

SOMMAIRE

INTRODUCTION GENERALE.....	1
<u>PARTIE 1 : REVUE BIBLIOGRAPHIQUE SUR LE CLIMAT ET L'AGRICULTURE</u>	
Chapitre 1 - Le Climat	
1 - Histoire du climat avant 1850.....	5
La paléoclimatologie, Reconstitution des paléoclimats, Evolution du climat.....	6
2 - Le changement climatique	7
Le changement climatique anthropique	7
Le réchauffement climatique.....	8
Impact du réchauffement climatique sur l'écosystème.....	9
3 - Le climat de L'Algérie	13
Les phénomènes climatiques.....	14
Le climat de l'Oranie	17
4 – Changement climatique et Agriculture.....	18
Impact du climat sur l'agriculture.....	19
Adaptation de l'agriculture au changement climatique.....	24
Adaptation de l'agriculture Algérienne au changement climatique.....	25
Conclusion	
Chapitre 2 - L'Agriculture	
1- L'agriculture en Algérie	28
2-Spéculations agricoles.....	30
3-Potentialités agricoles de l'Oranie	31
4-Irrigation et Conduite des cultures.....	32
5- Caractéristiques édaphiques des Sols de la Région	32
6- L'agriculture en Oranie.....	35
La Céréaliculture.....	39
Les Légumineuses Alimentaires.....	44
Conclusion	
<u>PARTIE 2 : IMPACT DU CHANGEMENT CLIMATIQUE SUR L'AGRICULTURE EN ORANIE</u>	
Chapitre 1 – Le Climat actuel de l'Oranie	
1- Matériels et méthode.....	52
2- Situation Géographique des stations	
3- Les Diagrammes Ombrothermique.....	55
2- L'Indice d'Aridité.....	69
3- Le Quotient d'Emberger.....	73
Discussion des résultats.....	76
Conclusion	
Chapitre 2 – Impact des Variations Climatiques sur l'Agriculture en Oranie	
1- Impact des variations climatiques sur les céréales.....	78
2- Impact des variations climatiques sur les légumineuses.....	91
Discussion des résultats.....	102
Conclusion	
CONCLUSION GENERALE	104
REFERENCES BIBLIOGRAPHIES	111
ANNEXE	

LISTE DES ABREVIATIONS

ACACIA projet : Amélioration du Captage du CO₂ Industriel et Anthropique.

ANRH : Agence national des ressources hydriques

CNCC : Centre nationale de contrôle et de certification.

C° : Degré Celsius.

DSA : Direction des services agricole

DSASI : Direction des statistiques agricole et du système d'information.

F.A.O: Food and Agriculture Organization

FMI : Fond monétaire international

Fig. : Figure

GIEC : Groupe Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat

Ha : Hectare

ITGC : Institut techniques des grandes cultures

INPV : Institut national de la protection des végétaux

INVA : Institut national de la vulgarisation agricole

INRA A : Institut national de la recherche agricole d'Algérie

INSID : Institut national des sols d'irrigation et de drainage.

MADR : Ministère de l'agriculture et du développement rural.

mm : Millimètre.

OMM : Organisation mondiale de la météorologie.

Qx/Ha : Quintaux par Hectare

Rdt : Rendement

SAU : Surface agricole utile

SIG : Système d'Information géographique

MAGICC : Modèle pour l'évaluation du changement climatique induit par les gaz à effet de serre.

Liste des Figures

Figure 01 : Evolution des températures au fil des années et effet sur les courant d'eau.

Figure 02 : Les impacts des événements météorologiques extrêmes.

Figure 03 : L'érosion des dunes de sable par l'action des tempêtes

Figure 04 : Carte des précipitations annuelles moyennes de l'Algérie.

Figure 05 : Répartition de la superficie agricole utile en Algérie.

Figure 06 : Superficie nationale des légumineuses alimentaires.

Figure 07 : Taux d'occupation des différentes espèces céréalières à l'échelle nationale

Figure 08 : Cycle de développement du blé .

Figure 09 : calendrier des opérations culturales et exigence des cultures

Figure. 10 : Stades phénologiques de l'Haricot

Figure. 11 : Stades phénologiques du pois chiche

Figure. 12 : Stades phénologiques de la Fève

Figure. 13 : Stades phénologiques du petit pois

Figure. 14 : calendrier des opérations culturales et exigences des légumineuses.

Figure. 15 : Situation géographique des régions d'études

Figure. 16 : Délimitation géographiques de la région d'étude

Figure 17 : Cartes des niveaux bioclimatiques de l'Algerie.

Figure 18 : Courbe Ombrothermique de la région de Beni Saf (1913-1938).

Figure 19 : Courbe Ombrothermique de la région de Beni Saf (1987-2012).

Figure. 20 : Courbe Ombrothermique de la région de Mascara Ghriss (1913-1938).

Figure. 21 : Courbe Ombrothermique de la région de Mascara Ghriss (1987-2012).

Figure. 22 : Courbe Ombrothermique de la région de Mostaganem (1913-1938).

Figure. 23 : Courbe Ombrothermique de la région de Mostaganem (1987-2012).

Figure.24 : Courbe Ombrothermique de la région d'Oran (1913-1938).

Figure.25 : Courbe Ombrothermique de la région d'Oran (1987-2012).

Figure.26 : Courbe Ombrothermique de la région de Saida (1913-1938)

Figure.27 : Courbe Ombrothermique de la région de Saida (1987-2012).

Figure.28 : Courbe Ombrothermique de la région de Sidi bel Abbès (1913-1938).

Figure.29 : Courbe Ombrothermique de la région de Sidi bel Abbès (1987-2012).

Figure.30 : Courbe Ombrothermique de la région de Tlemcen (1913-1938).

Figure.31 : Courbe Ombrothermique de la région de Tlemcen (1987-2012).

Figure.32: Variations de la position des stations météorologiques sur le climagramme d'Emberger (1913-1938 ; 1987-2012)

Figure.33 : Précipitations et rendements des céréales dans la région d'Ain Temouchent

Figure.34 : Précipitations et rendements des céréales dans la région de Mascara

Figure.35 : Précipitations et rendements des céréales dans la région de Mostaganem

Figure.36 : Précipitations et rendements des céréales dans la région d'Oran

Figure.37 : Précipitations et rendements des céréales dans la région de Saida

Figure.38 : Précipitations et rendements des céréales dans la région de Sidi bel Abbès

Figure.39 : Précipitations et rendements des céréales dans la région de Tlemcen

Figure.40 : Précipitations et rendements des légumineuses dans la région d'Ain Temouchent

Figure.41 : Précipitations et rendements des légumineuses dans la région de Mascara

Figure.42 : Précipitations et rendements des légumineuses dans la région de Mostaganem

Figure.43 : Précipitations et rendements des légumineuses dans la région d'Oran

Figure.44 : Précipitations et rendements des légumineuses dans la région de Saida

Figure.45 : Précipitations et rendements des légumineuses dans la région de Sidi bel Abbès

Figure.46 : Précipitations et rendements des légumineuses dans la région de Tlemcen

Liste des Tableaux :

Tableau n° 01 : Caractéristiques pédologiques des différentes zones de l'Ouest

Tableau n°02 : Coordonnées géographiques des Stations (1913/1938)

Tableau n°03 : Coordonnées géographiques des Stations d'études (1987/2012).

Tableau n° 04 : Données climatiques (T min, T max, P,H, v) de 1987-2012.

Station de Beni Saf

Tableau n°5 : Données climatiques (T min, T max, P, H, v) de 1913 - 1938 Station de Beni Saf

Tableau n°06 Données climatiques (T min, T max, P, H, v) de 1987-2012. Station de Mascara

Tableau N°07 Données climatiques (T min, T max, P, H, v) de 1913 - 1938 Station de Mascara

Tableau n°08 Données climatiques (T min, T max, P, H, v) de 1987-2012 Station de Mostaganem

Tableau N°09 Données climatiques (T min, T max, P, H, v) de 1913 - 1938 Station de Mostaganem

Tableau n°10. Données climatiques (T min, T max, P, H ,v) de 1987-2012. Station D'Oran

Tableau N°11 Données climatiques (T min, T max, P, H, V) de 1913 - 1938 Station D'Oran

Tableau n°12. Données climatiques (T min, T max, P, H, V) de 1987- 2012 Station de Saida

Tableau N°13 Données climatiques (T min, T max, P, H, V) de 1913 – 1938 Station de Saida

Tableau n°14. Données climatiques (T min, T max, P, H, V) de 1987-2012 Station de Sidi bel Abbas

Tableau N°15 : Données climatiques (T min, T max, P, H, v) de 1913 – 1938 Station de Sidi bel Abbas

Tableau n°16. Données climatiques (T min, T max, P, H, V) de 1987-2012. Station de Tlemcen

Tableau n°17 : Données climatiques (T min, T max, P, H, V) de 1913 – 1938 Station de Tlemcen.

Tab n° 18 Résultats comparatif des températures et de la pluviométrie entre l'ancienne et la récente période.

Tableau n°19 : Indice d'aridité des stations d'études au cours des deux périodes.

Tableau n°20 : Pluviométrie annuelle, T Max, T min, Quotient d'Emberger et niveau bioclimatique

Tableau n°21 Rendements des Céréales dans la wilaya d'Ain Temouchent.

Tableau n°22: Rendements des céréales dans la wilaya de Mascara

Tableau n°23 : Rendements des céréales dans la wilaya de Mostaganem.

Tableau n°24 : Rendements des Céréales dans la wilaya d'Oran

Tableau n°25 : Rendements des céréales dans la wilaya de Saida

Tableau n°26 : Rendements des Céréales dans la wilaya de Sidi bel Abbas

Tableau n°27 : Rendements des Céréales dans la wilaya de Tlemcen.

Tableau n°28 : Rendements des légumineuses dans la wilaya d'Ain Temouchent

Tableau n°29 : Rendements des légumineuses dans la wilaya de Mascara

Tableau n°30 : Rendements des légumineuses dans la wilaya de Mostaganem

Tableau n°31 : Rendements des légumineuses dans la wilaya d'Oran.

Tableau n°32 : Rendements des légumineuses dans la wilaya de Saida

Tableau n°33 : Rendements des légumineuses dans la wilaya de Sidi bel Abbas.

Tableau n°34 : Rendements des légumineuses dans la wilaya de Tlemcen

INTRODUCTION GENERALE

Quelle sera l'évolution de l'agriculture sous l'influence du changement climatique au cours du 21^e siècle ?

Nous portons une attention particulière aux évolutions récentes des cultures en différentes parties du monde en examinant les changements observés dans les décennies récentes : floraison plus précoce, allongement de la saison de végétation, extension de l'aire de certains ravageurs.

Nous évoquons aussi les impacts d'évènements extrêmes, tels que sécheresses, pluies intenses, inondations et orages violents sur l'agriculture. L'élévation de la température et les modifications des régimes pluviométriques c'est à dire les modifications des différents termes du bilan hydrique (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).

L'agriculture est extrêmement sensible aux variations climatiques. Des températures plus élevées diminuent les rendements des cultures 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. Bien que certaines régions du monde puissent enregistrer une amélioration de quelques-unes de leurs cultures, le changement climatique aura généralement des impacts négatifs sur l'agriculture et menacera la sécurité alimentaire au niveau mondial (Gerald *et al*, 2009).

En Algérie, l'agriculture est en continuelle extension et intensification. De nouvelles zones sont exploitées dans le cadre de la mise en valeur des terres agricoles, entre autres au niveau des hautes plaines et du grand sud, par la création de nouveaux pôles de production soutenues par le programme du renouveau agricole et rural. Les cultures stratégiques comme les céréales, la pomme de terre et l'oléiculture occupent de plus en plus de superficies. Cependant toutes ces cultures sont sujettes à des attaques de parasites. De même, les aléas climatiques notamment l'irrégularité de la pluviométrie et les fluctuations des températures font subir aux cultures d'importants dommages dans leur développement et leurs productions.

Depuis quelques années, les agriculteurs se sont habitués graduellement à des pluies printanières jugées auparavant tardives. Cependant les experts de la météorologie les trouvent des plus naturelles à la faveur du changement climatique que connaît la planète. Pour les instances chargées du secteur agricole et du développement rural, le changement climatique n'a pas encore été pris en compte dans notre pays. Nos agriculteurs subissent des pertes à cause de pluies torrentielles et des houleuses intempéries survenues en certaines périodes. Celles-ci avaient été dévastatrices et ont eu de lourdes répercussions sur les surfaces cultivées et le matériel agricole dans plusieurs régions. A cet effet, la prévention des effets des variations climatiques est devenue un thème essentiel sur lequel des experts étrangers s'attèlent afin d'élucider davantage les diverses circonstances relatives aux vents violents, aux pluies torrentielles et à la grêle qui ne cessent de porter d'énormes préjudices aussi bien à l'être humain qu'à son environnement dans toutes ses facettes.

L'impact des changements climatiques sur l'agriculture a fait l'objet de plusieurs études récentes telles que celles de Mendelson *et al.* (1994) et de Kurukulasurya *et al.* (2006). Dans les régions où le climat est favorable, une augmentation modérée des températures offre des conditions nouvelles de cultures et de croissance des récoltes. Passé un certain seuil, le manque de ressources en eau et l'allongement de la saison sèche engendrent des coûts importants pour les cultivateurs (Gimet, 2007).

L'impact des fluctuations pluviométriques pourraient être importants dans la production hydroélectrique, l'agriculture, l'alimentation en eau potable et les loisirs qui s'avère d'une inquiétude particulière pour trouver des solutions afin de mieux gérer le partage des ressources hydriques (Kuentz, 2013).

La végétation naturelle et l'économie agraire dépendent essentiellement des précipitations mais les moyennes annuelles des précipitations ne sont pas suffisantes pour caractériser une zone naturelle de production agricole. En effet à la rareté des précipitations dans les régions arides s'ajoutent leur irrégularité. De façon très liée, cette irrégularité s'accroît avec la sécheresse et ses répercussions sur l'agriculture sont directes (Bensaad, 1988).

La révolution verte de ces dernières cinquante années a permis à l'agriculture de répondre à une demande croissante en produits agricoles grâce aux progrès génétiques et à l'apport généralisé d'intrants chimiques.

L'Algérie a connu au cours des 25 dernières années, une sécheresse intense et persistante caractérisée par un déficit pluviométrique important. Cette sécheresse a touché l'ensemble du territoire et a sévit particulièrement dans les régions nord-ouest du pays (Ould Amara, 2000). Devant la gravité de cette situation qui intervient à une période où les besoins en eau se sont considérablement accrus, les planificateurs et les gestionnaires des ressources en eau sont interpellés et s'interrogent sur l'ampleur et l'extension du phénomène, ses causes et ses conséquences et les stratégies à mettre en œuvre pour atténuer ses effets.

Nous présentons notre mémoire en deux parties.

Dans la première partie, nous avons tenté une synthèse bibliographique portant sur le climat, les changements climatiques et leurs impacts sur l'agriculture.

Dans une deuxième partie, nous présentons d'abord, les variations climatiques qui ont affecté l'Oranie. Cette analyse consiste en une comparaison de deux périodes de 25 années entre 1913-1938 et 1987-2012. Suite à cela, nous analysons l'impact du climat récent (1987-2012) sur les rendements agricoles des cultures pluviales, céréales et légumineuses alimentaires, en Oranie.

LE CLIMAT

INTRODUCTION

Le climat est l'état physique de l'atmosphère en un lieu et à un moment donnée. Il correspond à la distribution statistique des conditions de l'atmosphère terrestre dans une région donnée pendant une période de temps donnée. La météorologie désigne la prévision du climat à venir à court terme et dans des zones ponctuelles.

Le climat est une ressource naturelle qui affecte une bonne partie des activités humaines telles que la production agricole, la consommation d'énergie et l'utilisation de certaines ressources telle que l'eau (ONM, 1992). Le climat est défini comme l'état moyen sur une période d'au moins 30 ans de l'atmosphère en un lieu donné, en termes de températures et de précipitations ou encore d'humidité. La détermination du climat est effectuée à l'aide de moyennes établies à partir de mesures annuelles et mensuelles sur des données atmosphériques locales: température, pression atmosphérique, précipitations, ensoleillement, humidité, vitesse du vent, sont également pris en compte leur récurrence ainsi que les phénomènes exceptionnels (Pagney, 1993).

Le terme « climat » est apparu dans la langue française au XII^e siècle comme dérivé du latin *climatis* qui provient du grec *klima* qui désigne l'inclinaison de la Terre par rapport au Soleil. Les premiers découpages climatiques ont été établis selon l'inclinaison des rayons du Soleil par rapport à l'horizon.

Selon le phénomène qui domine, on dit que le climat est chaud, froid ou tempéré, sec ou humide, calme ou venteux. On considère toutefois la chaleur qui exerce la plus grande influence, viennent ensuite les quantités d'eau tombée dans les diverses saisons de l'année, l'humidité ou la sécheresse de l'air, les vents dominants, le nombre et la répartition des orages au cours de l'année, la nébulosité de l'air; la nature du sol et celle de la végétation qui le recouvre.

1. HISTOIRE DU CLIMAT AVANT 1850

Jusqu'à la révolution industrielle, le début du réchauffement climatique, a été marqué par une alternance de phases de réchauffement et de glaciation ponctuant des changements climatiques successifs (Tourre *et al*, 2006).

Une augmentation des périodes de sécheresse se traduit par une fréquence élevée des jours au cours desquels la température dépasserait 30°C. Les événements extrêmes de type vagues de chaleur, sécheresses ou inondations pourraient être plus fréquentes et violentes (Giannakopoulos *et al*, 2005).

Les températures ont augmenté de 0,7°C au XXe siècle et, depuis que l'on a commencé à établir des statistiques en 1850, les dix années les plus chaudes ont été postérieures à 1994. Le dernier rapport du GIEC fournit les preuves les plus concluantes à ce jour, de ce que les activités humaines causent de dangereux changements climatiques.

1.1. La paléoclimatologie

C'est la science qui étudie les climats passés et leurs variations. Elle tente d'établir les conditions environnementales caractéristiques de chaque période géo climatique, notamment en termes de paléo température de l'atmosphère, des océans et des continents. Le terme « paléoclimat » désigne un climat ancien par opposition au climat actuel, sans référence à une échelle de temps. L'étude des flores et des faunes fossiles en tant que paleoforme est à l'origine de la paléoclimatologie, et en reste la base principale. L'un des objectifs de la paléoclimatologie est de mieux comprendre les climats passés, leurs impacts et leurs rétroactions avec les écosystèmes et leur évolution. Il s'agit notamment de comprendre les crises écologiques et climatiques, et les phénomènes d'extinction d'espèces. Les scientifiques utilisent des archives naturelles (fossiles) ou des "traceurs" tels que les cernes d'arbres, la croissance des coraux, les proportions d'isotopes, afin de reconstituer les conditions climatiques passées. Les changements climatiques récents dans les enregistrements naturels de ces traceurs peuvent ainsi être calibrés en utilisant les mesures globales de pression au niveau de la mer et de la température de surface maritime depuis 140 ans (Kaplan *et al*, 1998).

Des études de diagnostics sont nécessaires afin de comprendre et prévoir les changements potentiels à venir du système climatique, pour appréhender la variabilité du climat, de l'échelle saisonnière à séculaire (Tourre *et al*, 2006). Des études ont montré que la terre s'est réchauffée de 0,4 °C à 0,8 °C depuis 1860. Il est intéressant d'évaluer les mécanismes d'interactions et de rétroactions entre les oscillations climatiques de basse fréquence ainsi que les conséquences des activités anthropogéniques et de la révolution industrielle. L'utilisation des données paléoclimatiques peut aider à répondre aux questions suivantes :

- Pourquoi le changement climatique au cours du dernier siècle est-il sans précédent comparé aux changements durant les derniers 200, 500 ou 20 000 ans ?
- Est-ce que les températures globales récentes représentent un nouveau maximum ?
- Pourquoi la vitesse du changement climatique récent est-elle unique ?

Le GIEC doit beaucoup aux avancées dans la paléoclimatologie pour les informations publiées dans son rapport de 2007. Ces avancées seront très utiles pour une meilleure compréhension des différents scénarios de changements climatiques futurs.

1. 2. Reconstitution des paléoclimats

La succession des couches de substrats est un excellent indicateur climatique. Il offre par exemple (par le carottage) des indices de transition d'un milieu forestier vers un milieu plus aride ou plus froid.

Imaginons un cours d'eau en perte de vitesse et en voie d'épuisement : en premier lieu, sa zone marécageuse s'étend et se trouve envahie par la forêt. Cependant, un assèchement du climat conduit la forêt à devenir plus arbustive et sous forme de lichen et se transforme davantage en tourbière, lieu de décomposition des éléments végétaux.

La coupe stratigraphique pourra illustrer cette transition. Au départ, on retrouve les argiles, témoins de la période plus chaude et humide. Ensuite, on retrouvera des alluvions de terrasses fluviales, avec des débris végétaux, viendront ensuite le bois et la tourbe, témoins de la période plus froide, mélangés à des lichens (Chappell, 2002).

Cependant, l'érosion d'une couche mise à nue, sous l'action du vent ou de la glace peut biaiser les résultats. Il est aussi possible de dater les éléments végétaux comme le bois et la tourbe pour découvrir à quelle date les conditions ambiantes du climat étaient présentes. Il est également possible de comparer deux strates, d'obtenir des datations absolues pour chacune d'elles et de déterminer en combien de temps la transition s'est effectuée (Chappell, 2002).

1.3. Evolution du climat

Différents paramètres d'origine externes au système climatique, sont à l'origine des variations climatiques notion de forçage (forçage radiatif ajoutant ses effets à ceux du forçage volcanique et à ceux ayant pour origine l'expansion et l'évolution de la vie (production d'oxygène, albédo modifiée par la couverture végétal, etc....).

Les variations d'insolation liées aux paramètres de l'orbite de la terre (théorie astronomique des paléoclimats) sont l'un des forçages que les modèles doivent prendre en compte, pouvant être facilement reliées à des observations géologiques. Ces reconstitutions des variations climatiques passées et éventuellement de leurs causes, apportent des données sur l'évolution du climat actuel et futur (GIEC, 2007).

2. LE CHANGEMENT CLIMATIQUE

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

2.1. Le Changement Climatique d'origine Anthropique

Est le fait des émissions de gaz à effet de serre engendrées par les activités humaines, modifiant la composition de l'atmosphère de la planète. À cette évolution viennent s'ajouter les variations naturelles du climat.

Dans les travaux du GIEC, le terme « changement climatique » fait référence à tout changement dans le temps, qu'il soit dû à la variabilité naturelle ou aux activités humaines. Au contraire, dans la Convention cadre des Nations Unies sur le changement climatique,

le terme désigne uniquement les changements dus aux activités humaines. Pour la région de la Méditerranée, les spécialistes du climat anticipent au cours du 21^{ème} siècle, une augmentation de la température de l'air de 2,2 C° à 5,1 C° pour les pays de l'Europe du Sud et de la région méditerranéenne sur la période 2080 – 2099 par rapport à la période 1980 – 1999 (GIEC, 2007).

- Une baisse sensible de la pluviométrie, comprise entre - 4 et - 27 % pour les pays de l'Europe du Sud et de la région méditerranéenne, alors que les pays du Nord de l'Europe connaîtront une hausse comprise entre 0 et 16 % (GIEC, 2007).

- Les événements extrêmes de type vagues de chaleur, sécheresses ou inondations pourraient être plus fréquents et violents.

- Une hausse du niveau de la mer qui, selon quelques études, pourrait être de l'ordre de 35 cm d'ici la fin du siècle.

Une augmentation des périodes de sécheresse se traduit par une fréquence élevée des jours au cours desquels la température dépasserait 30°C (Giannakopoulos *et al*, 2005).

2.2. Réchauffement climatique

Le réchauffement climatique, également appelé réchauffement planétaire, ou réchauffement global, est un phénomène d'augmentation de la température moyenne des océans et de l'atmosphère, mesuré à l'échelle mondiale sur plusieurs décennies, et qui traduit une augmentation de la quantité de chaleur de la surface terrestre.

En méditerranée, des passés lointains ont connu des évolutions climatiques importantes avec des températures pouvant être en moyenne de 8°C inférieures à aujourd'hui (il y a 20 000 ans) ou bien supérieures de 1 à 3°C (il y a 6000 ans). Selon les périodes, les paysages, la faune et la flore, le découpage des côtes (dû à des variations du niveau de la mer de plusieurs dizaines de mètres) ont été très différents.

Ces évolutions se sont étalées sur plusieurs centaines, voire des milliers d'années.

2. 3. Impact du réchauffement climatique sur l'écosystème

La situation actuelle et celle attendue dans les prochaines années est caractérisée par la rapidité des taux de changements. Ce facteur rend plus important l'ampleur des impacts anticipés car les évolutions relativement rapides ne permettent pas, une acclimatation et une adaptation progressive des écosystèmes et des sociétés. Par exemple, en juin et juillet 2007, deux vagues de chaleur extrême ont frappé le sud-est de l'Europe, où les maxima quotidiens, qui étaient supérieurs à 40°C et 45°C en Bulgarie.

Depuis 1970, le sud-ouest de l'Europe (péninsule ibérique et sud de la France) a connu un réchauffement de près de 2°C. Ce réchauffement est également perceptible sur le nord de l'Afrique même s'il est plus difficilement quantifiable du fait d'un réseau d'observation moins étoffé, des incertitudes, des consensus pour le 21ème siècle faisant de la région un « hot spot du changement climatique » (GIEC, 2007).

A travers la question cruciale de la raréfaction des ressources en eau, leurs effets devraient avoir des conséquences lourdes au cours du 21ème siècle sur les activités humaines et en particulier sur l'agriculture, la pêche, le tourisme.... Afin de minimiser autant que possible les dégâts et les pertes économiques, de nombreuses options d'adaptation devront être identifiées et mises en place.

Le changement climatique global, avère des difficultés dans les modèles climatiques et les méthodes de descente d'échelles à simuler des distributions de pluies courantes et extrêmes, en développant et en testant de nouvelles approches méthodologiques (Brigode, 2013).

L'énergie se trouve au cœur de la problématique du changement climatique d'une part, c'est le principal secteur émetteur de gaz à effet de serre, et les émissions de CO₂ dans le futur pourraient augmenter bien plus vite que la moyenne mondiale.

La croissance incontrôlée des émissions de gaz à effet de serre est en train de réchauffer la planète, et pour conséquences, la fonte des glaciers, l'augmentation des précipitations, la multiplication de phénomènes météorologiques extrêmes, et le décalage des saisons. L'accélération du changement climatique, ajouté à la

croissance de la population mondiale, menace partout la sécurité alimentaire (Gerald, 2009).

Le développement industriel étant la principale source des émissions de CO₂.

Depuis l'ère industrielle, les océans ont joué un rôle essentiel dans l'atténuation du réchauffement global en captant environ un quart des émissions de carbone anthropique (Le Treut, 2013).

Les risques d'extinction d'espèces et de la biodiversité sont prévus avec une confiance plus élevée au fur et à mesure que le réchauffement se met en place. Avec une augmentation supplémentaire de la température par rapport au niveau des 20 dernières années, on peut dire avec une fiabilité moyenne que 20 à 30% des espèces animales et végétales identifiées jusque-là sont confrontées à un risque accru d'extinction. Le niveau des impacts négatifs s'accroît avec l'augmentation de la température.

En 2001, le quartier de Bab el Oued situé à Alger a vu des inondations catastrophiques qui ont causé d'énormes dégâts matériels et humains (Annexe Photos 1.2). En 2008, la ville de Ghardaïa, a été inondée par d'importantes pluies diluviennes. Ces précipitations ont causé d'importants dégâts (Annexe. Photos, 3.4.5). El Tarf, ville située au nord-est de l'Algérie a subi aussi d'énormes dégâts à cause des inondations qui ont survécu le 4 novembre 2012 (Photos, 6.7.8).

2.4. Le Réchauffement Climatique Planétaire

Il a été évoqué par plusieurs auteurs, l'organisation météorologique mondiale (OMM) voit le jour au XIX^{ème} siècle et précisément en 1873. La création de l'OMM marque le début des observations météorologiques normalisées. Les réflexions sur l'environnement ont émergé dans les années 1970 et la première conférence mondiale sur le climat a eu lieu en 1979 à Genève.

D'autres conférences et conventions suivent comme celle de Vienne sur la protection de la couche d'Ozone Organisée en 1985 et le protocole de Montréal de 1987 relatif à des substances qui dégradent la couche d'ozone. Ce n'est que dans les années quatre-vingt-dix que la communauté internationale reconnaît la nécessité d'agir en vue de lutter et d'atténuer le changement climatique. Le sommet de RIO de 1992 est en effet un moment clé pour la communauté mondiale de prendre des décisions du phénomène. Le protocole de Kyoto 1997, fixe les objectifs de réduction des gaz à effet de serre dans le cadre de la lutte contre le changement climatique.

Durant les canicules, la végétation ralentit sa croissance et sa capacité à extraire le carbone de l'atmosphère. Il s'agirait d'un basculement vers un déséquilibre climatique de forte ampleur.

La recherche dans le domaine des impacts des changements climatiques sur la santé humaine est encore à ses débuts et de nombreuses investigations sont encore nécessaires. Des projets de recherche prioritaires ont été identifiés aux USA pour être mis en œuvre dans un proche avenir. Ils portent sur les thèmes suivants :

- La morbidité et la mortalité liées à la chaleur,
- Les désastres d'origine naturelle liés au climat,
- La pollution de l'air,
- Les maladies transmises par l'eau et les aliments (Benssaoud, 2002).

Des impacts moins spectaculaires mais tout aussi coûteux pourraient survenir à cause d'événements météorologiques extrêmes liés aux orages et aux éventuels effets de résonance hydrodynamique, figure 1 et dans le contexte d'une hausse du niveau de la mer, les figures 2 et 3 montrent le résultat catastrophique d'un événement orageux extrême survenu sur le littoral méditerranéen et qui a été accompagné d'une brusque montée des eaux de la mer.

L'élévation en mètres (sur l'ordonnée) et la profondeur versus la distance d'éloignement du littoral, tous les deux exprimés en mètres (sur l'ordonnée et l'abscisse). Les résultats du modèle (points blancs) correspondent assez bien au profil observé en novembre 2008 par Medad.

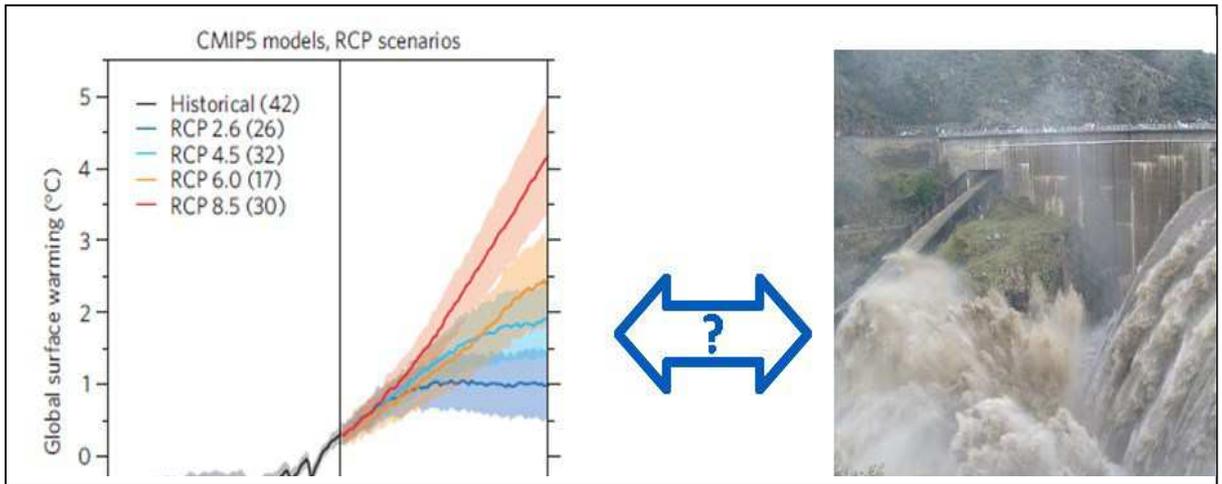


Fig. 1 : Evolution des températures au fil des années et effet sur les courants d'eau.



Fig. 2 : Impacts des événements météorologiques extrêmes (tempêtes, surcotes marines...) sur les routes et les structures du littoral

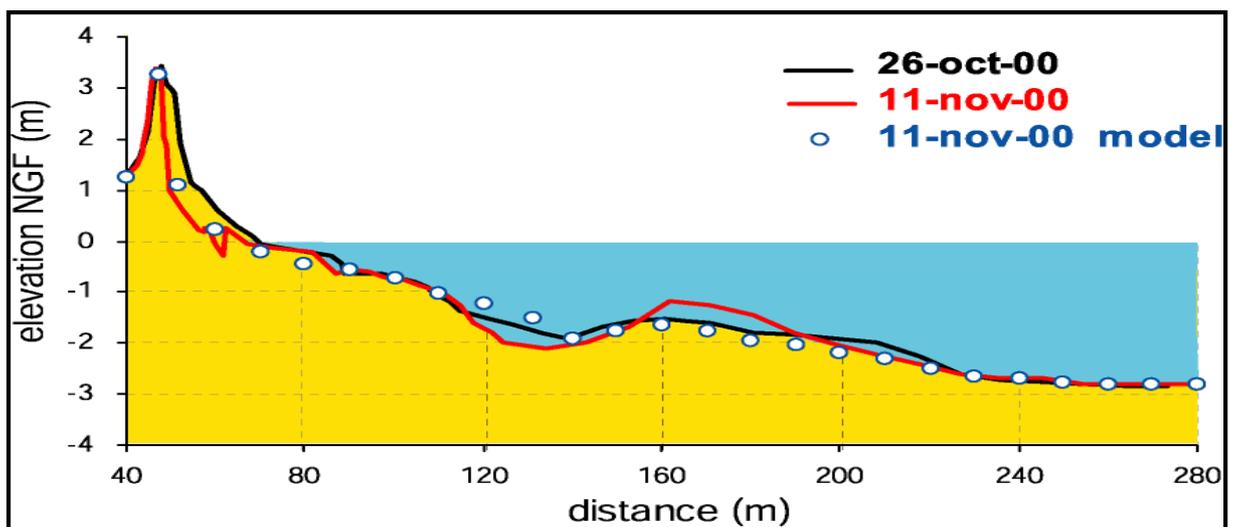


Fig. 3 : Erosion des dunes de sable par l'action des tempêtes et des surcotes marines, à partir de données du modèle « S-beach » du programme LITEAU »

En raison de l'importance des transports de chaleur par les courants océaniques, des modèles de circulation générales de l'océan sont nécessaires pour prévoir la répartition du réchauffement. La mise en équilibre d'un modèle couplé incluant la dynamique de l'océan nécessite des stimulations de plusieurs centaines d'années. Le Centre Hadley (Grande Bretagne) et le Max Planck (Hambourg) a réalisé des stimulations de la réponse transitoire du climat à l'augmentation du gaz carbonique pour les cent (100) prochaines années avec des modèles couplés (El khaddar, 1995).

3. LE CLIMAT DE L'ALGERIE

Le nord de l'Algérie, qui est un territoire soumis à l'influence conjuguée de la mer, du relief et de l'altitude, présente un climat de type méditerranéen. Il est caractérisé par une longue période de sécheresse estivale variant de 3 à 4 mois sur le littoral et de 5 à 6 mois au niveau des Hautes Plaines et supérieure à 6 mois au niveau de l'Atlas Saharien. Le caractère aride et semi-aride du pays s'explique en grande partie par le climat à travers la circulation générale atmosphérique (Tabet, 2008).

Le rôle des facteurs météorologique est primordial dans un pays tel que l'Algérie, soumise aux influences tour à tour méditerranéennes et sahariennes. Les hauteurs de pluie moyenne y varient rapidement d'un point à l'autre avec leur répartition sur les mois a cause des fluctuations considérable, les chutes de pluies torrentielles qui alternent avec de longues périodes de sécheresse (Seltzer, 1946).

Sur le littoral, le climat est du type méditerranéen avec des hivers doux et humide et des étés chauds et secs. En été, le vent chaud et sec du sud et parfois le siroco dessèche la végétation et les récoltes. Sur les hauts plateaux, le climat est aride et semi-aride avec une saison sèche qui dure de 05 à 06 mois (Benssaoud, 2002).

Par contre, le nord bénéficie d'un climat méditerranéen. En été, les températures sont élevées, dans les villes côtières, les températures hivernales varient entre 8 °C et 15 °C. Elles grimpent à 25°C au mois de mai pour atteindre une moyenne de 28 °C à 30 °C en juillet et août (28 °C à Skikda, 29,5 °C à Alger). Toujours au nord, dans les montagnes de Kabylie, la température avoisine les 3 °C voire (-7 °C) en hiver. La neige y est fréquente en hiver. Au centre et à l'ouest, dans

les hauts plateaux de la région de Djelfa, la température estivale varie de 30 °C à 38 °C.

Dans l'est, la zone des Aurès, les hivers sont très froids, la température atteint parfois les -18 °C sous abri. Les étés sont très chauds. Le thermomètre affiche parfois 50 °C à l'ombre. Les variations de température sont très importantes dans cette région du monde. La température estivale varie de 30 °C à 38 °C. Les températures sont variables entre le jour et la nuit dans le Sahara, Sud du pays. Le baromètre indique des variables entre 40 °C le jour et 5 °C la nuit. Dans le Sahara, la température est de 15 à 28 °C en hiver, pour atteindre 40 à 45 °C, voire plus en été .

3.1. Les Phénomènes Climatiques

- **Les précipitations** en Algérie septentrionale sont variables et irrégulières dans le temps. On assiste, trop souvent, à des printemps déficitaires en pluviométrie, la production céréalière ne couvre que 30% des besoins et les rendements sont faibles. Cette faiblesse est due à plusieurs facteurs dont le principal est le déficit hydrique printanier, au moment sensible de la plante (phase végétative et d'épiaison pour la céréale), la meilleure alternative est l'apport d'eau. La répartition spatiale des pluies caractérisées par un gradient latitudinale décroissant du littoral vers l'intérieur, altéré par l'effet du relief et spectaculairement par le bourrelet montagneux tellien et l'Atlas saharien, jusqu'à la raréfaction des précipitations au piémont sud de ce dernier.

Les précipitations sont irrégulières dans le temps et dans l'espace. Ces pluies sont croissantes de l'ouest vers l'est, contraste naturel, les zones susceptibles de bénéficier des précipitations se trouvent à l'ouest. Le nord-est est le mieux arrosé avec un relief relativement montagneux. Le nord de l'Algérie reçoit 65 milliards de m³ par an. 47 milliards (soit 65% de la quantité totale) s'évaporent. Ce taux met en évidence l'influence des hautes températures et confère le caractère semi-aride au niveau de certaines zones.

La carte suivante de la figure 4 permet de ressortir les zones de fortes précipitations (supérieurs à 900 mm), dans la zone qui s'étale de Bejaia à Collo, jusqu'à 1680 mm sur le massif de Collo. Les isohyètes de 600 à 700 mm limitent nettement les bordures Nord des hauts plateaux et décroît vers le Sud jusqu'à 250-350 mm, en raison de l'effet orographie et l'exposition Nord de l'Atlas saharien, on enregistre une remontée du cumul pluviométrique jusqu'à 600 mm qui rejoint les

300 mm au piémont sud de l'Atlas saharien. Et la décroissance continue jusqu'à atteindre moins 100 mm (Tabet, 2008).

- **Répartition interannuelle** Cette répartition est variable. Elle varie du simple au double, à cette irrégularité, s'ajoute le phénomène de sécheresse dû à une faible pluviométrie, enregistrée durant cette dernière décennie.

- **La répartition annuelle des pluies** dans le temps est aussi, très irrégulière. Selon les études fréquentes, 70% des précipitations annuelles ont lieu entre les mois de Septembre et Février. On assiste à un printemps fréquemment déficitaire en précipitation, mettant en péril la production, même si les quantités de pluies reçues annuellement couvraient les besoins de la plantation (Mekliche, 1976). Les régions du Sahara sont caractérisées par un climat aride. Au nord du Sahara la quantité de pluie indique 100 mm de moyenne annuelle et au sud, elle est de 20 mm.

Les précipitations annuelles enregistrées dans les hauts Plateaux et dans l'Atlas saharien ne dépassent pas la quantité 200 à 400 mm de pluie. Mais, La hauteur des pluies annuelles est souvent inférieure à 130 mm dans l'ensemble du Sahara Algérien. La figure 4 met en évidence les précipitations annuelles moyennes de l'Algérie.

