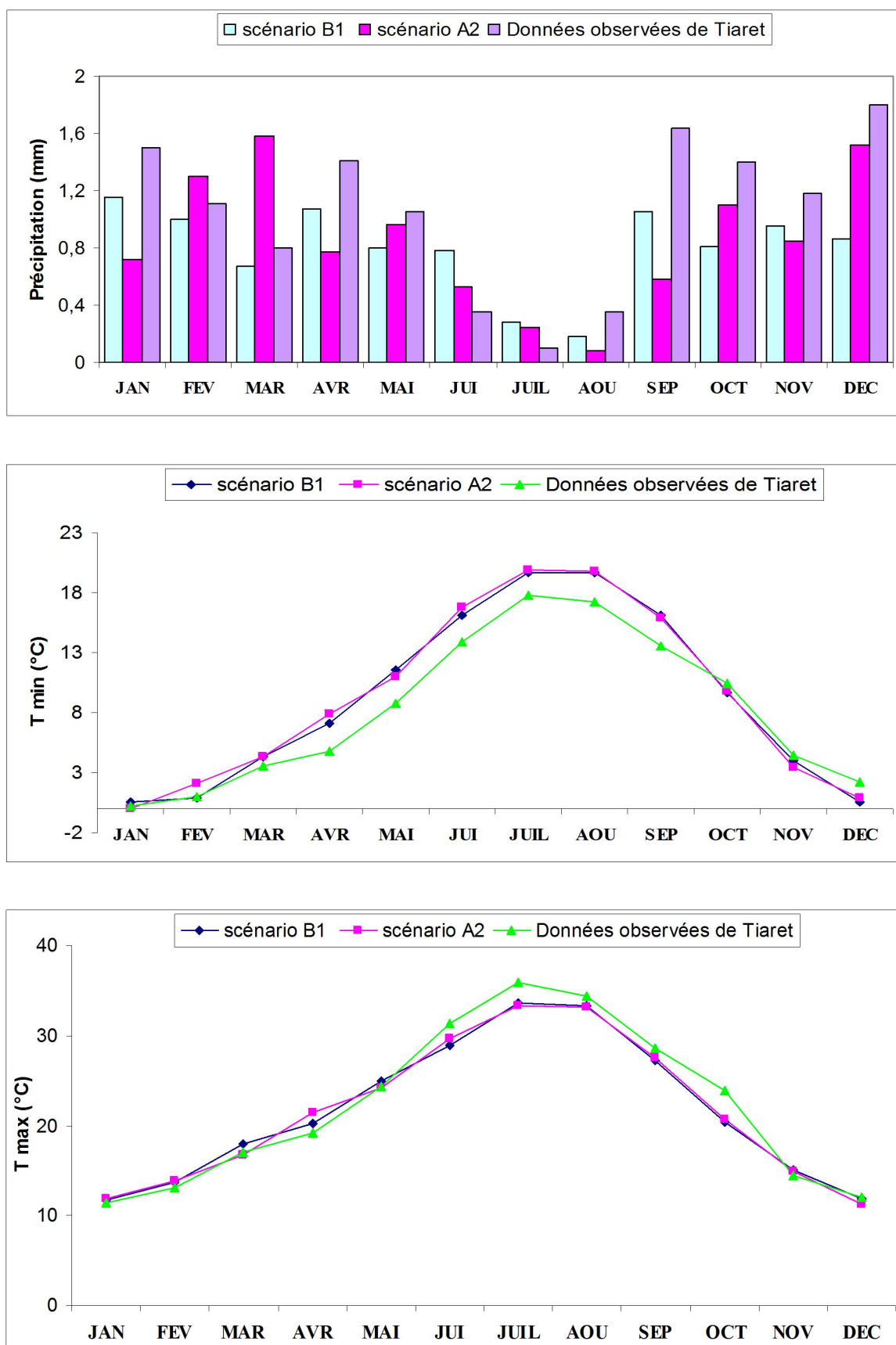


Figure 22 : Moyenne mensuelle des précipitations, températures minimales et maximales pour la période de 2000 à 2009 et les périodes des scénarios B1 et A2.

3-2- Les expériences de simulation avec des données climatiques pour une période future de 2021 à 2030

L'impact du changement climatique sur la production de blé a été évalué par la simulation des rendements du cultivar Waha avec des données de scénario A2 et B1 (Fig.24).

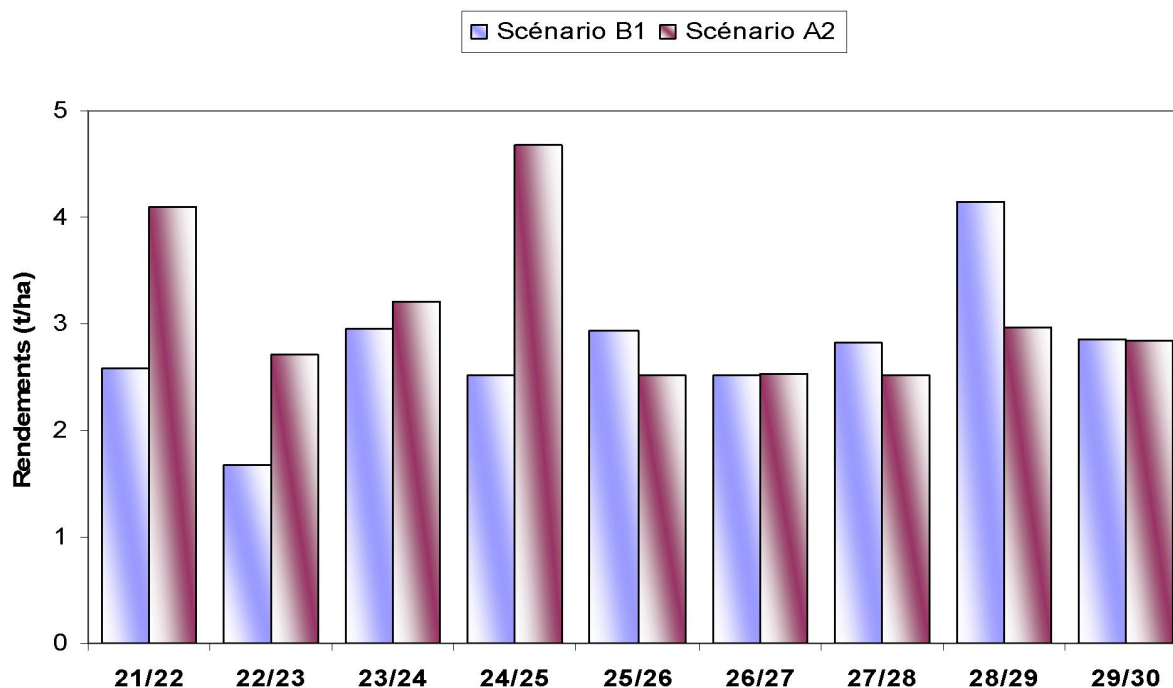


Figure 23 : Rendement simulé (t. ha⁻¹) du cultivar variété Waha avec les données de scénario A2 et scénarioB1.

Nous remarquons d'après la figure 24, qu'avec des données de scénario B1, le meilleur rendement prédit (4,14 t.ha⁻¹) sera durant la campagne 2028/2029. Les autres campagnes ont un rendement variant 2,52 t.ha⁻¹ à 2,95 t.ha⁻¹.

Avec des données scénario A2, le meilleur rendement prédit (4,68 t.ha⁻¹; 4,09 t.ha⁻¹) seront durant les campagnes 2024/2025 et 2021/2022. Les autres campagnes ont un rendement variant de 2,97 à 2,52 t.ha⁻¹.

D'une façon générale, nous pouvons dire que les conditions du scénario A2 nous procurent un meilleur rendement que du scénario B1.

Cette amélioration du rendement serait s'expliquer par les conditions climatiques favorables prévues dans le futur proche, où la production de la biomasse végétative aura progressé suite à

l'augmentation du taux du CO₂ atmosphérique, comme le prévoient les travaux de plusieurs recherches (Seguin, 2003; Amphoux et *al.*, 2003 ; Godard, 2005 ; Seguin, 2007a et b).

Ce doublement du CO₂ engendrait une stimulation de la photosynthèse de l'ordre de 30% pour les plantes en C₃ (telles que le blé, le riz). Parallèlement, on observe une amélioration de l'efficacité de l'eau par suite de la diminution de la conductance stomatique sous l'effet de l'augmentation du CO₂ (Seguin, 2003; Godard, 2005 ; Seguin, 2007a et b).

