



UNIVERSITE ABDERHMANE MIRA DE BEJAIA
FACULTE DES SCIENCES ECONOMIQUE, COMMERCIALES ET DES
SCIENCES DE GESTION

Département des sciences économiques

Mémoire de fin du cycle

En vue de l'obtention du diplôme de Master en Sciences Economiques

Option : Economie Appliqué et Ingénierie Financière

Thème :

**Impact de changement climatique sur la production
des agrumes dans la wilaya de Bejaia (1983 à 2016).**

Réalisé par :

M^{dm} AIT BENNOUR Hamida

M^{elle} BENSIDHOUM Zina

Devant les membres du jurys:

Président : BENSMAIL Salem

Examinatrice : MADANI Zoulikha

Promotrice : Mme MECHERI Kheira

Année universitaire : 2016-2017

Remerciements

Un mémoire de fin d'études est une entreprise dont la réussite n'est possible qu'avec l'aide d'un certain nombre de personnes. Nos remerciements vont tous ceux qui, grâce à leur aide précieuse, ont permis la réalisation de ce travail.

Nous tenons à exprimer nos profondes reconnaissances et remerciements à notre promotrice, Mme MECHERI Kheira pour ses orientations, ses précieux conseils, et sa coopération à réaliser ce modeste travail.

Un très grand merci à : Mme MADANI Zoulikha, pour son aide et ces précieux conseils.

Nos vifs remerciements sont destinés à Monsieur BOUGHIDENE Rachid, chef département de sciences économique.

Notre reconnaissance va également au corps des enseignants du département des sciences économiques de l'université Abderrahmane Mira Bejaïa, en particulier, Mme HAMADOUCHE Naima, monsieur GOUDJIL Slimane, monsieur ABDERRAHMANI Fares et monsieur NAIT CHABANE Abdellatif.

Nos vifs remerciements sont destinés au personnel du service statistique, direction de l'agriculture de Bejaia, et au service météorologique de l'aéroport de Bejaia.

Enfin, nos vifs remerciements à tous ceux qui ont contribués de prêt ou de loin à l'élaboration de ce présent travail.

Dédicace

A ma très chère mère

*Aucune dédicace ne peut exprimer l'affection et l'amour que j'approuve
envers toi, que dieu le tout puissant vous donne santé et longue vie.*

A mon très cher frère et à ses enfants : Adel, Ryma, Zanza et Racime

A mes adorables sœurs

Radia, Karima, son mari et ses fils

A mon mari Karim et ses parents.

A mes proches, à tous mes amis.

*A toute personne ayant participé de près ou de loin à l'élaboration de ce
travail*

Hamida

Dédicace

A mon très cher père Mon professeur de toujours Aucune dédicace ne saurait exprimer à sa juste valeur tout l'amour, le respect, l'attachement et la reconnaissance que je te porte.

A ma très chère mère

Aucune dédicace ne saurait exprimer l'affection et l'amour que j'éprouve envers toi, puisse dieu le tout puissant vous donner santé et longue vie afin que je puisse vous combler à mon tour.

A mes adorables frères et sœur....

Farid, sa femme Naima et leurs enfants Aïmed et Adel.

Mohamed, sa femme Zohra et leurs enfants Ikram et Abedraouf.

Salim;

Dida, son mari et leurs enfants Arab, Walid et Housseem.

A mon fiancé RAFIK.

A mes proches, mes cousins et cousines.

A toutes mes amies.

Zina

Liste des abréviations et des acronymes

ANDI: Agence nationale du développement des investissements.

APFA : Accession a la propriété foncière agricole.

BTP: Bâtiments et travaux publics.

CA: chiffre d'affaire.

CDB: La convention sur la diversité biologique .

CH⁴: le dégel du pergélisol contenant du méthane .

CNES: Conseil national économique et social.

Co²: Dioxyde de carbone.

DA: Dinar algérien.

DAS : Domaines agricoles socialistes.

DOE: Département de l'Énergie des États-Unis.

DSA : direction des services agricoles.

EAC : Exploitations agricoles collectives.

EAI : Exploitations agricoles individuelles.