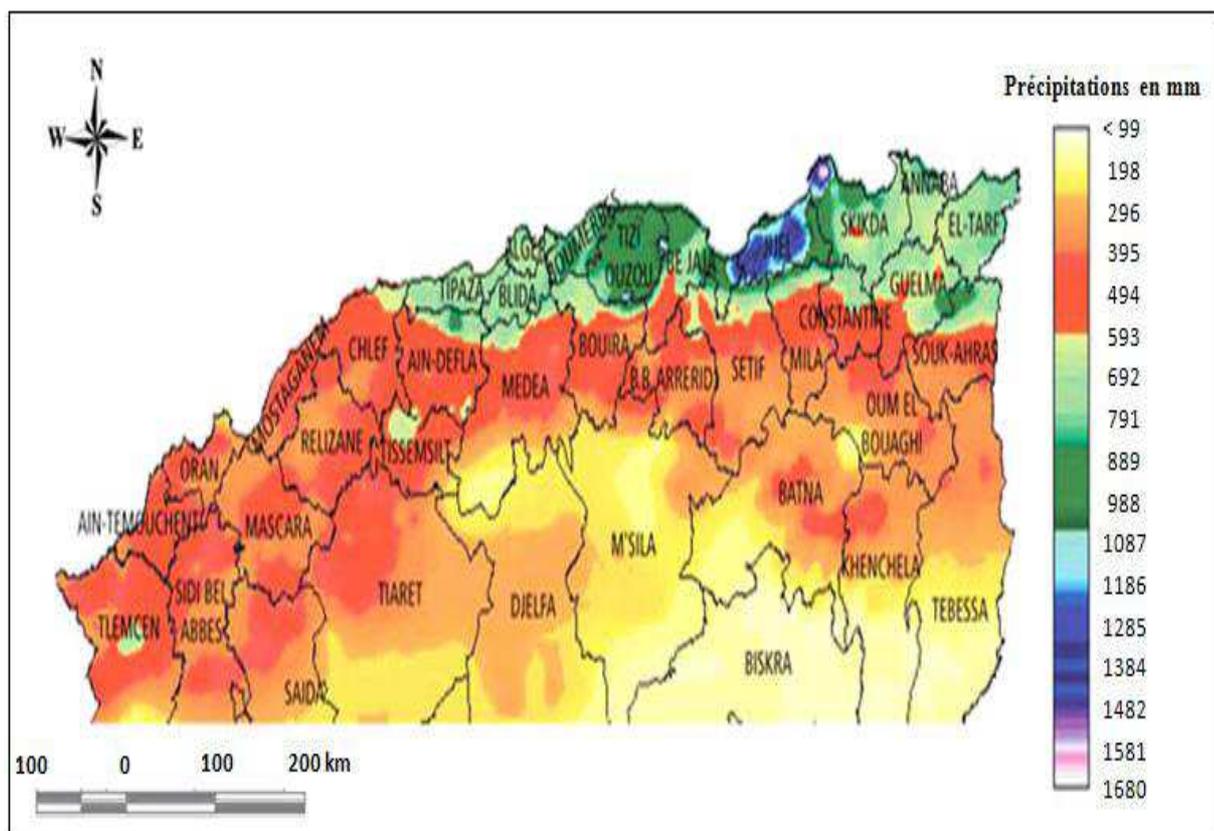


Fig. 4: Carte des Précipitations Annuelles Moyennes de l'Algérie (ANRH, 2003)

Le Tell, au nord du pays, possède un climat méditerranéen. Les étés sont chauds et secs et les hivers sont doux et pluvieux et parfois enneigé. Cette zone est la plus humide d'Algérie. Elle est caractérisée par des précipitations annuelles qui varient entre 400 et 1 000 mm d'eau.

Le modèle MAGICC estime pour l'Algérie un réchauffement de l'ordre de 1°C entre l'année 2000 et l'année 2020 accompagné d'une fluctuation de la pluviométrie avec une tendance à la baisse, de l'ordre de 5 à 10 % sur le court terme (Lakhdari, 2009). L'accroissement des températures et la fluctuation des régimes pluviométriques auront des conséquences néfastes et directes sur l'agriculture du pays (Fenni *et al*, 2010).

3.2. Le Climat de l'Oranie

La région s'inscrit dans l'étage bioclimatique aride modéré à hiver froid (Emberger, 1942). Elle constitue une zone tampon entre l'Algérie occidentale côtière et l'Algérie occidentale saharienne. Elle présente la particularité d'avoir toutes les caractéristiques du climat méditerranéen et d'être simultanément soumise aux influences continentales (Meterfi *et al*, 2002).

Les régions arides sont des milieux sensibles. Elles sont fréquemment soumises à des phénomènes de dégradation (dégradation du couvert végétal, dégradation des sols et mise en place des processus d'érosion hydrique et éolienne intense). Cette dégradation est souvent irréversible. La réalisation d'un inventaire des ressources naturelles et la cartographie de l'état des milieux est nécessaire pour mener efficacement des actions de protection (Belghith, 2007).

L'extension du désert climatique ou anthropique prend de l'ampleur. Ils s'effectuent par ses limites septentrionales sur les limites méridionales. La réduction de la pluviométrie dans la zone ouest de l'Algérie occidentale a provoqué de profondes modifications de l'occupation et de la gestion des espaces. L'activité économique de cette région est fortement conditionnée par les fluctuations climatiques et les modes traditionnels d'exploitation des surfaces agricoles. L'analyse de l'occupation actuelle des espaces et de sa dynamique permet d'appréhender les différentes contraintes appliquées à ces écosystèmes et de mesurer les incidences

environnementales et sociales du changement climatique. L'objectif est de comprendre l'évolution des systèmes de production et de déterminer et maîtriser les paramètres qui influent sur leur dynamique pour une meilleure utilisation de ces espaces. L'incidence de la progression de l'aridité est perceptible à tous les niveaux : forte concentration de la population dans les centres urbains, réduction spatiale des formations végétales spontanées, augmentation des surfaces agricoles et de l'effectif du cheptel ovin menant, la région vers un système de production agropastoral (Kazi Tani, 2011).

Selon Meterfi *et al*, (2011), les hautes plaines de Sidi-Bel-Abbès sont impliquées dans tous les programmes de développement de la steppe. Elles se présentent comme une référence des régions du Sud Oranais et constituent, de ce fait, un espace idéal permettant de mesurer l'impact d'une politique d'aménagement ignorante des paramètres climatiques et de leurs fluctuations.

4. CHANGEMENTS CLIMATIQUES ET AGRICULTURE

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

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

Certaines études considèrent la capacité d'adaptation des pays avec la supposition d'envisager une période sèche longue permet aux agriculteurs de varier leurs productions par l'utilisation de nouvelles semences, plantations des cultures en stimulant leur croissance et en réduisant leurs besoins en eau (Mendelson *et al*,

1994). Le principal problème rencontré par les agriculteurs aujourd'hui mais qui va s'accroître dans les années à venir est lié aux pénuries d'eau. Les pertes en termes de ressources en eau à la suite d'une augmentation des températures de 1°C peuvent s'élever à des colossales sommes d'argent pour y remédier. 61% des ressources en eau sont utilisées en moyenne pour les cultures (Plan bleu, 2007).

La végétation et l'économie agricole en Algérie dépendent essentiellement des précipitations. Mais les moyennes annuelles des précipitations restent insuffisantes. Une meilleure gestion de l'eau s'impose à l'heure actuelle de façon primordiale, d'autant plus l'abondance des pluies, en l'absence de barrages, pourrait compromettre les activités agricoles au lieu de les améliorer. En Algérie, cette réalité du terrain a été vite perçue, ces derniers temps si bien que de nombreux barrages ont été réalisés de même qu'un bon nombre de retenues d'eau sont envisagées à travers les régions des hauts plateaux, des oasis du sud, pour lequel on passe de mise en valeur, au plan de la production céréalière.

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

4.1. Impacts du Climat sur l'Agriculture

D'après Laurent Da Silva, (2009), les impacts des changements climatiques sur le secteur de l'agriculture ont vraiment pris son envol au début des années 1980. Depuis, diverses avenues ont été explorées et modéliser de la façon la plus réaliste, l'impact des changements climatiques sur ce secteur, c'est d'abord une différenciation géographique qui est venue catégoriser les premières approches utilisées. Généralement, les études montrent que, malgré que l'agriculture serait affectée par les changements climatiques, cela ne mettrait pas en péril l'alimentation mondiale (Adams *et al.* 1995 ; Darwin *et al.*, 1995 ; Rosenzweig, 1994 et Pagney, 1993).

D'autres, qui se sont plutôt concentrés sur une région ou un pays spécifique, ont conclu, dans la majorité des cas, que l'agriculture des pays occidentaux, particulièrement celle des États-Unis et du Canada, ne serait que très légèrement affectée par les changements climatiques (Mendelson et Shaw, 1994 ; Reinsborough, 2003). Ces résultats peuvent être attribués à une résilience structurelle de l'agriculture des pays industrialisés (Adams *et al*, 1990).

Cependant, ces mêmes études ont également présenté une importante hétérogénéité entre les régions d'un même pays. En fait, l'impact réel dans une région spécifique varie selon plusieurs facteurs, dont les conditions climatiques actuelles et futures, mais également en fonction des conditions du sol, de l'utilisation des terres et types de cultures (Smith *et al*, 1992). Les impacts du changement climatique sur l'environnement méditerranéen concerneront particulièrement 3 éléments :

- L'eau, via une modification de son cycle du fait de la hausse de l'évaporation et de la diminution des précipitations. Cette question d'eau sera centrale dans la problématique du développement durable dans la région,

- Les sols, à travers l'accélération des phénomènes de désertification d'ores et déjà existants.

- La biodiversité terrestre et marine (animale et végétale), via un déplacement vers le nord et en altitude de certaines espèces, l'extinction des espèces moins mobiles ou plus sensibles au climat et l'apparition de nouvelles espèces, les forêts, à travers une hausse du risque d'incendie et des risques parasitaires.

La modification des conditions bioclimatiques notée au cours de ces trois dernières décennies, s'accompagne d'une mobilité spatiale des populations rurales (Brou, 2010). Les zones méditerranéennes les plus vulnérables seront celles de l'Afrique du Nord voisines des zones désertiques, ainsi que les zones à forte croissance démographique et socialement vulnérables.

Les pays du sud et de l'est de la Méditerranée apparaissent plus vulnérables au changement climatique. En effet, ils sont d'une part, plus exposés à l'accélération de la désertification et de l'aridité des sols, à l'augmentation de la raréfaction des ressources en eau et d'autre part, ils sont dotés de structures économiques qui dépendent plus fortement des ressources naturelles ainsi que de capacités techniques

et financières plus limitées pour mettre en œuvre des options d'adaptation de grande ampleur. Le taux actuel de consommation en eau à des fins agricoles est de l'ordre d'environ 80 % est de 60 % en faisant la moyenne de l'ensemble des pays méditerranéen. Les changements climatiques, des transformations dans les pratiques agricoles, l'intensification de l'utilisation des terres, ainsi que le déboisement, génèrent actuellement des altérations majeures au niveau du ruissellement de surface, de l'érosion et de la disponibilité des eaux souterraines (Megnounif *et al*, 2007).

En s'appuyant sur les scénarios de changements climatiques dans le bassin méditerranéen, des changements dans les rendements des cultures agricoles ont été étudiés à l'aide d'un modèle numérique bien établi (Giannakopoulos *et al*, 2005).

Par exemple, l'augmentation d'insectes dus à un temps plus chaud et à un hiver plus doux, la détérioration de la qualité des terres ou bien l'augmentation de la variabilité du climat.

Les conséquences indirectes causées par les changements environnementaux :

- Modification de la qualité des sols, disponibilité de l'eau, fréquence et intensité des événements extrêmes,
- Déterminer l'effet biophysique sur la croissance et la diffusion des cultures.
- Considérer les principales stratégies d'adaptation au niveau des fermes : Changement dans le timing, la localisation et le choix des différentes cultures.
- Considérer l'impact sur des principaux mécanismes d'ajustement économiques au niveau national et international : effet sur les prix, déplacement de la demande et de l'offre nationale et internationale, finalement, prendre en considération le feedback des nouvelles conditions sur le climat (Benjamin, 2008).

Un déficit en eau pendant la période critique des cultures est considérée comme une sécheresse par les agriculteurs, mais si l'hiver précédent et le printemps ont été très humides, il est normal que les réservoirs soient pleins et, en ce qui concerne les gestionnaires des ressources hydriques il n'y a pas de sécheresse (Ben Brahim, 1996).

Par ailleurs, afin d'assurer une production optimale de forêts et de bois, la période durant laquelle le taux de croissance commence à baisser (par ha et par an) est le moment idéal pour récolter les arbres. Les concentrations élevées en CO₂ ont des incidences sur l'échange gazeux pour la croissance aérienne, le développement et le fonctionnement des racines et des mycorhizes, la phénologie, la respiration du sol et le cycle nutritif (Karnosky *et al*, 2001).

L'étude des impacts des gaz à effet de serre sur les écosystèmes forestiers au moyen d'un système FACE 27 (Free Air Carbone dioxyde Enrichment) est très utile pour comprendre comment les changements climatiques pourraient influencer sur les forêts et comment les forêts, à leur tour, influencent la composition de l'atmosphère. Au cours des années 90, les forêts mondiales ont éliminé de l'atmosphère près de 40 % des émissions anthropogéniques de CO₂.

Dans le contexte des changements climatiques, il est important de se demander combien de temps les forêts pourront continuer d'être aussi efficaces. La substitution de plantes âgées par des plantes plus jeunes au taux de croissance plus élevé permettra de stimuler la fonction des puits de carbone terrestres et la production de biomasse (bois et biocombustible), ce qui pourrait compenser ou diminuer les émissions anthropogéniques de GES.

- Impact sur le Sol

Le sol est la partie superficielle de la croûte terrestre, c'est une structure spatialement organisée contenant des éléments minéraux, des organismes vivants (micro-organismes, organismes souterrains des végétaux, animaux), matières végétales et animales en décomposition. Tous ces éléments interagissent pour former un ensemble dynamique qui se transforme au cours du temps en « un sol ».

Les stress environnementaux sont qualifiés d'abiotiques par opposition aux stress biotiques provoqués par les organismes vivants (Lugan, 2008). Selon Mazliak 1995, in Luttge *et al*, (2002). Tout facteur peut devenir agent de stress lorsque son intensité est trop faible ou trop forte. Un stress est défini comme une pression dominante exercée par les paramètres de l'environnement (Température, sécheresse, salinité). Le climat exerce une influence notable sur le sol, notamment les alternances des saisons pluvieuses et des saisons sèches, l'eau des pluies a pour effet de lessiver les éléments vers les horizons profonds. Cependant, une période sèche se traduit par une remontée des sels à la surface du sol, formant ainsi des efflorescences blanchâtres suite à une forte évaporation (Elafifi, 1985).

L'influence anthropique qualifiée de cause principale dans la désertification actuelle « des milieux arides et méditerranéens peut être plus objectivement, réexaminée à la lumière des nouvelles informations apportées sur la dynamique du milieu aride dans l'espace et le temps (Tsaki, 2011).

. Le Vent

L'aridité et la semi-aridité sont accentuées par l'action du vent, cependant un vent violent augmente l'évapotranspiration qui induit une sursaturation en sels des horizons superficiels du sol et même un dessèchement total, les vents dominant soufflent de l'ouest ou du nord-ouest. Il souffle d'octobre à juin et du nord-est de juillet à septembre, ils sont classés d'après Seltzer (1946) dans un ordre décroissant W-SW-NE-N-NW-E-SE-S. Les vents, chauds et secs du sud, très fréquents en automne et au printemps, sont à l'origine des phénomènes de déflation et d'ensablement (Benabadji et Bouazza, 2000 *in* KaziTani, 2011).

. La Salinité

Quand l'évaporation de l'eau des terres arides est supérieure à la percolation de l'eau dans le sol, l'eau du sol se déplace vers la surface, c'est pourquoi le sel, s'accumule dans les couches superficielles du sol. Les sols salés sont fréquents au Maghreb aussi bien en situation littorale que continentale (Chott, Sebkha) (Luttge, Kluge, 2002 *in* Bahi, 2012).

4.2. Impact de l'Effet de Serre sur l'Agriculture

La température moyenne de la surface de la terre a augmenté entre 0,6 et 0,9°C depuis 1860 (Anonyme, 2001). Le Troisième Rapport d'évaluation du GIEC (2001) donne une vision convaincante des conditions qui prévaudront probablement sur la Terre à la fin du XXI^e siècle, avec un réchauffement mondial de 1,4 à 5,8°C influant sur le régime des systèmes météorologiques, les ressources en eau et le cycle des saisons. Les zones climatiques pourraient se déplacer verticalement vers les pôles, perturbant les écosystèmes vulnérables.

Les simulations effectuées, par L'INRA de France (2003), pour évaluer l'impact sur les grandes cultures montrent une tendance au raccourcissement des cycles de culture et une augmentation de la vitesse de croissance. Les arbres fruitiers verraient leur floraison arriver plus tôt. Cette évolution augmente les risques de dégâts du gel printanier. De même, les plantes et animaux pourraient être plus sensibles aux ravageurs, aux maladies et aux mauvaises herbes, dont l'aire d'expansion pourrait croître sensiblement vers le nord du fait du réchauffement climatique.

Les taux d'accroissement annuel des rendements des principales cultures méditerranéennes ont diminué de moitié pour les céréales et de 20% pour les légumes. En Europe, aucune corrélation n'a pu être établie à ce jour entre le réchauffement de ces dernières décennies et les niveaux de rendements des cultures.

Dans les décennies à venir, les modèles appliqués aux pays du sud de la Méditerranée montrent, en lien avec le changement climatique, une baisse de la production céréalière marocaine de 30 % à l'horizon 2030 et des réductions moyennes de rendements de 5,7 % à 14% en Algérie (Plan bleu, 2009).

4. 3. Adaptation de l'Agriculture au Changement Climatique

Les changements climatiques pourraient avoir des impacts autant négatifs que positifs. 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).

Les risques d'invasion par les insectes ravageurs pourraient augmenter et la répartition des espèces pourrait être modifiée au cours des prochaines années, en raison de conditions climatiques plus propices (Roy, 2002).

Les mauvaises herbes bénéficieront également de nouvelles conditions favorables provoquées par les changements climatiques, favorisant l'expansion de leur aire de développement. De plus, selon certaines études, les mauvaises herbes auraient de meilleures capacités d'adaptation aux modifications du climat que les cultures.

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

La recherche génétique pourrait permettre d'élaborer des plantes résistantes à la sécheresse et aux parasites (INRA F, 2003). Ces changements dans le système

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

Le stockage du carbone dans les sols cultivés peut également contribuer à atteindre d'autres objectifs environnementaux et socio-économiques. Cela améliore souvent la productivité agricole. De plus, des méthodes comme la réduction des labours et l'augmentation de la couverture végétale améliorent la qualité de l'eau et de l'air. En raison de ces avantages, ces pratiques de stockage du carbone sont souvent justifiées au-delà de leur contribution à l'atténuation des changements climatiques (Anonyme, 2001).

On peut limiter les effets négatifs des changements climatiques en s'adaptant, au niveau local, aux nouvelles conditions de culture. Pour cela, il est possible d'opter pour des variétés appropriées aux nouvelles conditions pédoclimatiques, de modifier les modes de culture, d'introduire de meilleurs systèmes de gestion de l'eau, d'adapter les calendriers des semis et les méthodes de labour et de planifier plus justement l'utilisation des sols. Il est également possible de s'adapter en déplaçant géographiquement les zones de production.

4.4. L'Adaptation de l'Agriculture Algérienne aux Changements Climatiques

Le secteur agricole consomme une quantité très importante en ressources hydriques mobilisé qui sont de l'ordre de 65 %. Vue l'importance du poids des ressources en eau destiné au secteur agricole, ce dernier peut constituer un véritable handicap pour le développement des autres secteurs comme l'industrie et le tourisme. Le changement climatique doit ainsi jouer un rôle d'accélérateur d'une dynamique en cours de marginalisation de l'agriculture, et l'adaptation se traduit par une mobilisation croissante des ressources en eau par l'intensification de l'irrigation.

Dans ce contexte, l'adaptation à la rareté croissante d'eau pourrait viser à favoriser des cultures moins exigeantes en ressources hydriques comme l'agriculture d'exportation ou l'agriculture tropicale dont le climat sera favorable suite au changement climatique, et le retrait de certaines cultures de l'agriculture algérienne comme par exemple les céréales qui exigent de grandes ressources hydriques.

Les céréales est le produit de base du model de consommation, l'Algérie déjà dépendante de 80% du commerce international (importation de céréales) et compte

bien l'augmenter dans les années à venir sous l'influence de la fluctuation climatique. Le ministère de l'agriculture avance une dégradation de 10% de la couverture en céréale sous l'influence de cette perturbation climatique. Pour réduire la vulnérabilité de l'économie aux variations du climat et maximiser l'efficacité des usages de la ressource, le commerce international des produits agricoles se profile comme une stratégie d'allègement de la contrainte hydrique, alternative aux tentatives d'intensification de l'irrigation.

L'importation de produits intensifs en eau permet d'importer de «l'eau virtuelle», définie comme les volumes nécessaires à la production des biens importés et ainsi incorporés dans les échanges internationaux, pour satisfaire les besoins alimentaires des pays limités par les disponibilités hydriques.

Il serait judicieux que l'Algérie oriente ces stratégies vers les cultures moins exigeantes en eau à avantage comparatif important et oriente cet eau vers des secteurs comme le tourisme qui peut dégager une forte valeur ajoutée et agit positivement sur le chômage des jeunes ou en favorisant plus généralement l'industrie et le tourisme au détriment de l'agriculture. Si l'Algérie opterait pour cette stratégie, cela nécessitera un programme et un investissement très complexe entre le soutien de l'agriculture dans le court terme et le retrait progressif de certaines cultures agricoles et l'orientation vers d'autres à long terme.

CONCLUSION

Les impacts climatiques amplifieront les pressions déjà existantes sur l'environnement naturel liées aux activités humaines. Le changement climatique aura notamment des effets sur : l'agriculture (diminution des rendements), l'attractivité touristique (vagues de chaleur, raréfaction de l'eau), hausse du niveau de la mer, la santé humaine, le secteur énergétique (alimentation en eau des centrales, hydro-électricité et consommation accrue), maladies et mauvaises herbes, dont l'aire d'expansion pourrait croître sensiblement du fait du réchauffement climatique.

En conclusion, un réchauffement modéré (de l'ordre de 2°C) pourrait être favorable et ne provoque qu'un léger déplacement d'équilibre, restant dans les limites des capacités d'adaptation presque traditionnelles. En revanche il est difficile de cerner les conséquences d'un réchauffement de 4 à 5°C, qui provoquent sans doute des ruptures significatives.

On peut cependant prévoir que le changement climatique même s'il ne sera pas le seul facteur d'influence sur l'agriculture, aura un impact significative sur la productivité et la répartition des cultures. Il menacera directement l'agriculture en cas d'événements extrêmes, comme la sécheresse et les canicules (Seguin, 2010).

L'AGRICULTURE

INTRODUCTION

La nouvelle politique du Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural (MADR) est basée sur le renouveau de l'économie agricole et le renouveau rural. Elle s'oriente vers l'intensification des cultures stratégiques encadrée par un programme d'accompagnement exécuté par les instituts et centres de recherche sous tutelle. Cette politique se fixe comme objectifs, l'augmentation de la production des produits de large consommation, l'accroissement des rendements, la diminution de la dépendance extérieure, le rapprochement des principaux acteurs du développement de l'économie agricole, la diversification des économies en milieu rural, la protection et la valorisation des ressources naturelles (INRAA, 2006).

1. L'AGRICULTURE EN ALGERIE

En Algérie, les produits céréaliers occupent une place stratégique dans le système alimentaire et dans l'économie nationale. Ce secteur occupe une place très importante dans l'économie algérienne car cette dernière appartient au groupe des plus gros importateurs de blé dans le monde (Kellou, 2008).

La production des céréales en Algérie se caractérise par une grande irrégularité due aux conditions climatiques. La production nationale n'a pas suivi les besoins nationaux en céréales. Le déficit est couvert depuis des décennies, par les importations. Malgré l'effort technique apporté, la production céréalière en Algérie stagne et les rendements n'ont guère évolué mais sont relativement stables. La production varie entre 10 et 20 millions de Qx par an. La production de l'année 1985 a été exceptionnelle avec 30 millions de Qx atteints. Cette production suffisait, mais de nos jours elle ne couvre que 30% des besoins. Cette augmentation de la consommation est due à l'accroissement démographique et à l'amélioration du niveau de vie de la population et à la diversité de produits à base de céréales qui s'est relativement développée ces dernières années (pâtes, gâteaux...).

Deux contraintes majeures semblent être à l'origine de la variation des rendements. Ce sont les variations interannuelles des précipitations, ainsi que leur répartition dans le temps, c'est-à-dire le régime des précipitations. Trop souvent, les printemps accusent un déficit pluviométrique. Durant cette période, les céréales sont soumises à un stress hydrique qui altère la production. Des apports d'eau durant cette période permettent à la culture d'exprimer, au mieux, sa croissance et son développement, pour l'obtention d'une bonne production.

En Algérie, le blé est cultivé en conditions pluviales dans les plaines intérieures, particulièrement dans les hauts plateaux, appartenant au niveau bioclimatique semi-aride. Ces zones sont souvent soumises aux effets des aléas climatiques, Il y a augmentation de la température additionnée à la baisse des précipitations qui se répercutent sur le développement des céréales et par conséquent sur leur productivité (Bouzerzour *et al*, 2000 ; Chaise *et al*, 2005). Une illustration sectorielle nous permet de voir les superficies occupées par les céréales à l'échelle nationale : fig.5 et fig.6.

Les conditions naturelles, et en particulier le climat impriment au secteur agricole algérien son caractère particulier et déterminent en grande partie le paysage rural ainsi que la production de telle ou telle plante (Mollard, 1985). En Algérie, la culture des légumineuses alimentaires a un intérêt national car leurs grains constituent une source protéique de qualité et à bas prix pour une large couche de la population. L'état souhaite développer cette production afin de mieux satisfaire les besoins de la population, de réduire les importations et de limiter la dépendance économique vis-à-vis de l'étranger. En Algérie les espèces de légumineuses alimentaires les plus cultivées sont la lentille (*Lens culinaris* L.) Le pois chiche (*Cicer arietinum* L), le petit pois (*Pisum sativum* L), la fève (*Vicia faba* L.) et le haricot (*Phaseolus* L.). Les légumineuses alimentaires ont reçu beaucoup d'attention de la part des services agricoles pour augmenter les superficies et améliorer les niveaux de rendements.

Cependant les résultats obtenus n'ont pas été à la hauteur des efforts consentis. Il reste cependant vrai que lorsque le milieu s'y prête les résultats seront plus que satisfaisants. Dans les environnements où les résultats sont restés mitigés, la plante introduite le plus souvent sur de très larges étendues n'a pu s'adapter et les

techniques de conduites n'ont pas toujours été suivies : date de semis, rhizobium, mode de récolte.

Les rendements moyens oscillent entre 1,6 et 5,9 q/ha. La production a été de 8×10^3 quintaux pour la lentille, 250×10^3 quintaux pour le pois chiche, 200×10^3 quintaux pour la fève et 6×10^3 quintaux pour le haricot, (Abdelguerfi, 2003).

Cependant, le maintien des productions agricoles plus diversifiées dans les zones agricoles repose sur les conduites techniques correctes qui sont parfois difficilement maîtrisable par l'agriculteur.

En outre des présentations sectorielles peuvent être utiles pour illustrer les superficies occupées par les légumineuses pour l'année 2012 (Fig. 5), globale au niveau nationale (fig.6),et par les céréales (fig.7),

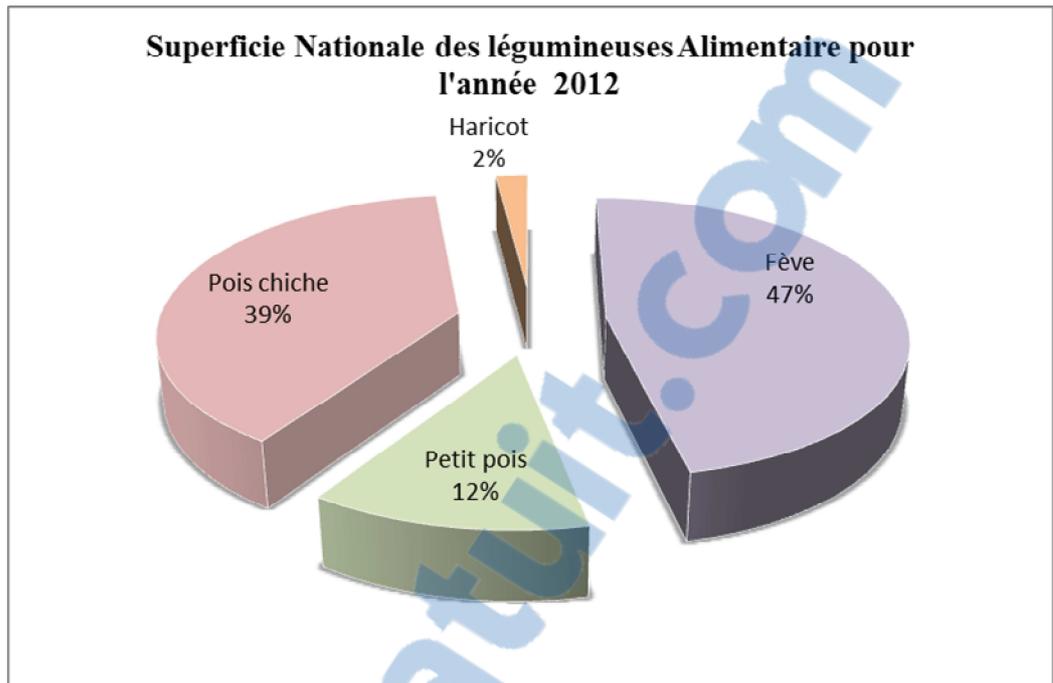


Fig.5 Superficie Nationale des Légumineuses Alimentaires (DSASI, 2012).

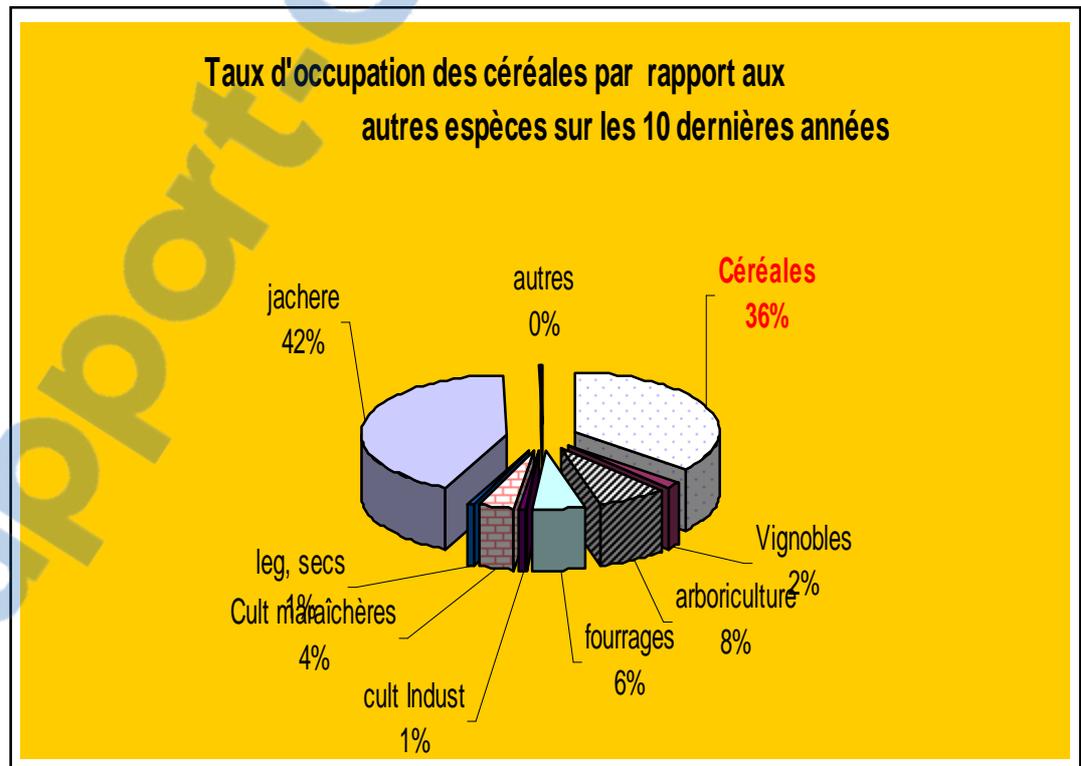


Fig. 6 : Répartition de la Superficie Agricole Utile en Algérie (INRA A, 2012).

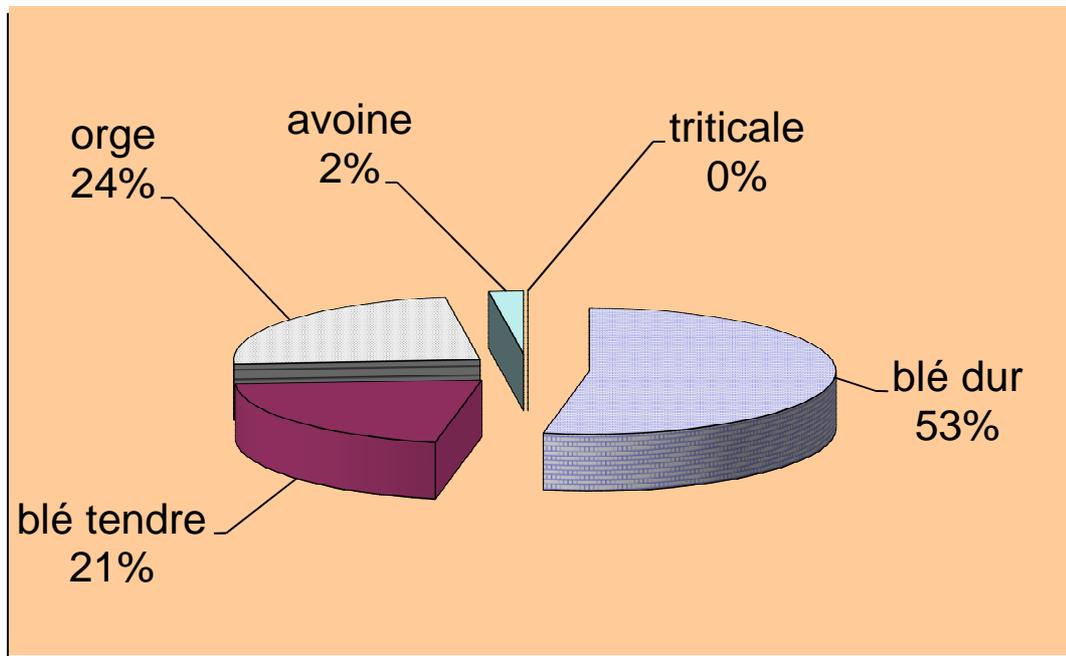


Fig. 7 : Taux d'occupation des différentes espèces Céréalières à l'échelle Nationale (INRA A, 2012)

2. LES SPECULATIONS AGRICOLES

Selon le rapport de Dirasset (2005, *in* Kazi Tani, 2011), les cultures annuelles dominent largement les spéculations des espaces agricoles (plaines, plateaux, reliefs et zones steppiques). Elles représentent 22% des cultures annuelles nationales. Cependant les cultures pérennes ne représentent que 27%. La répartition des différentes spéculations dans la région nord-ouest est la suivante. Nous notons une prédominance des céréales et ce dans l'ensemble légèrement supérieure à la moyenne nationale (6,7 ha). Ces cultures occupent 56% de la S.A.U, soit une sole de 909.000 ha.

D'après Messadi (2009), la région de Constantine 1.400.000 hectares, la région d'Alger 900.000 hectares et la région de l'ouest 700.000 hectares.

Selon Abdouche (2000), la majorité des céréales sont cultivées sans recours à l'irrigation, dans des zones où la pluviométrie est faible ($P < 400$ mm / an) et caractérisée par de très fortes variations interannuelles.

L'assolement pratiqué est souvent biennal du type :

- jachère nue (verte pâturée), jachère travaillée ou jachère cultivée (légumineuse)
- Blé, parfois triennal du type: jachère travaillée ou cultivée - blé - céréale secondaire.

L'enfouissement des chaumes dans le sol n'est pas toujours réalisé car les éteules représentent une source de revenus pour les céréaliculteurs qui les louent aux éleveurs. L'insuffisance des quantités disponibles en fumiers et le faible nombre d'épandeurs mécaniques constituent les deux obstacles majeurs à l'incorporation des matières organiques surtout aux grandes parcelles céréalières. L'évolution de la conduite de ces cultures malgré les efforts et les apports pour une intensification en sec, montre que les exploitations céréalières sont confrontées à des difficultés et leurs performances sont très limitées (rendement moyen de 12 Qx /ha).

Les faibles rendements enregistrés peuvent s'expliquer par la relative faiblesse de l'utilisation des intrants mais il semble que tout ne réside pas là et que dans une large mesure, l'explication consiste dans l'extension rapide des superficies céréalières.

D'une part, les défrichements supplémentaires dus à la pression démographique et facilités par l'utilisation de moyens modernes de travail du sol, sont opérés essentiellement dans les zones défavorables à l'agriculture. De plus, la

politique d'irrigation a soustrait une partie de meilleures terres aux céréales, au profit d'autres cultures. Ainsi les céréales, ont été encore plus qu'auparavant rejetées dans des zones de moins en moins favorables. D'autre part, la réduction des jachères au profit des céréales, a renforcé plus qu'auparavant un système de culture dommageable de céréales sur céréales car cela épuise le sol.

3. POTENTIALITES AGRICOLES

Dans la région d'étude, la répartition spatiale de la S.A.U montre que 44% des potentialités des sols sont localisées dans la zone littorale contre 56% dans les zones intérieures. Les principales zones de production céréalières exposées aux effets de sécheresse sont localisées à l'ouest. Les précipitations exercent une action prépondérante pour la définition de la sécheresse globale. Deux principaux types de sécheresse caractérisent la région.

Une sécheresse de début de cycle qui affecte l'installation de la culture et une sécheresse, de fin cycle et la plus redoutée, qui affecte le rendement des céréales en secs. La précocité au stade épiaison est une composante importante pour échapper au stress de fin de cycle chez le blé dur. L'adaptation de variétés à cycle relativement court est nécessaire dans les régions arides et semi arides compte tenu de la distribution temporelle des précipitations (Maklouf *et al*, 2004).

4. IRRIGATION ET CONDUITE DES CULTURES

La répartition du potentiel selon la conduite des cultures montre que 95% de la S.A.U est en sec et seuls 5% sont irrigués (Dirasset, 2005 *in* Kazi Tani, 2011). La S.A.U irriguée est de 84 552 ha soit 13,6% de la S.A.U nationale irriguée et que les cultures en irrigué représentent 14,4% des cultures à l'échelle du pays. Par ailleurs, près de 44% de la S.A.U irriguée de la région d'étude sont occupées par l'arboriculture (l'agrumiculture en particulier) qui est le taux plus élevé du taux national (41%) montrant ainsi les investissements élevés consentis dans cette région pour une agriculture intensive répondant à sa vocation. La répartition dans la région montre que 70% de la superficie irriguée sont localisées dans les wilayas de Tlemcen, Mascara et Mostaganem.

Le potentiel en sol irrigable dans les différents systèmes d'aménagement de la région nord-ouest est estimé à 263 500 ha irrigable réparties en 63 200 ha pour la zone Oranie-Chott Chergui et 88 500 ha pour le Bas, Moyen et Haut Chélif (Ben achenhou, 2005).

Cependant, le potentiel réellement aménagé et irrigué se limite à environ 49% de la superficie irrigable et à environ 5% de la superficie agricole utile. L'ensemble des terres irriguées en Oranie représente environ 20% des superficies irriguées en Algérie. La pratique archaïque de l'irrigation par gravité est largement dominante dans une région où l'aridité du climat provoque un basculement plus chronique. L'irrigation par aspersion et surtout le goutte à goutte devraient être étendues de manière beaucoup plus importante qu'elles ne le sont actuellement d'où la nécessaire contribution des techniciens de l'hydraulique.

Du fait d'un arbitrage permanent en faveur de l'eau potable, les volumes alloués à l'irrigation des grands périmètres ont toujours été irréguliers et aléatoires. Cela a poussé les agriculteurs à compter sur leurs propres moyens en réalisant des forages, mais ceci a souvent conduit à une surexploitation des nappes.

5. CARACTERISTIQUES EDAPHIQUES DE L'ORANIE

Le caractère général des sols nord-africains est d'être peu décomposé, peu différenciés de la roche mère dont ils proviennent d'où leur variabilité.

Les sols rouges sont les plus caractéristiques parmi les sols méditerranéens, leur fertilisation est en relation avec leur décarbonatation, ce qui correspond à un ensemble de processus d'altération et de migration de composé en fer dans le sol (Botter, 1992).

Dans la région oranaise, il existe des sols de couleur blanche, grise, beige et brune riche en fer mais aussi en calcaire avec un taux de 25 à 55%. Ces sols de teinte claire et pauvre en humus, sont relativement riches en sels minéraux solubles, que ne peuvent dissoudre les rares précipitations. Une grande partie de la région est également couverte par des sols salés dans les bas-fonds et dépressions. En montagne apparaissent les sols sur grés, schistes, calcaire et argile (Bahi, 2012).

Les sols des régions ouest et particulièrement des steppes se dégradent sous l'effet des actions éoliennes, de l'érosion hydrique et de la salinisation. L'observation de la surface des sols réalisée sur une dizaine de sites par commune, a permis d'évaluer l'importance de ces phénomènes. Une couche de sables et de limons, dont

l'épaisseur atteint parfois 15 cm, recouvre une grande partie des sols, ils témoignent de l'intensité de l'érosion éolienne qui affecte la steppe-ouest algérienne (KaziTani., 2011).

L'accroissement des pratiques culturales anthropiques représente à l'heure actuelle un facteur majeur de dégradation du sol. La dégradation des sols est définie comme étant une réduction de la qualité des sols causée par l'utilisation humaine. Cette dégradation comprend la dégradation chimique, physique, biologique comme la réduction de la fertilité, le déclin de la stabilité des agrégats, la salinité, la toxicité des produits chimiques et des polluants (Abdelguerfi A, 2003).

Le tableau 1 suivant nous révèle les caractéristiques édaphiques de la région. En fait, la qualité d'un sol dépend de l'utilisation que l'on veut en faire et de leur situation géographique, et du climat. Le meilleur sol pour l'agriculture est un sol bien équilibré, il doit contenir une bonne proportion d'argile, de limon et de sable, ainsi qu'une bonne quantité de matière organique.

Selon Hadjadj Aoul (1995), la situation géographique générale, les conditions climatiques et la végétation concourent à la formation des sols typiquement méditerranéens que l'on trouve tout autour du bassin occidental de la méditerranée. Cependant la sécheresse relative de notre région ainsi que les différentes agressions que subit le milieu induit une pédogenèse très lente.

Tab. 1 : Caractéristiques Pédologiques des Régions du nord-ouest algérien (INRAA, 2012).

	Classe A	Classe B	Classe C1	Classe C2	Classe M
Zones	Sol argileux profond + 600 mm	Argilo-limoneux 450-600 mm	Limoneux calcaire 350-450 mm	Limoneux à limoneux sableux- 200-350 mm	sableux à limoneux sableux- 0-100 mm
Oran-Mosta	12	-	84	64	-
Temouchent Chelef- Relizane Sidi Belabbès Mascara Tlemcen	0	31	50.5	24.2	8
Tissemsilt Tiaret Saida	0	27	57	12	12

Caractéristique et taux des sols en %

Oran- Mostaganem: A= 12, C1=84, C2=64,

Temouchent- S.B.Abbes-Mascara-Tlemcen : B= 31 -C1= 50.5 -C2= 24.2- M= 8

Saida : B= 27- C1= 57 - C2 =12 - M= 12.