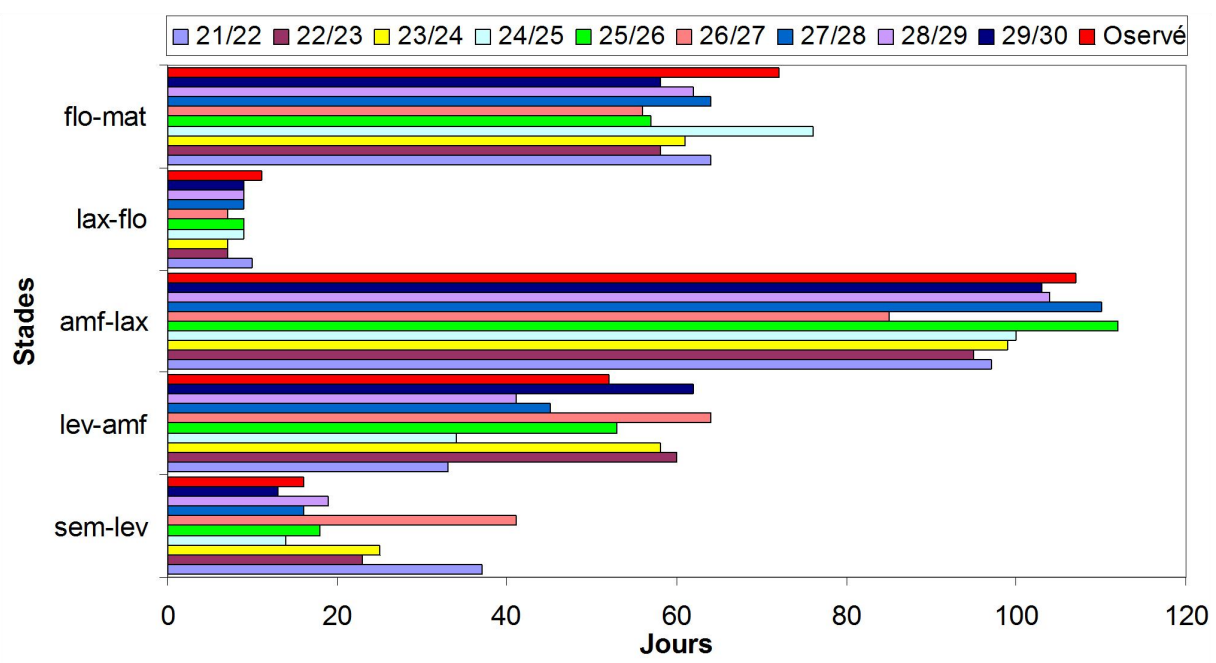
D'après Amphoux et *al* (2003), une hausse du taux de CO₂, accompagnée d'une augmentation modérée de la température, si les ressources en eau sont suffisantes, entraînera alors une production globale plus forte, avec des disparités selon les cultures. Une hausse du taux de CO₂, accompagnée d'une augmentation modérée de la température et des pluies, peut mener à une petite augmentation de la production globale.

3-3- Impact du changement climatique sur la phénologie du blé dur

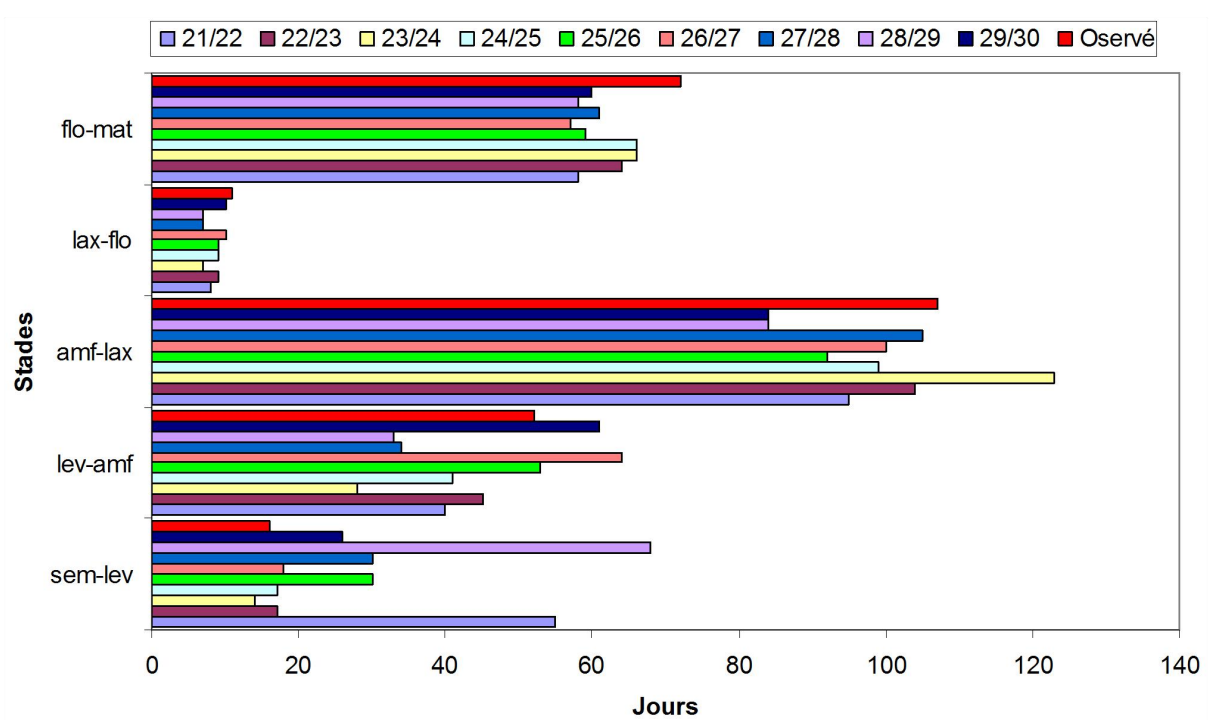
Quelques que soient les espèces, la température constitue le principal moteur de la vitesse du développement (Gate et Brisson, 2010).

D'après Gate (1995), une élévation de température se traduit, au niveau de la plante, par une accélération du développement.

Pour illustrer l'impact du changement climatique sur la phénologie, des simulations ont été faites sur le cultivar Waha avec des données de Scénario A2 et B1; les résultats sont présentés dans la figure 25.



a)



b)

Figure 24 : Evolution des stades phénologiques suivant les données du scénario B1 (a) et A2 (b).

CHAPITRE II.....Résultats et discussions

Les résultats des simulations (Tableau N°05 et 06, Fig.25) avec le modèle STICS montrent que le changement climatique provoque un raccourcissement du cycle, car on constate que le cycle durant le scénario B1 diminue de 5 à 25 jours par rapport à l'observé, de même pour le scénario A2 où le raccourcissement est de 2 à 26 jours.

Nous avons noté également que le changement climatique cause un avancement des stades phénologiques.

Tableau N°05 : Variation de la durée des différents stades phénologiques durant les périodes du scénario B1 en comparant à l'observé.

	21/22	22/23	23/24	24/25	25/26	26/27	27/28	28/29	29/30
Sem-Lev	21	7	9	-2	2	25	0	3	-3
Lev-Amf	-19	8	6	-18	1	12	-7	-11	10
Amf-Lax	-10	-12	-8	-7	5	-22	3	-3	-4
Lax-Flo	-1	-4	-4	-2	-2	-4	-2	-2	-2
Flo-Mat	-8	-14	-11	4	-15	-16	-8	-10	-14
Totale	-17	-15	-8	-25	-9	-5	-14	-23	-13

Tableau N° 06 : Variation de la durée des différents stades phénologiques concernant les périodes du scénario A2 en comparant à l'observé.

	21/22	22/23	23/24	24/25	25/26	26/27	27/28	28/29	29/30
Sem-Lev	39	1	-2	1	14	2	14	52	10
Lev-Amf	-12	-7	-24	-11	1	12	-18	-19	9
Amf-Lax	-12	-3	16	-8	-15	-7	-2	-23	-23
Lax-Flo	-3	-2	-4	-2	-2	-1	-4	-4	-1
Flo-Mat	-14	-8	-6	-6	-13	-15	-11	-14	-12
Totale	-2	-19	-20	-26	-15	-9	-21	-8	-17

CHAPITRE II.....Résultats et discussions

Nous remarquons que les variations diffèrent d'un stade à l'autre, pour les périodes du scénario B1 (Tableau N°05) et A2 (Tableau N°06).