FEM: Fond pour l'environnement mondial.

FOA : Food agricultural organisation = Organisation des nations unies pour l'alimentation et agriculture.

GES : Gaz a effet de serre.

GIEC : groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat.

GPL: Gaz de pétrole liquéfiés.

HH: hors hydrocarbure.

IISD: Institut international de développement durable.

INRA: Institut national de la recherche agronomique.

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

N²O: Protoxyde d'azote.

NH³: Ammoniac.

ONM: Office national de météorologique.

ONRA: Office national de la réforme agraire.

ONS: Office national des statistiques.

ONU: Organisation des nations unies.

OPU: Office des publications universitaires.

PAS: Plan d'ajustement structurel.

PIB : Produit intérieur brut.

PNDA : Plan national de développement agricole.

PNDAR : Plan national de développement agricole et rural.

PNUD : Programme des nations unies pour le développement.

SAU : Surface agricole utile.

PRI : Pays a revenu intermédiaire.

SAT: Surface agricole totale.

PRAR: Politique de Renouveau Agricole et Rurale.

SNAT: Schéma national d'aménagement du territoire.

STP : Surface totale du pays.

Table des matières

Remerciement	
Dédicaces	
Liste des abréviations	
Table des matières	
Introduction générale	
Chapitre I : L’agriculture algérienne, état, restructuration et développement.....05	
Introduction	05
Section 1 : Section 1 : L’agriculture algérienne, reformes et contexte.....05	
1.1. Généralités sur l’agriculture	05
1.1.1. Concepts de base	05
1.1.2. Politique agricole, production et objectifs.....	06
1.1.3. Complexité agricole	07
1.2. Restructuration et reformes de l’agriculture en Algérie	07
1.2.1. De l’autogestion a l’ajustement 1962 - 1978.....	07
1.2.2. Le processus de libéralisation de secteur agricole 1980 - 1999.....	08
1.2.3. Le plan de développement agricole et rural depuis l’an 2000.....	09
1.3. L’état de l’agriculture algérienne dans l’ensemble économique.....	10
1.3.1. Le rôle de l’agriculture dans l’économie national	10
1.3.2. La part de l’agriculture dans le PIB.....	10
1.3.3. Le poids de l’agriculture dans l’emploi.....	11
Section 2 : le secteur agricole Algérien.....	13
2.1. Le contexte de l’agriculture algérienne.....	13
2.1.1. Contexte géographique, climatique et démographique.....	13
2.1.2. Ressources en eaux	15
2.1.3. Ressources en sols	16
2.2. Assurances et investissement agricole en Algérie.....	17
2.2.1. Les assurances pour les professions agricoles.....	17
2.2.2. L’assurance agricole en Algérie.....	18
2.2.3. Le financement de l’agriculture en Algérie.....	18
2.3. Les réalités du secteur agricole en Algérie.....	20
2.3.1. La surface agricole limitée et mal protégée.....	20
2.3.2. Une double forte instabilité de la production agricole et consommation alimentaire.....	21
2.3.3. Les facteurs de limitation des rendements.....	21
Conclusion.....	22

Chapitre II : la problématique de changements climatiques.....23

Introduction.....23

Section 1 : Revu bibliographique sur le climat et l’agriculture23

1.1. Mise en contexte de changement climatique..... 24

1.1.1. Le changement et le réchauffement climatique.....24

1.1.2. Corrélation des effets agriculture, changement climatiques et activités humaine.....25

1.1.3. Les conséquences environnementales de changement climatiques.....27

1.2. Les phénomènes climatiques et le climat Bejaia.....29

1.2.1. Les phénomènes climatiques en Algérie.....29

1.2.2. Le climat de Bejaia.....29

Section 2 : impact de changements climatiques sur l’agriculture et la sécurité alimentaire.....32