6. L'AGRICULTURE EN ORANIE

Dans la région nord-ouest du pays, le potentiel en terres, constituant le support nécessaire à la production agricole végétale et animale, s'étend sur 1 600 000 ha des surfaces agricoles utiles (S.A.U). Le nord-ouest étant une des principales régions agricoles du pays, sa S.A.U représente 20% de la S.A.U nationale (Dirasset, 2005 *in* Kazi tani, 2011). Cette région se caractérise par une économie agricole, de plaines, qui font de cette région une bonne source alimentaire pour la population. En effet, la région participe dans la production nationale dans divers produits, avec 16% de la production céréalière, 22% dans le maraîchage, 25% dans les agrumes, 26% dans la pomme de terre, 65% dans les légumes secs, 90% dans la production viticole au niveau régionale (Dirasset, 2005 *in* Kazi tani, 2011).

Toutefois, les rendements actuels sont peu différents de ceux qu'indique la longue série statistique publiée par les organismes spécialisés comme l'ITGC.

Les différentes régions agricoles de l'Oranie se situent dans des ensembles physiques naturels différenciés selon l'importance de leur potentiel et la localisation dans le territoire de la région :

Au nord de la région côtière, se localisent d'ouest en est les plaines littorales et sub littorales. Ce sont les plaines d'El Malah, d'Ain El Turc, d'Oran Est, du Habra, du Sig, d'Achacha et de Sidi Lakhdar.

Au centre de la région se trouvent les bassins intérieurs de l'Atlas tellien formés des plaines de Lalla Maghnia, de Hennaya, de Sidi Bel Abbès, de Mascara et de Relizane.

Ces plaines intérieures constituent l'ensemble le plus important par son potentiel, son étendue et la dynamique économique qu'il engendre dans la région. En effet ces plaines forment la richesse agricole de la région, grâce à leur potentiel hydrogéologique et agro-pédologique. Cependant, l'évolution de l'activité agricole montre que le potentiel est situé dans une région aux conditions climatiques de semi aridité.

De plus ces espaces productifs stratégiques sont soumis aux effets négatifs des différents phénomènes de pollution industriels, d'érosion et de salinité.

Le Sud de la région est constitué des franges steppiques des départements de Sidi Bel Abbès et de Tlemcen avec les plaines de Télagh et Sebdou respectivement.

Dans ces espaces se pratique l'élevage en extensif associé à une céréaliculture en sec marginale de faible rendement (7 Qx/ha).

Cette zone est caractérisée par la rareté des sols et la faiblesse des précipitations ce qui limite toute possibilité de développement de l'activité agricole locale. Celle-ci se maintient dans quelques zones, situées autour de Télagh et de Sebdou.

Pour les Légumes secs actuellement, ce sont les régions de Tlemcen et d'Ain Temouchent qui les produisent essentiellement. La production des légumes secs représente 40 % de la production nationale sur 2% de la S.A.U de la région. Près de 50 % de la sole légumes secs du pays est emblavée dans la région, réparties en grande partie entre Tlemcen et Ain-Temouchent.

Ce sont des cultures viables moyennant la maîtrise des opérations culturales car elles s'adaptent aux conditions agro-pédologiques de la région et permettent l'amélioration du système de culture. Ces types de cultures font partie de la jachère cultivée et sont largement mécanisés (cover-crop, semoir). Le désherbage manuel ou mécanique impose de grands écartements entre les rangs. Le pois chiche ou la lentille sont en général placés en tête d'assolement avant le blé (Kazi tani, 2011).

6.1. La Céréaliculture

Une céréale est une plante cultivée principalement pour ses grains, c'est-à-dire ces fruits (caryopses), utilisés dans l'alimentation de l'Homme et des animaux domestiques, souvent moulus sous forme de farine raffinée ou plus ou moins complète, mais aussi en grains entiers. Ces plantes sont aussi parfois consommées sous forme de fourrage. Le terme « céréale » désigne aussi spécifiquement les grains de ces plantes. En botanique, les céréales regroupent des plantes de la famille des *Poacées* (ou *Graminées*).

Les six céréales les plus cultivées dans le monde sont dans l'ordre décroissant le maïs, le blé, le riz, l'orge, l'avoine et le sorgho (FAO, 2008).

6.1.1. Les Céréales et Leurs Exigences

Le blé dur est une culture annuelle qui appartient à l'espèce *Triticum durum* de la famille des graminées. La culture du blé dur convient dans les sols limono argileux, profonds (plus de 40cm), riches en matières organiques et minérales, à pH neutre à légèrement alcalin et ayant une bonne rétention. L'apport des engrais azoté pour le blé dur cultivé dans les zones à pluviométrie de 400 mm /an, est de 46 U de N / ha fractionnées en deux apports, 15 U de N/ha au semis (Octobre) et de 30 U de N/ha au tallage (Janvier-Février), (INVA, 2012).

Le blé tendre est une graminée annuelle qui appartient à l'espèce *Triticum aestivum*. Les sols les plus favorables à la culture du blé tendre sont les sols limoneux argilo siliceux ou argilo calcaire, profond, suffisamment riches en matière organique et minérale, capable de maintenir une réserve en eau suffisante pour assurer une bonne alimentation, au moment de l'accumulation des réserves dans le grain.

D'après Moule, (1980) Le blé prospère sur une gamme assez variée de sols, les meilleures terres de blé sont les terres de limon argilo-calcaires et argilo-siliceuses.

En zones semi-aride ou la pluviométrie est inférieure à 400mm/an, l'apport en azote est de 46 U de N/ha, fractionnées en deux apports 15U de N/ha au semis (octobre) et 30 U de N/ha au tallage (Janvier-Février).

L'Orge est une graminée annuelle qui appartient à l'espèce *Hordeum vulgare*. L'orge s'accommode à la majorité des sols, à l'exception des sols argileux, des sols compacts, des sols humides et des sols trop acides, il tolère les sols légèrement salins (INVA, 2012).

Les besoins de l'orge en azote sont inférieurs à ceux des blés et restent fonction de la pluviométrie. En zone semi arides où la pluviométrie est inférieure à 400 mm /an, il est de 46 U de N/ha fractionnés en deux apports ,15 U de N/ha au semis (septembre) et de 30 U de N/ha au tallage (décembre). En cas de sécheresse, il est inutile d'apporter cette deuxième tranche.

L'Avoine est une culture annuelle qui appartient à l'espèce *Avena sativa* et à la famille des graminées. L'Avoine est une plante rustique qui préfère les sols limoneux, profonds, bien alimentés en eau et qui tolère les sols acides et peu fertiles (Fig. n° 9). Concernant les apports azotés, l'Avoine est la céréale la moins exigeante. Ils sont de 46 U de N/ha fractionnés en deux apports en régions du littorale et le sub-littorale : 15 U de N/ha au semis en Octobre et de 30 U au tallage en Janvier. En zone semi-aride, un seul apport de 25 U de N/ha au moment du semis en Octobre sont nécessaires (Fertial, 2010).

6.1.2. Phénologie des Céréales.

Le cycle de développement du blé comprend trois phases (Fig. 8), qui se succède comme suit : - La période végétative - La période reproductive - La période maturation.

6.1.3. Les Variétés de Blés Cultivées en Oranie

Selon et la disponibilité de la semence au niveau des CCLS, les variétés les plus cultivées en Oranie sont comme suit :

Blé dur : -Chen's -Simeto - Waha - Vitron - Ben bachir - Gta dur, Bidi 17, Ofanto.

Blé tendre: -HD₁₂₂₀ - Arz - Anza - Ain abid - Zidane.

Orge :- Rihane 03 - Saida 183- Tichedrett - Accsad 176.

Avoine: -Hamel - - Prevision Noir 512 - WW178 - WW I78, (ITGC2010).

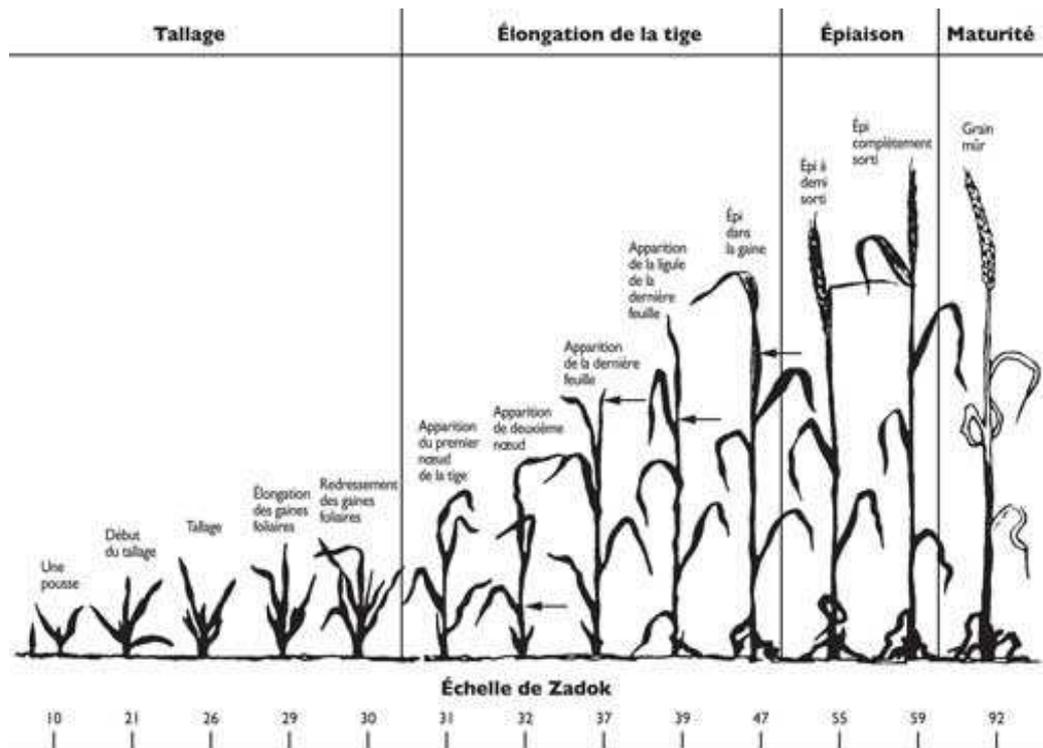


Fig.8 : Cycle de Développement du blé (MAAARO, 2009)

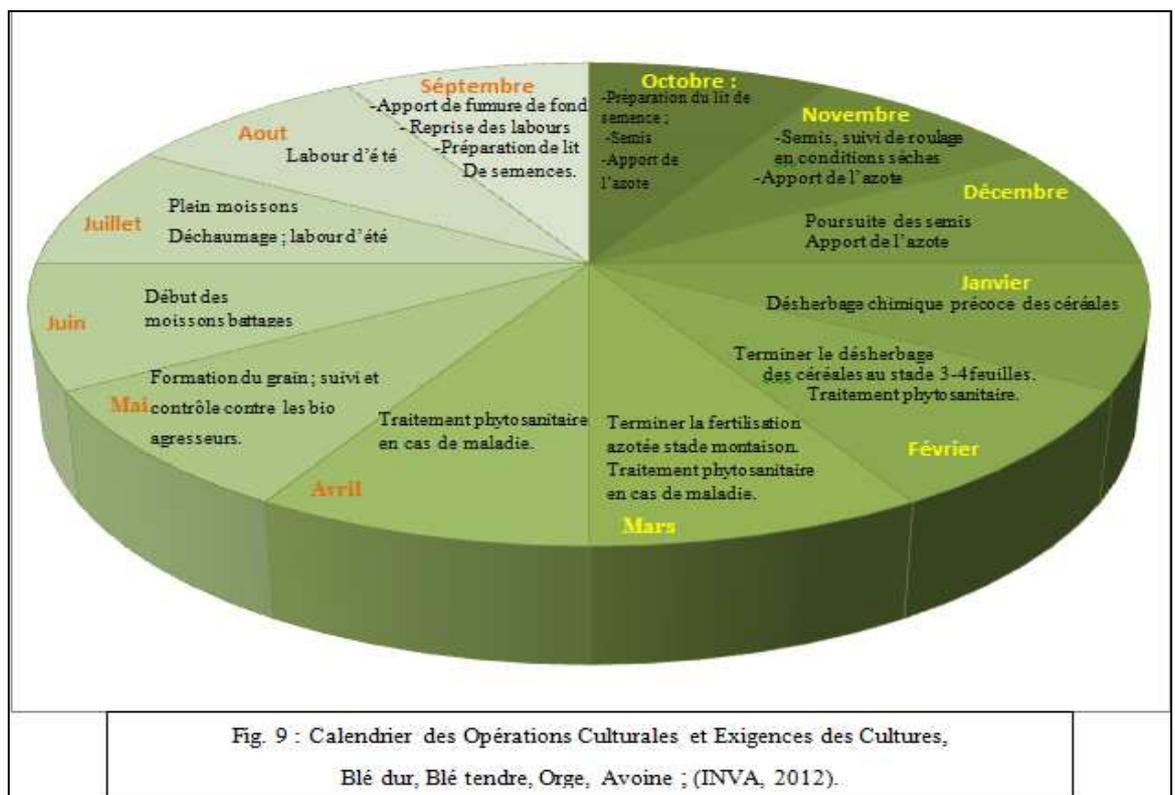


Fig. 9 : Calendrier des Opérations Culturelles et Exigences des Cultures, Blé dur, Blé tendre, Orge, Avoine ; (INVA, 2012).

6.1.4. Les maladies et insectes des céréales.

Les céréales peuvent être attaquées 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, notamment :

1- Maladies :

Sur Blés : La septoriose (*Septoria tritici*)-Rouille jaune (*Puccinia striiformis*)-Rouille brune (*Puccinia triticina*)-Le charbon nu (*Ustilago tritici*)-la carie (*Tilletia caries*) -helminthosporiose (*Pyrenophora tritici-repentis*), Piétin échaudage (*Gaeumannomyces graminis*) -Piétin verse (*Oculimacula yallundae*) -Tache auréolée (*Pyrenophora tritici-repentis*)- Fusariose (*Fusarium* spp) -Jaunisse nanisante (*Barley Yellow Dwarf Virus*),

Sur Orge : Strie foliaire (*Pyrenophora graminea*) - Rayure réticulée (*Pyrenophora teres*) – Rhynchosporiose (*Rhynchosporium secalis* Davis) – Helminthosporiose (*Helminthosporium gramineum*) (INPV, 2013).

Sur Avoine : La Rouille couronnée (*Puccinia coronata*)-les charbons-l'Oïdium (*Erysiphe graminis* f. sp)-La jaunisse nanisante (ITGC, 2013).

2 - Insectes : Les pucerons (*Aphis* sp)- le criocère (*Lema melanopus*), les larves du hanneton ou vers blancs (*Melolontha melolontha*) la mouche de Hesse ou Cécidomyie (*Mayetiola destructor*), la punaise des céréales (*Aelia* sp), La tordeuse des céréales, La mouche grise, Le céphe des chaumes (INPV, 2013).

7. ACTION DES FACTEURS CLIMATIQUES SUR LES CEREALES :

La période critique par rapport à un facteur donné du milieu est l'intervalle du cycle pendant lequel la plante présente la plus grande susceptibilité envers lui .La variation de ce facteur influe d'une manière significative sur le rendement, tant dans le sens positif que dans le sens négative.

-La température agit considérablement sur le développement de la culture de blé et reste un facteur qui le conditionne. Depuis les travaux de Klippart (1857) et Lyssenko (1928), on sait que les blés d'hiver exigent une exposition de leurs semences en germination ou leurs plantules à des températures basses pour arriver à épiaison. Cette transformation physiologique, opérée par le froid naturel ou artificiel a été appelée vernalisation.

La croissance demande de 15°C à 25°C par contre, l'aptitude à la montaison est déterminée à des températures moyennes de 10°C. Au-dessous de cette température le blé reste au stade tallage. La floraison est optimale à 17°C, les températures supérieures à 22°C ou inférieures à 14°C provoquent une diminution de la fécondation avec avortement des fleurs. L'optimum de maturation est observé à des températures moyennes comprises entre 18°C et 26°C. A ce stade du cycle, le blé peut résister à des températures élevées.

- La lumière a une grande importance sur la croissance du blé, elle agit par sa composition et son intensité sur les pigments photosensibles responsable de la photosynthèse. La valeur d'éclairement optimale chez le blé se situe entre 1800 et 2700 lux. La verse du blé est souvent due au manque d'éclairement du pied.

- La pluie est 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. Celle-ci doit être étalée et répartie le long de toute la durée du développement. La pluie peut constituer un facteur limitant important dès la germination du blé, bien que sa capacité d'absorption puisse atteindre 40 à 60 % de son propre poids.

- Les gelées : - Les gelées hivernales affectent rarement les blés, mais les parties endommagées sont généralement remplacées par des talles tardives.

- Les gelées de printemps, constituent un phénomène fréquent et néfaste. Ces gelées peuvent atteindre -2°C à -3°C et elles peuvent détruire les apex au cours de la différenciation.

-Le vent, lorsqu'il est chaud et sec, il agit fortement sur le développement du blé tout en augmentant leur évaporation, comme ils peuvent être la cause principale de transmission de certaines maladies cryptogamiques qui induisent l'échaudage des grains.

8. LES LEGUMINEUSES ALIMENTAIRES:

Les légumineuses appartenant à la famille des Fabacées sont des plantes dicotylédones dont le fruit est une gousse, exploitée comme légume (pois, haricot) ou fourrage (Trèfle, luzerne). Avec environ 18 000 espèces, les légumineuses forment l'un des plus importants groupes de plantes à fleurs. Elles représentent l'ordre des fabales (ex : de *faba*, la fève), qui regroupe trois familles cosmopolites, les fabacées (haricot, pois, lentille, arachide, soja, réglisse, luzerne, trèfle, lupin, glycine, palissandre...), les césalpiniacées (flamboyant, arbre de Judée, caroubier, févier...) et les mimosacées (acacia, mimosa, albizzia...).

Les légumineuses ont la particularité remarquable de vivre en association (*symbiose*) avec des bactéries qui, installées dans leurs racines, sont capables de transformer l'azote atmosphérique en substances azotées directement utilisables par les plantes. Cette association profitable, qui permet aux légumineuses de se développer sur des sols pauvres en azote minéral, est toutefois peu répandue chez les césalpiniacées.

Les légumineuses vivent dans des milieux aussi variés que les prairies, montagnes. Les légumineuses peuvent-être cultivées dans toutes les régions d'Algérie, surtout pour leur tolérance à la salinité.

8.1 Stades Phénologiques des Légumineuses

Les légumineuses passent par plusieurs stades de développements qui sont les suivants :

- La Levée – stade 2 feuilles étalées - Développement de la plante -
- Formation des boutons floraux - Début de la floraison -Nouaison et à la fin maturation des gousses. Ces stades sont illustrés dans les figures suivantes (fig. 10-11-12-13).

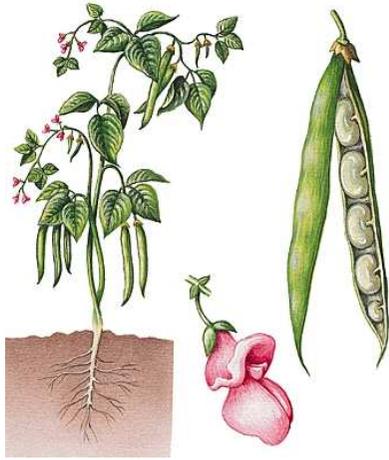


Fig. 10 : Stades phénologiques de l' Haricot.



Fig. 11 : Stades phénologiques du pois chiche



Fig. 12 : Stades phénologiques de la Fève



Fig. 13 : Stades phénologiques du petit pois

On peut expliquer la succession des stades dans l'ordre suivant :

- La jeune pousse perce la surface, puis apparaissent deux feuilles écailleuses visibles, ensuite la première feuille s'étale et c'est le début de l'élongation de la tige principale.

Puis il y a apparition des boutons floraux, suivie par les fleurs de la première grappe qui s'ouvrent.

Ensuite, c'est le début de la maturité des gousses suivi par la maturation des fruits puis c'est la maturation complète des gousses.

8.2. Les Légumineuses et Leurs Exigences

Les légumineuses aiment les sols argilo- calcaire ou argilo siliceux riche en humus avec un Ph de 6 à 7 et préfèrent les sols humides, frais, légers se ressuyant bien. Elles se développent à des températures variant entre 18 à 22 °C et résistent au froid jusqu'à -3 °C.

Concernant la salinité la plante tolère 3,20 à 5,10 g / l. Elles résistent à la chaleur et sont exigeantes en lumière (plantes des jours longs).

La fève est une légumineuse annuelle de la famille des Fabaceae, sous-famille des Faboideae. Comme les féveroles, les fèves font partie de l'espèce *Vicia faba*. On la cultive pour ses graines comestibles. La culture est d'origine méditerranéenne. Elle est aujourd'hui parmi les plantes légumières les plus cultivées dans le monde. Sa culture dans les pays du bassin méditerranéen représente presque 25% de la surface totale (Saxena ,1991).

En Algérie, on la cultive sur les plaines côtières et les zones sub littorales, avec une surface cultivée d'environ 65000 ha et une production comprise entre 20000 et 38000 tonnes par an, (Zaghouane, 1991).

Elle occupe la première place parmi les légumes secs. En climat méditerranéen, elle est semée en automne et fleurit entre février et avril (Pierre *et al*, 1997).

La fève est une plante enrichissante pour le sol, car elle fixe l'azote grâce aux nodosités, avec longévité moyenne de la graine qui est de 5 à 6 ans. Pour la germination une température de 6 °C lui est nécessaire pour la levée. La dose de semis est 150 à 200 kg / ha. Son cycle végétatif est de 120 jours (ITCMI, 2010).

Les fèves préfèrent les sols profonds et frais, à exposition ensoleillée. Un apport d'engrais riche en potasse, 2 ou 3 semaines avant le semis, est recommandé. La profondeur de semis doit être de 5 centimètres. La récolte a lieu environ 3 mois après le semis, soit de juin à août pour les semis de fin d'hiver et de printemps.

L' Haricot appartient à l'espèce (*Phasiolus L.*) et fait partie des anciens cultigènes d'Amérique centrale et du sud, adaptés à des conditions écologiques variées (Stanton, 1970).

La culture de l'haricot est effectuée au niveau du littoral et du sublittoral : Alger, Jijel, Blida, Tlemcen, Tizi ouzou, Bejaia, Oran, Mostaganem.

Le semis du haricot - Primeur sous abris fin décembre à fin février dans la région centre et de mi-janvier à mi- mars dans la région Est.

Le haricot de saison : Se sème la première quinzaine d'avril à la première quinzaine de juin pour la région est et en Mars à mi -Mai pour les autres régions.

Le haricot de l'arrière-saison se sème début juin à mi-août-sur le littoral et de mi- juillet à fin août dans les autres régions.

La dose de semis est de 80 à 120 kg de semences / ha. La distance de plantation est de 0,40 à 0,70 m entre les lignes et de 0,10 m à 0,15 m sur la même ligne (en poquets). Le rendement est en général de de 5 à 8 T / ha (ITCMI, 2010).

Le pois chiche, C'est une légumineuse annuelle herbacée qui appartient à l'espèce *Cicer arietinum* qui est une plante de la famille des Fabacées (ou légumineuses).

Il est cultivé dans les régions méditerranéennes dont il est originaire et produit une graine comestible. Il détient un double record : haute teneur en glucides assimilables et pourcentage élevé en protéines végétales. Le pois chiche est originaire du Proche-Orient (sud-est de la Turquie, terres arméniennes, Syrie) où trois espèces annuelles sauvages de pois chiches existent encore.

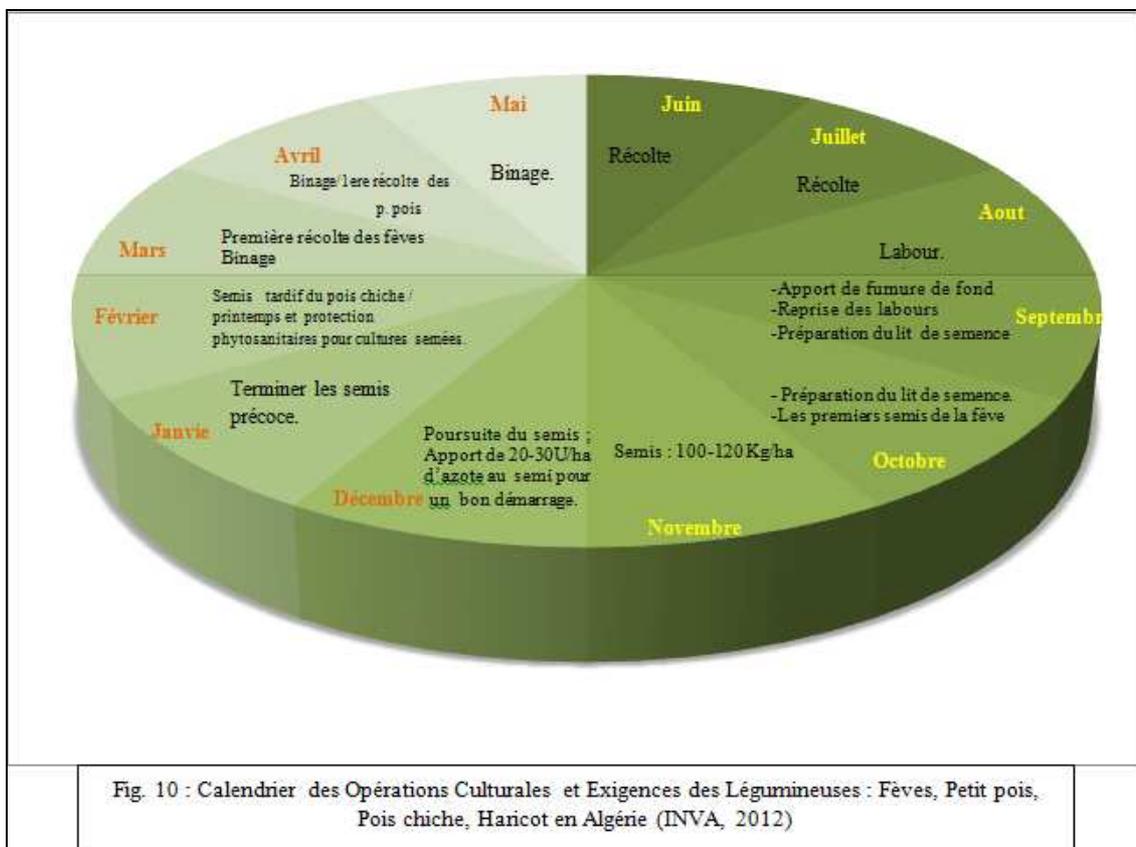
Il peut être cultivé sur différents types de sols, mais il préfère les sols lourds, profonds bien drainés de texture limoneuse et argilo siliceuse. Il redoute les sols calcaires. Il se comporte bien sur des sols à pH légèrement acide (6) à alcalins(9). Il est sensible à une mauvaise aération du sol et tolère la salinité.

La fertilisation azotée n'est pas nécessaire pour le pois chiche. Mais l'apport d'une dose de 20 U de N/ha au stade trois feuilles est recommandée six semaines après le semis afin de favoriser le démarrage des plantules.

Le Petit pois *Pisum sativum* L, est une plante annuelle de la famille des légumineuses (Fabacées), largement cultivée pour ses graines, consommée comme légume ou utilisée comme aliment du bétail. Le terme désigne aussi la graine elle-même, riche en énergie (amidon) et en protéines (de 16 à 40 %), sont plus énergétiques (81 cal /100 g) que la majorité des légumes verts. Les petits pois sont aussi intéressants pour leur apport en sucres solubles, en lysine et en fibres, composées en majorité d'hémicelluloses lorsqu'ils sont jeunes. Les petits pois sont aussi une bonne source de vitamine C (acide ascorbique) avec 25 mg/100 g. Les petits secs se présentent souvent sous la forme de « pois cassés ». Les pois frais sont plus couramment appelés « petits pois ». Le pois est cultivé depuis l'époque néolithique et a accompagné les céréales dans l'apparition de l'agriculture au Proche-Orient. Il est originaire de l'Asie centrale (Afghanistan et Inde) et sa culture est très ancienne. Le petit pois est un légume dont les qualités nutritives, gustatives et culinaires sont très élevées ce qui a conduit à une extension rapide de sa culture dans les différentes régions du monde.

En Algérie, les conditions climatiques et édaphiques sont très favorables à sa culture. Les petits pois sont consommés comme légumes frais, Leur consommation s'est étendue tout au long de l'année grâce aux techniques de conservation modernes (Stanley, 2011).

Voir ci-après (Fig.14) le Calendrier des opérations culturales et exigences des légumineuses (INVA, 2012).



8.3. Les variétés de légumineuses cultivées en Oranie

D'après l'ITCMI (2010), les variétés cultivées sont :

Haricot : Haricot nain mange tout, Contender, Djedida, Molière, Sidi Fredj, Blanc de juillet, Bean supreno, Bean solista.

Fève : Deseville, Aguadulce, Granovioletto, Djadida.

Pois chiche : I LC 3279 – Chetoui 1 – Guarbinco- Flip84/92C.

Petit pois : Merveille de kelvedon, Utrillo, Gros vert, on ward, camba dos.

8.4. Les maladies et insectes des légumineuses

Les légumineuses à leur tour sont sujettes aux attaques de maladies et aux insectes parmi lesquelles on rencontre :

Maladies : - Anthracnose (*ascochyta rabiei*) - Flétrissement ou wilt- Fusarium (*Fusarium oxysporum* f.sp. *ciceri* et *F. oxysporum* f.sp. *lentis*) - Pourriture racinaire (*Phoma medicaginis* var. *pinodella* et *F. solani*, *Pythium* sp) - Bortytis (*Bortytis cinerea*, *B. fabae*)- Rouille (*Uromyces ciceri-arietinum* et *U.viciae-fabae*) - Alternariose (*Alternaria alternata*) - Mildiou (*Peronospora* sp et *P.lentis*) - Oïdium ou 'Blanc' (*Leveillula taurica* et *Erysiphe poligoni*) - Viroses (AMV, CMV et Lentil yellows : BLRV, BWYV) (INPV, 2013) et (ITGC, 2010).

Les insectes : Les pucerons (*Aphis fabae*) Noctuelles (*Heliothis armigera*)-la mineuse (*Liriomyza cicerina*) - Les bruches (*Callosobruchus* spp).

Les légumineuses alimentaires sont aussi sensibles à la présence des plantes parasites telles que l'orobanche et la cuscute (ITGC, 2013).

CONCLUSION

La vulnérabilité de l'agriculture algérienne aux changements climatiques est surtout due au problème de l'eau, leur impact sur les ressources en eau, qui pousse les agriculteurs à s'adapter. Il arrive que la campagne labours-semences soit retardée par l'absence de pluies. Les petits agriculteurs sont ceux qui souffrent le plus de ces bouleversements du climat.

Dans les zones arides et semi arides, la contrainte saline s'associe souvent au déficit hydrique pour limiter la production des espèces végétales. Chez les légumineuses, cet effet est autant plus perceptible que la fixation symbiotique de l'azote atmosphérique est très sensible à la contrainte saline, La salinité affecte la multiplication et la survie du rhizobium dans le sol (Ben Khaled, 2003).

Dans les écosystèmes fortement salés, diverses espèces expriment des degrés différents dans la tolérance à la salinité. La plupart des plantes, en particulier les plantes de grande culture, sont sensibles à la présence de chlorure de sodium dans le sol (Belkhodja et Bidai, 2004).

La prise des décisions de gestion de l'eau, est l'un des objectifs fondamentaux qui est de maximiser le rendement des cultures (Bannayan *et al*, 2003).

CHAPITRE. 1

LE CLIMAT ACTUEL DE L'ORANIE

INTRODUCTION

Deux parties sont présentées dans ce chapitre, la première concerne la comparaison de deux périodes climatiques : une période ancienne correspondant à la série de Seltzer (1913-1938) et une période récente (1987-2012) de 7 stations de l'Oranie notamment Béni saf- Mascara- Mostaganem - Oran- Saida - Sidi bel Abbes et Tlemcen.

La deuxième partie consiste à étudier le climat actuel et son influence sur les rendements des cultures pluviales pratiquées dans les zones d'études à savoir les céréales et les légumineuses. A travers cette étude on essayera d'apporter toute la lumière sur l'influence du climat sur les productions agricoles qui dépendent de la pluviométrie.

1. MATERIELS ET METHODE

L'étude s'étale sur une période de 25 années anciennes et récentes, pour rechercher les variations des facteurs climatiques avec illustration de ces derniers par des courbes ombrothermique.

Afin d'enrichir notre recherche nous avons calculé l'indice d'aridité de De Martonne et le coefficient d'Emberger des différentes stations pour l'ancienne et la nouvelle période que nous avons présenté par le climagramme d'Emberger.

2. SITUATION GEOGRAPHIQUE DES STATIONS

La région d'étude comme le montre l'illustration suivante se localise dans la partie occidentale de nord - ouest algérien, Fig.15 et 16. Elle fait partie du littoral

algérien pour quelque ville d'étude et sublittoral pour d'autres. Afin d'évaluer et de comparer les 7 stations situées dans la zone de l'ouest algérien.

Les coordonnées géographiques de ces stations figurent sur les tableaux n°2 et n°3 en annexe.

Sur les tableaux des caractéristiques géographiques des stations météo, sont portées les données géographiques : altitude, latitude et longitude des stations des deux périodes, ancienne et récente.

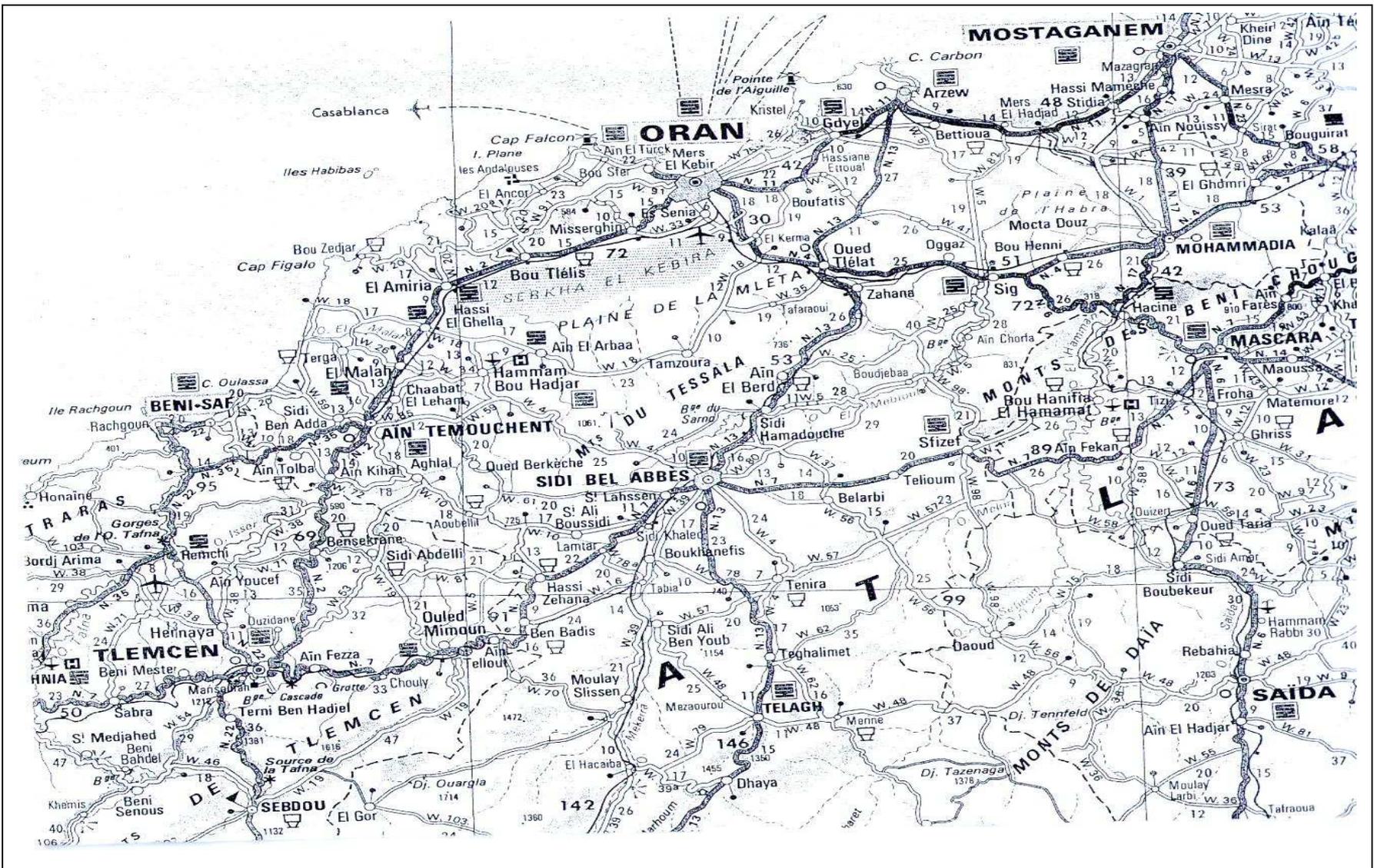


Fig. 15 : Situation Géographique des Régions d'études

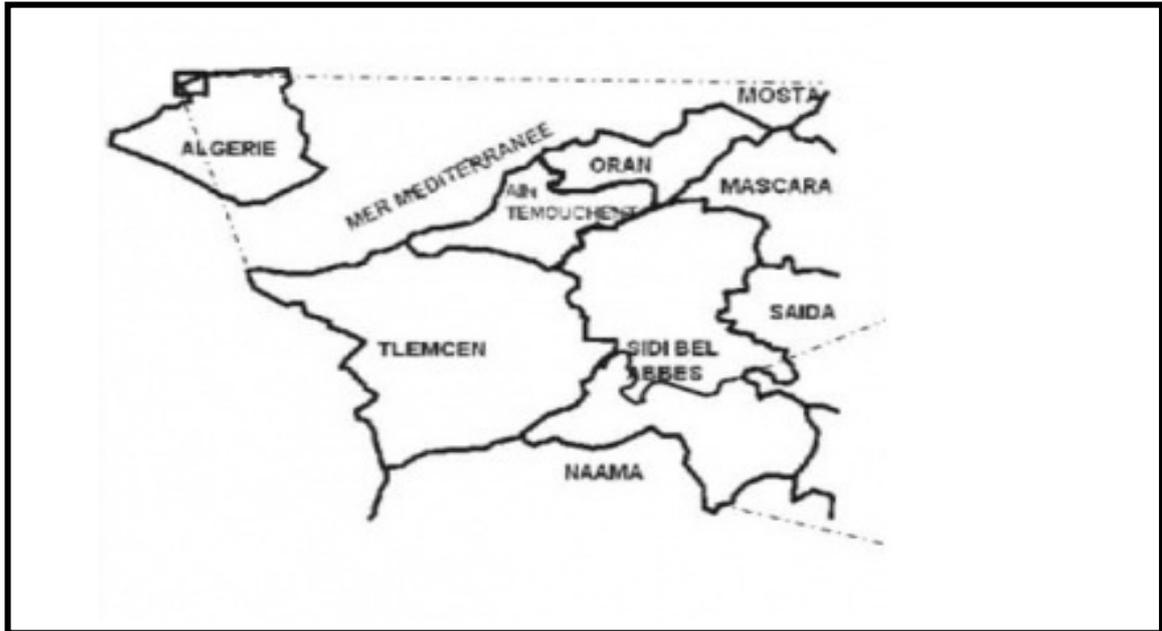


Fig. 16 : Délimitation Géographique de la Région d'Etude

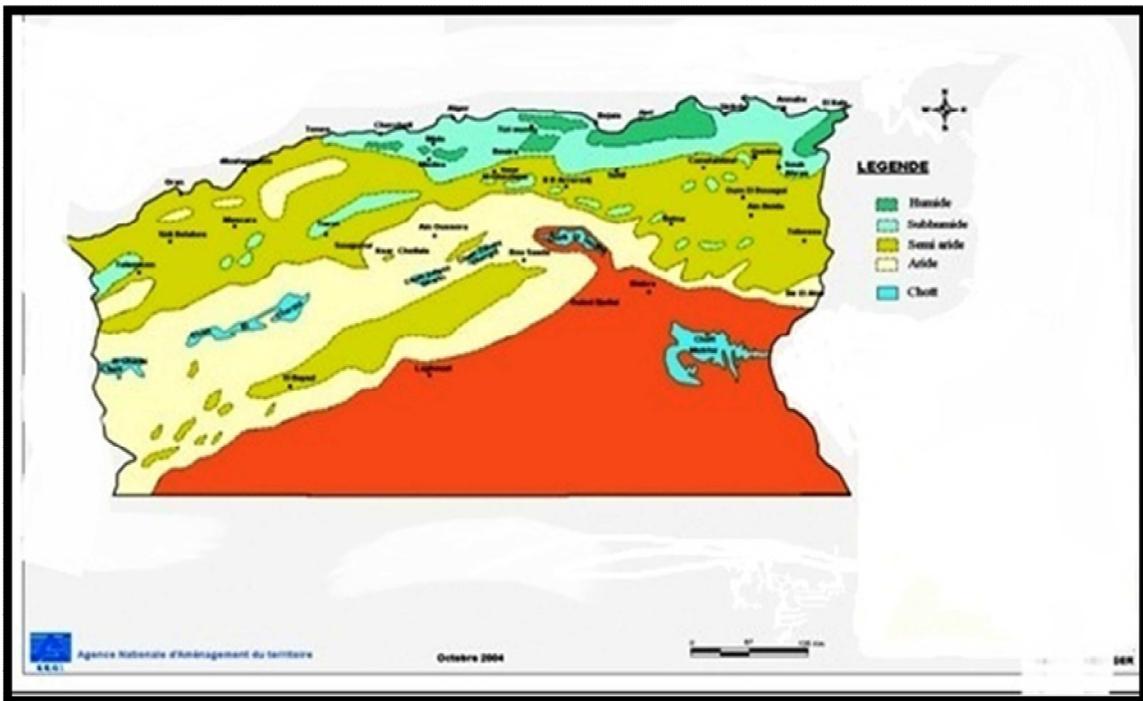


Fig. 17 : Cartes des Niveaux Bioclimatiques de l'Algérie septentrionale

La région concernée par le présent travail correspond au tell occidental algérien, qui n'est qu'une partie de l'atlas tellien. Le tell occidental oranais s'étend entre 2° de longitude ouest et 0°30' de longitude Est. Il s'étend depuis 34° 35' jusqu'à près de 36° de latitude nord, partie correspondant au bassin ouest de la méditerranée occidentale et limité au sud par les hautes plaines steppiques. Il s'étend d'est en ouest, de l'embouchure du Chélif jusqu'à la frontière algero-marocaine.