Le stade semi - levé subit une prolongation, de 25 à 39 jours par rapport à l'observé, pour chaque scénario.

A contrario, le raccourcissement semble affecter les phases: levé – Amf avec une réduction de 19 - 24 jours.

Les stades : Amf – Lax et Flo – Mat ; subiront un raccourcissement de : 22 jours et 16 jours pour chaque scénario. Où on constate que les températures élevées tendent à raccourcir la période de remplissage des grains de la culture.

Ces résultats concordent avec les résultats des travaux de recherche de plusieurs auteurs (Seguin, 2007a et b ; Benaouda & Balaghi, 2009 ; Bancal et *al.*, 2010 ; Gate et Brisson, 2010).

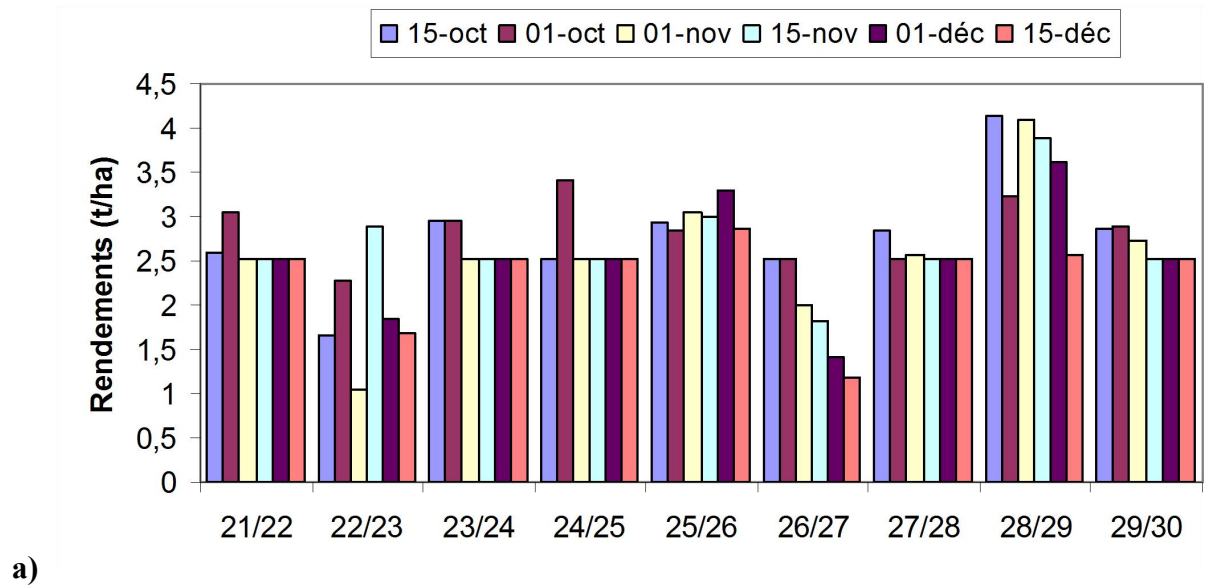
Selon Benaouda et Balaghi (2009), une augmentation globale de la température se traduira par des vitesses de développement, des évolutions plus rapides que dans les conditions actuelles. Dans le cas des cultures annuelles, la durée séparant le semis de la récolte s'en trouvera diminuée, entraînant par le fait une diminution de la durée de croissance des organes récoltables.

3-4- Essai d'adaptation aux changements climatiques

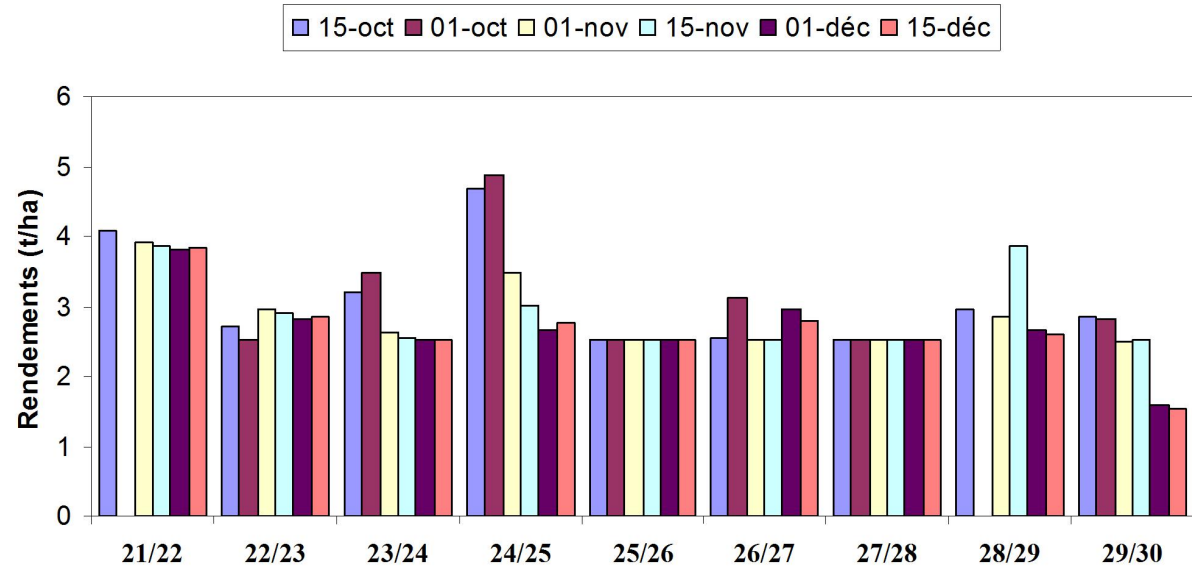
Dans le but de diminuer l'impact du changement climatique sur la culture du blé, nous avons essayé de connaître les possibles stratégies d'adaptation des techniques culturales.

3-4-1- Effet de la date de semis sur le rendement

Pour connaître l'effet de la date de semis sur le rendement du blé, nous avons choisi 6 dates, à savoir : le 01 et 15 octobre, 01 et 15 novembre ainsi que le 01 et 15 décembre. Les résultats sont présentés dans la figure 26



a)



b)

Figure 25 : Effet de la date de semis sur le rendement simulé de 2021 à 2030 suivant les scénarios B1 (a) et A2 (b)

A partir de la figure 26 (a) (scénario B1), on constate que le rendement enregistré pour une date de semis 01 octobre, est de 3,40 t.ha⁻¹, le 15 octobre donne un rendement de 4,14 t.ha⁻¹. Alors que pour les dates du 01 et 15 novembre ainsi le 01 et 15 décembre, les rendements enregistrés sont respectivement 4.10 t.ha⁻¹ ; 3,89 t.ha⁻¹ ; 3,62 t.ha⁻¹ et 2,86 t.ha⁻¹.

Suivant les résultats de la figure N° 28 (b) (scénario A2), on constate que le rendement enregistré pour une date de semis 01 octobre, est de 4,87 t.ha⁻¹, le 15 octobre donne un rendement

CHAPITRE II.....Résultats et discussions

de 4,68 t.ha⁻¹. Alors que pour les dates du 01 et 15 novembre ainsi le 01 et 15 décembre, les rendements enregistrés sont respectivement 3,93 t.ha⁻¹ ; 3,86 t.ha⁻¹ ; 3,81 t.ha⁻¹ et 3,85 t.ha⁻¹.

3-4-2- Effet de la densité de semis sur le rendement

Il est important de déterminer l'effet de la densité sur le rendement, car la densité est un critère important de la qualité d'implantation du blé dur. Dans ce but nous avons choisi quatre densités : 250, 300, 350 et 400 plants/m². Les résultats sont illustrés dans la figure 27.