2.1. Impact du Changement climatique sur l’agriculture en Algérie.....32

2.1.1. Effets du climat sur l’agriculture dans la région de Maghreb.....32

2.1.2. Agriculture et effet de serre33

2.1.3. Adaptation de l’agriculture aux changements climatiques.....34

2.2. Impact du changement climatique sur la sécurité alimentaire en Algérie35

2.2.1. La sécurité et l’autosuffisance alimentaire.....36

2.2.2. La dépendance alimentaire.....37

2.3. Le défi climatique et l’avenir de la sécurité alimentaire en Algérie.....38

2.3.1. Les effets de changement climatique sur le secteur agricole.....39

2.3.2. L’impact de l’insécurité alimentaire sur la souveraineté de l’Algérie.....39

Conclusion.....40

Chapitre III : L’agrumiculture, et la production des agrumes dans la wilaya de Bejaia.....41

Introduction.....41

Section 1: l’agriculture et l’agrumiculture à Bejaia.....41

1.1. Présentation du milieu d’étude.....41

1.1.1. Situation géographique.....41

1.1.2. Ressources en eau.....42

1.2. Potentialité agricole de Bejaia.....44

1.2.1. La surface agricole.....44

1.2.2. Les différentes cultures.....45

1.2.3. L’arboriculture.....45

1.3. Les particularités des agrumes.....	48
1.3.1. Les espèces et variétés.....	48
1.3.2. Les maladies et insectes des agrumes.....	49
1.3.3. Les agrumes et leurs exigences.....	50
Section 02 : Variables et production des agrumes.....	51
2.1. Quelques variables.....	52
2.1.1. Pluviométries (précipitations étudiées sur trois périodes).....	52
2.1.2. Superficie en rapport (2015/2016).....	53
2.2. Evolution de la production des agrumes a Bejaia.....	53
2.2.1. Évolution de superficie en rapport (ha).....	55
2.2.2. Évolution de la production (QX).....	55
2.2.3. Évolution de rendement (par ha).....	56
2.3. Comparaison entre production des agrumes et oliviers.....	57
Conclusion.....	58
Chapitre IV : Etude empirique des déterminants de la production des agrumes a la wilaya de Bejaia.....	60
Introduction.....	60
Section 1 : la régression linéaire multiple.....	60
1.1.Présentation d'un modèle de régression multiple.....	60
1.1.1. La régression multiple peut être utilisée à plusieurs fins	61
1.1.2. L'équation de la régression	62
1.2. Justification du choix de la régression linéaire.....	62
1.2.1. Les hypothèses du modèle de la régression multiple	63
1.2.2. Test des hypothèses sur les paramètres de régression.....	63
1.3. L'estimation des paramètres du modèle de régression par la méthode des moindres carrés ordinaires.....	66
1.3.1. Les hypothèses des moindres carrés ordinaires	67
1.3.2. Propriétés de l'estimateur des moindres carrés ordinaires (MCO).....	68
1.3.3. La prévision.....	68
Section 2 : modélisation.....	69
2.1. Présentation des variables et modélisation.....	69
2.1.1. Les variables de l'étude.....	69
2.1.2. Analyse graphique des variables	71
2.1.3. Formulation économétrique	74
2.2. Estimation par le modèle de régression multiple.....	75
2.2.1. Le résultat de régression.....	75

2.2.2.	L'interprétation économique des résultats.....	77
2.2.3.	L'interprétation statistique des résultats.....	77
2.3.	Les Tests de spécification	78
2.3.1.	Test de Normalité	78
2.3.2.	Test de L'indépendance des résidus	79
2.3.3.	Test d'hétéroscédasticité	79
Conclusion.....		81
Conclusion générale.....		82
Bibliographie		
Annexe		
Liste des tableaux et des figures		
Résumé		

Introduction Générale

Introduction générale

L'agriculture est un élément majeur de la modification et l'amélioration de la structuration des économies, où l'agriculture tient une place non négligeable à travers laquelle elle contribue au développement économique.

Elle englobe plusieurs significations, selon l'OCDE¹, elle est un secteur composé de ménages pratiquant des activités de culture , de pastoralisme, d'élevage , de pêche et d'aquaculture .elle comprend également d'autres producteurs et individus cultivant et récoltant des ressources alimentaires en eaux douce et salée, enlevant des arbres ou arbustes et récoltant des produits forestiers ainsi que notamment , des transformateurs , gestionnaires , vulcanisateurs , chercheurs et décideurs publics dont le travail porte sur les aliments destinés à la consommation humains ou animal et des fibres, mais aussi sur les relations entre ces divers éléments et les ressources naturelle. Cet ensemble systémique englobe également les procédés et les institutions , y compris les marchés , en rapport avec le secteur agricole [OCDE, 2007]².