Cet ensemble géographique représente 30 % environ de l'espace tellien algérien et sur la base du découpage administratif, la région coïncide approximativement à l'ensemble des sept départements : Tlemcen, Ain Temouchent, Sidi bel abbés, Oran, Mascara, Saida, Mostaganem. Le tout couvre une bande territoriale d'une superficie d'environ 30 000 Km².

3- Variation Climatiques à Travers les Diagrammes Ombrothermiques

Nous avons établi les diagrammes ombrothermique pour l'ensemble des stations pour la période ancienne 1913-1938 et la période récente 1987- 2012.

Un mois est considéré sec lorsque la courbe des températures (T°C) est supérieure à celles des précipitations (P=2T). La partie du graphe comprise entre les courbes (T et P) traduit à la fois la durée et l'intensité de la sécheresse. De tels diagrammes établis à partir des moyennes n'ont qu'une valeur indicatrice du régime climatique et du nombre de mois secs. L'observation de ces courbes Ombrothermique et des tableaux des données climatiques des deux périodes nous permet de faire une étude comparative entre le climat de l'ancienne période par rapport à la période récente (Annexe, tab 4 à 18).

L'illustration des courbes Ombrothermique est établie sur les pages suivantes, courbes des figures 18 à 31.

3.1. RESULTATS ET INTERPRETATIONS

- **Station de béni saf** : Pour cette station qui est située dans la région d'Ain Temouchent , on enregistre à travers les courbes Ombrothermique des figures n° 18 et 19 de et sur les tableaux 04 et 05 en annexe, un changement quantitatif de la pluviométrie qui est passé de 371 mm à 290,92 mm soit une diminution de 80,08 mm entre la période ancienne et récente, une période sèche déficitaire en précipitation s'étalant du mois de mars à Octobre (08 mois pour la période ancienne et récente). La durée de la période sèche s'est allongée de quelque jour.

Les températures sont variables entre la période ancienne et récente qui se traduit par une augmentation de température moyenne qui est de 19,86 °C alors qu'elle était de l'ordre de 19 °C. Soit une augmentation de 0,86°C (Annexe tab n°18)

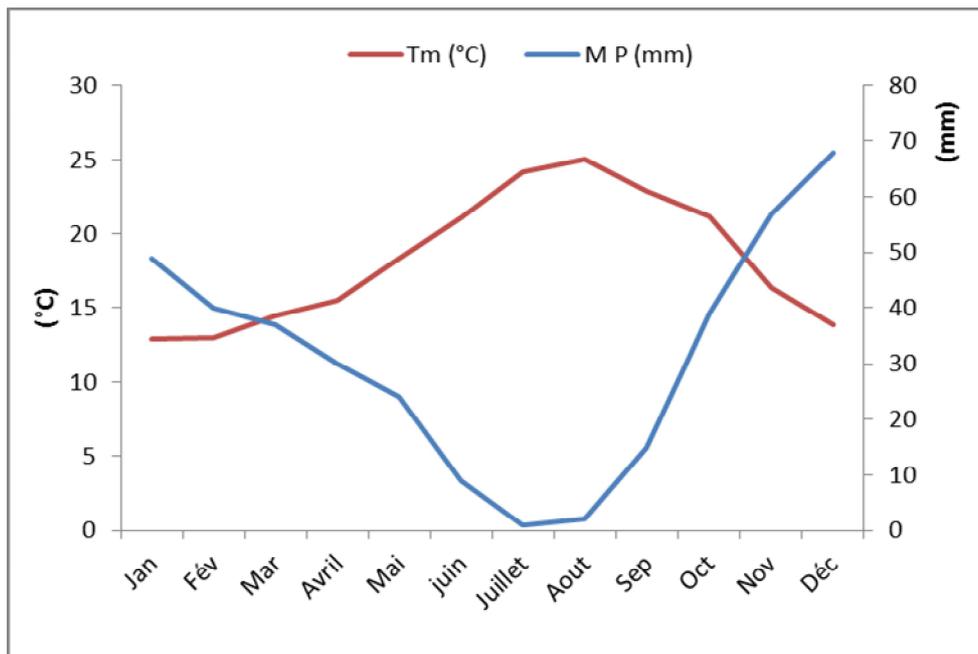


Fig. 18 : Courbe Ombrothermique de la station de Beni Saf (1913-1938).

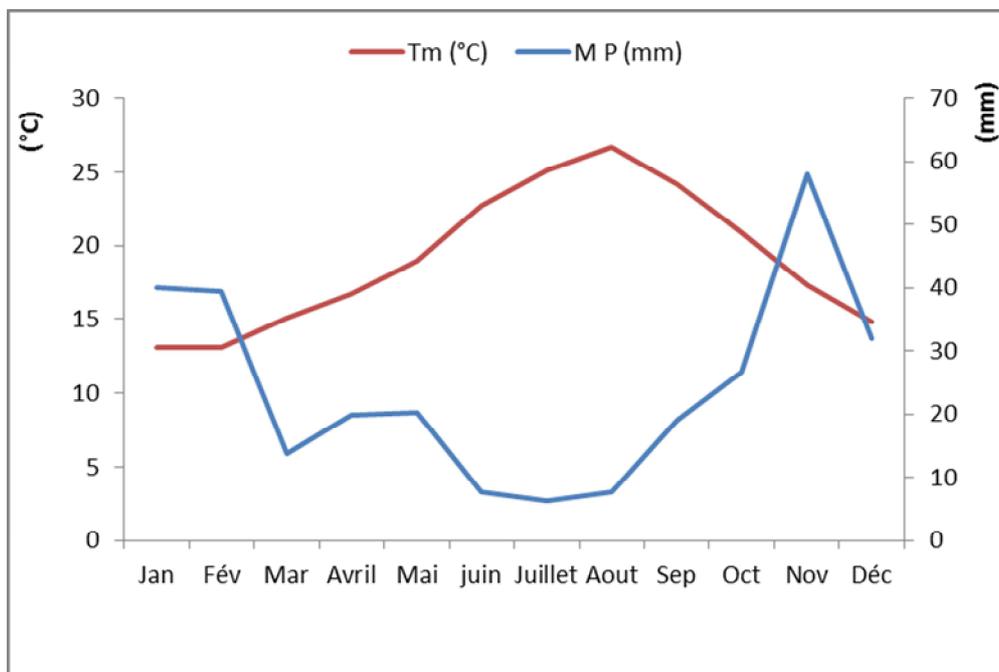


Fig. 19 : Courbe Ombrothermique de la station de Beni Saf (1987-2012).

- **Station de Mascara :** A partir des courbes Ombrothermique des figures n°20 et n° 21 des deux périodes on distingue une diminution considérable des précipitations qui été de 511 mm puis a chuté jusqu'à 296,41 mm soit un déficit de 214,5 mm par rapport à la période ancienne.

Par ailleurs nous constatons une élévation de température en cette récente période qui est de 19,47°C alors qu'elle était de 19,45°C anciennement. Une augmentation de 0,02 °C. (Annexe, tab n18).

La période de sécheresse qui commence d'Avril jusqu'à Octobre pour les deux périodes ; ancienne et récente (07mois), pour cette station la période de sècheresse n'a pas changé aussi (Annexe, tab n° 6 -7).

- **Station de Mostaganem :** Pour cette station, on remarque une irrégularité des précipitations au cours de l'année. La pluviométrie a diminué de 378 mm à 334,09 mm, cependant une diminution de 49,91 mm est enregistrée (Annexe, tableaux n°08-09).

Néanmoins la période sèche est plus importante pendant la période ancienne que la période récente, La station de Mostaganem accuse une sècheresse de 07 mois durant la période récente, d'avril à octobre et de 09 mois pour l'ancienne période de février à octobre, il semble qu'il y a un raccourcissement de la période de sécheresse (courbes de la figure n°22 et 23). Une irrégularité entre la moyenne des températures de la période ancienne qui était de 18,7°C et qui a vu une augmentation de la température à 19,14 °C durant la période récente ,soit une augmentation de 0,44°C(Annexe, tab n°18) .

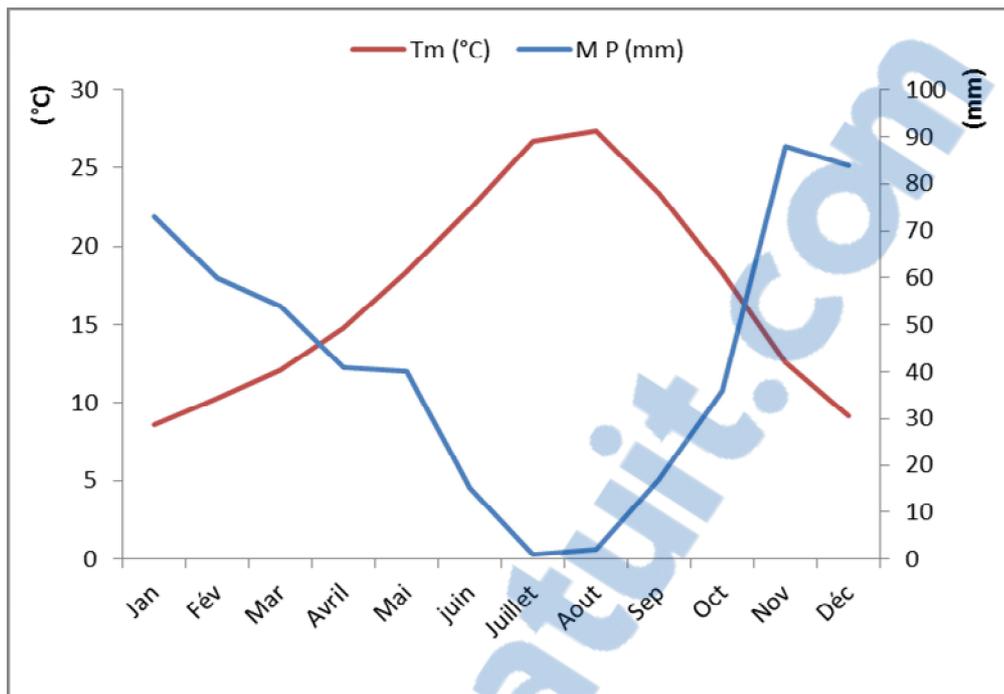


Fig. 20 : Courbe Ombrothermique de la station de Mascara Ghriss (1913-1938).

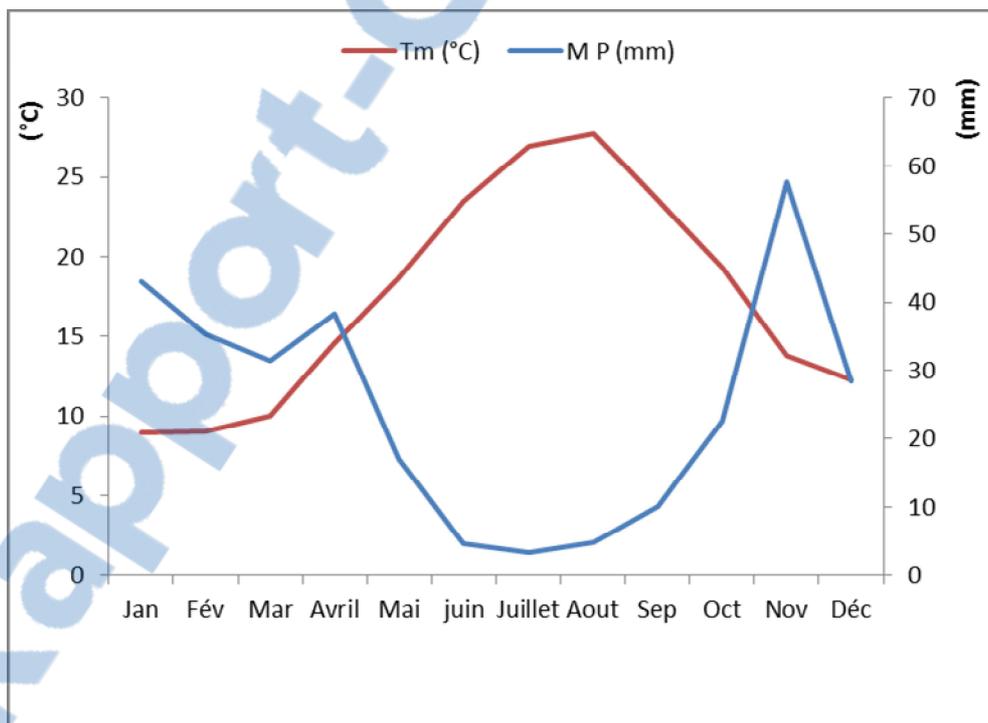


Fig. 21 : Courbe Ombrothermique de la station de Mascara Ghriss (1987-2012).

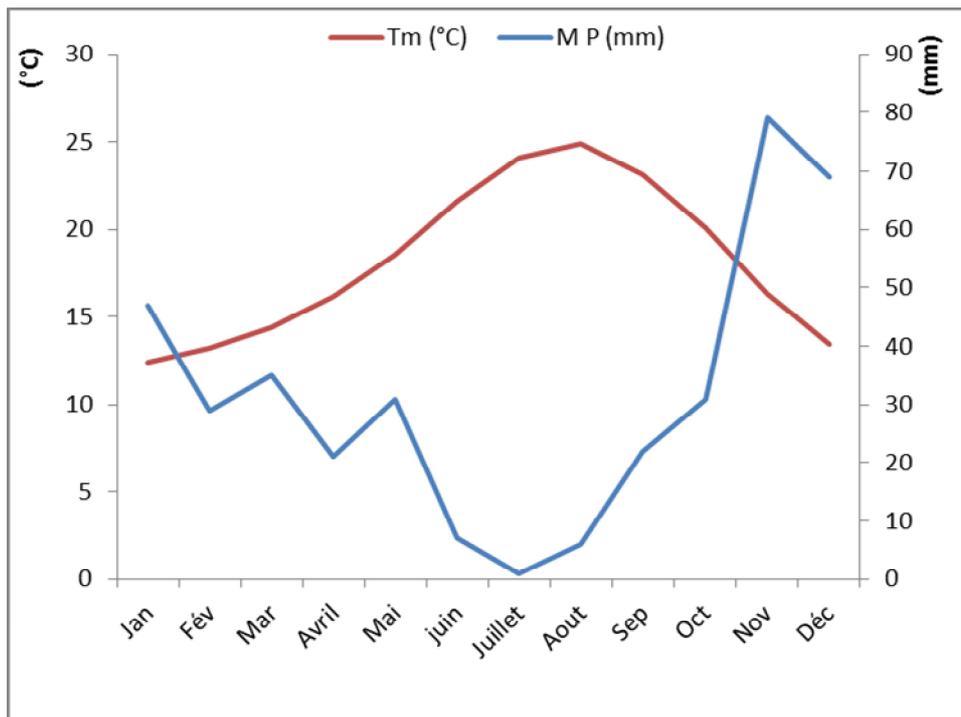


Fig. 22 : Courbe Ombrothermique de la station de Mostaganem (1913-1938).

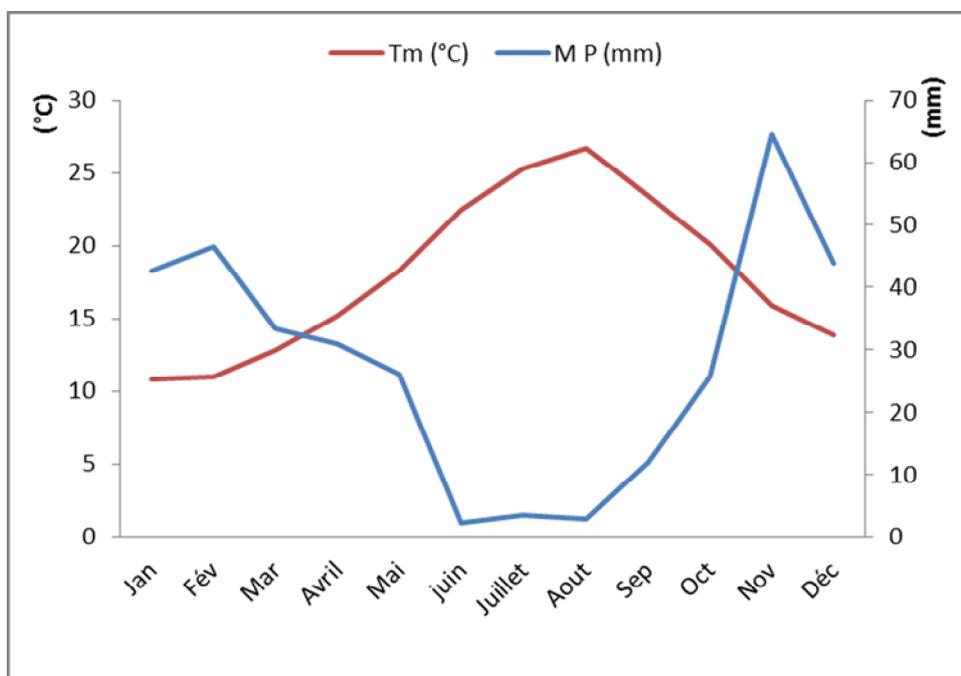


Fig. 23 : Courbe Ombrothermique de la station de Mostaganem (1987-2012).

- **Station d'Oran :** Cette station aussi présente une diminution importante de la pluviométrie et qui est passée de 520 mm à 325,7 mm en période récente, avec des précipitations qui ont diminué en quantité qui est de 194,3 mm, de manière remarquable depuis la période ancienne à la période récente (Annexe tab n°10-11).

Les températures ont augmenté légèrement pendant la période récente par rapport à l'ancienne période et qui est donc passé de 18,9 °C à 19,04°C, soit 0,14°C de plus (Annexe, tab18).

La période sèche s'étale du mois de mars à octobre (08 mois) durant la période récente, alors qu'elle été de 07 mois durant l'ancienne période, s'étalant d'avril à octobre (courbes des figures n° 24 et 25).

- **Station de Saida :** Les précipitations présentent un cumul de 432 mm pour la période ancienne et un cumul de 353,97 mm pendant la période récente, soit un taux de 78 mm de moins par rapport à la période ancienne. Les températures moyennes ont marquées une diminution qui a variée de 19,4°C à 18,85°C en période récente, c'est-à-dire (-0,15) °C, (Annexe, tab 18).

Saida à son tour présente des fluctuations de températures en période estivales qui s'allonge du mois de mai jusqu'au mois d'Octobre soit une période de secheresse qui est de 06 mois pour la récente période, alors qu'elle était de 05 mois pendant l'ancienne période (courbes des figures n°26 et n°27). Il semble qu'il y a eu une augmentation de sècheresse qui est due à une diminution de la pluviométrie (Annexe tab 12 et 13).

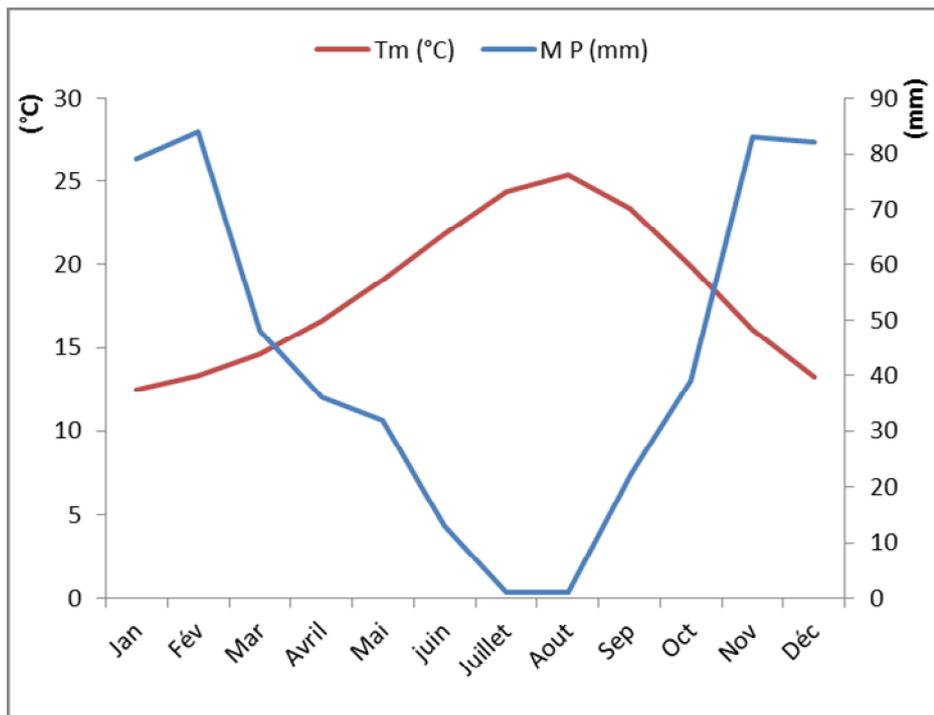


Fig.24 : Courbe Ombrothermique de la station d'Oran (1913-1938).

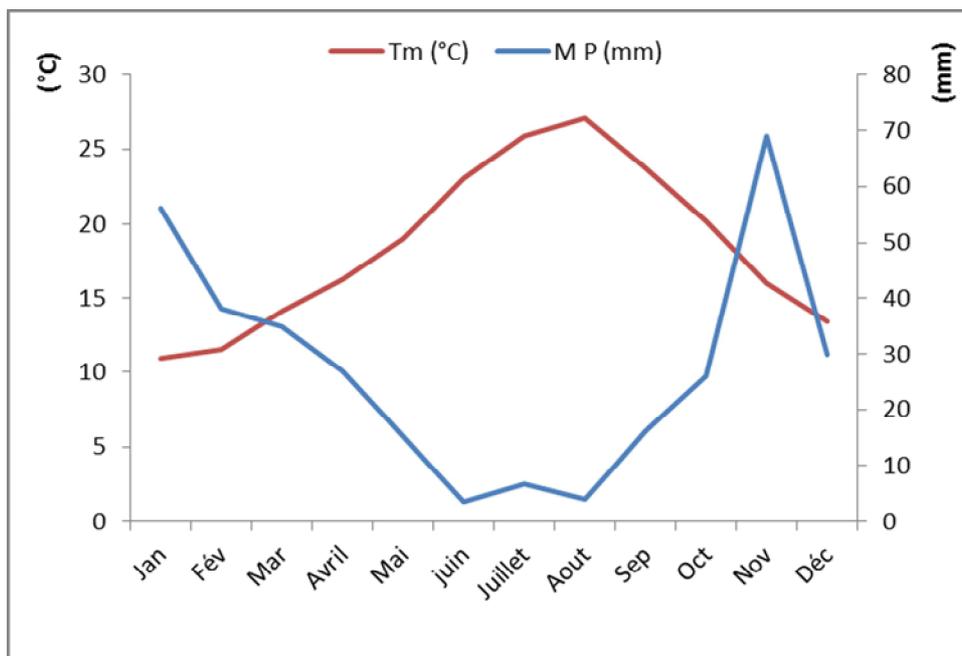


Fig.25 : Courbe Ombrothermique de la station d'Oran (1987-2012).

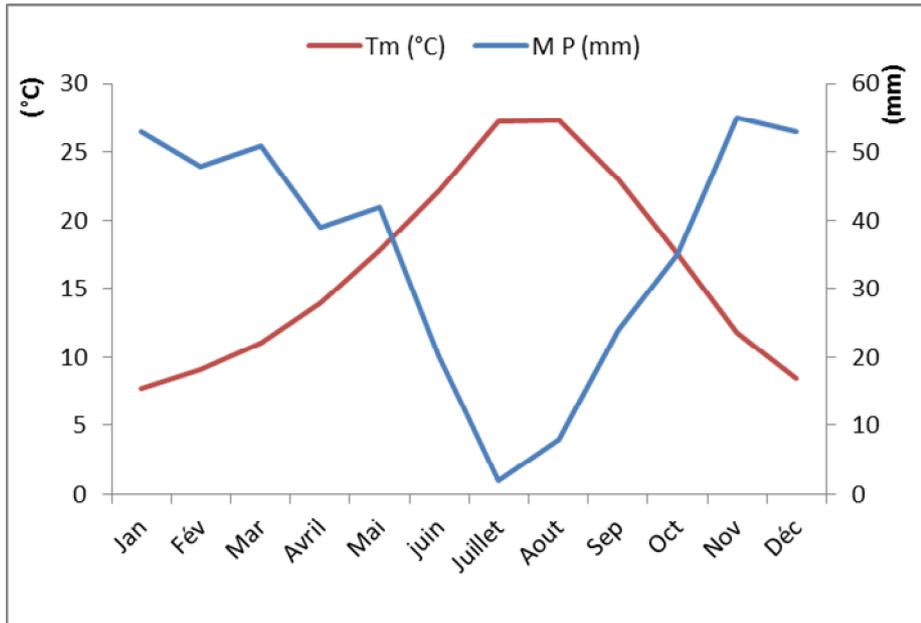


Fig. 26 : Courbe Ombrothermique de la station de Saida (1913-1938).

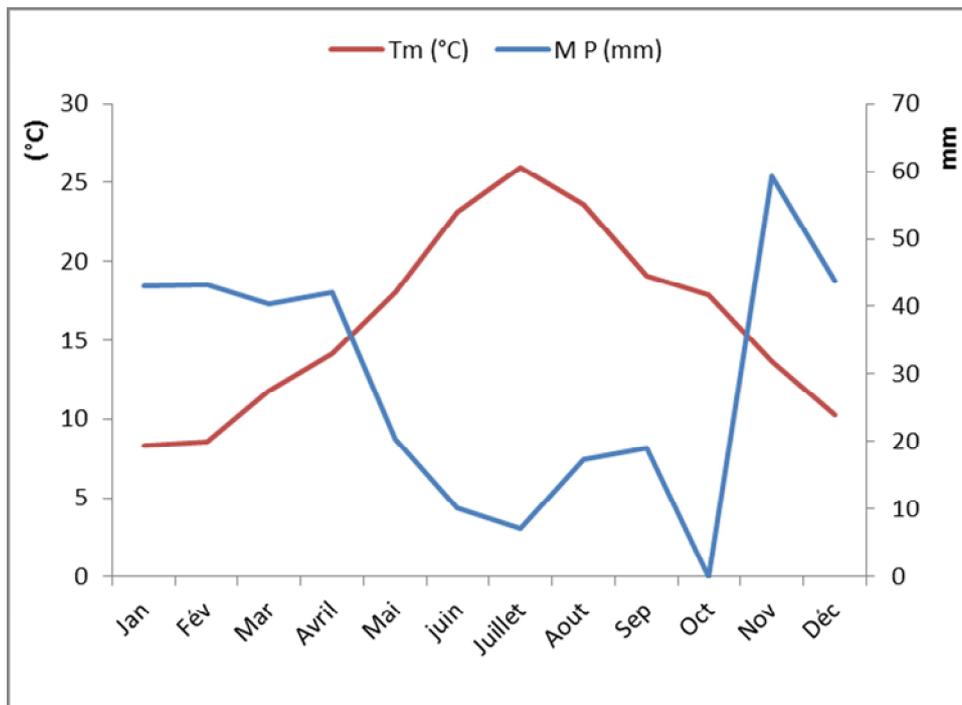


Fig. 27 : Courbe Ombrothermique de la station de Saida (1987-2012).

- **Station de Sidi bel Abbes** : Pour cette station la pluviométrie a diminuée de façon remarquable, passant de 395 mm pour la période ancienne à 284,02 mm pendant la période récente, soit une diminution de 110,98 mm, même chose pour les températures moyennes, un changement qui se traduit par une augmentation de celle-ci qui est passé de 17,55 °C à 19,09°C, soit 1,54°C de plus (tab 27 et 28 en annexe).

La station de Sidi bel Abbes est marquée par une période de sècheresse qui est de 07 mois pour la période récente allant d'avril à octobre, alors que durant l'ancienne période elle été de 06 mois du mois de mai à octobre (courbes des figures n°28 et n° 29).

- **Station de Tlemcen** : En ce qui concerne cette station, elle a vu aussi des changements, pour ce qui est de la pluviométrie, elle a diminué considérablement passant de 545 mm à 352,85 mm, soit une diminution de 192,15 mm enregistrée.

Les températures moyennes ont aussi vu des fluctuations, lesquelles sont passé de la moyenne de 18,9°C pendant la période ancienne à 19,94°C durant la période récente. Soit 1,04°C de plus (Annexe tab n°18).

Tlemcen est marqué par une sècheresse de 7,5 mois durant la période récente de la mi-mars à Octobre alors qu'elle été de 5,5 mois auparavant commençant de la mi-mai à octobre (fig. 30 et 31).

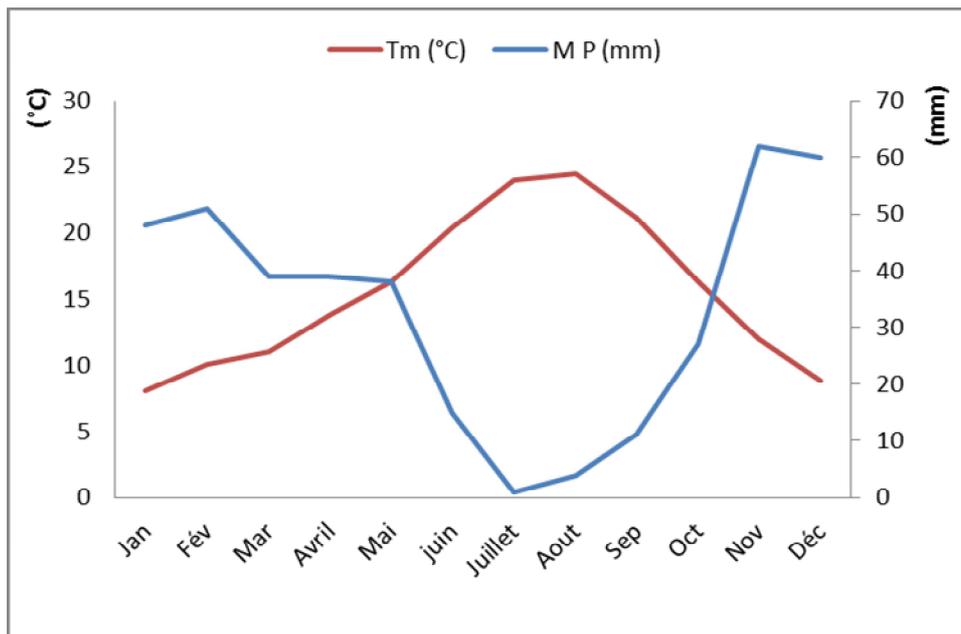


Fig. 28 : Courbe Ombrothermique de la station de Sidi bel Abbes (1913-1938).

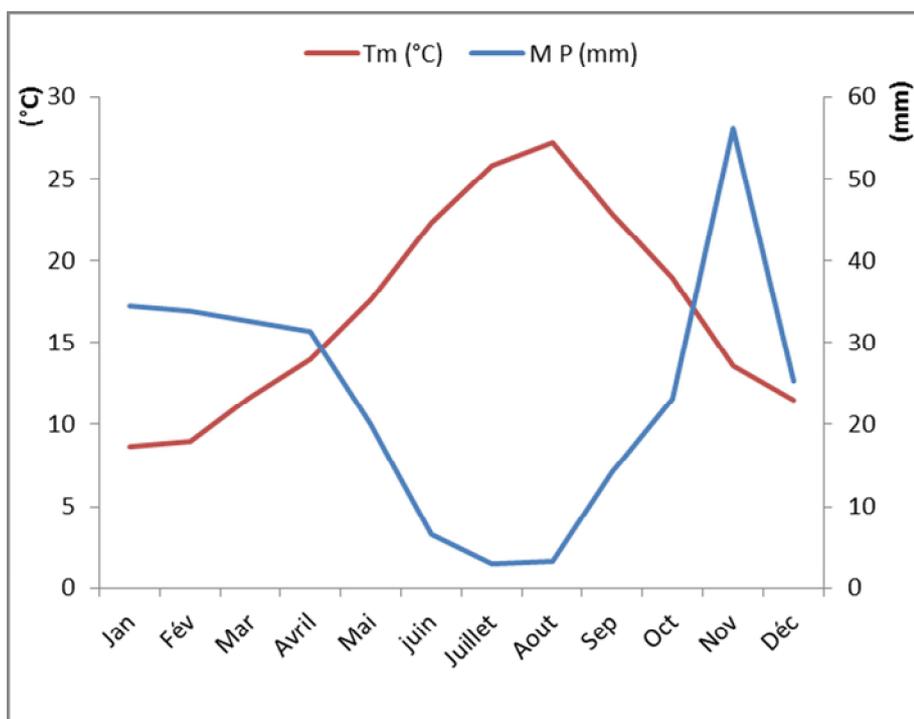


Fig. 29 : Courbe Ombrothermique de la station de Sidi bel Abbes (1987-2012).

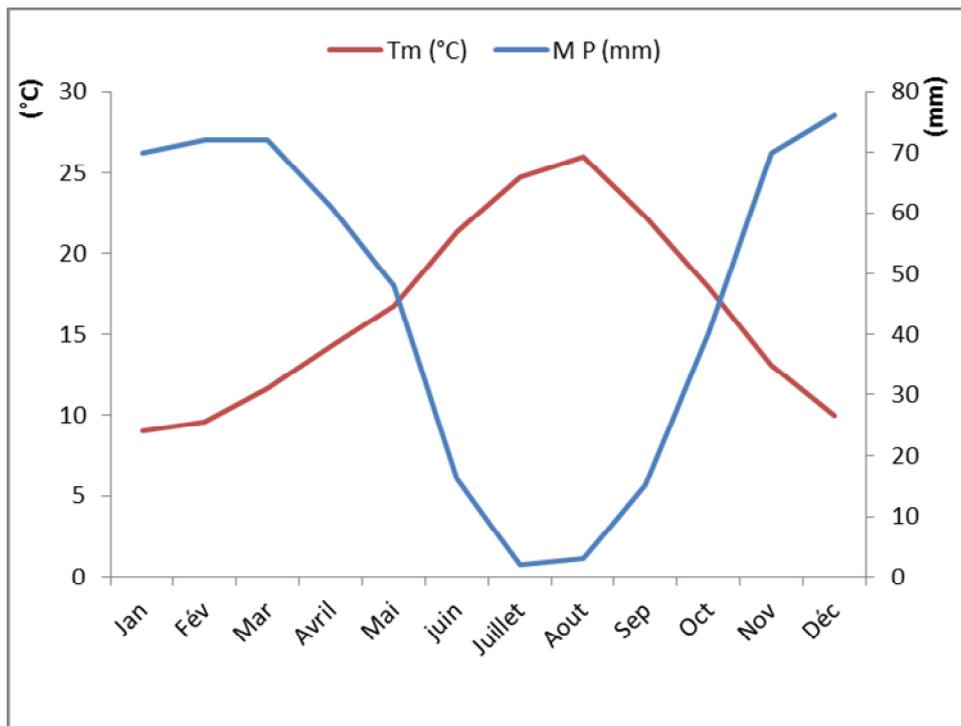


Fig. 30 : Courbe Ombrothermique de la station de Tlemcen (1913-1938).

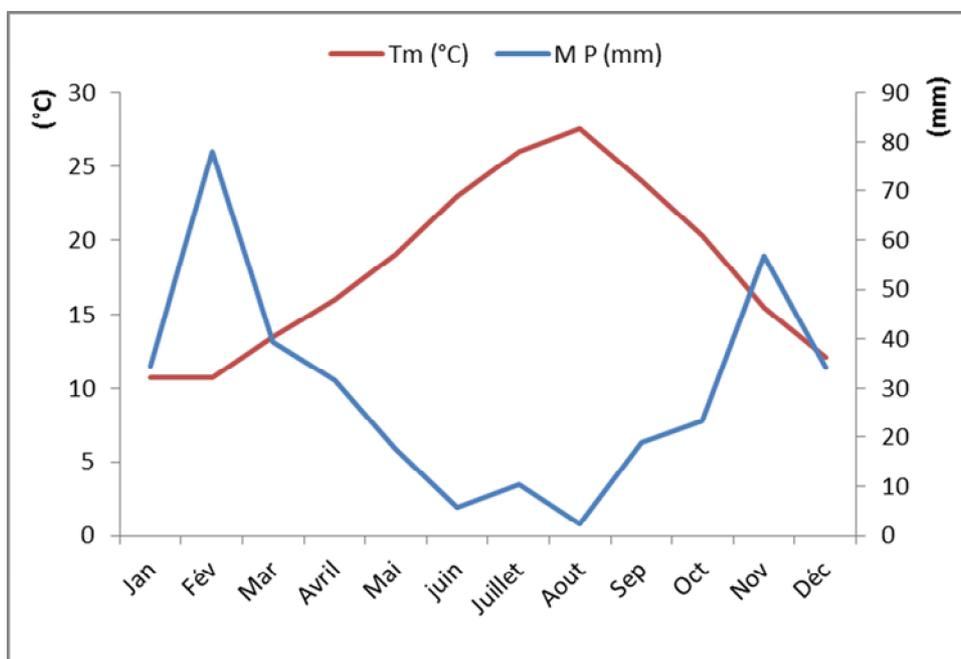


Fig. 31 : Courbe Ombrothermique de la station de Tlemcen (1987-2012).

4-VENT ET HUMIDITE

Le vent et l'humidité exercent à leurs tours une influence sur les climats des différentes régions d'études.

Les vents sec et chaud qui soufflent au printemps et en automne, quelque fois en été, ramènent avec eux une quantité appréciable de sable et de limons. Ces vents provoquent le dessèchement des sols en entraînant une forte évaporation par capillarité, où l'on remarque une forte concentration des sels en surface. En comparant la fréquence de ces phénomènes, d'une région à l'autre et d'une époque à l'autre on a pas pu relever une variabilité signifiante entre la période ancienne et récente.

L'analyse des données, d'après SELTZER montre que les vents dominants dans cette région de l'Oranie sont les vents de l'Ouest et les vents du Nord-Ouest. La force du vent est constante tout au long de l'année, relativement faible en moyenne, rarement violent.

DISCUSSION DES RESULTATS :

La comparaison entre les différents diagrammes Ombrothermique (anciens et récents) nous a permis de constater d'une manière générale une accentuation de la sécheresse pendant la période 1987-2012, et une réduction de la pluviométrie durant la période récente pour l'ensemble des stations d'études.

Ces facteurs climatiques ont subi des changements pour lesquels on constatera leurs influences sur les cultures à travers la dernière partie de ce travail.

Comme le montre les différentes figures Ombrothermique, toutes les stations sont caractérisées par une période sèche où la pluviométrie est nulle et qui s'étend de deux mois au moins et une pluviométrie réduite de 05 à 07 mois dans certaines régions.

La période sèche la plus importante est dans la région d'Oran qui s'étale sur 08 mois de mars à octobre. Durant la période récente une irrégularité en pluviométrie et en température ont été constatée sur toute l'année.

Au terme de cette étude, l'analyse conjointe des précipitations et températures pour les deux périodes étudiées montrent que les précipitations annuelles et mensuelles sont nettement déficitaires pour la période récente.

Entre les deux périodes, l'écart moyen des précipitations calculé sur l'ensemble des stations considérées a été estimé à 130,58 mm.

Aussi on assiste à une augmentation assez sensible de la température moyenne annuelle pour l'ensemble des stations. L'écart moyen a été estimé à 0,5°C.

Le modèle MAGICC estime pour l'Algérie un réchauffement de l'ordre de 1°C entre l'année 2000 et l'année 2020 accompagné d'une fluctuation de la pluviométrie avec une tendance à la baisse, de l'ordre de 5 à 10 % sur le court terme (Lakhdari, 2009).

Le décalage des saisons observés en Algérie depuis quelques années se manifeste par un allongement de l'été, un étirement de l'automne, un hiver tardif, plus court, moins pluvieux et plutôt doux, autrement dit un recul et un raccourcissement de la saison froide, avec des chutes de neige juste dans les régions présahariennes, et ensuite un printemps bien arrosé et parfois marqué par une baisse des températures qui survient après une longue période de chaleur. Cela donne une amplitude thermique fatale au cheptel et aux cultures d'une manière générale (Kazi Tani, 2011).

CONCLUSION

Les données recueillies, illustrent la variabilité climatique de la région ouest qui se caractérise par une alternance de périodes sèches et humides à l'échelle de 25 ans, ainsi que par une tendance à la baisse de la pluviométrie pour certaines régions mais encore plus importantes pour d'autres.

Ces longues séries de données, mettent en relief les différents changements de précipitations qui ont mis en exergue une grande variabilité interannuelle.

A l'échelle mensuelle, les mois de décembre et de janvier sont les mois les plus pluvieux pour la majorité des stations.

Dans tous les cas, le module pluviométrique de la période récente est nettement inférieur à celui de la période ancienne.

Par ailleurs des fluctuations de températures entre la période ancienne et récente ont été relevées, et qui ont mis en évidence l'augmentation considérable de température entre la période ancienne et récente (Annexe, tab 04 à 18).

5. LES VARIATIONS DU CLIMAT A TRAVERS L'INDICE D'ARIDITE

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 De Martonne (I_{AA}) des sept stations pour la période ancienne et récente.

Cet indice s'écrit :

$$I = P / T + 10.$$

P : pluviométrie annuelle (mm)

T : température moyenne annuelle (°C)

Les résultats de nos calculs figurent sur le tableau n°19 où nous avons fait figurer sur le tableau suivant les résultats des calculs de l'indice d'aridité des sept stations choisies pour les deux périodes.