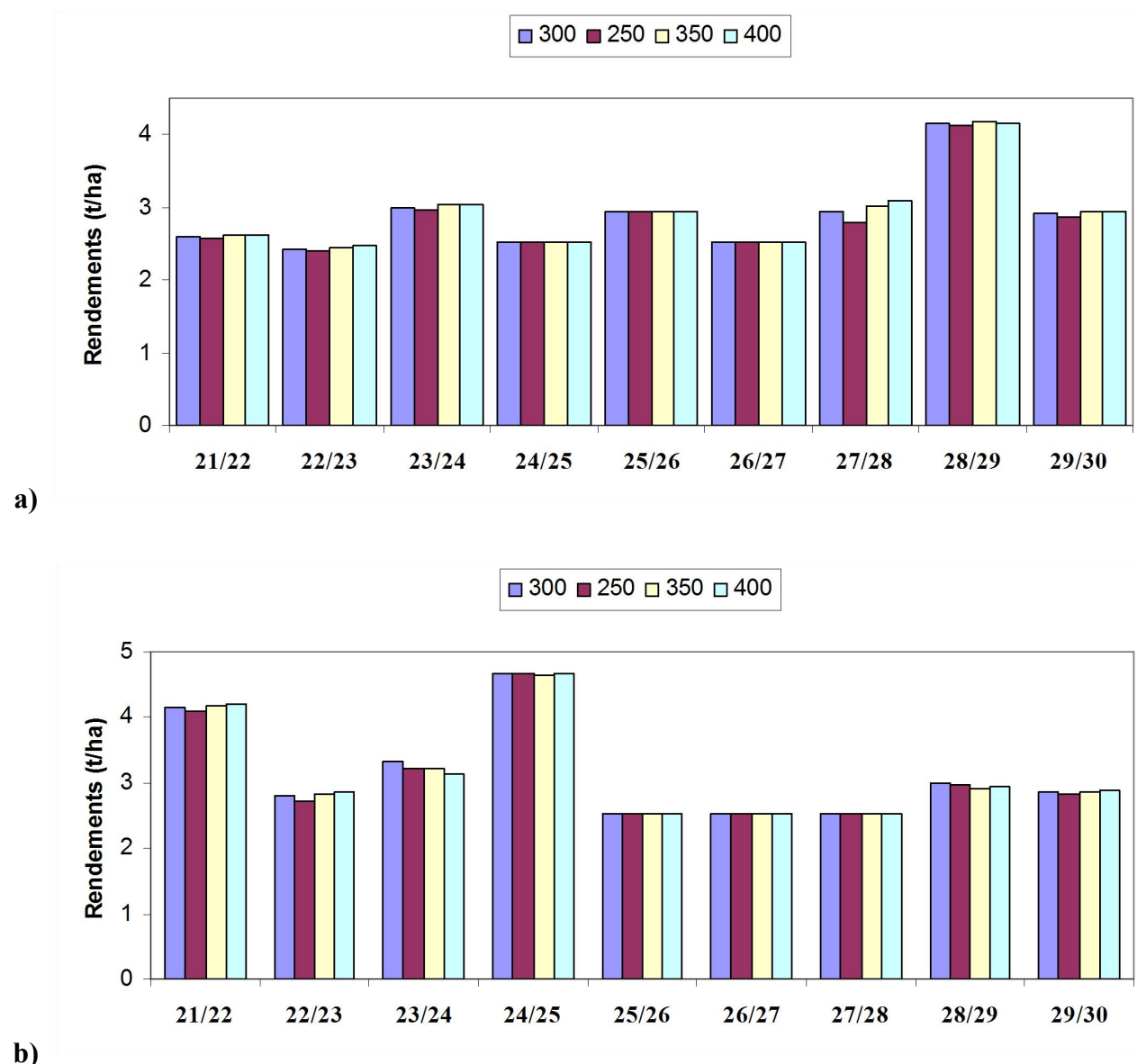


Figure 26 : Effet de la densité sur le rendement simulé de 2021 à 2030 suivant les scénarios B1 (a) et A2 (b)

CHAPITRE II.....Résultats et discussions

D'après la figure 27 (a), Nous avons constaté qu'avec une densité de 300 et 400 plants/m² nous avons enregistré un rendement de 4,16 t.ha⁻¹, alors que avec la densité 350 plants/m² on obtient un rendement de 4,17 t.ha⁻¹ par contre avec la densité 250 plants/m² on a un rendement de 4,13 t.ha⁻¹.

Dans la figure 27 (b), nous avons remarque qu'avec une densité de 250 plants/m² nous avons enregistré un rendement de 4,67 t.ha⁻¹ alors qu'avec une densité de 300 plants/m² nous avons enregistré un rendement de 4,68 t.ha⁻¹.

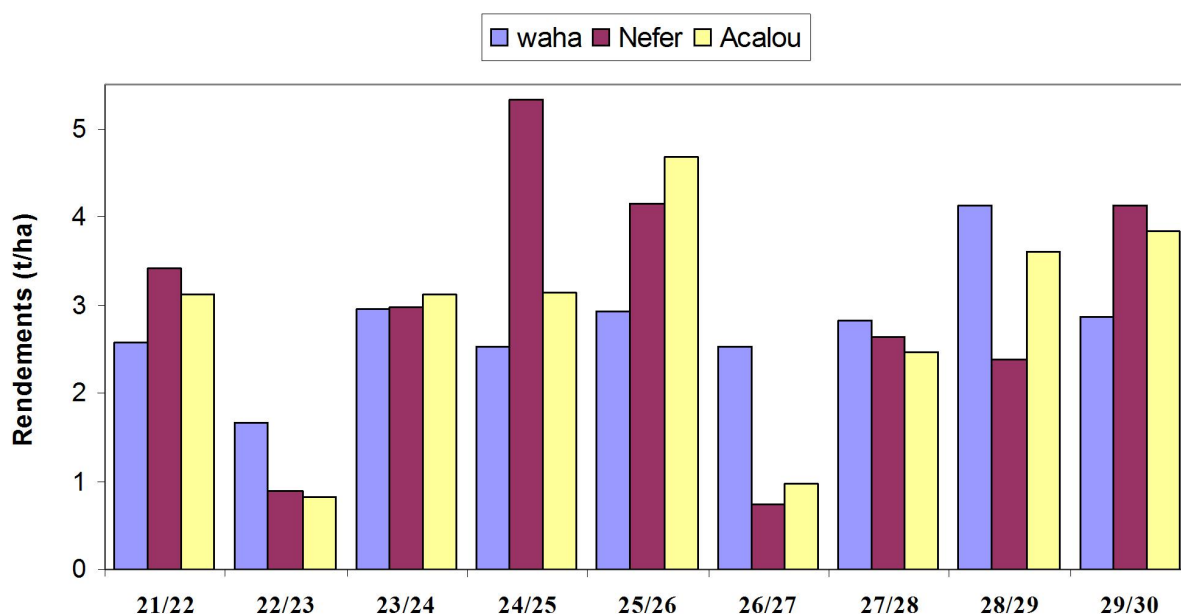
Avec une densité 350 plants/m² nous avons enregistré un rendement de 4,64 t.ha⁻¹ tandis qu'avec une densité de 400 plants/m² nous avons obtient un rendement de 4,66 t.ha⁻¹.

De ces résultats et en comparant le rendement obtenu avec les différentes densités, nous avons constate que la différence est insignifiante.

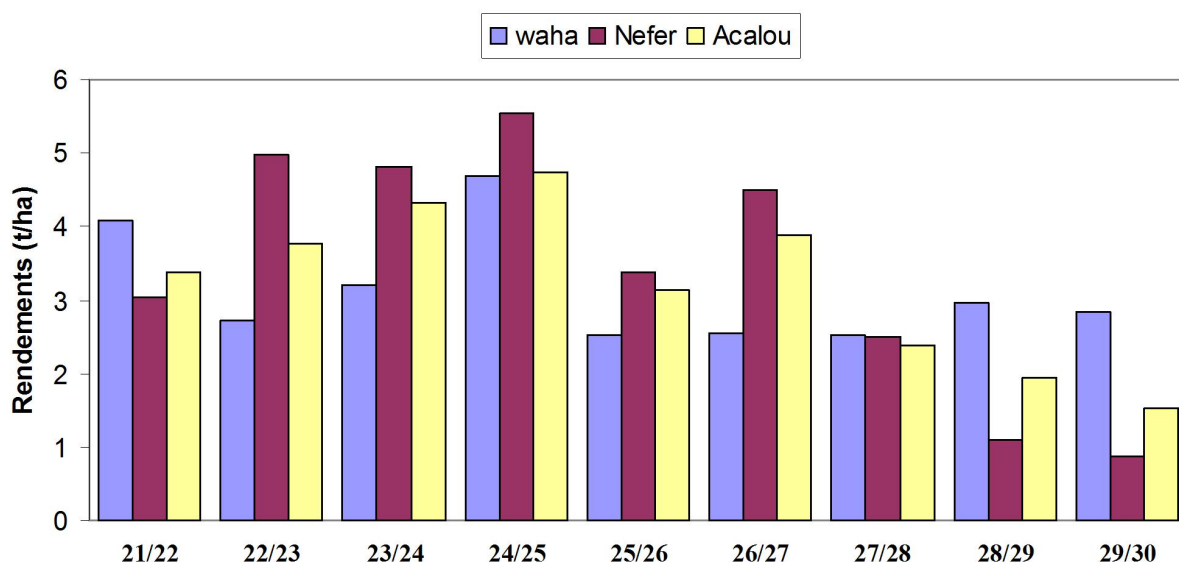
3-4-3- Effet de la variété sur le rendement

Le choix variétal est un élément important de l'itinéraire technique car il est un moyen privilégié pour atteindre une meilleure production.