En Algérie, la plupart des activités agricoles se situent dans le nord du pays.et les cultures dominantes sont annelles. Le secteur de l'agriculture a subi d'énormes restructurations et reformes à travers notamment des lois et la transformation progressive de l'environnement technique et institutionnel. Mais en dépit de ces réformes, la production agricole a été souvent en deca des potentialités naturelles et humaines locales.

Les politiques agricoles qui ont été mises en œuvre ces trente dernières années en Algérie se sont caractérisées par l'absence de continuité. La décennie 1960 a été marquée par l'expérience de l'autogestion et une politique de reconversion partielle de l'appareil productif. La décennie 1970 a été celle d'une intervention institutionnelle lourde de l'Etat dans la gestion du secteur et celle de la réforme agraire. La décennie 1980 opère des ruptures et tente d'assurer une transition vers l'économie de marché. L'encouragement de l'agriculture privée, la libéralisation du système et le retrait de l'Etat dans le cadre du programme d'ajustement adopté au début des années 1990, n'ont toutefois pas réussi à améliorer les performances du secteur.

A partir de 2000, plusieurs politiques agricoles ont été adoptés et mises en œuvre³, bénéficient d'enveloppes financières considérables pour faire jouer au secteur de l'agriculture un rôle plus convenable dans l'économie nationale afin d'assurer un certain niveau de sécurité alimentaire. Mais la situation a peu évolué, il n'y qu'un léger mieux pour quelques filières agricoles. Parmi ces filières on note essentiellement celle des fruits (abricot, pomme, figues sec, agrumes....).

De nombreux facteurs interviennent dans l'agriculture en favorisant ou perturbant la production, ces facteurs qu'ils soient internes ou externes représentent un pourcentage de risque lié à cette activité, dont les plus influant sont les perturbations du climat.

¹Organisation de coopération et de développement économiques

²Rapport annuel de l'OCDE, préparé par la division des affaires publiques de la direction des relations extérieures et de la communication, publiée sous la responsabilité du secrétaire général de l'OCDE, Angel Gurría, février 2007.

³Dans le cadre de plans national de développement agricole (PNDA).

Introduction générale

De ce fait l'agriculture est considérée comme l'activité économique la plus sensible aux changements climatiques. Ces changements sont accentués ces dernières années à cause des résultats du développement humanitaire.

Depuis l'avènement de l'ère industrielle au milieu du XIXe siècle, l'humanité ne cesse d'accroître sa consommation d'énergie sous des formes multiples pour répondre à la complexification des sociétés (industrie, transports, chauffage, électricité, etc...). Ce développement n'a pu se produire que grâce à l'utilisation massive des combustibles dits fossiles. Or nous savons maintenant que la combustion de ceux-ci « nous détraque le climat » alors que les besoins énergétiques continuent d'augmenter toujours et toujours !

Notre monde est aujourd'hui confronté à des enjeux capitaux et l'un des défis les plus complexes de notre siècle à qui nous nous intéressons est le changement climatique. La dynamique à laquelle il contribue va bouleverser durablement l'agriculture mondiale dès les prochaines années. L'épuisement annoncé des réserves en énergies fossiles, la croissance démographique et le développement rapide de certains pays très demandeurs d'énergie entraînent des comportements aggravants qui affectent la sécurité alimentaire, l'environnement et les grands équilibres socio-économiques.

Aucun pays n'est à l'abri de ses effets et aucun pays ne peut, seul, faire face aux décisions politiques controversées, aux profondes transformations technologiques et autres enjeux indissociables et lourds de conséquences à l'échelle de la planète. En même temps que la planète se réchauffe, le régime des précipitations se modifie et des phénomènes extrêmes tels que sécheresses, inondations et incendies de forêts deviennent plus fréquents. Les populations pauvres d'Afrique, d'Asie et d'autres parties du monde sont confrontées à la perspective de récoltes désastreuses, d'une baisse de la productivité agricole, et d'un accroissement de la faim, de la malnutrition et de la maladie. L'Algérie, à l'instar d'autres pays, n'est pas à l'abri de ce phénomène qui aura de lourdes conséquences sur le long terme.