Tab 19 : Indice d'Aridité des stations d'études au cours des deux périodes

Période	Stations	P mm	Tmoy	T+10	I _{AA}
1913/1938	Beni saf	371	19	29	12,8
	Mascara Ghris	511	19,45	29,45	17,4
	Mostaganem	378	18,7	28,7	13,2
	Oran	520	18,9	28,9	18
	Saida	432	19,4	29,4	14,7
	Sidi bel Abbes	395	17,55	27,55	14,3
	Tlemcen	545	18,9	28,9	18,9
1987/2012	Beni saf	290,9	19,86	29,86	9,7
	Mascara Ghris	296,4	19,47	29,47	10,1
	Mostaganem	334,09	19,14	29,14	11,5
	Oran	325,7	19,04	29,04	11,2
	Saida	353,9	18,85	28,85	12,3
	Sidi bel Abbes	284	19,01	29,01	9,8
	Tlemcen	352	19,94	29,9	11,8

5.1 RESULTATS ET INTERPRETATIONS

Beni saf, qui est située dans la région d'Ain Temouchent, l'indice d'aridité (I_{AA}) égale à 12,8 pendant l'ancienne période. En période récente la valeur est passée à 9,74, cela signifie une augmentation de l'aridité dans cette région.

Ainsi la station de Mascara a vu aussi une augmentation de son indice d'aridité qui est égale à 10,05 en période récente alors qu'il était de 17,35 il y a eu donc augmentation d'aridité.

La station de Mostaganem présente un indice d'aridité de 11,46 en période récente alors qu'il était de 13,17 anciennement. Là aussi nous remarquons une diminution de la valeur de l'indice ce qui indique que l'aridité a augmenté.

La station d'Oran révèle une importante aridité à partir du calcul effectué sur l'indice d'aridité des deux périodes, soit 18 pour la période ancienne et 11,21 pour la période récente ce qui signifie que l'aridité a augmenté.

Pour la station de Saida, l'aridité de cette région a vu aussi un changement c'est-à-dire qu'à travers le calcul de l'indice d'aridité on remarque que la valeur de ce dernier qui était de 14,7 pendant l'ancienne période est égale à 12,26 en période récente. Ce qui explique aussi une augmentation d'aridité pour cette région.

Sidi bel Abbes avait la valeur de l'indice d'aridité de 14,33 anciennement puis égale à 9,8 en période récente. Cela révèle une augmentation de l'aridité.

Quant à Tlemcen on voit que l'indice d'aridité était de 18,85 au cours de l'ancienne période puis a pris la valeur de 11,75 pendant la période récente. Pour cette station aussi on enregistre une augmentation d'aridité.

L'indice d'aridité des différentes stations a globalement diminué par rapport à l'ancienne période. Cela veut dire que toute l'Oranie a connu une augmentation de l'aridité.

DISCUSSION

A travers la comparaison de l'indice d'aridité (I_{AA}) entre les différentes stations, nous avons pu enregistrer un changement dans l'aridité qui a augmenté en période récente pour l'ensemble des stations mais avec différentes intensités.

Cette variation de l'aridité est fonction de la pluviométrie qui a diminué d'une part et de l'augmentation de la température.

Selon Baldy (1974), les éléments les plus importants de la pluviosité n'est pas la moyenne de celle-ci mais c'est la fréquence des classes de pluies, mensuelle, annuelles et l'importance des pluies unitaire à chaque saison.

CONCLUSION

Pour cette partie qui concerne la recherche de l'aridité de la région oranaise, nous avons comparé deux périodes de 25 ans ; 1913-1938 et 1987-2012 des sept stations, pour lesquelles on a remarqué une augmentation de l'aridité. Celle-ci s'est ressentie pour l'ensemble des stations en cette période récente qui ont subi une diminution dans le régime pluviométrique et une augmentation de température.

Dans l'ensemble l'aridité a augmenté pour l'ensemble des stations de l'Oranie. Dans ces aires, les sécheresses variables dans le temps et l'espace restent le facteur limitant auquel fait face les cultures (Annichiarico *et al*, 2005).

6- LES VARIATIONS CLIMATIQUE A TRAVERS LE QUOTIENT PLUVIOTHERMIQUE D'EMBERGER

Le quotient pluviothermique d'Emberger est destiné à caractériser le bioclimat des différentes flores et végétation dans le domaine méditerranéen. En effet il a remarqué que dans la région méditerranéenne, l'amplitude thermique est un facteur important de la répartition de la végétation.

$$\text{Le quotient pluviothermique qui s'exprime ainsi : } Q_2 = \frac{1000 P}{\frac{(M+m)(M-m)}{2}}$$

$$\text{Que l'on peut écrire : } Q_2 = 1000 P / (M + m) / 2 (M-m)$$

$$\text{Ou bien } Q_2 = 2000 P / M^2 - m^2$$

P : pluviométrie moyenne annuelle en millimètre (mm)

M : température moyenne du mois le plus chaud en degré Celsius (°C)

m : température moyenne du mois le plus froid en degré Celsius (°C)

Où $M + m / 2$ représente la température moyenne annuelle,

$M-m$ représente l'écart thermique annuel.

Pour les calculs, nous devons convertir les températures en degrés Kelvin (+ 273).

Nous avons regroupé l'ensemble de nos calculs sur le tableau n° 20 en annexe.

La situation des stations sur le climagramme d'Emberger est présentée sur la figure n°32 suivante.

Après avoir calculé le quotient pluviométrique (Q_2) des stations considérées pour les anciennes et les nouvelles périodes, nous avons reporté chaque station sur le climagramme d'Emberger (fig.32).

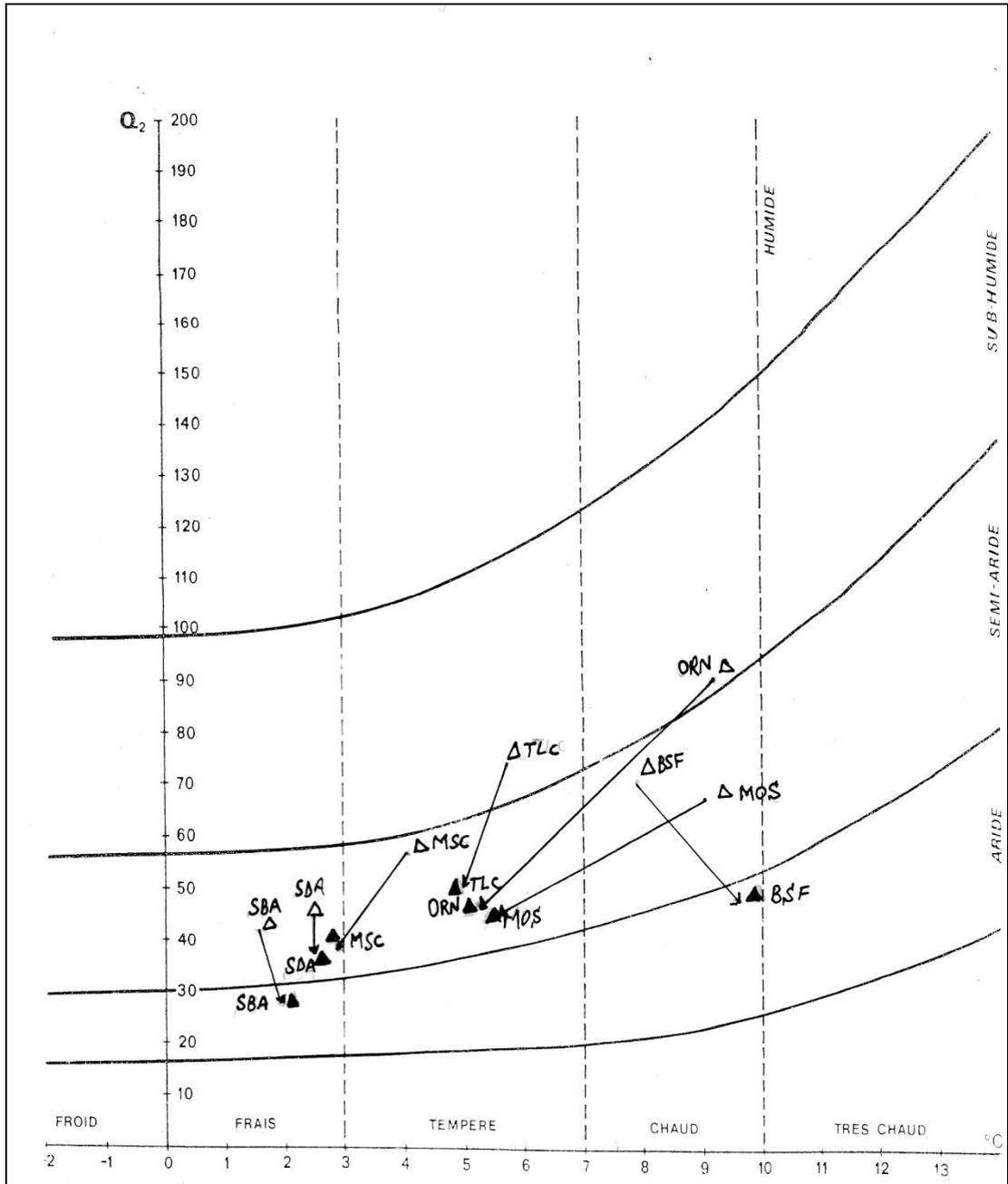


Fig. 32: Variations de la Position des Stations Météorologiques sur le Climagramme d'Emberger (1913-1938 ; 1987-2012)

Ancienne période
 Période récente

6.1 RESULTATS ET INTERPRETATIONS

L'étude comparative permet de cerner l'état actuel bioclimatique des zones d'études et d'apprécier les modifications intervenues ces dernières années. L'observation du climagramme d'Emberger montre un déplacement significatif de ces stations vers un hiver plus frais pour lesquelles, on observe une diminution des températures minimales à l'exception de la station de Beni saf faisant apparaître une légère élévation des valeurs des températures moyennes minimales 'm' .

Pour la station de Beni saf qui est dans la région d'Ain Temouchent, Le niveau bioclimatique était dans le semi-aride supérieur à hiver chaud avec un Quotient pluviométrique (Q_2) de 61,6. Celui-ci est descendu à 49,9 en période récente avec un hiver chaud, cette station est passée au niveau bioclimatique aride à hiver chaud. Ainsi, nous remarquons une diminution des précipitations et une légère élévation de la température minimale hivernale.

Pour la région de Mascara, on enregistre qu'elle avait un Q_2 de 56,9 qui a diminué à 30,7. Ainsi elle est passée du semi-aride supérieur à hiver tempéré au semi-aride inférieur à hiver frais.

La station de Mostaganem, se trouvait dans le niveau bioclimatique semi-aride à hiver chaud, avec un Q_2 qui été de 66,7 et qui a basculé à 41, 4 avec un hiver tempéré mais toujours dans le semi-aride.

La région d'Oran a vu elle aussi un important déplacement qui était dans le sub humide inférieur à hiver chaud avec un quotient Q_2 : 90 puis devenu 40,10 à niveau semi-aride inférieur avec un hiver tempéré.

La station de Saida a eu un changement avec un quotient Q_2 qui était de 43 puis a descendu à 37,6 cette région est dans le niveau bioclimatique semi-aride supérieur à hiver frais puis le semi-aride inférieur à hiver frais.

Bien que tous ces quotients pluviométrique donnent des valeurs très voisines les unes des autres, les résultats obtenus pour nos stations d'études sont résumés dans le tableau n° 20 en annexe.

DISCUSSION

On a pu noter que les valeurs Q_2 varient entre 43 à 90 pour l'ancienne période et de 28,5 à 49,9 pour la période récente la valeur de m varie entre le semi-aride supérieur à hiver chaud – tempéré à l'aride inférieur à hiver tempéré à frais. L'étude des indices climatiques indique pour l'ensemble des stations, un glissement du régime climatique avec un basculement d'un régime à un autre, c'est-à-dire du régime semi-aride vers un régime plus aride.

En conséquence, certaines régions d'études qui malgré la chute relative de la valeur de Q_2 reste toujours dans le niveau semi-aride inférieur à hiver frais.

Conformément à Lacoste, (2003) il a noté une nette dominance en Oranie de l'aire bioclimatique semi-aride inférieur surtout pour sa variante à hiver tempéré. Les niveaux bioclimatiques de la zone oranaise va du semi- aride à l'aride.

CONCLUSION

La grande majorité du territoire embrassé par cette étude présente un climat méditerranéen du type semi-aride inférieur à variante thermique tempérée, et une période sèche s'étalant en moyenne sur 7 mois. L'irrégularité dans la répartition des pluies selon les années s'ajoute au facteur quantitatif qui varie de 300 à 500 mm /an pour désavantager l'agriculture en Oranie. Ces conditions climatiques ne sont pas très favorables aux cultures.

Ainsi on peut noter une dominance en Oranie de l'aire bioclimatique semi-aride inférieur surtout pour sa variante à hiver tempéré. C'est aussi dans cette ambiance bioclimatique que se trouvent les principaux bassins agricoles de la région. L'irrégularité dans la répartition des stations à travers lesquels on peut distinguer les changements qu'il y a eu dans le positionnement des stations entre l'ancienne et la récente période. Les conséquences possibles de ce changement climatique est d'envisager d'éventuelles stratégies d'adaptation et d'atténuation.

Les différentes régions n'ont pas subi la même évolution et en particulier l'évolution vers le niveau aride et qui ont mis en évidence l'augmentation considérable de la température entre la période ancienne et récente (Benabadji et Bouazza, 2002)

CHAPITRE II

IMPACT DES VARIATIONS CLIMATIQUES

SUR L'AGRICULTURE EN ORANIE

INTRODUCTION

L'objectif de cette partie est d'évaluer l'impact des variations climatiques actuelles sur la productivité des cultures céréalières et des légumineuses alimentaires en Oranie sur 25 ans (1987-2012). Le rendement constitue le meilleur indicateur des relations entre les techniques culturales, les qualités pédologiques et les éléments du climat.

En agriculture la sécheresse est définie comme un déficit (marqué et permanent) de la pluie qui affecte les productions agricoles estimées d'après des valeurs moyennes ou attendues d'un point de vue météorologique.

La production se définit comme étant la quantité de récolte obtenue en poids par rapport à la surface totale cultivée.

Le rendement d'une culture est le poids d'une récolte ramené en quintaux par unité de surface (qx/ha). On appelle habituellement rendement la quantité de produit récolté sur une surface cultivée donnée (1q = 100Kg).

1. MATERIELS ET METHODE

Afin de rechercher la corrélation entre ces deux éléments (précipitation et rendements), nous avons choisi les cultures pluviales (Blés et légumineuses alimentaires), cultivées en Oranie. Nous avons recueillies des données des précipitations au niveau de l'office national de météorologie (ONM) et des données sur les rendements élaborés par le ministère de l'agriculture et des services agricoles. Ces derniers sont portés sur un même graphe pour une période de 25 ans. Ensuite nous essayons de faire une comparaison entre les précipitations annuelles et les productions des cultures pluviales.

A travers ces résultats nous expliquerons l'impact des variations climatiques sur les céréales dans un premier temps ensuite une seconde partie dans laquelle nous comparerons les fluctuations climatiques aux rendements des légumineuses (fig. 33 à 46) et (Annexe, tab 21 à 34).

2. IMPACT SUR LES CEREALES

Nous présentons nos résultats sur un graphe pour chacune des stations, à partir duquel nous allons comparer les rendements des cultures céréalières pour toutes les espèces et par région.

Les figures 33 à 39 concerneront les variations des précipitations par rapport aux rendements des céréales.

2.1 RESULTATS ET INTERPRETATIONS

- La Région d'Ain Temouchent, Au cours de 25 années, le blé dur a oscillé entre un rendement minimal de 3,29 qx/ha pour l'année 2000 avec des précipitations de l'ordre de 255 mm, puis nous avons enregistré un rendement moyen de 9,30 qx/ha en 1987 pour une pluviométrie de 289,3 mm. Le blé dur a atteint les 18,2 qx /ha l'an 2012 avec une pluviométrie de 381 mm.

Concernant le blé tendre, il a marqué un rendement faible de 3,11 qx/ha en 2000 avec une pluviométrie de 255 mm et un rendement moyen en 1987 de 8,97 qx/ha pour une pluviométrie de 289,3 mm. Le meilleur rendement de cette culture est de 17,7 qx /ha atteint en 2012 avec une pluviométrie de 381 mm. Ainsi, le rendement du blé tendre dans la région d'Ain Temouchent a varié entre 3,11 et 17,7 qx/ha pendant la période 1987 à 2012.

Pour l'orge, le rendement le plus faible apparaît en 2000 avec 3,78 qx/ha et une pluviométrie de 255 mm. Le rendement moyen est enregistré en 2001 avec une valeur de 10,09 qx/ha et des précipitations de 315 mm. Le meilleur rendement est de 18,3 qx/ha en 2012 avec une pluviométrie de 381 mm.

Le plus faible rendement de l'avoine est relevé en 1988 avec 3,11 qx/ha et une pluviométrie de 247,3 mm. Le rendement moyen est noté en 2011 avec 8 qx/ha pour une pluviométrie de 352 mm. Le rendement optimal apparaît en 2005 avec 15 qx/ha et 269 mm de précipitations.

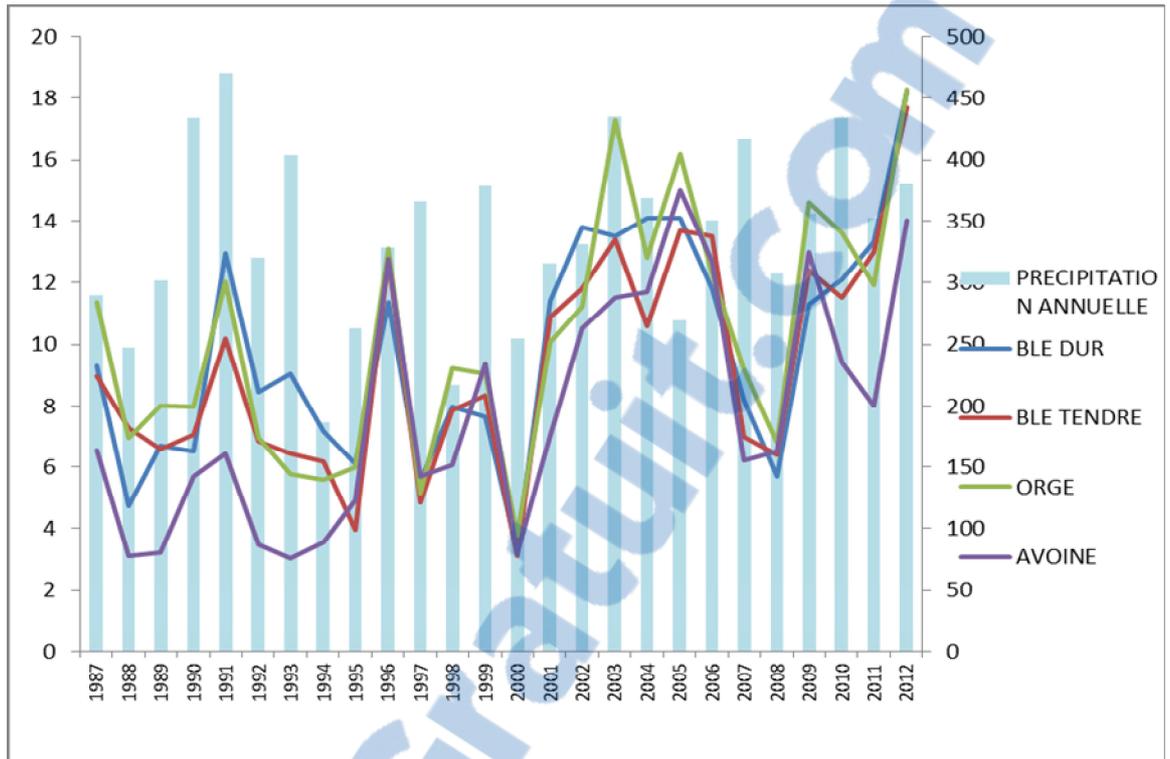


Fig. 33 : Précipitations et rendements des céréales dans la région d'Ain Temouchent

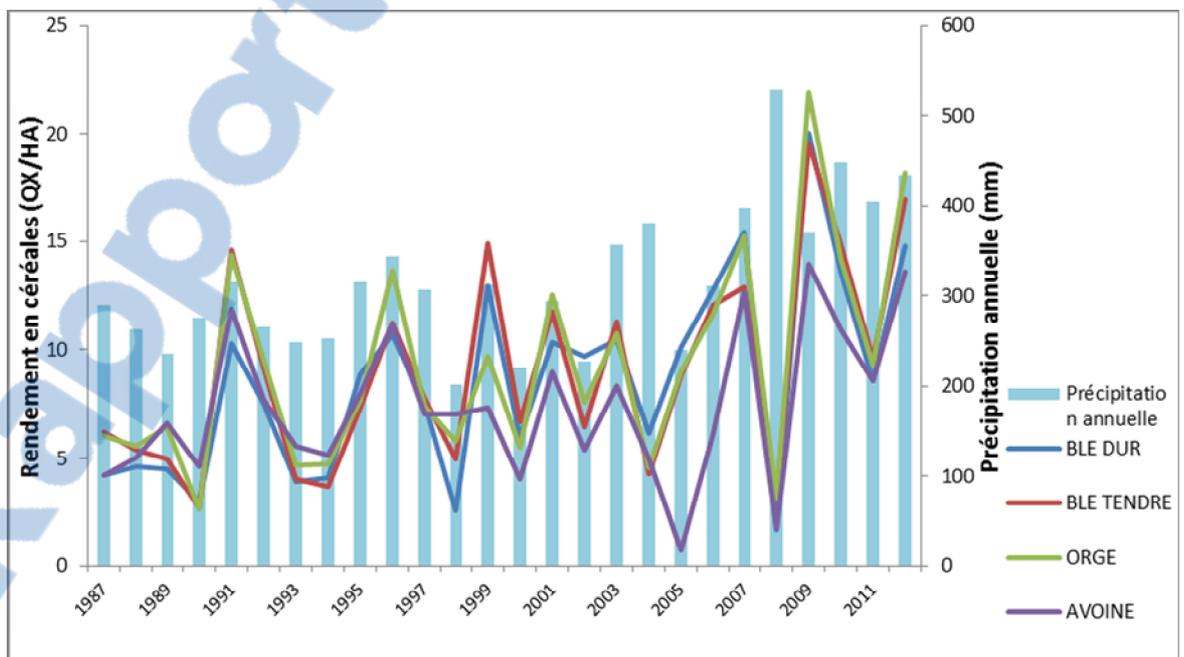


Fig. 34 : Précipitations et rendements des céréales dans la région de Mascara

Toutefois nous avons remarqué pour cette région, en 2004-2005 des rendements respectifs du blé dur qui sont identiques (14,1 et 14,1 qx/ha) avec des pluviométries respectivement différentes (369 mm et 269 mm). Il semble que malgré cette diminution des précipitations, les rendements en céréales sont les mêmes (Fig. n°33).

De même qu'à partir de 2001 on a enregistré des augmentations des rendements de l'ensemble des céréales, qui ont variés 3 qx /ha à 18 qx /ha avec des précipitations presque similaires entre 300 mm à 400 mm (Annexe tab 21).

- La Région de Mascara, Concernant le blé dur, cette spéculation a eu un faible rendement en 2008 de 1,68 qx/ha avec des précipitations de 529 mm. Le rendement moyen est de 8,63 qx/ha en 2011 avec des précipitations de 404 mm. Puis un rendement maximum de 20,03 qx/ha est obtenu en 2009 avec une pluviométrie de 371 mm.

Aussi pour le blé tendre, un faible rendement est enregistré en 1990 qui est de 2,64 qx/ha et une pluviométrie de 274,8 mm. Un rendement moyen de 9,17 qx/ha est noté en 1992 avec des précipitations de 265,3 mm. Le meilleur rendement de 19,56 qx/ha est obtenu en 2009 pour une pluviométrie de 371 mm.

Pour l'orge, le rendement le plus faible est de 2,62 qx/ha enregistré au cours de l'année 1990 avec des précipitations de 274,8 mm. Un rendement moyen est noté en 2011 qui est de 9,3 qx/ha avec une pluviométrie de 404 mm. Le meilleur rendement est relevé en 2009 de 21,97 qx/ha avec une pluviométrie de 371 mm (Annexe, tab. 22).

Pour l'avoine, son rendement était presque nul (0,74 qx/ha) en 2005 avec une pluviométrie égale à 240 mm. Son rendement moyen est relevé en 1999 avec une valeur de 7,33 qx/ha avec des précipitations de 312 mm, le plus haut rendement est celui de l'année 2009 où il a atteint 13,95 qx/ha avec une pluviométrie de 371 mm (Fig. 34).

Cependant un exemple a attiré notre attention, c'est le cas de l'année 2008 qui a vu de fortes précipitations (529 mm), avec des rendements faibles pour l'ensemble des spéculations céréalières. Cela nous amène à penser à une possible inondation qui a porté préjudice aux rendements (hydromorphie des sols).

Cette région présente des rendements variables qui ne sont pas proportionnels aux précipitations. L'exemple le plus frappant concerne les années 1995 et 2006 qui présentent des rendements différents (8 qx/ha et 11 qx/ha) tout en ayant pratiquement les mêmes précipitations (315 mm et 310 mm). Cela semble s'être reproduit pour l'année 1999 où nous avons enregistré des précipitations de 312 mm, avec de rendements moyennement meilleurs.

Une nette amélioration des rendements est enregistrée à partir de l'année 2001 jusqu'à 2012 avec une importante pluviométrie. Là on peut dire qu'il y a corrélation entre les deux à l'exception de 2011 qui marque une chute importante des rendements pour l'ensemble des céréales.

- La région de Mostaganem, pour la première céréale qui est le blé dur, nous avons noté le plus faible rendement en 2008 de 1,44 qx/ha avec des précipitations de 466,84 mm. Un rendement moyen en 1992 de 9,50 qx/ha pour une pluviométrie de 344,6 mm. Le meilleur rendement est enregistré en 2005 avec 18,33 qx/ha pour des précipitations de 404,8 mm.

Concernant le blé tendre nous avons relevé le plus faible rendement en 2008 avec 2,13 qx/ha avec une pluviométrie de 466,85 mm. Le rendement moyen de 12,85 qx/ha apparaît en 2007 avec une pluviométrie de 483 mm. Le meilleur rendement est enregistré en 2012 de 17 qx/ha avec une pluviométrie de 500,6 mm.

Le plus faible rendement de l'orge ; est enregistré en 2008 avec 2,22 qx/ha avec des précipitations de 466,7 mm. Le rendement moyen de 9,3 qx/ha est obtenu en 2011 avec une pluviométrie de 409,7 mm. Le meilleur rendement est enregistré en 2009 avec 17,42 qx /ha avec une pluviométrie de 222,6 mm.

L'avoine marque un faible rendement en 1988 de 0,13 qx/ha avec une pluviométrie de 327 mm. Le rendement moyen de 6,67 qx /ha est obtenu en 2010 avec une pluviométrie de 341,7 mm. Le meilleur rendement est enregistré en 2005 de 14,46 qx/ha avec des précipitations de 404,8 mm.

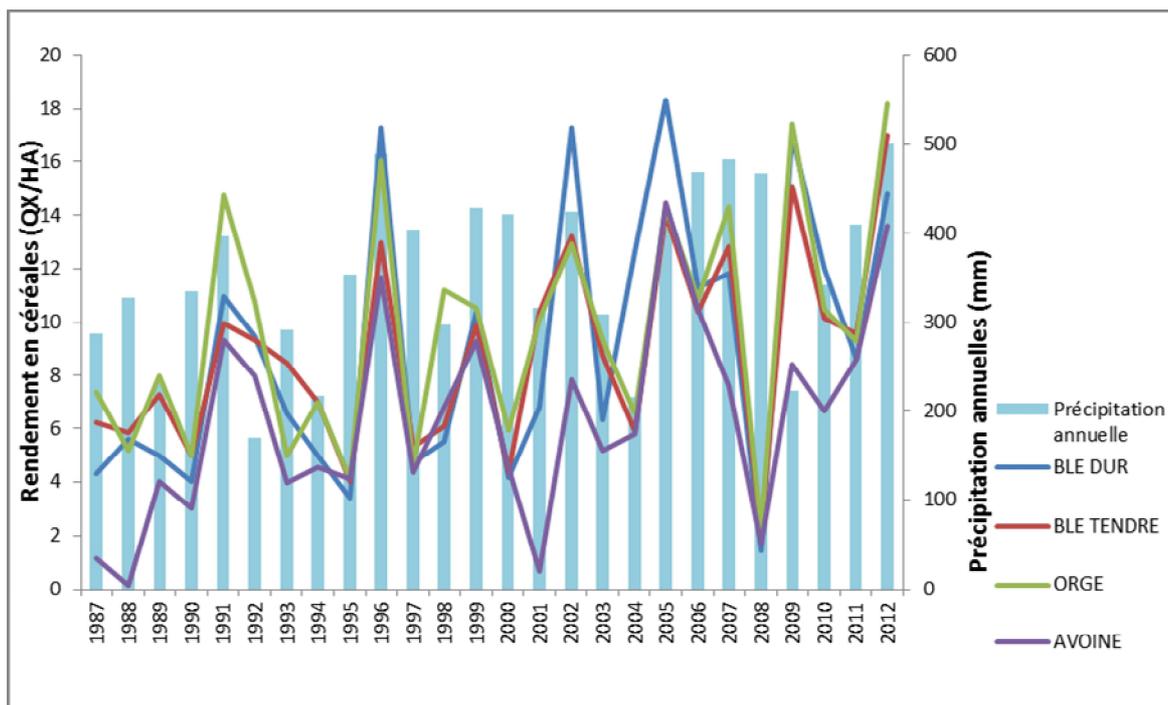


Fig. 35 : Précipitations et rendements des céréales dans la région de Mostaganem

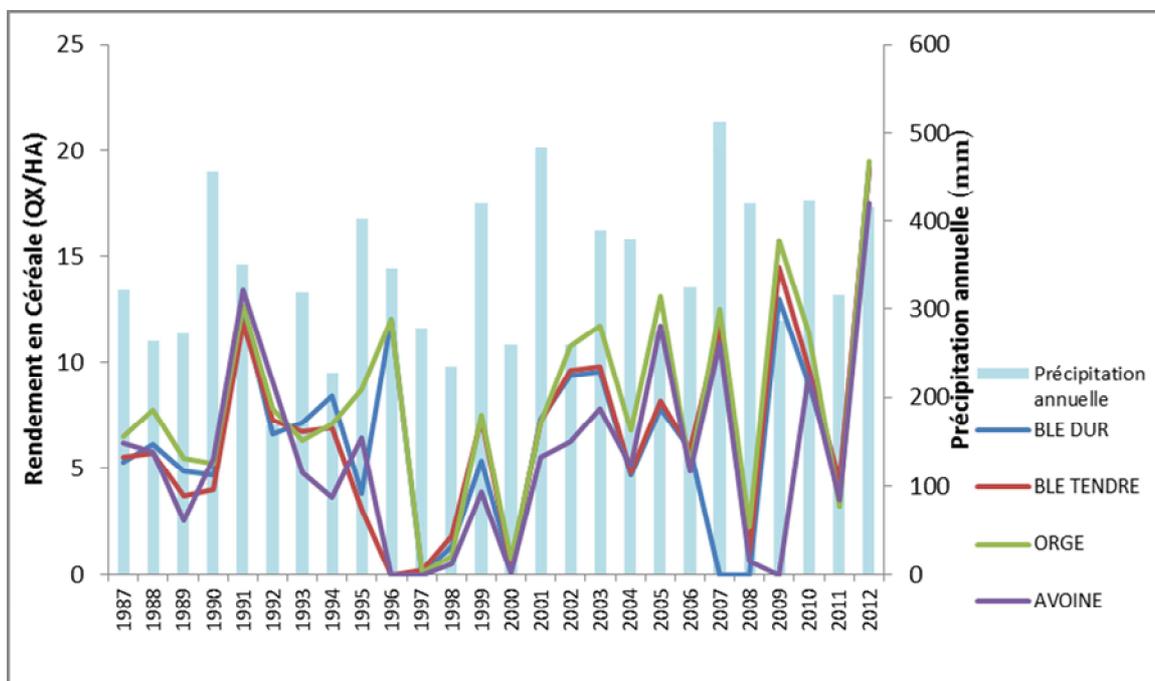


Fig. 36 : Précipitations et rendements des céréales dans la région d'Oran

De façon générale, on remarque une différence de rendements malgré des cumuls annuels en précipitations semblables. Cependant on enregistre pour l'année 2007 des rendements importants avec une pluviométrie qui atteint les 400 mm, alors qu'en 2008 pour une presque même pluviométrie on enregistre de faibles rendements (Annexe, tab 23). Nous avons remarqué que pour l'année 2009, le rendement est maximal pour l'ensemble des céréales pour une pluviométrie de 222,6 mm. Cela pourrait s'expliquer par une pluviométrie bien répartie par rapport aux stades de développement des céréales, alors qu'on a relevé de faible rendement en 1990 avec une pluviométrie de 334,7 mm (Fig. 35).

La région d'Oran, concernant le blé dur, un rendement faible est enregistré en 1997 avec 0,01 qx /ha avec des précipitations de 278 mm. Le rendement moyen est enregistré en 1992 avec une valeur de 6,60 qx/ha pour une pluviométrie de 169 mm. Le meilleur rendement est enregistré en 2012 avec 19,2 qx/ha et 415 mm de pluie.

Pour le blé tendre : Le plus faible rendement est relevé en 1997 avec 0,23 qx/ha pour une pluviométrie de 278 mm. Le rendement moyen est de 6,90 qx/ha, obtenu en 1994 pour une pluviométrie de 227,4 mm. Le meilleur des rendements est atteint en 2012 de 19,2 qx/ha pour une pluviométrie de 415 mm. Cela nous laisse penser à une bonne répartition de la pluviométrie.

Concernant l'Orge : Le rendement le plus faible apparaît en 1997 avec 0,09 qx/ha et une pluviométrie de 278 mm. Le rendement moyen est enregistré en 1988 avec une valeur de 7,76 qx/ha et une pluviométrie de 264 mm. Le meilleur rendement est enregistré en 2012 avec une valeur de 19,5 qx/ha et des précipitations de 415 mm.

Pour l'Avoine, nous avons noté un rendement nul en 1997 bien que la pluviométrie était de 278 mm. Ensuite, le rendement moyen de 6,44 qx/ha est obtenu en 1995 avec une pluviométrie de 420 mm. Le meilleur rendement de 17,5 qx/ha est enregistré en 2012 pour une pluviométrie de 415 mm (Fig. 36).

Pour cette région toutes les spéculations ont vu des variations des rendements au cours des mêmes années. Cependant les deux années 1997 et 2000, bien que la pluviométrie fût supérieure de 200 mm, le rendement était quasi nul (Tab,24).

Les rendements interannuels des céréales sont variables d'une année à l'autre. En comparant les différents rendements (Blé dur, Blé tendre, Orge et Avoine) on constate que les taux des récoltes ne se suivent pas entre eux ainsi qu'une non corrélation avec les précipitations.

La Région de Saida, le blé dur, le plus faible rendement est relevé en 2008 avec une valeur de 1,13 qx/ha et une pluviométrie importante de 455,6 mm. Un rendement moyen est enregistré en 2004 qui est de 7,73 qx/ha pour un cumul de pluviométrie égale à 470 mm. Le meilleur rendement est noté en 2009 avec 15,47 qx/ha pour un cumul de précipitations de 496,07 mm. Cela peut s'expliquer par un bon régime pluviométrique qui s'ajoute à l'application de bonnes pratiques culturales.

Pour le blé tendre, son plus faible rendement est enregistré en 2008 avec 1,13 qx/ha et une pluviométrie de 455,6 mm. Le rendement moyen est noté en 2004 et avec 7,73 qx/ha et une pluviométrie de 470 mm. Le meilleur rendement est prélevé en 2012 avec 15,6 qx/ha pour une importante pluviométrie de 489,93 mm.

Concernant l'orge, Le plus faible rendement est enregistré en 2008 avec 0,42 qx/ha pour une pluviométrie de 455,6 mm. Le rendement moyen est de 8,89 qx/ha en 2007 pour des précipitations de 429 mm. Le meilleur rendement est noté en 2009 avec 19,84 qx/ha pour des précipitations de 496,07 mm.

La culture de l'avoine, note son plus faible rendement de 0,42 qx/ha en 2008 avec une pluviométrie de 455,6 mm. Ensuite un rendement moyen de 8,89 qx/ha en 2007 pour des précipitations de 429 mm et un rendement maximal en 2009 de 19,84 qx/ha avec des précipitations de 496,07 mm.

Pour l'ensemble des cultures céréalières nous avons noté les meilleurs rendements au cours des mêmes années (Fig. n°37).

Cette région à son tour présente une variation des rendements par rapport aux précipitations, cependant l'année 1987 et l'année 1992 présentent des rendements différents avec des écarts significatives de 5 qx/ha bien que les précipitations respectives étaient presque similaire (336,7mm et 337,2 mm).

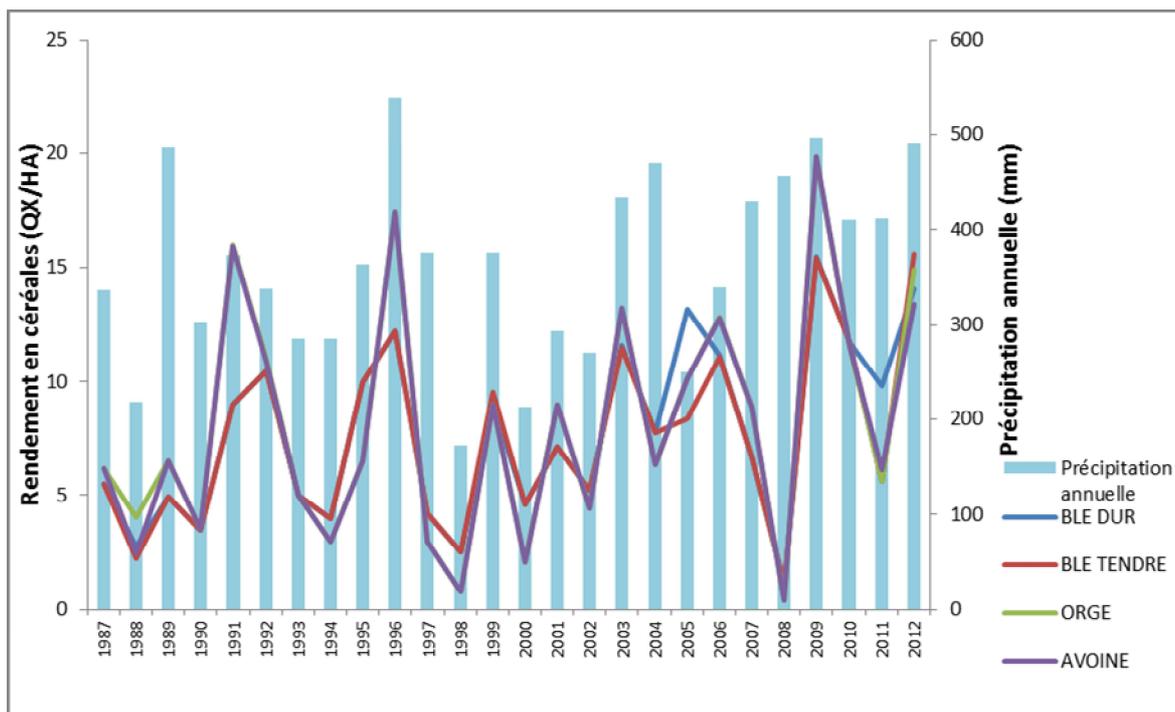


Fig. 37 : Précipitations et rendements des céréales dans la région de Saida

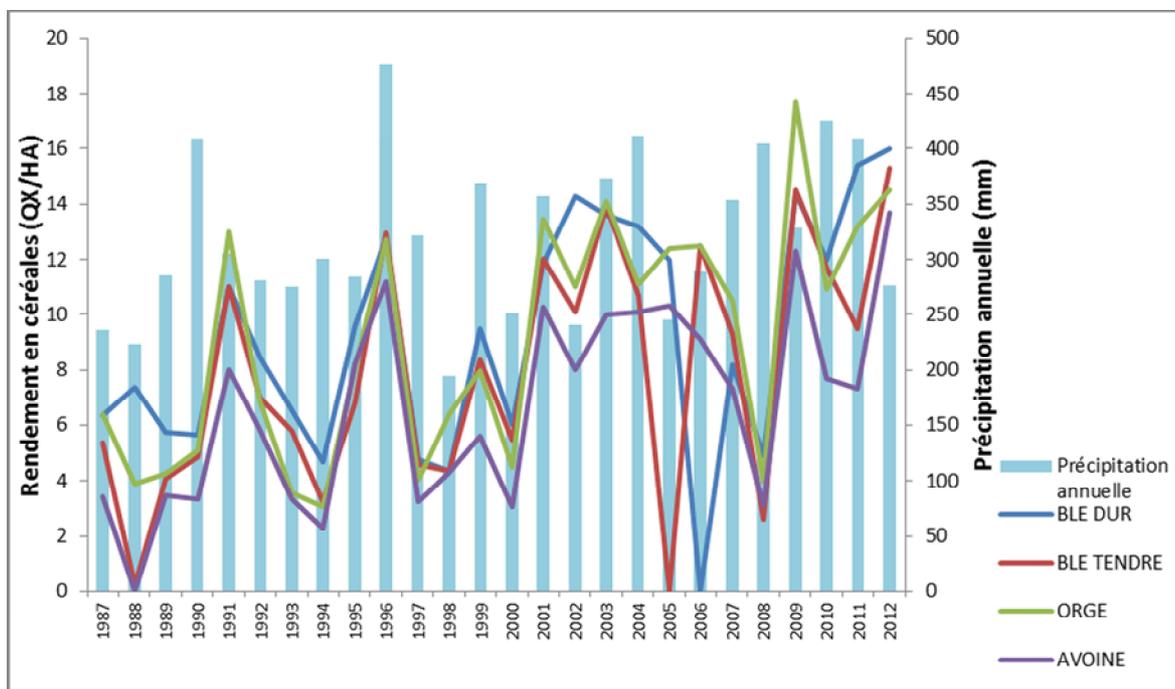


Fig. 38 : Précipitations et rendements des céréales dans la région de Sidi bel Abbas

Aussi en 1996, on enregistre d'important rendement des quatre spéculations de céréales suite à d'importantes précipitations, cela peut s'expliquer par une bonne répartition de la pluviométrie (Annexe, tab 32).