Dans cette étude nous avons retenu trois variétés à savoir : Waha (locale), Nefer et Acalou. Les résultats obtenus sont exposés dans la figure 28.



a)



b)

Figure 27 : Effet de la variété sur le rendement simulé de 2021 à 2030 suivant les scénarios B1 (a) et A2 (b)

L'analyse de la figure 28 (a), indique que le meilleur rendement prédit est de 5,33 t.ha⁻¹, enregistré durant la campagne 2024/2025 avec la variété Nefer.

La variété Acalou enregistre un meilleur rendement de 4,68 t.ha⁻¹ lors de la campagne 2025/2026, tandis que Waha a un meilleur rendement de 4,14 t.ha⁻¹ durant la campagne 2028/2029.

D'après les résultats de la figure 28 (b), nous avons remarque que la variété Nefer donne un meilleur rendement de 5,55 t.ha⁻¹ durant la campagne 2024/2025.

La variété Acalou enregistre un meilleur rendement de 4,74 t.ha⁻¹ durant la campagne 2024/2025.

La variété Waha donne un meilleur rendement de 4,68 t.ha⁻¹ durant la campagne 2024/2025.

CHAPITRE II.....Résultats et discussions

A travers la caractérisation du climat, il ressort que la commune Rahouia et la commune Sebeine appartiennent à l'étage bioclimatique semi-aride avec un hiver frais, la période sèche s'étale sur un période d'environ 6 mois.

A partir des résultats obtenus nous avons constaté que les variations des rendements des cultures sont fortement influencées par les variations climatiques, surtout les apports d'eau par les pluies.

Selon Messadi (2009), la pluie est le facteur déterminant les rendements, le blé nécessite entre 400 et 600 mm d'eau de pluie par an. Les études réalisées dans le domaine de l'agriculture imputent le plus souvent l'insuffisance de la production des céréales au facteur pluviométrique (Zaoui et Bensaid, 2007). C'est ainsi que Baldy (1986) fait observer que les zones potentiellement céréalières sont celles qui reçoivent annuellement plus de 350 mm de pluie, ce qui correspond au minimum des besoins en eau des céréales. Dans des conditions de températures élevées, le manque d'eau a eu pour conséquence une réduction de la taille des grains, réduisant par conséquent le rendement (Debaeke et *al.*, 1996).

Le rendement du blé dur a évolué de manière irrégulière durant toute la période d'étude (10 ans). Les courbes de rendement et de pluie semblent de nouveau évoluer en étroite concordance, la variation des rendements et de la production tire son origine en grande partie des effets des conditions climatiques. le génotype tardif à l'épiaison et précoce à maturité du blé dur procure la meilleure adaptation aux conditions de climat semi-arides (Dakheel et *al.*, 1993).

L'agriculture est extrêmement sensible au changement climatique. Des températures plus élevées diminuent les rendements des cultures utiles tout en entraînant une prolifération des mauvaises herbes et des parasites. La modification des régimes de précipitations augmente la probabilité de mauvaises récoltes à Court terme et d'une baisse de la production à long terme (Seguin, 2010).

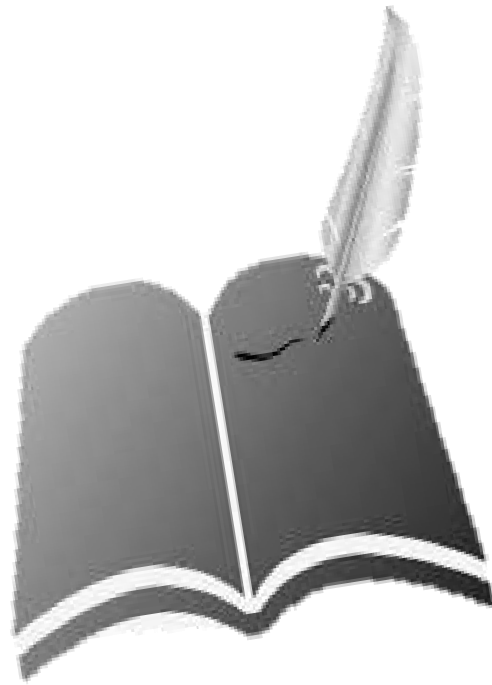
Le modèle STICS est un outil utile pour l'étude de l'impact du changement climatique sur le rendement des cultures consistait essentiellement en un couplage de scénarios climatiques pour une période de référence et une période future avec un modèle mécanistique de culture STICS.

STICS est un modèle de fonctionnement des cultures à pas de temps journalier. Ses variables d'entrées tiennent compte du climat, du sol et du système de culture. Ses variables de sorties sont relatives à la production (quantité et qualité), à l'environnement et à l'évolution des caractéristiques du sol sous l'effet de la culture. Son principal objectif est de simuler les conséquences des variations du milieu et du système de culture sur la production d'une parcelle

CHAPITRE II.....Résultats et discussions

agricole. Il a aussi été conçu comme un outil de travail, de collaboration et de transfert des connaissances vers des domaines scientifiques connexes (Brisson et *al.*, 1998).

Conclusion



Conclusion

Ce travail porte sur l'étude de l'impact des conditions climatiques sur le rendement des céréales dans la wilaya de Tiaret cas de la commune de Rahouia et Sebeine.

L'étude s'appuie sur des données climatiques et des données de production du blé dur de la commune de Rahouia et Sebeine sur une période de 10ans s'étalant de 2010 à 2020 recueillies aux près de la direction des services agricole de la wilaya de Tiaret (DSA) et ITGC Sebeine.

La question des variations climatiques possède une très grande importance. Les résultats indiquent que les effets des variations climatiques sont pratiquement perceptibles et se sont exprimé par une variation des températures et de précipitations. Le paramètre de la pluviométrie est fortement corrélé à la production du blé dur.

Les longues périodes de sécheresse ont agis négativement sur la production du blé dur s'est montrée compromise par les longues périodes de sécheresse, les températures extrêmes et le milieu inadapté à ce genre de cultures. Les fortes corrélations enregistrées entre la production du blé dur et la pluviométrie annuelle indiquent l'importance du facteur eau.

Dans cette partie de l'étude on s'est attelé à la recherche des conséquences de la variation du climat et plus particulièrement la pluviométrie sur les niveaux de rendement du blé dur dans les deux communes. Notre étude a fait ressortir que les variations pluviométriques ont influencés la production du blé dur.

Au terme de ce travail préliminaire, on est arrivé aux résultats suivants :

- Un raccourcissement du cycle de croissance de l'ordre de 5 à 25 jours pour le scénario B1 et de 2 à 26 jours pour le scénario A2. L'augmentation des températures provoque un avancement des stades phénologiques surtout les phases reproductrices (la floraison et la maturité des grains) ; cet avancement est de l'ordre de 19 - 24 jours pour le stade levé – Amf ; de 22 jours pour le stade Amf – Lax et pour la phase Flo – Mat une réduction de 16 jours.

Nos résultats démontrent que le modèle STICS a la capacité de simuler la croissance et le développement du blé qui facilite la compréhension du fonctionnement de la culture et également il est utilisé à mieux définir des conduites de cultures optimales

Conclusion

Ce travail préliminaire qui cherche à étudier les impacts du changement climatique dans notre région.

Les résultats indiquent que les conditions du scénario A2 (4,68 t.ha⁻¹; 4,09 t.ha⁻¹) nous procure un meilleur rendement que du scénario B1 (4,14 t.ha⁻¹).

Ces premiers résultats ont permis de montrer que le modèle fonctionne globalement bien. Dans un deuxième temps, nous avons testé l'utilisation du modèle STICS comme outil d'aide à la gestion agricole.

- la date de semis :

Selon le scénario B1, on constate que le rendement enregistré pour une date de semis 01 octobre, est de 3,40 t.ha⁻¹, le 15 octobre donne un rendement de 4,14 t.ha⁻¹. Alors que pour les dates du 01 et 15 novembre ainsi le 01 et 15 décembre, les rendements enregistrés sont respectivement 4,10 t.ha⁻¹ ; 3,89 t.ha⁻¹ ; 3,62 t.ha⁻¹ et 2,86 t.ha⁻¹.

Alors qu'avec le scénario A2, on constate que le rendement enregistré durant la date de semi 01 octobre et le 15 octobre, est, respectivement, de 4,87 t.ha⁻¹ et 4,68 t.ha⁻¹.

Le 01 et 15 novembre on enregistre un rendement de 3,93 t.ha⁻¹ ; 3,86 t.ha⁻¹. Alors que le 01, 15 décembre on enregistre un rendement de 3,81 t.ha⁻¹ et 3,85 t.ha⁻¹.

- la densité :

Avec une densité 300 plants/m² on enregistre un rendement de 4,68 t.ha⁻¹ alors que avec une densité 250 plants/m² on enregistre un rendement de 4,67 t.ha⁻¹

- la variété :

Avec la variété Nefer enregistre un rendement de 5,33 t.ha⁻¹ ; 5,55 t.ha⁻¹ avec respectivement les conditions du scénario B1 et A2.

La variété Acalou enregistre un rendement de 4,68 t.ha⁻¹ ; 4,74 t.ha⁻¹ avec respectivement les conditions du scénario B1 et A2.

Tandis que la variété Waha donne un rendement de 4,14 t.ha⁻¹ et 4,68 t.ha⁻¹ avec respectivement les conditions du scénario B1 et A2.

Ces résultats, loin d'être des valeurs absolues des rendements, présentent plutôt, une gamme de rendements possibles pour la période future 2021-2030. Ces rendements peuvent être différents sous l'action d'autres facteurs, notamment les insectes, les maladies, les mauvaises herbes, la qualité des sols suite aux changements climatiques.

Conclusion

Ce travail nous a permis de déterminer la possibilité de l'utilisation du modèle STICS dans la région de Tiaret, et de réaliser une approche des potentiels impacts du changement climatique sur le rendement du blé dur.

Mais le manque d'une stratégie rigoureuse pour la détermination des paramètres d'entrée et le nombre très limité de données d'observation ne permettent pas de tirer un grand enseignement des possibles utilisations de modèle STICS lors de la prévision du rendement.

Le modèle STICS est un modèle de culture qui simule la croissance et du développement du blé dur. Les résultats montrent que ce modèle a la capacité de faciliter la compréhension du fonctionnement de la culture et également il est utilisé à mieux définir des conduites de culture optimales (sol, culture, climat), cela illustre qu'il faut une analyse agro climatique qui va conduire à proposer des techniques culturales et des matériels végétaux susceptibles de mieux s'adapter aux conditions du milieu.

Les effets attendus du changement climatique varient considérablement selon les régions, l'excès de chaleur ou le manque d'eau perturbent profondément les cycles des cultures.

Devant ces dangers que constitue la menace du réchauffement climatique, pour assurer une production toujours satisfaisante il faut que l'agriculture prend en considération tous ses changements du climat et doit s'adapter à ces conditions, par exemple en avançant les périodes de semis des céréales pour éviter les périodes de sécheresse, ou bien le recours à l'irrigation, pour combler les manques d'eau.



**Références
bibliographiques**

- Achir.M : 2009 ; Mémoire Magister ; Evaluation et modélisation de l'érosion hydrique ; étude comparative entre la région céréalière de Rahouia et la région steppique de Faidja de Tiaret ; Univ Ziane Achour –DJELFA-, P38.
- Achir.M, Hellal.B : 2016 Reflexions Sur Les Variations Pluviométriques De La Région De Tiaret (Algérie Occidentale) Durant La période : 1984-2015, édition vol.12, Univ Tiaret, P2.
- Amphoux et al., 2003 ; Bancal et al., 2010 ; Benaouda & Balaghi, 2009 ; Gate et Brisson, 2010 ; Gate, 1995 ; Godard, 2005 ; Météo France, 2008 ; OMM, 2008 ; Seguin et al, 2005 ; Seguin et Soussana, 2008 ; Seguin, 2003 ; Seguin, 2007 *in* Omar.Y, 2011; Evaluation d'un modèle de simulation de la croissance et du développement du blé (STICS) dans une région de Tiaret, Mémoire Magister Univ Iben Khaldoun Tiaret, P 4-6-76-79-82-83.
- Anonyme ; 2003. Recensement général de l'agriculture - 2001. Rapport général des résultats définitifs.
- Armand.B, Germain.M : 1992 ; Le blé éléments fondamentaux et transformation, édition dominique johnsen , canada, P 26.
- Bahlouli et al., 2005 ; Baldy (1984) ; Baubion, 2004 ; Benaichata et al, 2008 ; Brisson et al., 1998 ; FAO, 2004 ; Gallais et Bannerot , 1992 ; GIEC, 2007 ; Levet, 2006 ; Raunet, 2005 ; Mémoire Magister par Mestefaoui. H : 2011 ; Etude de l'impact du changement climatique sur la productivité du blé dur en zone semi-aride cas du bassin Chéelif, Université Hassiba Benbouali chlef, P 1-6-27-30-31.
- Baldy, 1986 ; Brisson et al., 1998 ; Dakheel et al., 1993 ; Debaeke et al., 1996 ; Zaoui et Bensaid, 2007 ; *in* Hellal.T, Hellal.B, Bardadi.A, Ayad.N, Bensmira.Z : 2014 ; Incidences de la pluviométrie sur la culture des céréales dans la steppe du sud de la préfecture de Sidi Bel Abbes (ALGERIE OCCIDENTALE), European Scientific Journal, édition vol.10, No.17, P 371-372-373.
- Belaid, 1996 ; Clement et Prats, 1970 ; Hacini, 2014 ; Soltner, 2000 ; Étude des systèmes de production utilisés en zone nord de Constantine cas du réseau d'amélioration du blé dur, Mémoire ssv Biologie et génomique végétale, Université des Frères Mentouri Constantine, P 5-9-10.
- Bennasseur : 2005 ; Référentiel pour la conduite technique de la culture du blé dur (*Triticum durum*), P 24.
- Bousmaha : 2020 ; L'Algérie Profonde » Ouest » La Production Céréalière En Hausse.
- Chehat : 2007 ; Djermoun : 2009 ; La production céréalière en Algérie : les principales caractéristiques, Université de Hassiba Benbouali de Chlef, Revue Nature et Technologie, P 1.
- CPG : 2013 ; Conso Planétoscope Glob, Statistique sur production mondiale de maïs.

- Croitoru et Holobaca, 2012 ; GIEC, 2013 ; Porter et al., 2007 ; Tilman et al., 2002 ; Thèse présentée par CHOURGHAL. N : 2016 ; Impact des changements climatiques sur la culture du blé dur en Algérie ; Ecole Nationale Supérieure Agronomique Alger, P 41.
- Douar. A : 2018 ; Charre, 1997 ; Grami et Ben Rajeb, 2015 ; Mémoire master Impact des variations climatique sur la production agricole (céréales) dans la région du Haut Cheliff de la région d'Ain Defla, Université DJILALI BOUNAAMA Khemis Miliana, P 1-18.
- DSA, 2018 : La wilaya de Tiaret en pôle position en matière de production céréalière ; Le journal de l'intelligentsia algérienne, Édition, Algérie & Canada.
- Fabre, 2010 ; OSS, 2007 ; Thèse présenté par BOUREGAA.T en 2016 ; Impact des changements climatiques (Précipitations et Températures) sur la production agricole en zone semi-aride cas de la région de Sétif, Univ ferhat Abbas Sétif, P 1.
- FAO, 2016 : José Graziano da Silva Directeur général de l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture, Guide pour une production céréalière durable.
- FAO, 2016 ; Rapport sur changement climatique impact sur l'agriculture et coûts de l'adaptation.
- FAO, 2019 ; Food and Agriculture Organization of the United Nations, Bulletin sur l'offre et la demande de céréales.
- Feillet.P : 2000 ; Le grain de blé. Composition et utilisation, Paris, P 308.
- Filali.B.A : 2004 ; Enjeux stratégiques et défis majeurs de l'irrigation dans les pays du Maghreb. Séminaire sur la modernisation de l'agriculture irriguée, Rabat, P10 p.
- Kahouadji : 2020 ; Céréales: l'Algérie n'importe plus de semences, Agroalimentaire & Pêche.
- Kara M : 2008 ; La menace climatique en Algérie et en Afrique, édition , DAHLAB, Alger, P 384.
- Lévêque.C : 2001 ; Ecologie de l'écosystème à la biosphère, 1^{re} édition DUNOD, France, P 417.
- Loue, 1982 ; Olioso, 2006 ; Soltner, 2000 ; Yves et Buyer, 2010 ; Mémoire Master ; Etude écophysilologique des quelques écotypes de blé dur (*Triticum durum* Desf) dans la région semi-aride de Setif, univ mohamed el bachir el ibrahimi B.B.A Mém SNV, P 2-11.
- MADR (2017), Ministère de l'agriculture et du développement rural, Statistiques Agricoles sur Production céréales.
- Mamy.J : 1999 ; climatologie de l'environnement, 2^e Edition, SNEL S.A, P 287-290.