On peut dire que les variations des récoltes ne suivent pas toujours les variations des précipitations.

La région de Sidi Bel Abbes :

Concernant le blé dur, nous avons noté les plus faibles rendements en 1998 avec 4,35 qx/ha et des précipitations faibles de 195 mm. Le rendement moyen est relevé en 1995 égal à 9,56 qx /ha pour une pluviométrie de 285 mm. Le meilleur des rendements de 16 qx/ha est obtenu en 2012 avec une pluviométrie de 275,87 mm.

Pour le blé tendre, Le plus faible rendement a été relevé en 1988 avec 0,24 qx/ha pour une pluviométrie 223,2 mm. Un rendement moyen est relevé en 1999 pour une valeur de 8,36 qx/ha avec une pluviométrie de 369 mm. Le rendement maximal est obtenu en 2012 avec 15,3 qx/ha pour une pluviométrie de 275,87 mm.

Concernant l'orge, le plus bas rendement apparait en 1994 avec 3,08 qx/ha pour une pluviométrie de 300,8 mm Le rendement moyen de 8,07qx/ha a été obtenu en 1995 pour une pluviométrie de 285 mm. Le meilleur rendement est réalisé en 2009 de 17 ,7 qx/ha avec une pluviométrie de 328, 43 mm.

Pour l'avoine, Le rendement était nul en 1988 pour des précipitations de 223,2 mm .Un rendement moyen est relevé en 2011 avec 7,3 qx/ha pour une pluviométrie de 409,73 mm. Le meilleur rendement est obtenu en 2012 de 13,7 qx/ha pour une pluviométrie de 275,87 mm (Fig. 38).On constate que les meilleurs rendements sont obtenus à partir de l'année 2001.

Il semble qu'il y a eu une bonne répartition des précipitations qui viennent s'ajouter aux bonnes pratiques culturales. Malgré d'importantes précipitations les rendements étaient faibles pour certaines années notamment en années 1994, 1997,1998 et 2008 (tab 26 Annexe).

La région de Tlemcen

Concernant le Blé dur, Le plus bas rendement est obtenu en 2008, qui est de 1,1 qx/ha pour une pluviométrie de 433 mm. Le rendement moyen est enregistré en 1992 avec 8,73 qx/ha pour une pluviométrie de 351,2 mm. Le meilleur rendement est enregistré en 2005 avec une valeur de 13,28 qx/ha et une pluviométrie de 209 mm.

Pour le blé tendre, le plus bas rendement est obtenu en 2006 avec une valeur de 0,33 qx/ha et une pluviométrie de 251,7 mm. Un rendement moyen est noté en 1992 de 8,13 qx/ha avec une pluviométrie de 351,2 mm. Le meilleur rendement est obtenu en 1999 avec une valeur de 13,80 qx/ha et une pluviométrie de 410 mm.

L'orge, l'orge a vu son plus bas rendement en 2008 avec 1,16 qx/ha et des précipitations de 433 mm. Le rendement moyen est enregistré en 1992 de 9,23 qx/ha et une pluviométrie de 351,2 mm. Le maximum des rendements est obtenu en 2012 avec 15,1 qx/ha et une pluviométrie de 359,18 mm.

Concernant l'avoine, un rendement faible est obtenu en 2000 de 3,52 qx/ha pour une pluviométrie de 228 mm. Le rendement moyen est enregistré en 2002 avec 7,5 qx/ha et des précipitations de 269 mm. Le meilleur rendement est noté en 2012 qui est de 10,8 qx/ha pour des précipitations de 359,18 mm (Fig. 39).

Cette région présente des rendements en céréales qui sont variables d'une année à une autre. L'exemple concret est celui de l'année 1987 où les précipitations sont importantes mais les rendements des différentes céréales révèlent le contraire.

Un cas contraire est relevé pour l'année 2005, au cours de laquelle on enregistre un cumul de pluviométrie de 209 mm mais où les rendements sont à leur maximum, (Annexe, tab 27).

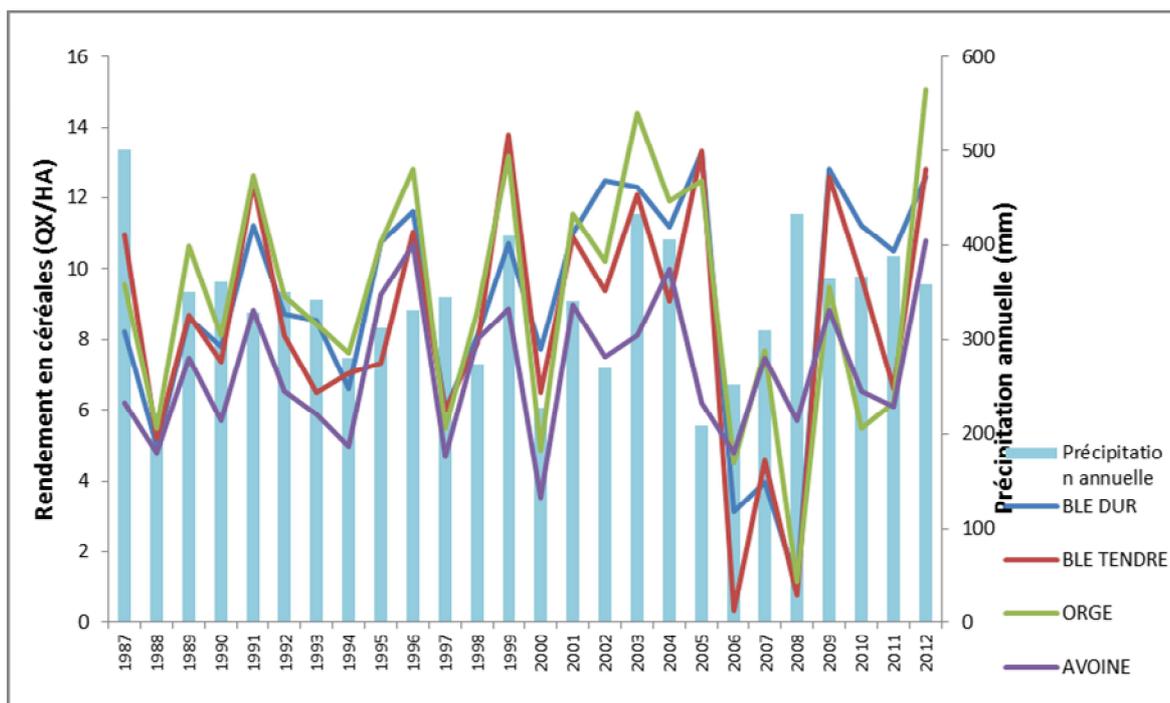


Fig. 39 : Précipitations et rendements des céréales dans la région de Tlemcen

DISCUSSION DES RESULTATS

Une variabilité dans la corrélation entre les rendements et les précipitations est observée dans les différentes régions et pour les différentes spéculations céréalières

Selon Messadi, 2009 la pluie est le facteur déterminant des rendements. Le blé nécessite entre 400 et 600 mm d'eau de pluie par an, celle-ci doit être répartie uniformément durant le développement de la céréale. L'eau a une action indirecte sur les rendements du blé mettant les éléments nutritifs à la disposition de la plante. Elle peut constituer un facteur limitant important dès la germination du blé, ce dernier traverse au cours de végétation deux périodes critiques principales à l'égard de l'eau ; dans les 20 jours qui précèdent l'épiaison, l'autre au moment de la maturation. Ces périodes se situent de la montaison au grossissement du grain.

Des études indiquent une dynamique critique entre changement climatique et l'eau avec des situations de stress hydrique. Sous l'effet de températures plus élevées et la variabilité des précipitations (Bates *et al*, 2008).

Aussi d'après Ben Khaled (2003), dans les zones arides et semi arides, la contrainte saline s'associe souvent au déficit hydrique pour limiter la production des espèces végétales.

A la fin de montaison 10- 15 jour avant l'épiaison, la sécheresse réduit le nombre de fleurs fertiles par épillet le manque d'eau après la floraison, combiné à des températures élevées, entraîne une diminution du poids de 1000 grains par altération de la vitesse de remplissage des grains, le manque d'eau a pour conséquence une réduction du poids des grains (échaudage), réduisant par conséquent le rendement (Gate, 1990).

Selon Habaieb *et al*, (2003) L'analyse fréquentielle de la pluviométrie, effectuée pour chaque stade de développement a montré que les besoins en eau de ces cultures sont élevés pendant les phases de mi saison et ne sont généralement pas couverts par la pluie d'où le besoin d'irriguer.

La production des cultures annuelles se trouve confrontée aux développements des espèces indésirables (Benabdelli *et al*, 1997).

CONCLUSION

Nous avons remarqué pour l'ensemble des régions d'études une nette amélioration des rendements de 12 à 21 qx/ ha à partir de l'année 2009, ceci pour l'ensemble des céréales avec une pluviométrie qui a varié de 222 à 400 mm, Cela est observé pour la plus part des régions d'étude où la pluviométrie s'est répartie efficacement par rapport aux stades de développement des céréales à l'exception de l'année 2011 où nous avons, constaté une chute de rendements entre 3,2 et 13 qx/ha pour quelques spéculations de céréales. Cas de, Mascara, Mostaganem, Saida, Oran et Tlemcen bien que les précipitations étaient à leur optimum (300 à 400 mm).

Cependant nous avons observé une corrélation entre les rendements et les précipitations dans les différentes régions et pour les différentes spéculations céréalières et cela pour certaines années, bien que parfois nous avons constaté le contraire.

Il y a augmentation de la température additionnée à la baisse des précipitations qui s'est répercuté sur le développement des céréales et par conséquent sur leur productivité (Bouzerzour *et al*, 2000; Chaise *et al*, 2005).

Selon Chadoul (1991), un choix des zones où les potentialités hydriques existent, un apport d'eau selon les besoins de la plante, permet l'augmentation de la production, notamment, celle des semences de générations; c'est cette semence qui conditionne la production, du point de vue de la quantité et de la qualité.

L'analyse des régimes pluviométriques des dernières années ont permis de situer la contrainte par rapport aux différents stades morpho physiologiques des cultures. Ainsi pour la céréale le stade le plus vulnérable reste celui de la phase début tallage jusqu'à la fin floraison de la céréale.

Le rendement en grains chez le blé dépend fortement du nombre de grains par épi, du poids de grains par épi et du nombre d'épis au m². Le tallage est l'un des principaux facteurs déterminant le rendement en grains chez les céréales et une carence hydrique précoce durant la phase végétative réduit le nombre e de talles. Un déficit hydrique à la montaison se traduit par la régression du nombre d'épis par m².

La régression intense des talles et /ou la diminution du nombre de grains par épi (notamment par accroissement du taux d'avortement des épillets et induction de stérilité male).

En cas de secheresse printanière, il est recommandé de réaliser trois irrigations de 30 à 40 mm chacune, durant ces phases critiques.

L'intensité de cette contrainte se traduit au niveau de la plante par des réponses de régression des talles herbacées, une faible fertilité de l'épi, ou par la réduction du nombre de grains par épi et une dépression importante du rendement final.

3. IMPACT SUR LES LEGUMINEUSES ALIMENTAIRES

Dans ce qui suit, nous présentons comme au chapitre précédent, l'évaluation des rendements des légumineuses alimentaires par rapport aux précipitations et ce au niveau des sept régions choisies.

3.1. RESULTATS ET INTERPRETATION

La région d'Ain Temouchent

Concernant La fève, un rendement nul est noté en 1997 avec une pluviométrie de 366 mm, ensuite un rendement moyen de 5,83 qx/ha pour une pluviométrie de 379 mm est enregistré en 1999. Le meilleur rendement de 8,6 qx/ha est relevé en 2012 avec une précipitation de 381 mm.

Pour Les petits pois, Le rendement a été nul en 1997 malgré des précipitations de 366 mm. Un rendement moyen est noté en 2000 à une valeur de 4,59 qx/ha et des précipitations de 255 mm. L'optimum de rendement est relevé en 2008 avec 9,3 qx/ha et une pluviométrie de 307 mm.

Concernant les pois chiches, le rendement le plus faible a été de 0,14 qx/ha en 1989 alors que la pluviométrie était de 301,3 mm. Un rendement moyen est noté en 2009 avec une valeur de 6,7 qx/ha pour une pluviométrie de 356,09 mm. Le meilleur rendement de 10 qx/ha est obtenu en 2003 pour une pluviométrie de 435 mm.

Pour Les Haricots sec, Un rendement nul est obtenu en 1991 et 1995 avec une pluviométrie respective de 470,5 et 263 mm. Le rendement moyen est noté en 1997 avec 4,46 qx/ha pour une pluviométrie de 366 mm. Le meilleur rendement est constaté en 2011 avec une valeur de 8,5 qx/ha pour une pluviométrie de 352 mm.

Pour cette région, une disproportion a été relevée entre les rendements et les précipitations d'une année à une autre, bien que les précipitations fussent importantes le rendement était faible (Annexe, tab 28).

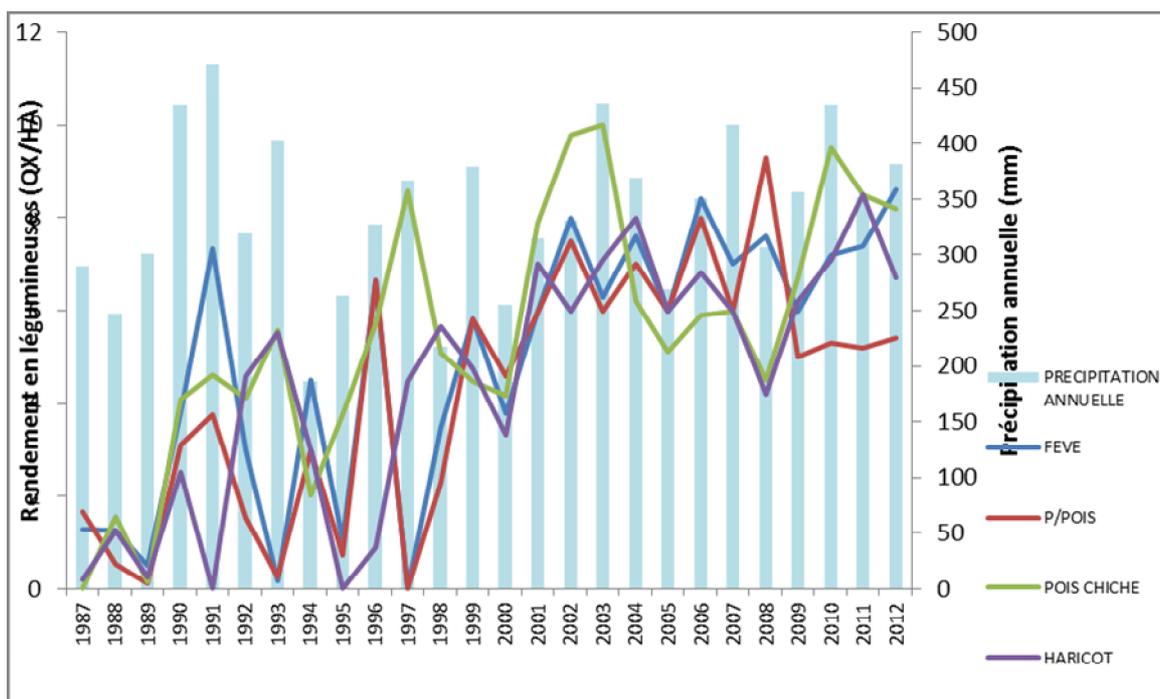


Fig. 40 : Précipitations et rendements des légumineuses dans la région d'Ain Temouchent.

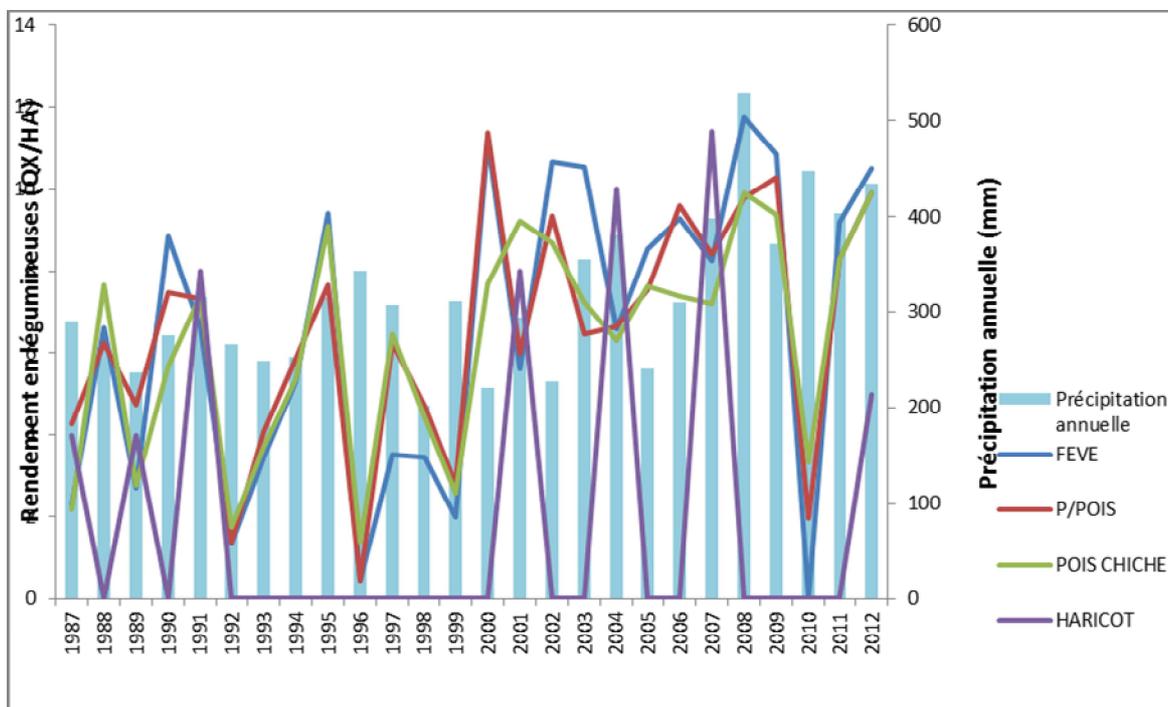


Fig. 41 : Précipitations et rendements des légumineuses dans la région de Mascara

Sur la figure 40, il apparaît que les rendements ont globalement doublé à partir de l'année 2000, cela résulterait sans doute du programme national du développement agricole (PNDA) mis en œuvre à partir des années 2000-2001.

- Région de Mascara

Concernant La fève, Le plus faible rendement est noté en 1997 avec une valeur de 0,43 qx/ha et une pluviométrie de 307 mm. Le rendement moyen est enregistré en 2002 avec une valeur de 5,62 qx/ha pour une pluviométrie de 227 mm. L'optimum est obtenu 2009 avec un rendement de 11,76 qx/ha et une pluviométrie de 371 mm.

Pour Les petits pois, un faible rendement de 0,44 qx/ha est relevé en 1997 pour une pluviométrie de 307 mm. Puis un rendement moyen de 6 qx/ha est obtenu en 2002 avec une pluviométrie de 227 mm. Le meilleur rendement de 11,39 qx/ha est obtenu en 2001 avec une pluviométrie de 294 mm.

Concernant Les pois chiches, Le plus faible rendement est de 1,36 qx/ha en 1997 pour une pluviométrie de 307 mm. Un rendement moyen de 4,42 qx/ha est relevé en 1999 avec une pluviométrie de 312 mm. Le meilleur rendement est obtenu en 2009 qui est égale à 9,91qx/ha avec des précipitations de 371 mm.

Pour Les haricots, La plupart des rendements sont nul pour la majorité des années bien que la pluviométrie varie de 202 à 448 mm. Le rendement moyen de 5 qx/ha est enregistré en 2012 pour une pluviométrie de 434 mm. En 2007 nous avons noté un rendement de 11,4 qx/ha pour une pluviométrie égale à 398 mm (Annexe tab, 29).

La culture de la fève, des petits pois et des pois chiches s'est globalement améliorée à partir de 2001. Les récoltes des haricots sont dans l'ensemble nulles, car cette espèce n'a pas été semée durant la plupart des années (Fig. 41).

La région de Mostaganem

Concernant la culture de La fève, un faible rendement est marqué en 1995 égale à 0,13 qx/ha pour une pluviométrie de 303 mm. Puis un rendement moyen de 5,23 qx/ha est enregistré en 2005 pour une pluviométrie de 404,8 mm. Le meilleur rendement est obtenu de 10,5 qx/ha en 2012 pour une pluviométrie de 500,6 mm.

Pour le petit pois, Le plus faible rendement est nul en 1989 avec une pluviométrie de 231 mm. Le rendement moyen est enregistré en 1992 de 5,11 qx/ha pour des précipitations de 344,6 mm. Le meilleur des rendements est relevé en 2004 qui est de 10,19 qx/ha pour une pluviométrie de 214,9 mm.

Concernant le pois chiche, Le rendement le plus bas de 0,6 qx/ha est enregistré en 1989 pour une pluviométrie de 231 mm. Le rendement moyen est noté en 1998 avec une valeur de 4,56 qx/ha pour des précipitations de 320 mm. Le meilleur rendement est noté en 2012, égale à 9,9 qx/ha pour une pluviométrie de 500,6 mm.

Pour les Haricots, Le rendement de la plus part des années est nul sauf pour l'année 2012 où on enregistre un rendement moyen de 5 qx/ha pour une pluviométrie de 500,6 mm. Puis en 2005 et 2007 on note un meilleur rendement de 8 qx/ha pour une pluviométrie respective de 404,8 et 483 mm (Fig. 42).

Le niveau des rendements des différentes spéculations à l'exception des haricots sont sensiblement égale, mais ne suivent pas le niveau des précipitations. Nous pouvons faire les mêmes remarques que pour la station de mascara. Tous les rendements se sont globalement amélioré sauf pour celui des haricots qui reste difficile à interpréter cela proviendrait d'une mauvaise semence, de problème climatique (gel, vent) ou de maladies (Annexe, tab 30).

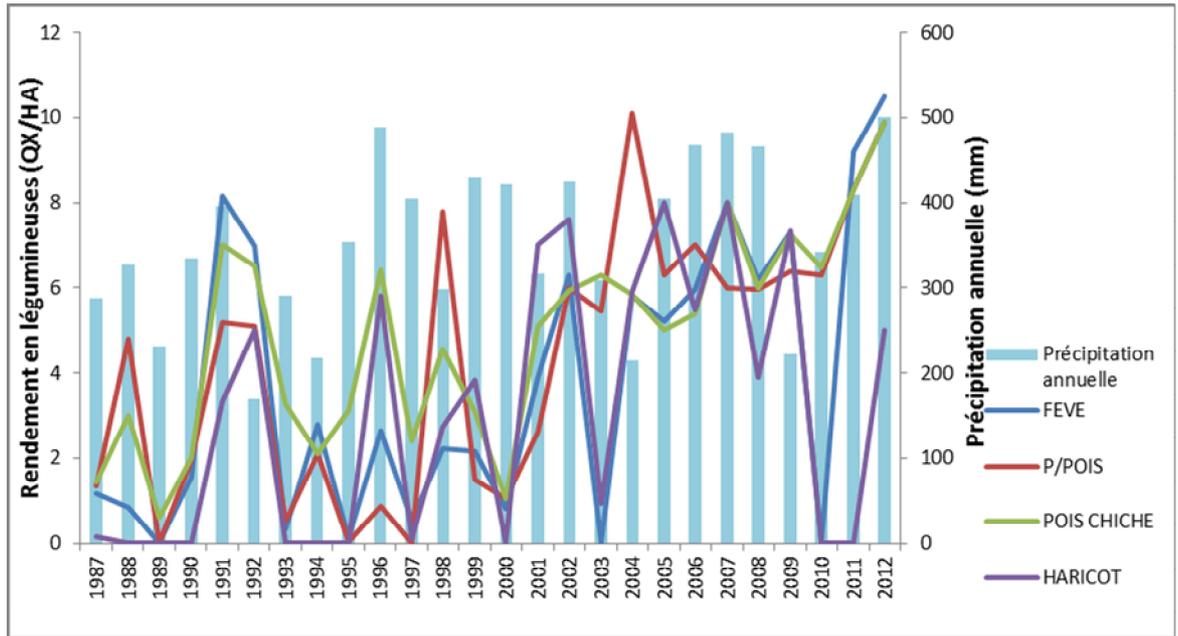


Fig. 42 : Précipitations et rendements des légumineuses dans la région de Mostaganem

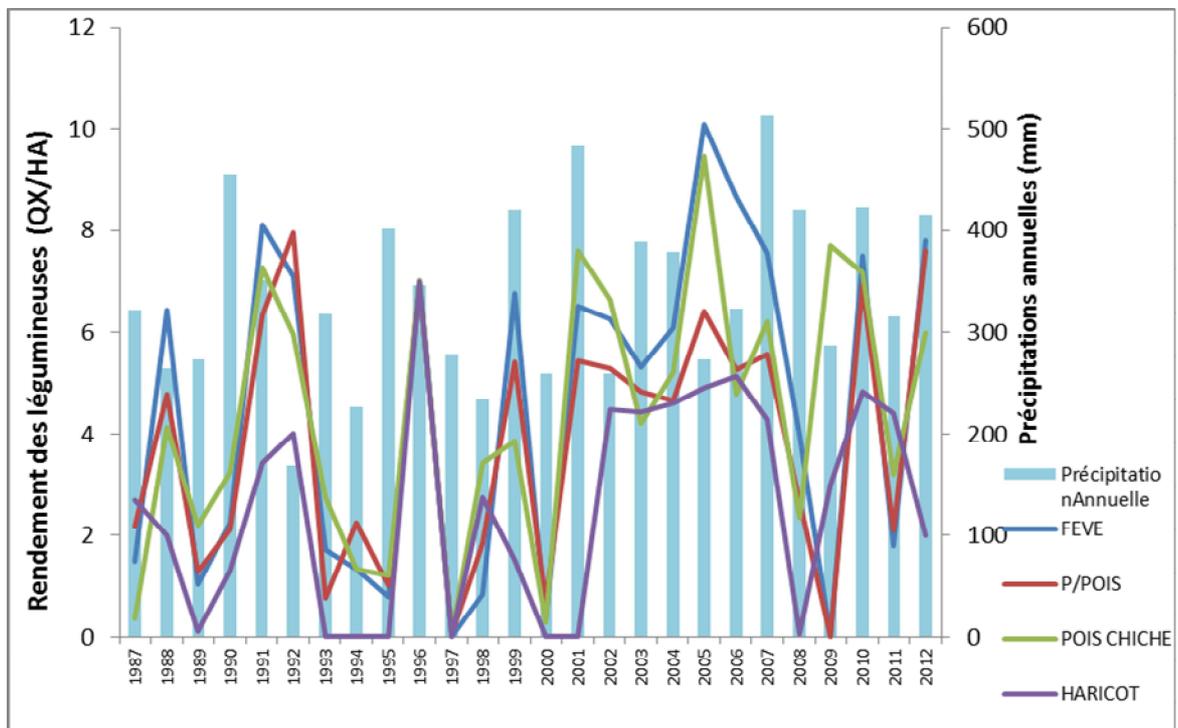


Fig. 43 : Précipitations et rendements des légumineuses dans la région d'Oran

La région d'Oran

Concernant la culture de la fève, Le rendement est nul en 1997 et en 2009 pour une pluviométrie respective de 278 mm et 287 mm. Le rendement moyen est obtenu en 2003 avec 5,33 qx/ha pour des précipitations de 389 mm. Le meilleur rendement est obtenu de 10,10 qx/ha en 2005 avec une pluviométrie de 274 mm.

Pour Les petits pois, Le plus faible rendement enregistré en 2009 est nul pour une pluviométrie de 287 mm. Un rendement moyen est obtenu en 2003 avec 4,67 qx/ha pour une pluviométrie de 379 mm. Le meilleur rendement est obtenu en 1992 avec 7,95 qx/ha pour une pluviométrie de 339,4 mm.

Concernant Les pois chiches, Un faible rendement est noté en 2000 de 0,28 qx/ha pour une pluviométrie de 260 mm. Le rendement moyen est de 4,20 qx/ha avec des précipitations de 389 mm. Le meilleur rendement est obtenu en 2005 avec 9,46 qx /ha avec une pluviométrie de 274 mm.

Pour les Haricots, les rendements sont nuls au cours des années 1993, 1994, 1995, 1997, 2000 et 2001 avec des précipitations qui ont varié de 227 à 483 mm. Un rendement moyen est noté en 1987 avec une valeur de 2,70 qx/ha pour des précipitations de 322 mm. Le meilleur des rendements est de 7 qx/ha, obtenu en 1996 avec une pluviométrie de 345 mm. (Annexe, tab 31).

Les rendements sont très fluctuants sans corrélation avec les précipitations. A partir de l'année 2001, les rendements s'améliorent avec une chute en 2008-2009 (Fig. 43).

La région de Saida :

Concernant la culture de la fève, un rendement nul est relevé pendant les années : 1990, 1994, 1997, 1998, 1999 et 2000 pour une pluviométrie variant de 200 mm à 400 mm. Le rendement moyen est obtenu en 1996 avec 6 qx/ha pour des précipitations de 539 mm. Le meilleur rendement de 22,5 qx/ha est obtenu en 2012 avec une pluviométrie de 489,93 mm.

Pour Les petits pois, un rendement nul qui est enregistré en 1993,1994,1997,1998,1999,2000,2001 jusqu'à 2011 pour une pluviométrie qui a varié de 173 à 496 mm .Un rendement moyen est obtenu en 1996 qui est égale à 5 qx/ha pour une pluviométrie de 539 mm. Le meilleur rendement est obtenu en 2012 avec 9,5 qx/ha pour une pluviométrie de 489,93 mm (fig.44).

Concernant Les pois chiches : Un rendement nul est noté en 1990, 1994, 1998, 1999, 2000, de 2004 à 2011 pour une pluviométrie qui a varié de 285 à 411 mm. Le rendement moyen est de 7,03 qx/ha, obtenu en 1996 avec des précipitations de 539 mm. L'optimum des rendements est obtenu en 2012 avec une valeur de 15 qx / ha avec une pluviométrie de 489,93 mm.

Pour la culture des Haricots, au cours des 25 années, bien que les précipitations ont variés de 173 mm à 489 mm, nous ne pouvons pas proposer d'interprétations étant donné qu'il n'y a pas eu semis de cette culture (aucun chiffre disponible), (Annexe, tab 32).

La région de Sidi Bel Abbes

Concernant La fève, le plus bas rendement est enregistré en 1997 avec une valeur de 0,30 qx/ha et une pluviométrie de 322 mm. Le rendement moyen est relevé de 5 qx/ha en 1991 et en 2008 avec des précipitations respectives de 305,8 mm et 404,37 mm. Le meilleur rendement est noté est de 10,7 qx/ha en 2012 avec des précipitations de 275,87 mm.

Pour les petits pois, son plus faible rendement est de 0,13 qx/ha en 1988 avec une pluviométrie de 223,2 mm. Le rendement moyen est noté en 2008 avec une valeur de 4 qx/ha avec une pluviométrie de 404,37 mm. Le meilleur rendement est relevé en 2012 de 10,4 qx/ha avec des précipitations de 275,87 mm.

Concernant les pois chiches, Le plus faible rendement est relevé en 1987 avec 1,10 qx/ha et une pluviométrie de 235,7 mm. Le rendement moyen enregistré est de 6,59 qx/ha en 1996 avec des précipitations de 476 mm. Le rendement le plus élevé est de 11,6 qx/ha obtenu en 2012 avec des précipitations de 275,87 mm.

Pour la culture des Haricots, les plus bas rendements sont enregistrés au cours des 25 années avec des variations de précipitations entre 241 mm à 409 mm à l'exception de l'année 1988 où le rendement est de 0,4 qx/ha avec une pluviométrie de 223,2 mm puis le rendement le plus élevé est noté de 2,5 qx/ha en 1989 avec une pluviométrie de 285,3 mm (Fig. 45).

Pareillement aux autres régions, la pluviométrie semble ne pas être le facteur prépondérant (Tab n°33).

Les plantes ont besoin d'eau appropriée en qualité et en quantité, à portée de leurs racines et au bon moment. La plus grande partie de l'eau absorbée par une plante sert à transporter les nutriments dissous du sol jusqu'aux organes aériens des plantes, d'où elle est libérée dans l'atmosphère par transpiration, l'utilisation de l'eau en agriculture est particulièrement nécessaires. (Smith *et al*, 2001).

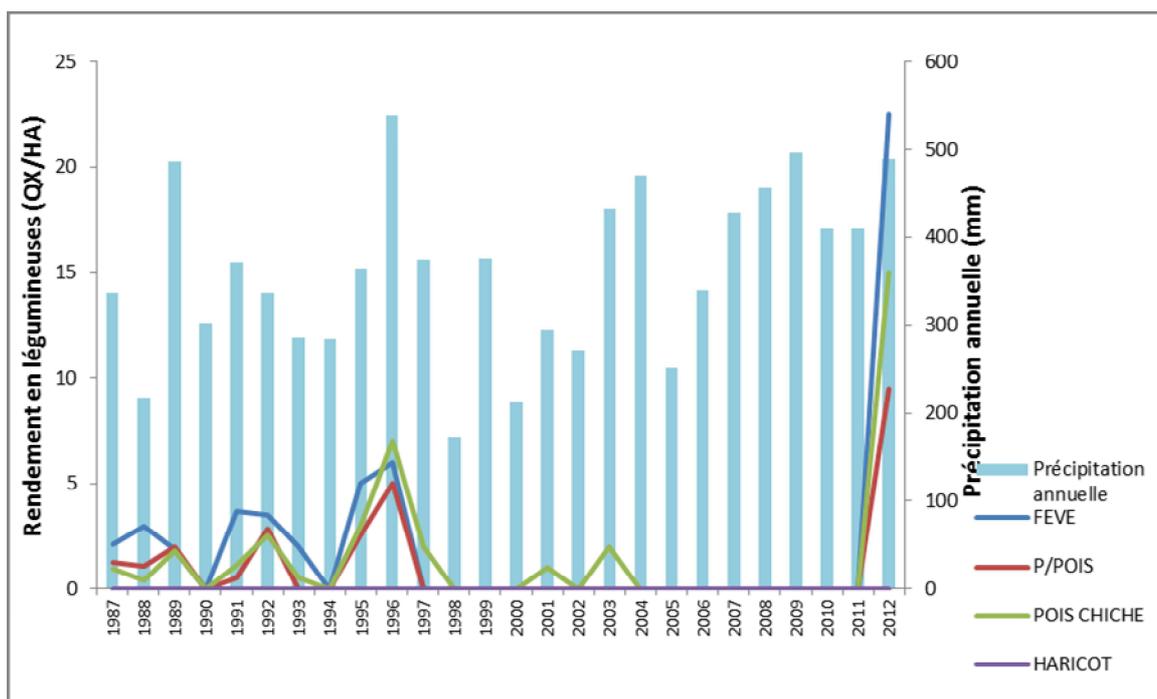


Fig. 44 : Précipitations et rendements des légumineuses dans la région de Saida

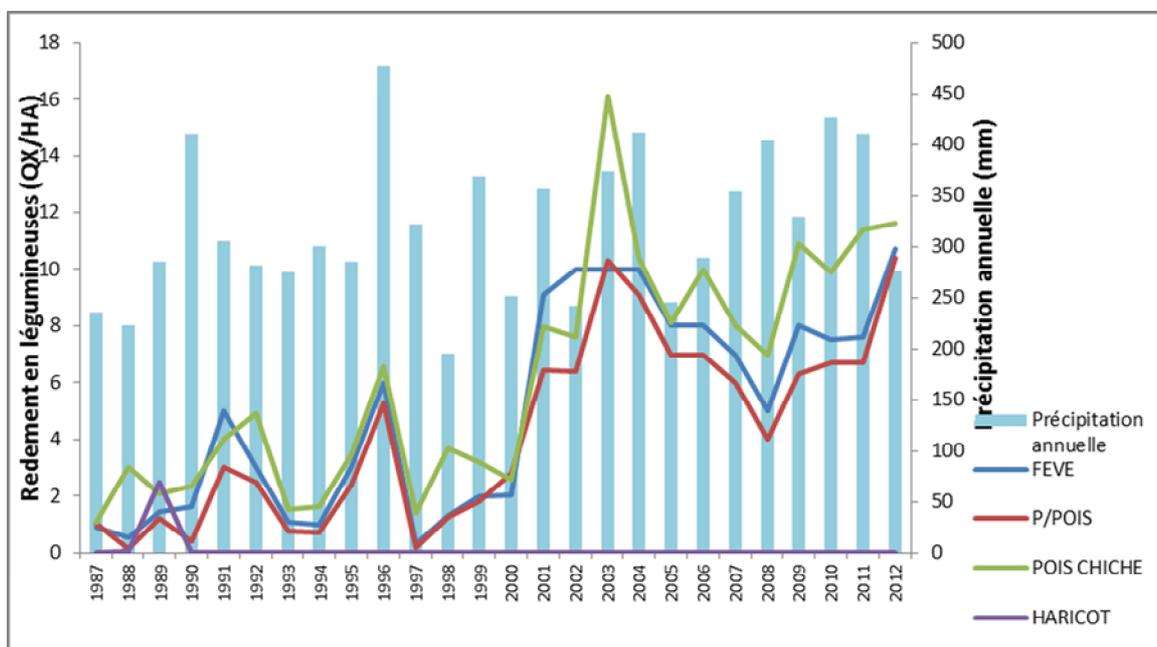


Fig. 45 : Précipitations et rendements des légumineuses dans la région de Sidi bel Abbès.

La région de Tlemcen

Concernant la culture de La fève, Le plus faible rendement est de 0,19 qx/ha enregistré en année 1988 avec une pluviométrie de 195,5 mm. Le rendement moyen est obtenu en 1992 avec 4,46 qx/ha avec des précipitations de 351,2 mm. Le meilleur rendement est de 10 qx/ha en 2009 avec une pluviométrie de 365 mm.

Pour les petits pois, Le plus faible rendement est de 0,29 qx/ha enregistré en 1988 avec une pluviométrie de 195,5 mm. Un rendement moyen est obtenu en 1990 égale à 3,92 qx/ha pour une pluviométrie de 361,3 mm. Le meilleur rendement est obtenu en 2012 égale à 8,4 qx/ha pour une pluviométrie de 359,18 mm.

Concernant les pois chiches, un faible rendement est noté en 1988 avec 0,44 qx/ha pour une pluviométrie de 195,5 mm. Le rendement moyen est de 5,13 qx/ha en 1999 avec des précipitations de 410 mm. Le meilleur rendement est obtenu en 2010 avec 8,03 qx /ha et une pluviométrie de 367 mm (Fig. 46).

La culture des Haricots, a marqué un rendement nul en 1995 avec des précipitations de 312 mm. Un rendement moyen est relevé en 1989 avec une valeur de 5 qx/ha pour des précipitations de 350,8 mm. L'optimum des rendements est de 9,21 qx/ha, obtenu en 2002 avec une pluviométrie de 269 mm (Annexe, tab 34).

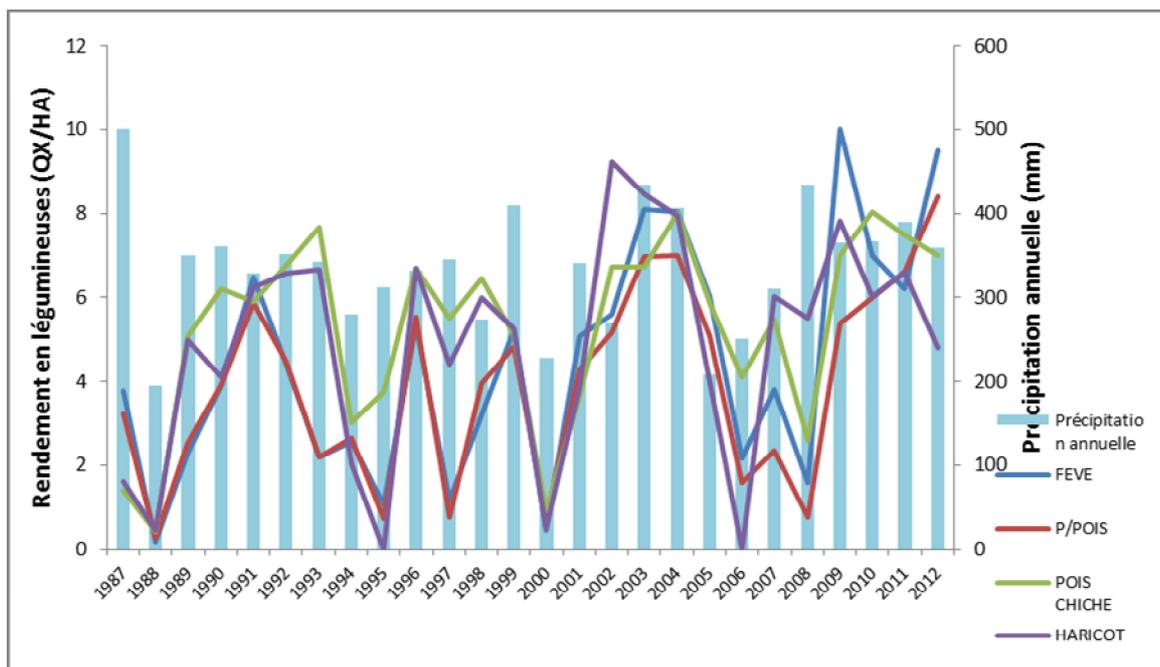


Fig. 46 : Précipitations et rendements des légumineuses dans la région de Tlemcen.

DISCUSSION DES RESULTATS

On remarque pour l'ensemble des légumineuses, qu'il n'y a pas d'effet de la pluviométrie sur le rendement des légumineuses pour la plupart des années. Cependant on enregistre d'importantes précipitations sans qu'il y ait pour autant une augmentation des rendements.

D'après Zombré, (2003) les fortes températures diurnes associées au manque d'eau durant la période sèche de l'année constituent des facteurs limitant qui entravent les cultures.

Ainsi les rendements des différentes spéculations se synchronisent entre eux mais par rapport aux précipitations la plus part du temps on ne voit pas de corrélation. Cependant une petite amélioration des rendements est enregistrée à partir de l'année 2001 cela est probablement liée au programme national de développement agricole.