- Mekhloufi et al. , 2001 : Caractérisations morphologiques de quelques variétés de blé dur (*Triticum durum* Desf.) sous conditions semi – arides par GHOUILA et BENYAHIA : 2020 Université Mohamed El Bachir El Ibrahimi B.B.A, P 11.
- Messadi : 2009 ; Détermination des cultivars de blé tendre adaptés au climat semi- aride méditerranées, l’IHFR Oran, P 146.
- Mihoub, 2008 ; LEGRAIN (2002) impact des variations climatique sur la production agricole dans la région du Haut cheliff de la région d’Ain Defla, Univ Djilali Bounaama Khemis Miliana Mémoire master, P 23-24.
- Moule.C : 1980 ; Céréales, édition 522 La maison Rustique, Paris, P 11-28-30-41.
- Nicoulaud. M : 1988 ; La maitrise de l’irrigation sous pression, édition Nathan communication, Paris, P 5-7.
- Omar. Y : 2015 ; Bioaccumulation de quelques métaux lourds (Pb, Zn et Cu) d’origine routière au moyen d’une mousse (*Bryum argenteum* Hedw) dans la ville de Tiaret (Algérie) : classes de pollution et cartographie, Thèse Doctorat en sciences, P 6
- ONU, 2013, organisation des nations unies, rapport sur les changements climatiques.
- Pellerin.S, Bambiére.L, Pardon.L, coord : 2015 ; agriculture et gaz à effet de serre, éditions Quae, Paris, P5.
- Ramade.F : 2009 ; Eléments d’écologie, édition Dunod, Paris, P 90-99-112.
- Rebtez.M : 2011 ; La Suisse se réchauffe, 4ème édition presses polytechniques et universitaires romandes, Suisse, P 13-18-20.
- Sciamia.Y : 2007 ; Le changement climatique une nouvelle vie sur la terre, édition Larousse, P 128.
- Seguin.B : 2010 ; Le changement climatique conséquences pour les végétaux. Edition Quaderni 71 P 27-40.
- Seguin.B : 2007 ; Le réchauffement climatique impact sur les agricultures européennes, p34.
- Sultan.B, Lalou.R, Sanni.M.A, Oumarou.A et Soumaré.A : 2015 Les Sociétés Rurales face aux changements climatique et environnementaux de l’ouest, Éditions IRD, Marseille, P 209
- Weir et al., 1984 : A winter wheat crop simulation model without water or nutrient limitations. Jour. of the Agriculture Science, Cambridge N° 102. Mémoire Mag. Uni. Annaba P 371.
- Yahiaoui : 2015, impact des variations climatiques sur l’agriculture en oranie, univ d’oran sénéa, Mémoire Magister, P43.

Annexes

Annexes

Tableau n°01 : Rendement du blé dur (DSA, 2021).

Campagne agricole	Commune de Rahouia	Commune de Sebaine
2010/2011	16.36	15
2011/2012	31.77	16
2012/2013	29	18
2013/2014	26	14
2014/2015	22.42	12.25
2015/2016	20	16
2016/2017	24.99	13
2017/2018	23.95	21
2018/2019	25.43	20.45
2019/2020	14.69	14.99

Tableau n°02 : Précipitations mensuelles de la commune Rahouia (DSA, 2021).

campagne	sep	oct	nov	déc	janv	fév	mars	avril	mai	juin	juillet	Août
2010/2011	4,2	31,8	62,4	30,6	43,1	84,5	46,9	2,3	26,4	4,1	2,1	3,7
2011/2012	3	23	93,8	10,6	30	46,1	22,1	119,1	1,2	17,7	1,3	0
2012/2013	2	36,1	107	23,4	110,7	70,5	91	134	60,1	6,2	1,3	2,6
2013/2014	22	15,7	50	55,8	74	69	99,2	3,8	2,2	10,9	8,3	6,4
2014/2015	14	89	72,9	73,6	61,9	106,6	33,2	15,05	16	5,6	12,2	15,8
2015/2016	23	55,4	38,3	48,2	26	69,8	127,7	34	13,5	16,3	3,2	5,5
2016/2017	3,5	2,5	68,7	28,4	155,7	15,5	21	3,5	36,7	3,2	0	1,1
2017/2018	28,3	37	62	36,4	40,3	175	87,6	35,1	43,5	25,8	4,8	8,3
2018/2019	23,5	62,2	105,7	23,5	65,6	27,2	8,8	84,7	48,7	6,6	2,3	0
2019/2020	41,8	5	73	55	10	40,5	66,8	9,5	15,6	13	2,4	5

Tableaux n°03 : Températures mensuelles de la commune Rahouia (DSA, 2021).

Mois	2010/2011			2011/2012			2012/2013		
	Mini	Max	Moy	Mini	Max	Moy	Mini	Max	Moy
Septembre	6,65	26,42	16,53	8,65	29,59	19,12	12,89	29,16	21,02
Octobre	4,41	17,09	10,75	9,58	19,82	14,7	7,79	20,49	14,14
Novembre	3,21	14,88	9,04	5,99	15,14	10,56	6,8	16,02	11,41
Décembre	1	15,18	8,09	2,76	10,09	6,42	1,23	11,63	6,43
Janvier	3,64	10,51	7,07	0,58	10,17	5,37	0,52	10,8	5,66
Février	3,2	11,14	7,17	3,76	7,69	5,72	0,75	13,33	7,04
Mars	11,81	15,1	13,45	3,73	10,68	7,20	4,7	16,33	10,51

Annexes

Avril	9,87	22,2	16,03	3,46	15,96	9,71	0,11	16,42	8,26
Mai	3,84	22,94	13,39	3,66	21,42	12,54	4,45	21,08	12,76
Juin	12,24	27,86	20,05	6,93	25,39	16,16	8,33	27,19	17,76
Juillet	13,04	29,34	21,19	11,81	32,53	22,17	13,39	34,13	23,76
Août	14,47	31 ,01	22,47	12,52	33,35	22,93	11,86	31,55	21,7
Total	8,738	24,367	16,523	7,343	23,183	15,26	7,282	24,813	16,045

Mois	2013/2014			2014/2015			2015/2016		
	Mini	Max	Moy	Mini	Max	Moy	Mini	Max	Moy
Septembre	9,22	25,69	17,45	14,8	27,76	21,28	9,41	27,97	18 ,69
Octobre	8,15	18,4	13,27	11	22,05	16,52	3,47	22,3	12,88
Novembre	3,02	12,51	7,76	6,1	12,11	9,1	2,28	9,49	5,88
Décembre	0,82	10,91	5,86	2,2	8,06	5,13	2,33	8,65	5,49
Janvier	2,01	10,72	6,36	0,8	8,82	4,81	2,81	8,82	5,81
Février	2,25	12,97	7,61	1,2	11,72	6,46	1	10,53	5,76
Mars	3,74	12,64	8,03	5,3	15,79	10,54	0,6	12,34	6,47
Avril	5,25	16,51	10,88	7,34	18	12,67	5,09	17,46	11,27
Mai	8,52	21,85	15,18	10,1	20,88	15,49	10,45	20,75	15,6
Juin	8,01	26,66	17,33	12,9	29,21	21,05	10,45	27,69	19,07
Juillet	14,12	33,79	23,95	16,28	30,1	23,19	12,69	31,84	22,26
Août	15,32	30,85	23,08	15,1	30,1	22,6	12,46	32,37	22,41
Total	8,043	23,35	15,676	10,312	23,46	16,884	7,304	23,021	15,159

Annexes

Mois	2016/2017			2017/2018			2018/2019		
	Mini	Max	Moy	Mini	Max	Moy	Mini	Max	Moy
Septembre	6,96	26,79	16,87	8,35	26,63	17,49	6,26	27,6	16,93
Octobre	3,34	18,7	11,02	3,34	20,03	11,68	1,93	19,96	10,94
Novembre	3,32	13,51	8,41	3,72	12,77	8,24	3,02	12,96	7,99
Décembre	1,57	8,25	4,91	1,71	8	4,85	1,03	7,91	4,47
Janvier	1,65	8,38	4,95	1,12	8,99	5,05	0,34	7,05	3,69
Février	3,02	12,27	7,64	1,8	8,99	5,39	2,4	8,56	5,48
Mars	3,19	12,57	7,88	3,5	12,36	7,93	2,63	10,59	6,61
Avril	3,2	14,10	8,65	3,46	15,94	9,7	1,92	17,97	9,94
Mai	4,12	21,47	12,79	5,30	21,42	13,36	2,51	19,57	11,04
Juin	6,81	24,98	15,89	7,99	26,97	17,48	7,55	26,25	16,9
Juillet	13,33	34,24	23,78	13,45	34,38	23,91	11,48	31,98	21,73
Août	13,44	33,22	23,33	11,74	32,09	21,91	12,41	33,26	22,83
Total	6,395	22,848	14,612	6,548	22,857	14,699	5,348	22,366	13,855

Annexes

Mois	2019/2020		
	Mini	Max	Moy
Septembre	5,92	26,23	16,07
Octobre	2,19	16,29	9,24
Novembre	2,43	12,93	7,68
Décembre	1,67	7,24	4,45
Janvier	-1,37	8,8	3,71
Février	2,96	9,74	6,35
Mars	3,79	10,33	7,06
Avril	3,05	16,57	9,81
Mai	4,97	21,68	13,32
Juin	7,63	25,89	16,76
Juillet	12,19	32,45	22,32
Août	13,07	33,54	23,3
Total	5,85	22,169	14,007

Tableaux n°04 : Températures mensuelles de la commune Sebeine (ITGC, 2021).

Années Mois	2010/2011			2011/2012			2012/2013			2013/2014		
	Mini	Maxi	Moy	Mini	Maxi	Moy	Mini	Maxi	Moy	Mini	Maxi	Moy
Septembre	14,34	28,64	21,49	14,68	31,08	22,88	13,93	29,78	21,86	12,50	30,30	21,40
Octobre	9,59	22,68	16,14	9,40	23,46	16,43	8,71	21,39	11,05	12,20	30,50	21,30
Novembre	6,11	14,60	10,36	5,52	16,04	17,78	6,65	17,32	11,99	4,10	14,30	9,20
Décembre	2,33	13,80	8,07	2,27	11,65	6,96	1,81	12,35	7,08	0,70	12,30	6,30
Janvier	2,10	12,14	7,12	0,57	12,29	5,86	0,53	11,05	5,79	2,60	11,00	6,80
Février	0,91	11,34	6,13	3,29	7,91	2,31	0,70	10,25	5,48	2,60	12,50	7,50
Mars	3,90	15,44	9,67	3,13	17,66	10,40	5,01	14,04	9,53	3,20	13,60	8,40
Avril	7,53	22,85	15,19	3,60	17,20	10,40	4,96	16,34	10,65	6,03	21,47	13,73
Mai	11,03	24,80	17,92	8,15	28,15	18,15	6,74	20,19	13,47	8,27	25,76	15,56
Juin	14,45	27,73	21,09	15,57	36,70	26,14	9,63	30,40	20,02	12,80	28,90	21,39
Juillet	18,91	33,35	26,13	17,45	38,68	28,07	16,02	36,24	26,13	15,87	33,46	25,72
Août	18,98	36,34	27,66	18,68	38,99	28,84	16,24	36,16	16,20	16,68	34,61	25,87
Total	9,18	21,98	15,58	7,88	23,32	15,60	7,58	21,29	14,44	8,13	22,39	15,26

Annexes

Années Mois	2014/2015			2015/2016			2016/2017			2017/2018		
	Mini	Maxi	Moy	Mini	Maxi	Moy	Mini	Maxi	Moy	Mini	Maxi	Moy
Septembre	15,87	29,90	22,88	13,87	28,90	21,39	13,57	29,17	21,37	14,17	29,54	21,86
Octobre	11,52	24,62	18,07	11,30	22,97	17,14	10,64	26,40	18,52	7,73	23,39	15,56
Novembre	7,63	16,80	12,22	3,90	16,67	10,29	2,78	16,48	9,63	3,46	17,49	10,47
Décembre	2,38	10,16	6,27	0,74	16,21	8,48	1,72	11,37	6,55	1,21	9,77	5,49
Janvier	0,52	11,88	6,20	2,25	14,79	8,52	-0,58	8,53	3,98	1,38	12,86	7,12
Février	1,52	8,30	4,91	3,41	13,87	8,64	3,28	14,78	9,03	0,12	10,19	5,15
Mars	1,99	15,42	8,70	2,32	13,68	8,00	3,91	16,18	10,05	4,30	13,89	9,10
Avril	7,13	23,46	15,30	5,63	19,90	12,77	5,97	20,07	13,02	6,20	18,13	12,17
Mai	10,12	28,28	19,20	8,56	24,27	16,42	10,63	28,95	19,79	7,35	20,05	13,70
Juin	12,87	29,27	21,07	12,90	30,40	21,65	16,47	34,00	25,24	12,70	29,17	20,93
Juillet	17,78	36,20	26,99	17,68	35,65	26,67	18,50	35,09	26,80	18,54	36,02	27,28
Août	19,31	34,59	26,95	16,38	34,73	25,56	19,46	36,00	27,73	7,02	11,34	9,09
Total	9,05	22,41	15,73	8,25	21,57	14,91	8,86	21,91	15,39	7,01	19,32	27,28

Années Mois	2018/2019			2019/2020		
	Mini	Maxi	Moy	Mini	Maxi	Moy
Septembre	17,17	29,50	23,32	15,37	28,43	21,90
Octobre	9,23	21,60	15,39	8,19	24,98	16,95
Novembre	1,60	17,10	9,35	2,86	13,93	8,40
Décembre	-2,26	17,10	7,44	0,35	13,07	7,71
Janvier	-3,97	11,80	3,90	-3,52	14,10	5,29
Février	-4,11	15,50	5,68	-0,88	20,63	9,88
Mars	-0,58	19,19	9,31	2,26	19,51	10,89
Avril	3,23	18,90	11,05	4,54	19,51	12,03
Mai	4,68	26,20	15,43	9,90	26,74	18,38
Juin	11,40	34,67	23,03	14,50	29,80	22,15
Juillet	16,48	39,80	28,12	38,08	20,75	29,42
Août	17,55	35,71	26,63	20,52	36,53	28,53
Total	7,04	26,99	17,86	9,35	22,50	15,92

Annexes

Tableau n°05 : Précipitations mensuelles de la commune Sebeine (ITGC, 2021).

Années Mois	2010/ 2011	2011/ 2012	2012/ 2013	2013/ 2014	2014/ 2015	2015/ 2016	2016/ 2017	2017/ 2018	2018/ 2019	2019/ 2020
Septembre	3,60	7,40	10,80	11,50	75,00	18,70	4,00	07,40	39,6	46,2
Octobre	43,20	26,60	53,00	0,00	14,00	83,90	8,00	23,20	33	8,2
Novembre	84,20	87,60	113,80	37,20	50,10	26,20	53,80	21,00	47,8	61,2
Décembre	25,60	28,80	24,20	68,00	94,80	0,00	30,10	69,60	55,6	45,2
Janvier	58,20	21,20	103,60	87,00	50,70	39,60	201,80	20,00	96	29,4
Février	75,80	46,00	69,70	63,30	121,20	62,70	9,80	37,80	37,8	2
Mars	33,60	58,00	105,20	113,20	7,70	88,30	4,00	113,80	20	70,4
Avril	28,20	126,60	83,30	0,70	0,00	24,60	6,80	162,00	54,2	76
Mai	53,60	12,00	62,80	4,80	12,70	26,70	25,6	11,30	14,6	4,1
Juin	39,60	3,20	0,20	39,50	7,40	6,50	0,4	50,70	0,4	0,4
Juillet	3,40	0,00	3,2	0,00	0,00	0,20	1,00	00	5,4	7,1
Aout	1,80	0,00	3,0	0,30	12,00	0,00	4;80	00	0,4	0,6
Total	450,80	417,40	632,80	425,50	445,60	377,40	350,5	516,80	404,8	350,8