Selon Hadjadj Aoul (1995), « La caractéristique des précipitations la plus intéressante par ses conséquences, n'est pas la rareté mais l'irrégularité des pluies d'une année à l'autre ».

Ainsi, dans les régions où les variables comme les précipitations et l'humidité des sols sont actuellement dépendantes des conditions climatiques, la production agricole pourrait subir des impacts liés au changement climatique, en particulier dans les zones arides des tropiques et sub-tropiques, ainsi que dans des régions de type méditerranéen (Bates *et al*, 2008).

Les légumineuses à graines peuvent améliorer la productivité globale de trois façons : - augmenter les rendements - améliorer la fertilité du sol - fournir du fourrage de qualité.

La problématique sera de mettre en balance la production de grains qui offre un retour sur un investissement immédiat, avec des bénéfices à plus long terme (Vadez, 2013).

CONCLUSION

Dans cette partie on s'est attelé à voir les conséquences de la variation du climat et plus particulièrement la pluviométrie sur les niveaux de rendements de quelques légumineuses et à la lumière des résultats observés on note la non corrélation des précipitations avec les rendements des légumineuses pour la plupart des cas.

Nonobstant des pluviométries de 400 mm, quantité jugée très satisfaisante d'après l'ITGC (2013), on a obtenu des rendements faibles dans les différentes régions d'études.

Le climat a un impact direct sur les cultures pluviales, ses influences sur l'agriculture varient d'une région à une autre avec des retombées socioéconomiques particulièrement importante dans les pays en développement.

L'eau est la ressource naturelle qui limite le plus les rendements en agriculture. Au niveau des hautes plaines semi-aride d'Algérie, la sécheresse est souvent le facteur principal qui affecte la production des cultures pluviales comme, le blé et les légumineuses alimentaires.

Les éléments agro-climatiques qui subissent actuellement d'importantes modifications sont,

Diminution de la pluviosité, dégradation de l'environnement détérioration de la fertilité des sols, etc... L'ensemble de ces facteurs allié à la pratique de systèmes agricoles extensifs traditionnels est à l'origine d'une baisse continue des revenus agricoles (Buldgen *et al*, 1994).

La relation entre les données météorologiques et le couvert végétal dans les zones arides sont complexe, elles sont fortement influencées par l'impact anthropique et la nature du sol. La pluviométrie reste le facteur le plus important (Le houérou, 1987).

CONCLUSION GENERALE

La question des variations climatiques possède une très grande importance puisqu'elle ne concerne pas simplement le cercle restreint des spécialistes, mais touche directement la population, fortement dépendante de l'agriculture. La problématique environnementale est en effet, très liée à celle de la sécurité alimentaire.

La première partie du travail consiste à comparer le climat sur une période de 25 années s'étalant de 1987 à 2012 par rapport à une ancienne période 1913-1938, de sept régions de l'Oranie.

Cette étude s'appuie sur des données climatiques, que nous avons, nous même recueillies sur des archives des services de la météorologie d'Oran, du ministère de l'agriculture et de l'INSID d'Alger.

Les résultats indiquent que les effets des variations climatiques sont pratiquement perceptibles et se sont exprimé par une variation des températures.

Ces dernières ont augmenté dans les différentes régions d'étude notamment : Beni saf (Ain Temouchent), Mascara, Mostaganem, Oran, Saida, Sidi Bel Abbes et Tlemcen.

Au terme de cette étude, l'analyse conjointe des précipitations et températures pour les deux périodes étudiées montrent que les précipitations annuelles et mensuelles sont nettement déficitaires pour la période récente.

Nous constatons ainsi qu'il y a non seulement une importante variation des précipitations d'une année à l'autre mais aussi un écart appréciable entre les moyennes pluviométriques des différentes périodes (ancienne et récente) qui est de l'ordre de 130 mm.

Parallèlement à cela on assiste à une augmentation assez sensible de la température moyenne annuelle pour l'ensemble des stations. L'écart moyen a été estimé à 0,5° C.

Le résultat obtenu pour l'évaluation des variations des températures et des précipitations par région est le suivant. Pour Ain Temouchent, Mascara, Mostaganem, Oran, Sidi bel Abbes, Tlemcen une augmentation de température et une diminution des précipitations ont été enregistré durant la période récente.

A l'exception de la région de Saida, qui a vu une diminution des températures de - 0,55 °C, nous notons également une diminution des précipitations comme le reste des régions (Annexe, tab 18).

D'après Bouazza et Benabadj 2002, les données climatologiques montrent des précipitations irrégulières inter et intra-annuelles. Les hauteurs de pluies enregistrées montrent de grandes amplitudes.

D'autre part l'indice d'aridité de De Martonne de la période récente des différentes stations a globalement diminué par rapport à l'ancienne période. Cela veut dire que toute l'Oranie a connu une augmentation de l'aridité.

Par ailleurs, nous avons relevé une augmentation en mois et en intensité des périodes sèches en période récente pour l'ensemble des stations d'études. Toutes les stations sont caractérisées par une période sèche où la pluviométrie est nulle et qui s'étend de deux mois au moins pour l'ancienne période et elle est réduite à nulle pendant 05 à 07 mois dans certaines régions pendant la période récente. La période sèche la plus importante est dans la région d'Oran qui s'étale sur 08 mois de mars à octobre.

Les types de bioclimats des zones d'études ont subis des variations, cette variabilité a pu être clarifiée par le schéma de classification des niveaux bioclimatiques en utilisant la courbe ombrothermique d'Emberger (1942). On a donc constaté un déplacement des régions d'études d'un régime climatique à un autre ce qui a été relevé à partir du climagramme d'Emberger. Dans tous les cas, le module pluviométrique de la période récente est nettement inférieur à celui de la période ancienne. On n'a pu noter que les valeurs Q_2 varient entre 43 à 90 pour l'ancienne période et de 28,5 à 49,9 pour la période récente. La valeur de m varie entre le semi-aride supérieur à hiver chaud – tempéré à l'aride inférieur à hiver tempéré à frais.

L'étude des indices climatiques indique pour l'ensemble des stations, un glissement du régime climatique avec un basculement d'un régime à un autre, c'est-à-dire du régime semi-aride vers un régime plus aride. En conséquence, certaines régions d'études qui malgré la chute relative de la valeur de Q_2 reste toujours dans le niveau semi-aride inférieur à hiver frais.

Ces longues séries de données, mettent en relief les différents changements de précipitations qui ont mis en exergue une grande variabilité interannuelle.

A l'échelle mensuelle, les mois de décembre et de janvier sont les mois les plus pluvieux pour la majorité des stations.

Selon Kazi Tani (2011), Le décalage de saisons observées en Algérie depuis quelques années se manifeste par un allongement de l'été, un étirement de l'automne, un hiver tardif, plus court, moins pluvieux et plutôt doux, autrement dit un recul et un raccourcissement de la saison froide.

L'étude du climat par les différents indices a nettement mis en évidence le phénomène de changement climatique.

La deuxième partie de l'étude a porté sur l'influence du climat actuel sur les rendements des céréales et des légumineuses (cultures pluviales).

Dans cette partie de l'étude on s'est attelé à rechercher les conséquences de la variation du climat et plus particulièrement la pluviométrie sur les niveaux de rendements de quelques céréales (Blé dur, Blé tendre, Orge, Avoine) et légumineuses (Fève, petit pois, pois chiche et haricot).

A la lumière des résultats observés on note une corrélation des précipitations avec les rendements des blés et légumineuses pour la plupart des cas. Bien qu'on enregistre parfois des cas inverses.

En effet les résultats montrent une irrégularité des rendements des cultures légumières et céréalières, où une baisse des précipitations et une augmentation des températures qui pourraient être dû à la remontée des sels.

Les variations climatiques ont engendré pour le secteur agricole une diminution des rendements des cultures et une augmentation de la variabilité de la production agricole.

D'après Messadi (2009), la pluie est la source d'eau la plus importante pour le blé. C'est le facteur déterminant des rendements. En effet, le blé traverse au cours de sa végétation, deux périodes critiques principales à l'égard de l'eau qui se situent de la montaison au grossissement du grain. Pour cela, l'apport de complément d'eau

d'irrigation pour le blé, est recommandé en période de sécheresse (irrigation d'appoint), notamment durant les phases critiques de développement de la culture qui s'étale de la montaison au stade grain pâteux (ITGC, 2013). Généralement c'est le blé tendre qui présente le meilleur rendement, suivi par le blé dur, l'orge puis l'avoine.

L'avoine est une culture sensible au manque d'eau. Ses besoins en eau sont compris entre 400 et 500 mm. C'est une culture qui valorise l'eau. L'orge résiste mieux à la sécheresse que les blés, pour donner un rendement économiquement rentable, cette espèce a besoin d'eau au début de son développement, mais supporte très bien la sécheresse par la suite (ITGC, 2013).

Les fèves, les petits pois et les pois chiches présentent des rendements presque similaires au cours des mêmes années. Les rendements des haricots pour la plus part du temps sont nuls car il n'y a pas eu semis de cette culture.

Les légumineuses et en particulier le pois chiche est une plante qui présente une meilleure résistance à la sécheresse. Grâce à son enracinement profond, il peut extraire l'eau à partir des couches profondes allant jusqu'à 1,50 m (ITGC, 2013).

Les rendements des céréales et des légumineuses ont globalement doublé à partir de l'année 2000, cela résulterait sans doute du programme national du développement agricole (PNDA) mis en œuvre à partir des années 2000-2001.

De plus ces espaces productifs stratégiques sont soumis aux effets négatifs des différents phénomènes de pollution industriels, d'érosion et de salinité (Kazi tani, 2011).

Comme il a été souligné dans le projet européen ACACIA, des conditions sèches ont exceptionnellement un effet dévastateur sur l'environnement naturel en réduisant la quantité d'eau disponible à la fois dans le sol pour les végétaux et dans les cours d'eau pour les oiseaux et les animaux avec une présence accrue d'eaux saumâtres.

De nombreuses stratégies d'adaptation seraient judicieuses vis à vis des variations climatiques. La variabilité actuelle du climat, notamment de certains phénomènes climatiques extrêmes tels que l'augmentation de températures les

sécheresses et les inondations, provoque déjà beaucoup de dégâts. Des efforts d'adaptation plus soutenus permettraient de réduire les dommages à court terme, quelle que soit l'évolution du climat à long terme. De manière plus générale, de nombreuses méthodes d'adaptation, par exemple, l'amélioration de l'exploitation des ressources naturelles est vitale pour favoriser le développement durable.

Les organisations scientifiques internationales encouragent qu'il est possible et nécessaire d'utiliser les connaissances agro météorologiques dans la planification future de l'agriculture. Ces connaissances doivent se fonder sur un emploi intelligent des données de base fournies par l'observation d'après Wallen, (2008).

En effet le déficit hydrique sur le blé, en plus de son rôle dans la photosynthèse dans le transport et l'accumulation des éléments nutritifs ainsi que dans la division cellulaire et la régulation thermique, l'eau joue un rôle essentiel dans la croissance et le développement des plantes cultivées. Un déficit hydrique se traduit par une réduction de la croissance de la plante et/ou de sa production par rapport au potentiel du génotype. Un déficit hydrique précoce affecte en parallèle la croissance des racines et des parties aériennes telles que le développement des feuilles et des organes reproducteurs.

Le déficit hydrique peut engendrer des pertes de rendement à n'importe quel stade de développement du blé. Chez le blé dur en région méditerranéenne, la sécheresse est une des causes principales des pertes de rendement, qui varient de 10 à 80 % selon les années. La sécheresse de début de cycle coïncide avec le démarrage de la culture et celle de fin du cycle qui est plus fréquente affecte le remplissage des grains.

Habituellement la date de semis des céréales se situe entre novembre et décembre. La date de récolte s'effectue en juin. Les céréales comme les autres cultures ont besoin d'eau pendant tout le cycle de développement. Cependant, certaines périodes sont jugées plus critiques (novembre – décembre et mars – avril).

En effet le manque d'eau au cours de ces périodes agit considérablement sur le rendement en le diminuant. Les cultures céréalières sont aussi sensibles à des températures basses durant novembre – décembre et élevées durant mars-avril (Mougou, 2003).

Les perspectives d'amélioration du rendement de l'agriculture non irriguée sont limitées dans la mesure où les précipitations sont soumises à d'importantes variations saisonnières et interannuelles. Le risque élevé de perte de rendements ou de perte totale des récoltes que font peser les sécheresses décourage les agriculteurs d'investir dans les intrants, que ce soit les fertilisants, les variétés à haut rendement ou les moyens de lutte contre les ravageurs.

Dans ce type d'agriculture, la gestion des terres peut influencer considérablement sur le rendement des cultures, une bonne préparation des terres qui amène le ruissellement de surface à s'infiltrer près des racines préserve davantage l'humidité du sol. Diverses formes de récupération de l'eau peuvent contribuer à retenir l'eau *in situ*. En plus de fournir davantage d'eau aux cultures, l'eau récupérée peut contribuer à la reconstitution des stocks d'eaux souterraines et à la réduction de l'érosion du sol.

Selon les prévisions de la FAO, la part de l'irrigation dans la production agricole mondiale devrait augmenter au cours des prochaines décennies. Dans les pays en développement en particulier, il est prévu que les superficies aménagées pour l'irrigation auront augmenté de 20 pour cent (40 millions d'hectares) d'ici 2030 (FAO, 2002). Ainsi, les précipitations et leur distribution aléatoire se traduisent souvent par une contrainte hydrique sur le développement des blés et des légumineuses.

Les difficultés que nous avons rencontrées lors de la réalisation de notre mémoire sont de différents ordres :

Manque de documentation concernant les bioclimatologies et les travaux dans ce sens réalisés en Oranie sont rares.

L'accessibilité aux services concernés notamment (la météo, le ministère de l'agriculture...) est difficile.

L'obtention des données climatiques et des rendements a été quelque peu contrariée à cause de la non disponibilité du personnel spécialiste dans la gestion des archives.

Ce modeste mémoire ne représente qu'une initiation à la recherche, aussi lors de sa réalisation, il se peut que nous ayons commis des erreurs.

Ce travail pourrait être amélioré voire affiné par la mise en évidence des points suivant :

Prendre en considération les régimes des précipitations,

Prendre en compte les températures extrêmes (M et m) et les facteurs tels que le gel, le sirocco, la grêle, dans l'analyse des rendements agricoles,

Concernant l'agriculture, il aurait été utile de tenir compte des techniques culturales traditionnelles et modernes utilisées (date de semis, qualité de la semence...).

Afin que la comparaison des rendements entre les différentes régions de l'Oranie soit fiable, il faudrait disposer d'une fiche technique de référence (mode d'emploi ou protocoles) sur laquelle seraient mentionnés tous les itinéraires techniques de chaque culture ainsi que les conditions pédoclimatiques de chaque région.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ABDELGUERFI A., 2003- Evaluation des besoins en matière de renforcement des capacités nécessaires à la conservation et l'utilisation durable de la biodiversité importante pour l'agriculture (recueil des communications « Plan d'Action et Stratégie Nationale sur la Biodiversité » p. 3.
- ABDOUCHE F. 2000 - Les céréales et la sécurité alimentaires en Algérie. Ed El Hikma. Alger, 15-19.
- ACACIA Project., 2000 - Assessment of potential effects and adaptations for climate change in Europe: the Europe .Acacia Project. Parry, Martin (edit.) - Norwich: University of East Anglia. pp. 324.
- ADAMS Fleming, R. Mc Carl B, Rosenzweig C., 1995 - A Reassessment of the Economic Effects of Climate Change on US Agriculture. *Climatic Change*, 147-167.
- ADAMS R., ROSENZWEIG C., PEARL R., RITCHIE J., MC CARL B., GLYER D., Curry B., JONES J., BOOTE K., AND ALLEN H., 1990 - Global Climate Change and U.S. Agriculture, *Nature*, 345 (6272), 219224.
- ANRH, 2003 – Carte des précipitations annuelles moyenne de l' Algérie.
- AMPHOUX M., JAOUEN G., L'HOPITAL A., PELLETIER V., 2003 -Les impacts du changement Climatique sur l'agriculture en Europe et aux Etats Unis. Atelier changement Climatique, ENPC Département VET, Paris, p 30.
- ANNICHIARICO P ABDELLAOUI Z., KELKOULI M., ZERARGUI H., 2005-Grain yield, strawyield and économique value of tall and semi dwarf durum wheat cultivars in Algeria.*J.afri.Sci.*143 : p57-64.
- ANONYME., 2011-La presse EL MOUDJAHED, Séminaire à Oran sur l'agriculture biologique et le développement durable : Sensibiliser sur une démarche essentielle p 15.
- ANONYME, 2001- Changements climatiques Fiches informatives, publier par le PNUE ET UNFCCC, France, 63p.
- BAHI K., 2012- Contribution à l'étude phytoécologique des zones humides de la région d'Oran thèse magister en biologie op écologie végétale. Univ Es-Senia, p. 23
- BALDY C., 1974 - Agro climatologie et développement des régions arides et semi-arides. p2
- BANNAYAN, M., N.M.J. CROUT, GERRIT HOOGENBOOM., 2003 -Application of the CERES-wheat model for within- season prediction of winter wheat yield in the United Kingdom”, *Agronomy Journal*, pp 114-125.
- BATES, B. C., Z. W. Kundzewicz, S. Wu et J. P. Palutikof, éd., 2008 - Le changement climatique et l'eau, document technique publié par le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat, Secrétariat du GIEC, Genève, 236 p.
- BELGHITH A., 2007 - Etude spectroscopique et satellite de l'état des formations du couvert végétal en conditions arides (4° colloque départ de Géo). p.20
- BELKHODJA M., BEDAI Y., 2004 -Réponse de la germination des graines D'A *triplex halimus* L. sous stress salin. *Rev, Sécheresse*, N°4, Vol. 15: p 331-335.

- BENABDELI K., BOUZID L., 1997 – Impact des fluctuations des principaux paramètres climatiques sur les agrosystèmes céréaliers dans la plaine de Sidi bel abbes. Colloque National sur le changement climatique. ARCE Oran.
- BEN KHALED L., 2003- Effet de stress salin en milieu hydroplique sur le trèfle inoculé par le Rhizobium. *Rev. Agronomie* 23 p 30.
- BENABADJI N. et BOUAZZA M., 2000 - Quelques modifications climatiques intervenues dans le sud-ouest de l'Oranie (Algérie occidentale). *Rev. Énerg. Ren.*, vol. 3, p. 117-125.
- BENACHENHOU A., 2005- « prix de l'avenir : le développement durable en l'Algérie », Edition Chihab, Algérie p10.
- BENBRAHIM R., Mous S., Mebrouk N., Hassani M I., 1996 - Etude climatique de la sécheresse et son impact sur le bilan hydrologique en Algérie, p2.
- BENJAMIN S., SERGE J., CHRISTIAN B., BERTRAND M., 2008-Les impacts agronomiques du climat en Afrique de l'ouest. *Secheresse*, volume 19 N°1p 29.
- BENSAAD A., 1988.Variabilité des précipitations dans l'est Algériens en relation avec l'agriculture (publication de l'association internationale de climatologie), 249 P.
- BENSAID A., 2006 - SIG et télédétection pour l'étude de l'ensablement dans une zone aride (Thèse Doct. Univ. J. Fourier, Grenoble 1, p 23.
- BENSAOUD R., 2002 - Climat et santé humaine au Maghreb (Projet régional RAB/94/g31) renforcement des capacités au Maghreb p99.
- BULDGEN A., M PIRAUX, ROGER COMPERE., 1994, Analyse Sig des nouvelles zones agro-écologiques et de certaines productions à risques, *Secheresse*, 1, Vol. 05.
- BOTTER A., 1992- Hydrochimie des nappes des prairies humides de la rive Sud du lac de Neuchatel. *Bull. Ecol.*, 23 (1-2), 35-47.
- BOUAZZA ET BENABADJI, 2002 - Vulnérabilité et adaptation du secteur irrigué du Maroc face aux impacts des changements climatiques publié dans la revue ANAFIDE septembre - décembre 2002, N° 124, Rabat, 14 p.
- BOUZERZOUR H., BENMAHAMMED A., BENBELKACEM A., HAZMOUNE T., MIMOUN BOURMEL H, MEKHLOUF A., 2000 -Stabilités des performances et caractéristiques pheno-morphologiques de quelque variétés de blé dur(*Triticum durum* Desf.) issue d'une sélection multilocale.Proc du premier symposium international sur la Filière Blé-Enjeux et stratégie; Alger, p178-184.
- BOYER J. S., 1982 - Plant productivity and environment. *Rev Sci*, new series, P 443.
- BRIGODE P., 2013 -Changement climatique et risque hydrologique : Evaluation de la méthode SCHADEX en contexte non-stationnaire. Thèse de doc. Univ Pierre et Marie Curie p 20.

- BROU TELESOPHORE., 2010 - Variabilité climatique, déforestation et dynamique agro démographique en Côte d'ivoire. *Sécheresse*, Vol 21 num 04. P 327.
- BULDGEN A, Marc Piraux ; Roger Compère, 1994 ; Sécheresse dans le bassin arachidier sénégalais. Analyse SIG des nouvelles zones agro-écologiques et certaines productions à risques. *Revue Secheresse* Vol 05 Num 01 Mars 1994. p51.
- CAVIEDES.E ET DAGET PH., 1984 - Les climats méditerranéens du chili : Contribution pour une nouvelles synthèse. P 209.
- CHADOUL AHMED., 1991- Irrigation des céréales : Situation et perspectives, p 27.
- CHAISE L., FERLA A., HONORE A., MOUKHLI R. ,2005- L'impact du changement climatique sur l'agriculture en Afrique. Atelier changement climatique. ENPC, p19.
- CHAPPELL J., 2002 - Sea level changes forced ice breakouts in the Last Glacial cycle: new results from coral terraces; *Quaternary Science Reviews* Volume 21, Issue 10, , P 1229-1240.
- DA SILVA LAURENT., 2009 - L'impact économique des changements climatiques sur l'agriculture canadienne. *Memoire, Sci Ges*, p 74.
- DARWIN R., TSIGAS M., LEWANDROWSKI J., and RANESES, A., 1995 - World Agriculture and Climate Change : Economic Adaptations Agricultural Economic Report, Washington, DC : Département of Agriculture.
- DECONINCK, JF, 2007 « Paléoclimat ». L'enregistrement des variations climatiques (Société géologique de France, pp 35-179.
- DSA., 2012 - Bilan des Productions Annuelles, direction des services agricoles.
- DSASI., 2012 – Agri. Stat Séries B (2001/2012). Direction des Statistiques Agricoles et des Systèmes d'Information du Ministère de l'agriculture.
- DURAND J. H., 1954 - Les sols d'Algérie Ed. SCI. Gouv. Pédologie Alger.pp1-244
- E.D.CARTER., 1975 -Potentiel de développement de la production céréalière et de l'élevage en Algerie.p2-16.
- El AFIFI., 1985 - Contribution à l'étude des terrains salés de l'Oranie, stations typiques des zones côtières et des bordures d'oueds. *Mém. D.E.S. Univ. Oran*, p 69.
- EL KHADDAR S., 1995 - Contribution à l'étude du changement climatique en Algérie. P21.
- EMBERGER L., 1942 -Un projet de classification des climats du point de vue phytogéographique. *Bull. Sci. Hist.Nat.Toulouse*, pp 97-124.
- FAO., 2003 -Fiche d'information : Les céréales complètes En Algérie. *Phytoécologie syntaxonomie, potentialités sylvicoles.-La lutte raisonnée contre les mauvaises herbes Manuel de l'instructeur N°12* –P 158.
- FAO., 2002 - Rapport Fertilizer use by crop de IFA – International Fertilizer Industry Association, *IFDC - International Fertilizer Development Center*, IPI - International Potash Institute, PPI - Phosphate and Potash Institute, 5 edition, Rome, 2002, 67 p.

- FAO., 2008 - "Understanding Forest Tenure in Africa: Opportunities and Challenges for Forest Tenure Diversification", FAO, Forestry Policy and Institutions Working Paper, Rome. P 78.
- FENNI M., MACHANE Y., 2010 - changement climatique et agriculture de conservation. p17.
- FERTIAL., 2010 - Les fertilisants d'Algérie- Manuel : Utilisation des engrais p 20/30.
- FOUCAULT A., 2009 - Climatologie et paléoclimatologie (Climat, climats, paléoclimat, des définitions Marseille III.155p.
- GATE P., BOUTHIER A., WOZNICA K., MANZO M.E., 1990 -La tolérance des variétés de blé tendre d'hiver à la secheresse : premiers résultats I.T.C.F. Perspectives agricoles, p 17-23.
- GERALD C. NELSON, MARK W. ROSEGRANT., 2009 - Changement climatique Impact sur l'agriculture et coûts de l'adaptation. p 11.
- GIANAKOPOULOS, BINDI. , 2005- Climate change impacts in the Mediterranean resulting from a 2°c global temperature rise.p197.
- GIEC, 2001 - Bilan 2001 des changements climatiques : Rapport de synthèse du groupe d'expert intergouvernemental sur l'évolution du Climat 37 p.
- GIEC., 2007- Changements climatiques 2007: , Résumé à l'intention des décideurs : Impacts, Adaptation et Vulnérabilité, Groupe d'experts Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat, GIEC Cambridge, 22 p.
- GIMET C., 2007 -"Conditions Necessary for the Sustainability of an Emerging Area: the Importance of Banking and Financial Regional Criteria," *Journal of Multinational Financial Management*. (plan bleu chap02 (Revue de la littérature économique sur l'impact des changements climatiques dans les pays sud de la méditerranée), pp 317-335.
- HABAIEB, H., MASMOUDI, C., 2003 - Calcul des besoins en eau des principales cultures exploitées au nord de la Tunisie : estimation de l'évapotranspiration de référence par différentes formules empiriques (cas des régions de Tunis, Béja et Bizerte). Institut national agronomique de Tunisie. Science et changements planétaires Sécheresse, 14 (4) P 257.
- HADJADJ Aoul S. ,1985-Les peuplements du thuya de Berberie (*Tetraclinis articulata* (vahl) Masters en Algérie : Phytoécologie, Syntaxonomie, Potentialités Sylvicoles. Thèse doct. Univ. Aix –Marseille III, 250 P.
- HOLITIMI A., 1985 - Contribution de l'étude des sols des zones arides (hautes plaines steppiques de l'Algérie) Morpholo,distri et rôle des sols dans la genèse et le comportement des sols. Thèse. Doct. Univ.Rennes.pp.1-183.
- HASSANI M I., 1987 – Hydrologologie d'un bassin endoréique semi-aride: Le bassin versant de la grande sebkha d'Oran (Algerie).Thèse. Doct. Univ scient,techno et medical de Grenoble. 303 P.
- INPV., 2013 - Reconnaissance et identification des principales maladies cryptogamiques du blé et de l'orge.REV 31P.

- INRA F., 2003 - Les légumineuses alimentaires méditerranéennes. Rennes (France), 20-22 février, Les Colloques, 88, INRA, Paris.
- INRA A., 2014 - Communication sur la stratégie d'amélioration génétiques et technique du blé dur en zone semi-aride du nord -Ouest-Présenté par Mr Hammou Directeur de la station de recherche INRA A de Lamtar Sidi bel Abbès.
- INRA A., 2006 - Rapport national sur l'état des ressources phytogénétiques pour l'alimentation et l'agriculture p 10.
- INVA., 2012 – Fiches et Calendrier des opérations culturales. 170 P.
- ITCMI., 2010 - Fiches techniques, comment valorisées des cultures maraîchères et Industrielles p 2-3-4.
- ITGC., 2000 - Résultats des essais de comportement variétal- Amélioration et renforcement du système national d'adaptation variétal du blé dur, REV , p58-59.
- ITGC., 2010 - Culture et couts de production des grandes cultures 96P.
- ITGC 2011, La culture intensive du blé –DRFV,REV 3eme Edition 31P.
- ITGC 2013- Bulletin des grandes cultures, Fiches techniques 7 P.
- KAPLAN A, CANE MA, KUSHNIR YA, CLEMENT AC., 1998 -Analyses of global sea surface temperature, 1856-1991. *Journal of geophysical research*, 103, 18567-18589.
- KARNOSKY, D.F., GIELEN, G., CEULEMANS, R., SCHLESINGER, W.H., NORBY, R.J.,OKSANEN, E., MATYSSEK, R., HENDREY, G.R., 2001. Face system for studying the impacts of green house gases on Forest ecosystems. - The Impact of Carbon Dioxide and Other Green house Gases on Forest Ecosystems. CABI Press, New York, pp 297 et 324.
- KAZITANI CH., 2011- Contribution à l'étude des communautés d'adventices des cultures du secteur phytogéographique Oranais thèse de doc en biologie 225 P.
- KELLOU R., 2008- Analyse du marché Algérien du blé dur et les opportunités de l'exportation pour les céréaliers Français. P34-35.
- KLIPPART, J. H., 1857- Ohio State Bd. Agric Ann. Rept.12: 562-816.
- KUENTZ A., 2013- Un siècle de variabilité hydro-climatique sur le bassin de la Durance. Recherches historiques et reconstitutions. Thèse de Doc Agro paris tech p15.
- KURUKULASURIYA, P., R. MENDELSON, R. HASSAN, J. BENHIN, M. DIOP, H. M. EID, K.Y. FOSU, G. GBETIBOUO, S. JAIN, A. MAHAMADOU, S. EL MARSAFAWY, S. OUDA, M. OUEDRAOGO, I. SENE, N. SEO, D. MADDISON AND A. DINAR., 2006 - Will African Agriculture Survive Climate Change? *World Bank Economic Rev*, 20 pp 367-388.
- LACOSTE, Y., 2003 - *De la géopolitique aux paysages. Dictionnaire de la géographie.* Armand Colin / VUEF, Paris, 413 P.
- LAKHDARI H., 2009 - Les conséquences du changement climatique sur le Développement de l'agriculture en Algérie : Quelles stratégies d'adaptation face à la rareté de l'eau ?” *Cinquième colloque international : Énergie, Changements Climatiques et Développement Durable*, Hammamet (Tunisie), 15- 17 Juin, 15 p.

- LE GUEN J., MESQUIDA J., PIERRE J.S., MORIN G., TASEI J.N., CARRE S., 1993-
 - Efficacité pollinisatrice de différents traitements sur 2 lignées de féverole de printemps (*Vicia faba* L. Var. *Equina* Steudel), à des niveaux d'auto fertilité différents, avec utilisation de diverses espèces de *Bombus* Latr. (Hymenoptera : Apidae). *Apidologie* 24(2): 129-145.
- LE TREUT H., 2013 –Trop tard pour éviter tout changement. Press El Watan 27 OCT 2013 P 6.
- LE HOUEROU H N., 1987 –Aspects météorologiques de la croissance et du développement végétal dans les déserts et les zones menacées de désertification. *Org. Meteo mondiale* p35.
- LUTTGE, KLUZE, BAEUR., 2002 -Traité fondamental botanique. Ed. tec et Doc paris 604 p.
- LYSENKO, T. D., Trudy Azerbaidzan ., 1928 - Op. Sta. No.3. 168 P.
- MAAARO., 2009 -Rev. Antario - Ministère de l'agriculture, de l'alimentation et des affaires rurales p 4.
- MADHAVA RAO K V, RAGHAVENDRA AS, JANARDHAN REDDY k., 2006-
 Physiology and molecular Biologie Of stress tolérance in plants. 85 P.
- MEEDDAT M., VIGOTTI R., 2008 - « Energies renouvelables et développement durable » de l'OME. *Changement climatique et impacts au cours du 21ème siècle (Plan Bleu)* p58.
- MEGNOUNIF A., 2007 - key processes influencing erosion and sediment in a semi-Arid Mediterranean area, p 52.
- MEKHLOUF A., Bouzerzour H., Ben mahammed A., Hadj Sahraoui A., Harkati N., 2004 -
 Adaptation des variétés de blé dur (*Triticum durum* Desf.) au climat semi-aride, *Rev Sécheresse* .France p 30.
- MENDELSON R., and Shaw D., 1994 -The Impact of Global Warming on Agriculture : A Ricardian Analysis, *American Economic Rev*, P 84.
- MESSADI., (2009) - Détermination des cultivars de blé tendre adaptés au climat semi-aride méditerranéens, l'IHFR Oran.146 P.
- METERFI B., LETREUCH , BELAROUCI N., Khéloufi , BENABDELI ., 2011 - Incidence de la fluctuation des précipitations sur l'occupation des sols dans les hautes plaines de Sidi-Bel-Abbès (Algérie) *Rev, Physio- Geo*. P 65
- METERFI B., MOUEDDENE K., 2002 –Diagnostic sur les besoins en eau de la culture du blé dur dans les conditions agro climatique et amélioration variétale, Montpellier, ed. INRAA. Paris, pp15-17.
- MOGOU R., 2003 -Assesse ment, impact and vulnerability to climate change on North Africa; Food and water ressources. Contribution to the AI ACC (Adaptations to climate change).AF 90 North Africa Project 90P.
- MOLLARD G., 1985 - L'eau en Algérie, Rêne Arrus Ed. OPU A1ger et Pug Grenoble. P 84.
- MOULE C., 1980 - Céréales, Edit Maison Rustique. Paris. P 318.
- NAIMA B., 2007 -Les humains sont à l'origine du changement climatique, *Rev ; Symbiose* N°27. Janvier-fév. Mars /ISSN/1111-4854- p 48.

- ONM., 1992 -Bulletin annuel des données météorologiques, p12.
- OULD AMARA A., 2000 - La secheresse en Algérie des années 1970/1990 ;(ANRH), p 1-2.
- PAGNEY P., 1993, Les climats de la Terre ; Masson, Paris – 2e édition *Plan Bleu*
CHAPITRE 1- *Bassin méditerranéen : changement climatique et impacts au cours du 21ème siècle* Centre d'Activités Régionales- Sophia Antipolis.p14-17-34.
- PIERRE J., LE GUEN J., ESNAULT R., DEBBAGH S., SADIKI M., 1997- Méthode d'étude de la fréquentation de diverses féveroles par les insectes pollinisateurs, p. 199-206.
Plan Bleu., 2005 - *MEDITERRANEE – Les perspectives du Plan Bleu sur l'environnement et le développement*, Benoit, G, Comeau, A., éditions de l'Aube.
- Plan bleu.*, 2009- L'agriculture méditerranéenne en recherche d'adaptation climatique Rev. Environnement et développement en Méditerranée, p 2.
- ROSENZWEIG, C. and Parry M. L., 1994 - Potential Impact of Climate Change on World Food Supply, *Nature*, 367 (6459), pp 133-138.
- Roy, D.B. et Sparks, T.H., 2002 - Phenology of British butterflies and climate change. *Global Change Biology*, p 407–416.
- SAXENA. ,1991-Socio-économique Aspect of tree growing by farmers in south Asia- Institute of Rural Management Anand an Oxford Forestry- p 19.
- SEGUIN B., 2010- L'agriculture en Europe sous un climat plus chaud.Rev, p52-55.
- SELTZER P., 1946 - Le climat de l'Algérie (Etude de l'institut de Météorologie et de physique du globe. P 52.
- SMITH, T.M., LEEMANS, R. AND SHUGART, H.H., 1992 -Sensitivity of terrestrial carbon storage to CO2 induced climate change: Comparison of four scenarios based on general circulation models. *dim. Change* 21: 367-384
- SMITH, T., R. REYNOLDS, R. LIVEZEY, STOKES D, 1996 - Reconstruction of historical sea surface temperatures using empirical orthogonal functions. *J. Climate*, 9, 1403–1420.
- TABET SLIMANE., 2008 -Le changement climatique en Algérie Orientale et ses conséquences sur la végétation forestière. Mémoire de Magistère en Ecologie végétale 69P.
- TSAKI HASSINI., 2011- Le sol comme support naturel et capital écologique des civilisations mésopotamiennes et Egyptienne à la civilisation moderne. Premier séminaire international d'étude : Agriculture biologique et développement durable. Actes AGRIBIO 205 P.
- TOURRE Y ; M, AND WHITE., 2006 - Global climate signals and Equatorial SST. P Un siècle de variabilité hydro-climatique sur le bassin de la Durance. P 62.
- VADEZ V, KHOLOVA J, YADAV RS, HASH CT., 2013 - Small temporal differences in water up take a mong varieties of pearl millet (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br.) are critical for grain yield under terminal drought. *Plant Soil* 371, 447–462.

WALLEN., 2008 - Nécessité d'appliquer la climatologie à l'agriculture et moyen d'y parvenir (Agro climatical methods)-Actes de colloque de reading. P 377.

ZAGHOUANE O., 1991-Situation of faba bean (Vicia faba L.) in Algeria. Options Méditerranéennes. Série Séminaires 10: 123-125.

ZOMBRE G, DRISSA HEM A H OUFALAOU, SANKARA PH, 2003 -. Influence des fortes températures diurnes sur la productivité. Revue *secheresse*, num 04.227 P.

Références internet

<http://fr.wikipedia.org/wiki/F%C3%A8ve> 2014

<http://fr.wikipedia.org/wiki/Pois> 2014

www.icrisat.org/crop-chickpea.htm 2014

<http://www.larousse.fr/encyclopedie/images/Haricot/1001206> 2014

www.djazairress.com/fr/.../Inondations+de+Bab+El+Oued -10 Nov 2001

www.algerie360.com/.../la-protection-de-la-wilaya-d'el-tarf-contre-les-in.4oct. 2012

Photos personnel d'un habitant de Ghardaia (inondation de Ghardaia 10/10/2008).

Photos personnel sur terrain des Céréales et légumineuses.

Table des Matières

INTRODUCTION GENERALE.....	1
Première partie : REVUE BIBLIOGRAPHIQUE SUR LE CLIMAT ET L'AGRICULTURE	
Chapitre I - LE CLIMAT	
INTRODUCTION	3
1- HISTOIRE DU CLIMAT AVANT 1850	5
1-1 La paleoclimatologie.....	5
1-2 Reconstitution des paleoclimats	6
1-3 Evolution du climat :.....	7
2- LE CHANGEMENT CLIMATIQUE	7
2-1 Le changement climatique d'origine anthropique,	7
2-2 Le réchauffement climatique.....	8
2-3 Impact du réchauffement climatique sur l'écosystème.....	9
2-4 Le réchauffement climatique planétaire	10
3- LE CLIMAT DE L'ALGERIE :	13
3-1 Les phénomènes climatiques :.....	14
- Précipitations.....	15
- Répartition interannuelle :	15
- Répartition annuelle :	16
3-2 Le climat de l'Oranie :	17
4- CHANGEMENT CLIMATIQUE ET AGRICULTURE	18
4-1 Impacts du climat sur l'agriculture.....	19
- Impact sur le sol	22
- Le vent :.....	23
- La salinité :.....	23
4-2 Impact de l'effet de serre sur l'agriculture	23
4-3 Adaptation de l'agriculture au changement climatique	24
4-4 Adaptation de l'agriculture algérienne aux changements climatiques :.....	25
CONCLUSION	27
Chapitre II- L'AGRICULTURE	
INTRODUCTION	28
1-L'AGRICULTURE EN ALGERIE.....	28
1-1- Les spéculations agricoles.....	30
1-2- Potentialités agricoles :	31
1-3- Irrigation et conduite des cultures	32
2- CARACTERISTIQUES EDAPHIQUES DE LA REGION OUEST :.....	32
3- L'AGRICULTURE EN ORANIE.....	35
3-1- La céréaliculture	39
3-1-2 Les céréales et leur exigences	39
3-1-3 La phénologie des céréales.....	40

3-2 - Les varietes de céréale cultivees en oranie.....	40
3-3- Les maladies et insectes des Céréales.	42
4- ACTION DES FACTEURS CLIMATIQUE SUR LES CEREALES.	42
5- LES LEGUMINEUSES ALIMENTAIRES.....	44
5-1- Phénologie des légumineuses.....	44
5-2- Les exigences des légumineuses	46
5-3- Les variétés de légumineuses cultivées en Oranie.....	50
5-4- Les maladies et insectes des légumineuses alimentaires.....	50
CONCLUSION.....	51
Deuxième Partie : IMPACT DES VARIATIONS CLIMATIQUE EN ORANIE	
Chapitre I - LE CLIMAT ACTUEL DE L'ORANIE	
INTRODUCTION.....	52
1-MATERIEL ET METHODE :.....	52
2-Situation géographiques des stations.....	52
3- Variation climatique à travers les Diagrammes Ombrothermique de stations d'études:	55
3-1. Résultats et interprétations	56
4- Vent et humidité.....	67
DISCUSSIONS	67
CONCLUSION	68
5- LES VARIATIONS DU CLIMATIQUES A TRAVERS L'INDICE D'ARIDITE.....	69
5-1. Résultats et interprétations	71
DISCUSSIONS	72
CONCLUSION	72
6- LES VARIA CLIMAT A TRAVERS LE QUOTIENT PLUVIOTHERMIQUE d'EMBERGER.....	73
6-1. Résultats et interprétations	75
DISCUSSIONS	76
CONCLUSION	76
Chapitre II - IMPACT DES VARIATIONS CLIMATIQUES SUR L'AGRICULTURE	
INTRODUCTION.....	77
1-MATERIEL ET METHODE	77
2- IMPACT SUR LES CEREALES.....	78
2-1.Resultats et interprétations	78
DISCUSSIONS	89
CONCLUSION	90
3- IMPACT SUR LES LEGUMINEUSES ALIMENTAIRES.	91
3-1.Resultats et interprétations.....	91
DISCUSSION	102
CONCLUSION	103
CONCLUSION GENERALE	104
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....	111



Tableau n°02 : Coordonnées géographiques des Stations (1913/1938).

Stations	Longitude	Latitude N	Altitude
Beni Saf	1°23' W	35°18'	5
Mascara Ghriss	0°8' E	35°24'	590
Mostaganem	0°6' E	35°55'	26
Oran Es senia	0°62w	35°63	90
Saida	0°10'E	34°50'	872
Sidi bel Abbès	0°38' w	35°11'	486
Tlemcen zenata	1°19' W	35°53'	810

Tableau n°03 : Coordonnées géographiques des Stations (1987/2012).

Stations	Longitude	Latitude N	Altitude
Beni Saf	01°21 W	35°18'	70
Mascara Ghriss	0°18' E	35°36'	513
Mostaganem	0°07' E	35°53'	138
Oran Es senia	0°36' W	35°38'	90
Saida	0°09'E	34°52'	750
Sidi bel abbes	00°37'W	35°12'	475
Tlemcen zenata	1°27'W	35°01'	810

Station de Beni Saf :

Tableau 4 : Données climatiques (T min, T max, P,H ,v) de 1987-2012

période	Mois	T min (°C)	T max (°C)	P (mm)	Humidité(%)	V (m/sec)
1987 - 2012 Beni Saf	Janvier	9,9	16,28	40,06	75,1	2,2
	Février	10,08	16,16	39,5	76,1	2,2
	Mars	11,96	18,24	13,68	73,5	1,1
	Avril	13,52	19,96	19,9	76,1	1,6
	Mai	15,96	22	20,3	74,1	1
	Juin	19,52	25,84	7,66	75,6	1,7
	Juillet	22,12	28,2	6,28	73,8	1,4
	Aout	23,46	29,82	7,7	75,6	2,7
	Septembre	21,54	26,78	19,06	74,8	2,1
	Octobre	17,84	23,98	26,8	74,3	1,8
	Novembre	14,44	20,26	58,08	72,5	1
Décembre	11,74	17,9	31,9	74,3	1,2	
Moyenne		T : 19,86		Cumul290, 92	Moy H : 74,6	Moy V : 1,6

Tableau 5 : Données climatiques (T min, T max, P,H ,v) de 1913-1938.

période	Mois	T min (°C)	T max (°C)	P (mm)	Humidité(%)	V (m/sec)
1913 - 1938 Beni Saf	Janvier	9,1	16,8	49	70	1,7
	Février	8,7	17,3	40	66	1,7
	Mars	10	18,9	37	67	1,9
	Avril	11,2	19,8	30	65	2,1
	Mai	13,9	22,8	24	67	3,0
	Juin	17,1	25,1	9	68	3,5
	Juillet	20,2	28,2	1	68	3,8
	Aout	20,8	29,3	2	68	3,7
	Septembre	18,5	27,3	15	68	2,6
	Octobre	18,2	24,2	39	67	2,3
	Novembre	12,2	20,5	57	66	1,5
Décembre	9,5	18,3	68	66	1,3	
Moyenne		T : 19		Cumul 371	Moy H : 61,5	Moy V : 2,4

Station de Mascara

Tableau 6 : Données climatiques (T min, T max, P,H ,v) de 1987-2012.

	Mois	T min (°C)	T max (°C)	P (mm)	Humidité(%)	V (m/sec)
1987 - 2012 Mascara Ghriss	Janvier	2,98	15	43	77,1	3,3
	Février	3,08	15,06	35,35	76,3	1,5
	Mars	5,04	15,06	31,44	74,8	1,1
	Avril	7,64	21,56	38,27	74,1	2,3
	Mai	10,9	26,5	17	69,5	1,8
	Juin	15,2	31,82	4,54	57,5	2
	Juillet	18,12	35,72	3,3	52	2
	Aout	19,6	35,96	4,82	54,8	1,7
	Septembre	15,64	31,54	10,06	60	1,4
	Octobre	12,7	26,02	22,61	65,8	1,5
	Novembre	8,4	19,14	57,61	71,5	1,1
	Décembre	5,9	18,06	28,41	76,3	1,2
Moyenne		T:19,47		Cumul 296,41	Moy H : 67,4	Moy V : 1,7

Tableau 7 : Données climatiques (T min, T max, P,H ,v) de 1913-1938.

	Mois	T min (°C)	T max (°C)	P (mm)	Humidité(%)	V (m/sec)
1913 - 1938 Mascara Ghriss	Janvier	4,1	13,2	73	78	1,4
	Février	5,3	15,4	60	74	1,7
	Mars	6,7	17,5	54	73	1,8
	Avril	8,9	20,7	41	66	1,7
	Mai	12,1	24,7	40	60	2
	Juin	15,8	28,9	15	56	1,9
	Juillet	19,4	34	1	50	1,6
	Aout	19,9	34,8	2	51	1,7
	Septembre	17	29,8	17	58	1,6
	Octobre	12,8	23,8	36	68	1,4
	Novembre	7,9	17,3	88	76	1,5
	Décembre	4,9	13,5	84	78	1,4
Moyenne		T : 19,45		Cumul 511	Moy H : 68,2	Moy V : 1,6

Station de Mostaganem

Tableau 8 : Données climatiques (T min, T max, P,H ,v) de 1987-2012

	Mois	T min (°C)	T max (°C)	P (mm)	Humidité(%)	V (m/sec)
1987 - 2012 Mostaganem ville	Janvier	5,38	16,16	42,67	77,8	0,9
	Février	5,86	16,18	46,56	75,5	1
	Mars	6,8	18,88	33,39	73,3	1
	Avril	9,7	20,66	31,02	74,5	3,4
	Mai	12,62	23,88	25,95	71,5	2,3
	Juin	16,7	28,26	2,26	69,6	2,1
	Juillet	19,4	31,18	3,52	70,6	1,8
	Aout	20,44	32,9	2,86	70	1,5
	Septembre	17,76	29,12	11,89	70,1	2,3
	Octobre	14,5	25,74	25,60	73,6	1,9
	Novembre	11,08	20,66	64,57	76,5	2,6
Décembre	9,66	18,04	43,80	76	2,8	
Moyenne T		T : 19,14		Cumul 334,09	Moy H : 73,2	Moy V : 1,9

Tableau 9 : Données climatiques (T min, T max, P,H ,v) de 1913-1938.

	Mois	T min (°C)	T max (°C)	P (mm)	Humidité(%)	V (m/sec)
1913 - 1938 Mostaganem ville	Janvier	9	15,9	47	71	2,6
	Février	9,7	16,8	29	67	2,8
	Mars	10,7	18,1	35	69	2,8
	Avril	12,4	19,9	21	65	2,9
	Mai	15,2	21,9	31	67	2,8
	Juin	18,2	25,1	7	69	2,8
	Juillet	20,6	27,6	1	70	2,6
	Aout	21,4	28,4	6	70	2,6
	Septembre	19,5	26,8	22	68	2,4
	Octobre	16,4	23,8	31	68	2,2
	Novembre	12,9	19,7	79	68	2,4
	Décembre	10	16,9	69	72	2,5
Moyenne T		T : 18,7		Cumul 378	Moy H : 68	Moy V 2,61

Station D'Oran

Tableau 10 : Données climatiques (T min, T max, P,H ,v) de 1987-2012.

	Mois	T min (°C)	T max (°C)	P (mm)	Humidité(%)	V (m/sec)
1987 - 2012 Oran Es Senia	Janvier	5,1	16,82	56,16	79	1,3
	Février	6,02	17,1	38	77	1,4
	Mars	8,22	20,02	34,08	72	1,4
	Avril	10,58	21 ,94	26,9	70	2
	Mai	13,5	24,48	15,24	67,6	1,8
	Juin	17,58	28,5	3,56	67,6	1,8
	Juillet	20,76	30,96	6,77	67	1,6
	Aout	21,14	32,98	3,9	67,1	1,5
	Septembre	18,28	29,22	16,09	68,8	1,4
	Octobre	14,34	26,14	25,88	71,1	1,2
	Novembre	11,06	21,3	69,1	73,1	1,3
Décembre	8,72	18,52	29,98	74,3	1,1	
MOYENNE T		T : 19,04		Cumul :325,7	Moy H : 71,2	Moy V : 1,4

Tableau 11 : Données climatiques (T min, T max, P,H ,v) de 1913-1938.

	Mois	T min (°C)	T max (°C)	P (mm)	Humidité(%)	M V (m/sec)
1913 - 1938 Oran Es Senia	Janvier	9,1	15,8	79	74	2 ,9
	Février	9,8	16,9	84	72	3,2
	Mars	10,9	18,3	48	69	3,1
	Avril	12,9	20,3	36	67	3
	Mai	15,5	22,6	32	70	2,6
	Juin	18,5	25,1	13	71	2,3
	Juillet	21,1	27,6	1	73	2,2
	Aout	22	28,7	1	73	2,1
	Septembre	20	26,7	22	71	2,3
	Octobre	16,4	23,5	39	74	2,4
	Novembre	12,6	19,6	83	71	2,9
	Décembre	9,6	16,9	82	72	2,9
Moyenne T		T : 18,9		Cumul 520	Moy H : 60,3	Moy V : 2,7

Station de Saida

Tableau 12 : Données climatiques (T min, T max, P,H ,v) de 1987-2012.

	Mois	T min (°C)	T max (°C)	P (mm)	Humidité(%)	V (m/sec)
1987- 2012 Saida	Janvier	2,78	13,88	42,99	68,2	1,7
	Février	2,96	14,12	43,29	68,4	2,2
	Mars	5,4	18,2	40,33	68,2	1,7
	Avril	7,24	20,98	42 ,12	66,6	2,3
	Mai	10,06	26,08	20,39	62,8	1,7
	Juin	14,98	31,26	10,19	50,6	1,8
	Juillet	17,62	34,36	7,16	47,8	1,6
	Aout	18,2	34,92	17,31	50,2	1,4
	Septembre	14,22	29,06	19,14	55,2	2,13
	Octobre	11,76	23,94	28,06	61,4	2
	Novembre	7,81	19,52	59,24	68,4	1,5
Décembre	4,64	15,84	23,75	68,6	1,6	
Moyenne		T : 18,85		Cumul : 353,97	Moy H : 61,4	Moy V : 1,8

Tableau 13 : Données climatiques (T min, T max, P,H ,v) de 1913-1938.

	Mois	T min (°C)	T max (°C)	P (mm)	Humidité(%)	V (m/sec)
1913 - 1938 Saida	Janvier	2,6	12,9	53	73	1,8
	Février	3,3	14,9	48	71	1,8
	Mars	5,1	17	51	62	1,9
	Avril	7	21	39	55	1,6
	Mai	10,4	25,2	42	55	1,6
	Juin	14	30,3	20	49	1,7
	Juillet	18,2	36,2	2	41	1,5
	Aout	18,4	36,2	8	41	1,7
	Septembre	15,5	30,6	24	52	1,9
	Octobre	10,7	24,4	35	64	1,9
	Novembre	6,4	17,3	55	74	1,9
Décembre	3,2	13,7	53	74	1,9	
Moyenne		T : 19,4		Cumul 432	Moy H: 59,25	Moy V : 1,7

Station de Sidi l Abbès

Tableau 14 : Données climatiques (T min, T max, P,H ,v) de 1987-2012.

	Mois	T min (°C)	T max (°C)	P (mm)	Humidité(%)	V (m/sec)
1987-2012 Sidi Bel Abbes	Janvier	2,06	15,24	34,45	75,3	2,1
	Février	2,66	15,24	33,91	76	2,1
	Mars	4,28	19,04	32,67	70,7	2,25
	Avril	6,82	21,08	31,32	72,2	3,2
	Mai	9,52	25,72	20,02	66,2	2,4
	Juin	14,18	30,42	6,52	57,3	2,4
	Juillet	17,06	34,52	2,92	52,0	2,2
	Aout	18,32	36,12	3,35	56	1,8
	Septembre	14,78	30,96	14,21	60,5	1,7
	Octobre	11,54	26,38	23,14	65,5	1,7
	Novembre	8,8	18,34	56,15	70,7	2,4
	Décembre	5,82	17,17	25,36	72,5	1,9
Moyenne		T : 19,09	Cumul 284,02	Moy H : 66,2	Moy V : 2,2	

Tableau 15 : Données climatiques (T min, T max, P,H ,v) de 1913-1938.

	Mois	T min (°C)	T max (°C)	P (mm)	Humidité(%)	V (m/sec)
1913-1938 Sidi bel abbes	Janvier	1,9	14,2	48	76	2
	Février	3,8	16,3	51	72	2,4
	Mars	4,4	17,6	39	70	2,3
	Avril	6,5	21,1	39	58	2,3
	Mai	9,2	23,5	38	58	2,1
	Juin	12,4	28,3	15	53	2,2
	Juillet	15	32,9	1	49	1,9
	Aout	15,7	33,2	4	51	1,6
	Septembre	13,8	28,4	11	57	1,7
	Octobre	9,8	22,8	27	71	1,8
	Novembre	6,6	17,3	62	74	2
	Décembre	3,2	14,5	60	79	2
Moyenne T		T ; 17,55	Cumul 395	Moy H: 65,58	Moy V : 02	

Station de Tlemcen

Tableau 16 : Données climatiques (T min, T max, P,H ,v) de 1987-2012.

	Mois	T min (°C)	T max (°C)	P (mm)	Humidité(%)	V (m/sec)
1987 - 2012 Tlemcen Zenata	Janvier	4,96	16,12	34,53	78,7	1,2
	Février	5,36	16,16	78,15	74,5	2,3
	Mars	7,36	19,56	39,46	73,8	2,1
	Avril	9,8	22,22	31,53	74,2	3,2
	Mai	12,38	25,6	17,59	69,2	2,3
	Juin	16,4	29,5	5,68	66,2	1,7
	Juillet	19,26	32,68	10,31	63,3	2,5
	Aout	20,84	34,92	2,3	66,3	2,3
	Septembre	17,58	30,4	18,96	65,7	2,0
	Octobre	14,32	26,32	23,25	73,2	9,7
	Novembre	10,74	20,12	56,75	72,7	1,2
	Décembre	6,84	17,3	34,34	75,7	1,9
Moyenne T		T : 19,94		Cumul 352,85	Moy H : 71,1	Moy V : 2,7

Tableau 17 : Données climatiques (T min, T max, P,H ,v) de 1913-1938.

	Mois	T min (°C)	T max (°C)	P (mm)	Humidité(%)	V (m/sec)
1913 - 1938 Tlemcen Zenata	Janvier	5,8	12,2	70	71	1,7
	Février	6,4	12,7	72	66	1,2
	Mars	7,8	15,4	72	66	1,1
	Avril	10	18,5	61	61	1,6
	Mai	12,2	21,4	48	56	2,2
	Juin	16,1	26,6	16	48	2,8
	Juillet	19,4	30,1	2	45	1,2
	Aout	20,6	31,4	3	52	2
	Septembre	17,8	26,8	15	57	2,1
	Octobre	13,9	22	40	65	1
	Novembre	9,9	16,2	70	70	0,9
	Décembre	6,9	13,1	76	70	1,4
Moyenne T		T : 18,9		Cumul 545	M H : 55.96	Moy V : 1.6

Tab n° 18 : Résultats comparatif des températures et de la pluviométrie entre l'ancienne et la récente période.

Eléments climatiques/Stations	P _{1913/38}	P _{1987/2012}	△ P	%	T _{1913/38} °C	T _{1987/2012} °C	△ T
Beni saf	371	290,92	80,08	21	19	19,86	0,86
Mascara	511	296,41	214,5	42	19,45	19,47	0,02
Mostaganem	378	334,09	49,91	12	18,7	19,14	0,44
Oran	520	325,7	194,3	37	18,9	19,04	0,14
Saida	432	353,97	78	18	19,4	18,85	-0,55
Sidi bel Abbas	395	284,02	110,98	28	17,55	19,09	1,54
Tlemcen	547	352,85	192,15	35	18,5	19,94	1,04

Tableau n° 20 : Pluviométrie annuelle, T Max, T min, Quotient d'Emberger et niveau bioclimatique.

	Stations	Précipitations mm	2000 P	T Max °C	T min °C	M ² - m ²	Q ₂	Niveau bioclimatique	Hiver
1913/1938	Beni saf	371	742000	29,3	8,7	12030,4	61,6	Semi-aride sup.	chaud
	Mascara Gh	511	1022000	34,8	4,1	17956,4	56,9	Semi-aride sup.	tempéré
	Mostaganem v	378	756 000	28,4	9	11317,9	66,7	Semi-aride sup.	chaud
	Oran	520	1040 000	28,7	9,1	11442,4	90	Subhumide inf.	chaud
	Saida	432	845 600	36,2	2,6	19649,3	43	Semi-aride sup.	frais
	S. Bel Abbes	395	790 000	33,2	1,9	18188,4	43,4	Semi-aride sup.	frais
	Tlemcen Z	545	1090 000	31,4	5,8	14929,9	73,8	Subhumide inf.	tempéré
	1987/2012	Beni saf	290 ,92	581840	29,8	9 ,9	11655,4	49,9	Aride sup.
Mascara Gh		296,41	592820	35,96	2,9	19298,4	30,7	Semi-aride inf.	frais
Mostaganem V		334,09	668180	32,9	5,3	16124,0	41,4	Semi-aride inf.	tempéré
Oran		325,7	651 400	32,98	5,1	16235,2	40,1	Semi-aride inf.	tempéré
Saida		353,97	707940	34,92	2,7	18792,0	37,6	Semi-aride inf.	frais
S. Bel Abbes		284,02	568040	36,12	2,06	19917,8	28,5	Aride sup.	frais
Tlemcen Z		352,85	705700	34,92	4,96	17574,0	40,1	Semi-aride inf.	tempéré

Tableau n°21 : Précipitations et Rendements des Céréales dans la région d'Ain Temouchent.

Céréales/ Années	Blé dur (qx/ha)	Blé tendre (qx/ha)	Orge (qx/ha)	Avoine (qx/ha)	précipitations annuelles
1987	9,30	8,97	11,35	6,53	289,3
1988	4,73	7,29	6,93	3,11	247,3
1989	6,69	6,58	8,01	3,22	301,3
1990	6,51	7,06	7,97	5,70	434,1
1991	12,95	10,17	12,03	6,44	470,5
1992	8,45	6,85	6,94	3,50	320
1993	9,03	6,42	5,76	3,06	403,5
1994	7,17	6,17	5,59	3,57	186,2
1995	6,11	3,95	5,97	4,91	263
1996	11,36	12,75	13,10	12,78	328
1997	5,55	4,86	5,13	5,71	366
1998	7,97	7,85	9,24	6,05	217
1999	7,64	8,35	9,05	9,37	379
2000	3,29	3,11	3,78	3,18	255
2001	11,39	10,87	10,09	7,02	315
2002	13,8	11,8	11,2	10,5	331
2003	13,5	13,4	17,3	11,5	435
2004	14,1	10,6	12,8	11,7	369
2005	14,1	13,7	16,2	15,0	269
2006	11,8	13,5	12,3	12,7	350,8
2007	8,2	7,0	9,2	6,2	417
2008	5,7	6,4	6,8	6,5	307
2009	11,3	12,4	14,6	13,0	356,09
2010	12,1	11,5	13,6	9,4	434,3
2011	13,3	13	11,9	8,0	352
2012	18,2	17,7	18,3	14	381

(Source DSASI 2012 et DSA d'Ain Temouchent 2014)

Tableau 22 Précipitations et Rendements des céréales dans la région de Mascara

Céréales / Année	Blé dur (qx/ha)	Blé tendre (qx/ha)	Orge (qx/ha)	Avoine (qx/ha)	précipitations annuelles
1987	4,22	6,22	6,05	4,22	290,2
1988	4,64	5,39	5,55	5,01	262,4
1989	4,5	4,99	6,46	6,64	236,3
1990	2,96	2,64	2,62	4,63	274 ,8
1991	10,29	14,60	14,35	11,87	314,9
1992	7,52	9,17	9,51	8,72	265,3
1993	3,89	4,05	4,65	5,56	248,3
1994	4,07	3,70	4,76	5,18	252,3
1995	8,89	7,32	7,71	8,00	315
1996	10,72	11,23	13,66	11,17	344
1997	7,5	7,73	7,42	7,05	307
1998	2,57	5	5,79	7,06	202
1999	12,98	14,91	9,72	7,33	312
2000	6	6,71	5,5	4	220
2001	10,34	11,77	12,53	9,01	294
2002	9,72	6,45	7,60	5,37	227
2003	10,5	11,33	10,76	8,33	356
2004	6,17	4,24	4,59	4,96	381
2005	10,12	8,83	9,02	0,74	240
2006	12,80	12,07	11,68	6,16	310,5
2007	15,44	12,88	15,24	12,65	398
2008	1,68	3,13	3,13	1,75	529
2009	20,03	19,56	21,97	13,95	371
2010	13,60	14,85	14,18	10,97	448
2011	8,6	9,6	9,3	8,6	404
2012	14,8	17	18,2	13,6	434

(Source DSASI 2012 et DSA de Mascara 2014)

Tableau 23 : Précipitations et Rendements des céréales dans la région de Mostaganem.

Céréales/ Année	Blé dur (qx/ha)	Blé tendre (qx/ha)	Orge (qx/ha)	Avoine (qx/ha)	précipitations annuelles
1987	4,32	6,21	7,36	1,16	288
1988	5,6	5,84	5,17	0,13	327
1989	5	7,27	7,99	4	231
1990	4	5	5	3	334,7
1991	10,95	9,94	14,76	9,35	396
1992	9,50	9,32	10,80	8	169
1993	6,58	8,50	5	3,97	291,2
1994	5	7,00	6,99	4,56	216,8
1995	3,39	4,03	4,14	4,11	354
1996	17,29	12,98	16,03	11,71	488
1997	4,74	5,33	4,61	4,35	404
1998	5,51	6,10	11,20	6,80	298
1999	10,38	9,91	10,56	9,29	428
2000	4,16	4,36	5,93	4,54	421
2001	6,81	10,38	10,09	0,65	315,7
2002	17,31	13,24	12,93	7,85	423,7
2003	6,31	8,77	9,34	5,15	309,3
2004	12,64	5,91	6,55	5,78	214,9
2005	18,33	14,01	14,33	14,46	404,8
2006	11,32	10,39	10,89	10,49	468
2007	11,84	12,85	14,31	7,62	483
2008	1,44	2,13	2,22	1,66	466,85
2009	16,97	15,10	17,42	8,43	222,6
2010	12,03	10,14	10,51	6,67	341,7
2011	8,6	9,6	9,3	8,6	409,7
2012	14,8	17	18,2	13,6	500,6

(Source DSASI 2012et DSA de Mostaganem 2014)

Tableau n°24 : Précipitations et Rendements des Céréales dans la région d'Oran.

Céréales / Années	Ble dur (qx/ha)	Ble tendre (qx/ha)	Orge (qx/ha)	Avoine (qx/ha)	précipitations annuelles
1987	5,30	5,49	6,46	6,15	322
1988	6,11	5,69	7,76	5,78	264
1989	4,85	3,74	5,43	2,57	273
1990	4,69	4,03	5,23	5,48	456
1991	12,4	11,81	12,67	13,38	350,8
1992	6,60	7,25	7,79	9,04	169
1993	7,16	6,70	6,32	4,79	318,4
1994	8,43	6,90	7,11	3,64	227,4
1995	3,84	3,13	8,72	6,44	402
1996	12	13,38	12	9,99	346
1997	0,01	0,23	0,09	00	278
1998	1,37	1,85	0,9	0,53	235
1999	5,32	7,33	7,48	3,92	420
2000	0,41	0,54	0,79	0,11	260
2001	7,30	7,23	7,13	5,54	483
2002	9,39	9,60	10,77	6,21	259
2003	9,56	9,79	11,69	7,81	389
2004	4,70	4,80	6,80	5,11	379
2005	7,82	8,15	13,13	11,73	274
2006	5,87	5,87	5,00	4,83	324
2007	11,59	11,63	12,52	10,85	513
2008	1,12	1,01	2,24	0,62	420
2009	12,95	14,46	15,72	10,85	287
2010	9,02	9,72	11,43	9,39	423
2011	4,2	4,4	3,2	3,5	316
2012	19,2	19,2	19,5	17,5	415

(Source DSASI 2012 et DSA d'Oran 2014)

Tableau 25 Précipitations et Rendements des céréales dans la région de Saida

Céréales/ Année	Blé dur (qx/ha)	Blé tendre (qx/ha)	Orge (qx/ha)	Avoine (qx/ha)	Précipitations Annuelles
1987	5,52	5,52	6,17	6,17	336,7
1988	2,74	2,23	4,07	2,47	217,5
1989	4,93	4,93	6,49	6,49	486,2
1990	3,50	3,50	3,55	3,55	302 ,4
1991	9	9	15,99	15,9	372,4
1992	10,5	10,5	10,99	10,9	337,2
1993	4,99	4,99	5,00	5,00	285,3
1994	4,00	4,00	3,00	3,00	285,1
1995	9,99	9,99	6,49	6,49	364
1996	12,25	12,2	17,42	17,42	539
1997	4,2	4,2	3	3	375
1998	2,51	2,51	0,8	0,8	173
1999	9,05	9,56	9	9	376
2000	4,62	4,62	2,09	2,09	213
2001	7,12	7,12	8,95	8,95	294
2002	5,21	5,21	4,41	4,41	271
2003	11,59	11,5	13,24	13,24	433
2004	7,73	7,73	6,36	6,36	470
2005	13,2	8,36	10,15	10,15	251
2006	11,14	11,1	12,85	12,8	339,5
2007	6,66	6,66	8,89	8,89	429
2008	1,13	1,13	0,42	0,42	455,6
2009	15,47	15,4	19,84	19,84	496,07
2010	11,73	11,7	11,56	11,56	410,7
2011	9,8	5,6	5,6	6,1	411,25
2012	14,1	15,6	14,9	13,4	489,93

(Source DSASI 2012 et DSA de Saida 2014)

Tableau 26 Précipitations et Rendements des Céréales dans la région de Sidi bel Abbès

Céréales/ Année	Blé dur (qx/ha)	Blé tendre (qx/ha)	Orge (qx/ha)	Avoine (qx/ha)	précipitations annuelles
1987	6,34	5,38	6,40	3,43	235,7
1988	7,36	0,24	3,88	00	223,2
1989	5,73	4,06	4,28	3,49	285,3
1990	5,63	4,85	5,08	3,35	409,8
1991	11,00	11,00	13,00	7,99	305,8
1992	8,48	7,01	6,86	5,85	281,5
1993	6,54	5,77	3,56	3,33	274,7
1994	4,67	3,25	3,08	2,28	300,8
1995	9,56	6,83	8,07	8,23	285
1996	12,76	12,97	12,73	11,18	476
1997	4,79	4,60	4,05	3,26	322
1998	4,35	4,35	6,39	4,32	195
1999	9,47	8,36	7,94	5,59	369
2000	6,02	5,48	4,50	3,06	251
2001	11,82	12,01	13,48	10,26	357
2002	14,3	10,1	11,0	8,0	241
2003	13,6	13,9	14,1	10	374
2004	13,2	10,7	11,1	10,1	411
2005	12	12,7	12,4	10,3	245
2006	14,9	12,5	12,5	9,1	289,1
2007	8,2	9,3	10,5	7,3	354
2008	4,9	2,6	4,0	3,1	404,37
2009	14,4	14,5	17,7	12,3	328,43
2010	12,0	11,7	10,9	7,7	425,94
2011	15,4	9,5	13,2	7,3	409,73
2012	16,0	15,3	14,5	13,7	275,87

(Source DSASI 2012 et DSA de Sidi bel Abbès 2014)

Tableau 27 : Précipitations et Rendements des Céréales dans la région de Tlemcen.

Céréales/ Année	Blé dur (qx/ha)	Blé tendre (qx/ha)	Orge (qx/ha)	Avoine (qx/ha)	précipitations annuelles
1987	8,24	10,99	9,56	6,22	500,5
1988	4,98	5,2	5,47	4,81	195,5
1989	8,61	8,71	10,65	7,46	350,8
1990	7,79	7,35	8,12	5,71	361,3
1991	11,21	12,46	12,62	8,86	328,8
1992	8,73	8,13	9,23	6,53	351,2
1993	8,57	6,50	8,44	5,90	342,7
1994	6,60	7,03	7,62	4,98	279,8
1995	10,76	7,33	10,74	9,26	312
1996	11,63	11,05	12,83	10,68	332
1997	6	6	5,5	4,70	345
1998	8,13	7,89	8,86	8,03	274
1999	10,71	13,80	13,16	8,87	410
2000	7,73	6,51	4,86	3,52	228
2001	11	10,89	11,54	8,97	341
2002	12,5	9,4	10,2	7,5	269
2003	12,3	12,1	14,4	8,11	433
2004	11,19	9,11	11,9	10	406
2005	13,28	13,33	12,5	6,22	209
2006	3,14	0,33	4,52	4,81	251,7
2007	3,96	4,57	7,68	7,46	310
2008	1,1	0,76	1,16	5,71	433
2009	12,8	12,6	9,5	8,86	365
2010	11,23	9,78	5,47	6,53	367
2011	10,5	6,6	6,2	6,1	389
2012	12,6	12,8	15,1	10,8	359,18

(Source DSASI 2012 et DSA de Tlemcen 2014)

Tableau n°28 : Précipitations Rendements des légumineuses dans la région d'Ain Temouchent

Légumineuses Année	FEVE (QX/HA)	P/POIS (QX/HA)	POIS CHICHE (QX/HA)	HARICOT (QX/HA)	précipitations annuelles
1987	1,29	1,66	/	0,21	289,3
1988	1,26	0,55	1,55	1,24	247,3
1989	0,51	0,12	0,14	0,26	301,3
1990	3,80	3,10	4,10	2,52	434,1
1991	7,35	3,75	4,61	00	470,5
1992	2,98	1,53	4,11	4,58	320
1993	0,18	0,26	5,57	5,52	403,5
1994	4,50	3,00	2,02	3,00	186,2
1995	1,07	0,73	3,75	00	263
1996	6,66	6,66	5,71	0,9	328
1997	00	00	8,58	4,46	366
1998	3,47	2,30	5,07	5,65	217
1999	5,83	5,82	4,47	4,76	379
2000	3,78	4,59	4,16	3,33	255
2001	6,00	5,97	7,88	7,01	315
2002	08,00	7,5	9,8	6,0	331
2003	6,3	6,0	10	7,1	435
2004	7,6	7,0	6,2	8,0	369
2005	6,0	6,0	5,1	6,0	269
2006	8,4	8,0	5,9	6,8	350,8
2007	7,0	6,0	6,0	6,0	417
2008	7,6	9,3	4,5	4,2	307
2009	6,0	5,0	6,7	6,2	356,09
2010	7,2	5,3	9,5	7,1	434,3
2011	7,4	5,2	8,5	8,5	352
2012	8,6	5,4	8,2	6,7	381

(Source DSASI,2012 et DSA d'Ain Temouchent 2014)

Tableau 29 : Précipitations et Rendements des légumineuses dans la région de Mascara

Légumineuses Année	FEVE (QX/HA)	P/POIS (QX/HA)	POIS CHICHE (QX/HA)	HARICOT (QX/HA)	Précipitations annuelles
1987	2,30	4,28	2,18	4	290,2
1988	5,98	1,98	3,35	00	262,4
1989	6,60	6,25	7,66	04	236,3
1990	2,70	4,75	2,77	00	274,8
1991	8,86	7,47	5,66	08	314,9
1992	6,62	7,34	7,40	00	265,3
1993	1,33	1,37	1,76	00	248,3
1994	3,45	4,08	3,70	00	252,3
1995	5,29	5,87	5,37	00	315
1996	9,42	7,68	9,09	00	344
1997	0,43	0,44	1,36	00	307
1998	3,52	6,23	6,47	00	202
1999	3,46	4,72	4,42	00	312
2000	2	2,8	2,59	00	220
2001	11,15	11,39	7,71	00	294
2002	5,62	6,00	9,22	08	227
2003	10,65	9,34	8,7	00	356
2004	10,55	6,45	7,22	10	381
2005	6,58	6,64	6,30	00	240
2006	8,55	7,54	7,64	00	310,5
2007	9,3	9,6	7,4	11,4	398
2008	8,26	8,43	7,2	00	529
2009	11,76	9,8	9,91	00	371
2010	10,84	10,3	9,39	00	448
2011	5,98	1,98	3,35	00	404
2012	9,2	8,3	8,3	5	434

(Source DSASI 2012 et DSA de Mascara 2014)

Tableau 30 : Précipitations et Rendements des légumineuses dans la région de Mostaganem

Légumineuses Année	FEVE (QX/HA)	P/POIS (QX/HA)	POIS CHICHE (QX/HA)	HARICOT (QX/HA)	Précipitations annuelles
1987	1,17	1,36	1,45	0,16	288
1988	0,84	4,81	3,00	0	327
1989	0	00	0,6	0	231
1990	1,57	1,95	2	0	334,7
1991	8,15	5,19	7,0	3,33	383
1992	6,98	5,11	6,50	5	344,6
1993	0,32	0,52	3,26	0	226,9
1994	2,80	2,09	2,09	0	337,3
1995	0,13	0,3	3,12	0	303
1996	2,65	0,86	6,42	5,81	558,7
1997	0,53	00	2,39	0,08	319
1998	2,21	7,80	4,56	2,74	320
1999	2,15	1,51	3,10	3,83	296,1
2000	0,81	1,04	1,04	0	212,7
2001	3,91	2,60	5,10	7	315,7
2002	6,30	6	5,95	7,6	423,7
2003	00	5,45	6,31	0,92	309,3
2004	5,83	10,19	5,85	5,9	214,9
2005	5,23	6,31	5	8	404,8
2006	5,97	7,01	5,4	5,49	468
2007	7,99	6	8	8	483
2008	6,17	5,97	6	3,9	466.85
2009	7,30	6,4	7,24	7,33	222,6
2010	7,95	6,31	6,47	6	341,7
2011	9,2	8,3	8,3	0	409,7
2012	10,5	9,9	9,9	5	500,6

(Source DSASI 2012et DSA de Mostaganem 2014)

Tableau n°31 : Précipitations et Rendements des légumineuses dans la région d'Oran.

Légumineuses Années	FEVE (QX/HA)	P/POIS (QX/HA)	POIS CHICHE (QX/HA)	HARICOT (QX/HA)	Précipitations Annuelles
1987	1,49	2,17	0,37	2,70	322
1988	6,46	4,78	4,14	2	264
1989	1,05	1,30	2,2	0,11	273
1990	2,25	2,12	3,26	1,33	456
1991	8,11	6,34	7,28	3,44	350,8
1992	7,10	7,95	5,97	4	339,4
1993	1,73	0,76	2,75	00	318,4
1994	1,34	2,24	1,35	00	227,4
1995	0,80	1,01	1,21	00	402
1996	7	6,94	7,02	07	345
1997	00	0,07	0,05	00	278
1998	0,84	1,85	3,44	2,75	234
1999	6,78	5,42	3,87	1,52	419
2000	0,35	0,68	0,28	00	260
2001	6,52	5,45	7,6	00	483
2002	6,28	5,29	6,64	4,48	259
2003	5,33	4,84	4,20	4,43	389
2004	6,10	4,67	5,22	4,62	379
2005	10,10	6,43	9,46	4,91	274
2006	8,65	5,27	4,80	5,13	324
2007	7,56	5,57	6,22	4,28	513
2008	3,98	2,69	2,36	0,05	420
2009	00	00	7,71	03	287
2010	7,5	6,94	7,17	4,85	423
2011	1,8	2,1	3,2	4,4	316
2012	7,8	7,6	6,0	2,0	415

(Source DSASI 2012 et DSA d'Oran 2014)

Tableau n°32 : Précipitations et Rendements des légumineuses dans la région de Saida

Légumineuses Année	FEVE (QX/HA)	P/POIS (QX/HA)	POIS CHICHE (QX/HA)	HARICOT (QX/HA)	Précipitations annuelles
1987	2,12	1,27	0,97	00	336,7
1988	2,92	1,06	0,39	00	217,5
1989	1,87	2	1,8	00	486,2
1990	00	00	00	00	302,4
1991	3,66	0,5	1,12	00	372,4
1992	3,5	2,83	2,5	00	337,2
1993	2	00	0,5	00	285,3
1994	00	00	00	00	285,1
1995	5	2,5	2,92	00	364
1996	6	5	7,03	00	539
1997	00	00	2	00	375
1998	00	00	00	00	173
1999	00	00	00	00	376
2000	00	00	00	00	213
2001	00	00	1	00	294
2002	00	00	00	00	271
2003	00	00	2	00	433
2004	00	00	00	00	470
2005	00	00	00	00	251
2006	00	00	00	00	339,5
2007	00	00	00	00	429
2008	00	00	00	00	455,6
2009	00	00	00	00	496,07
2010	00	00	00	00	410,7
2011	00	00	00	00	411,25
2012	22,5	9,5	15	00	489,93

(Source DSASI 2012 et DSA de Saida 2014)

Tableau 33 : Précipitations et Rendements des légumineuses dans la région de Sidi bel Abbes.

Légumineuses Année	FEVE (QX/HA)	P/POIS (QX/HA)	POIS CHICHE (QX/HA)	HARICOT (QX/HA)	Précipitations annuelles
1987	0,89	1,03	1,10	00	235,7
1988	0,52	0,13	3	0,04	223,2
1989	1,45	1,23	2,05	2,5	285,3
1990	1,6	0,39	2,35	00	409,8
1991	5	3	4	00	305,8
1992	3	2,5	4,9	00	281,5
1993	1,07	0,78	1,51	00	274,7
1994	0,98	0,70	1,63	00	300,8
1995	3,04	2,38	3,48	00	285
1996	6	5,28	6,59	00	476
1997	0,30	0,17	1,39	00	322
1998	1,32	1,24	3,69	00	195
1999	2,00	1,8	3,19	00	369
2000	2,02	2,8	2,59	00	251
2001	9,11	6,45	7,98	00	357
2002	10,0	6,4	7,6	00	241
2003	10,0	10,3	16,1	00	374
2004	10	9,1	10,4	00	411
2005	8,0	7,0	8,1	00	245
2006	8,0	7,0	10,0	00	289,1
2007	7,0	6,0	8,0	00	354
2008	5,0	4,0	7,0	00	404,37
2009	8,0	6,3	10,9	00	328,43
2010	7,5	6,7	9,9	00	425,94
2011	7,6	6,7	11,4	00	409,73
2012	10,7	10,4	11,6	00	275,87

(Source DSASI 2012 et DSA de Sidi bel Abbes 2014)

Tableau 34 Précipitations et Rendements des légumineuses dans la région de Tlemcen

Légumineuses Année	FEVE (QX/HA)	P/POIS (QX/HA)	POIS CHICHE (QX/HA)	HARICOT (QX/HA)	Précipitations annuelles
1987	3,78	3,24	1,41	1,61	500,5
1988	0,19	0,29	0,44	0,45	195,5
1989	2,28	2,53	5,09	5	350,8
1990	3,91	3,92	6,21	4,12	361,3
1991	6,47	5,88	5,90	6,23	328,8
1992	4,46	4,52	6,77	6,57	351,2
1993	2,20	2,21	7,68	6,67	342,7
1994	2,56	2,64	3,02	2,05	279,8
1995	1,07	0,73	3,75	00	312
1996	5,35	5,53	6,69	6,70	332
1997	1,16	0,77	5,50	4,42	345
1998	3,20	3,95	6,44	6,01	274
1999	5,24	4,83	5,13	5,26	410
2000	0,46	0,73	0,93	0,50	228
2001	5,08	4,28	3,67	3,88	341
2002	5,61	5,18	6,72	9,21	269
2003	8,11	6,96	6,74	8,47	433
2004	8,03	7,01	08	7,95	406
2005	6,02	5,08	5,89	4	209
2006	2,18	1,58	4,10	3,94	251,7
2007	3,81	2,36	5,47	6,03	310
2008	1,59	0,77	2,59	5,5	433
2009	10,0	5,39	7	7,81	365
2010	7	5,99	8,03	6,03	367
2011	6,2	6,6	7,5	6,6	389
2012	9,5	8,4	7,0	4,8	359,18

(Source DSASI et DSA de Tlemcen 2014)

PLANCHE 1. Inondations en Algérie



Photo 1 : Bab el Oued 10 Nov 2001



Photo 2 : Bab el Oued 10 Nov 2001



Photo 3 : Ghardaia le 10 Oct 2008



Photo 4 : Ghardaia le 10 Oct 2008



Photo 5 : Ghardaia le 10 Oct 2008



Photo 6 El Tarp: le 4 oct 2012



Photo 7 : El Tarp le 4 oct 2012



Photo 8: El Tarp le 4 oct 2012

PLANCHE 2 . L'Agriculture en Oranie : 2013-2015.



Photo 1 : Blé à Ain Temouchent, 2015



Photo 2 : Orge à Ain Temouchent, 2015



Photo 3 : Blé à Ain temouchent, 2013



Photo 4 : Orge à Oued Tlelat, 2014



Photo 5 : Fève à Misserghin, 2015.



Photo 6/7 : Petit pois à El Amria (Ain Temouchent, 2015).

RÉSUMÉ

L'objectif de ce travail est d'analyser l'impact des variations climatiques sur les cultures pluviales en Oranie. Ce mémoire se présente en deux parties. La première partie est consacrée à l'analyse bibliographique du climat et de l'agriculture en Algérie. Dans la deuxième partie, nous comparons le climat actuel de l'Oranie avec des données anciennes. Puis, nous tentons de rechercher des corrélations entre précipitations et rendements agricoles. L'étude climatique concerne la comparaison de deux périodes: une période ancienne correspondant à la série de Seltzer (1913-1938) et une période récente (1987-2012) portant sur 7 stations de l'Oranie. Ce sont: Béni Saf, Mascara, Mostaganem, Oran, Saida, Sidi Bel Abbés et Tlemcen. Cette comparaison s'est faite sur la base de 3 méthodes: les courbes ombrothermique, l'indice d'aridité et le coefficient pluviothermique d'Emberger. Nous avons appliqué ces méthodes aux deux périodes et aux 7 stations météorologiques. Dans l'ensemble, nous avons relevé une diminution des précipitations et une augmentation des températures. Cela induit une aridité plus marquée du climat actuel. La dernière partie consiste à analyser l'influence du climat sur les rendements des cultures pluviales pratiquées dans ces régions. Les cultures concernées sont: les céréales (blé dur, blé tendre, orge et avoine) et légumineuses alimentaires (fève, haricot, petit pois et pois chiches). À travers cette étude, nous recherchons les corrélations entre les variations climatiques et les rendements agricoles. Concernant les céréales, les rendements sont généralement bien corrélés avec les précipitations. Cela semble ne pas être le cas pour les légumineuses qui révèlent la non corrélation des précipitations et rendements.

Mots-clés :

Variation Climatique ; Précipitations ; Températures, Stations Météorologiques; Corrélation; Céréales; Légumineuses; Cultures Pluviales; Rendement; ORANIE.