L'activité de la production des produits agricoles dépend de ressources naturelles tel que la terre et l'eau et marquée par les changements climatiques. On s'intéresse à la production des agrumes, qui évoquent essentiellement les aliments à grande consommation tel que les orangers et les clémentines qui sont formellement les agrumes les plus produites. La production et la consommation mondiales d'agrumes ont connu une période de forte croissance depuis le milieu des années 80. Des niveaux de production plus importants ont permis des niveaux plus élevés de consommation d'agrumes. En Afrique, étant donné l'environnement politique et économique incertain, la production devrait se développer seulement dans les pays bordant la mer Méditerranée comme en Algérie.

Le verger agrumicole algérien couvre 63 000 ha. La production (oranges principalement, mandarines, clémentines, citrons) a été de 1,1 millions de tonnes en 2010/20112. Grâce à l'aide de l'état déployée à travers les différents plans de développement agricole, la culture des agrumes a bénéficié au cours des dernières années d'une attention particulière qui s'est traduite par l'intensification de cette culture via le rajeunissement des

Introduction générale

plantations notamment, ce qui a permis de booster la production jusqu'à atteindre le niveau record, enregistré pendant la saison 2014/2015, qui est de 4 millions 400 000 quintaux au niveau national⁴.

A Bejaia, au cours de ces dernières années, cette culture n'a cessé de prendre une place croissante dans la production agricole algérienne. La production locale des agrumes a atteint les 128 463 quintaux en 2016⁵. Cette production ait connu une progression moyenne qui permet de constater que des efforts ont été fournis à travers les procédures entreprises pour assurer l'autosuffisance en matière. Ces efforts ont assurés un certain niveau de production, néanmoins, le rendement par hectare connaît une baisse à partir de 2007⁶, malgré la superficie en rapport qui reste toujours en extension. Cette baisse peut être s'expliqué par le phénomène de changements climatiques.

Ceci nous amène à poser la problématique de ce travail à travers une question fondamentale :

Quel est l'impact de changements climatiques sur l'agriculture en particulier sur la production des agrumes au niveau de Bejaia ?

Cette question principale soulève un certain nombre de questions secondaires auxquels nous tenterons d'apporter des éléments de repenses à travers ce travail à savoir :

- Quels sont les facteurs déterminants le volume de la production annuelle des agrumes dans cette wilaya ?
- Quelles sont les caractéristiques des variables explicatives du niveau de la production des agrumes et les contraintes que subi la production des agrumes au niveau de la wilaya de Bejaia.
- Quel est impact de changement climatique sur la production des agrumes ?
- Quels sont les organismes qui assurent la gestion de la production au niveau de cette wilaya?

L'objectif de notre étude consiste à analyser les principaux déterminants de la production des agrumes et d'aboutir à la définition des facteurs déterminants de cette production, et ce à travers une étude comportant l'application d'une modélisation par la régression multiple. Cette étude va nous permettre de disposer d'un outil qui permet d'approcher la variation annuelle de la production des agrumes en fonction des facteurs déterminants, de dégager le rôle et l'importance de chaque facteur et même ainsi que des possibilités d'améliorer les niveaux de la production dans cette région un peu particulière.

⁴ Ministère de l'agriculture et de développement durables, résultats de recensement général de l'agriculture.

⁵ Selon les données qui nous ont été fournées par le responsable de service statistique, de la direction de l'agriculture de Bejaia.

⁶ Idem

Introduction générale

Nous comptant mener notre travail en se basant sur hypothèses suivantes:

Hypothèse 01 : suppose que la production des agrumes à Bejaia est fonction des conditions climatiques propres à cette wilaya dont pluviométrie, température et humidité, ces conditions affectent beaucoup sur les niveaux de la production et influencent grandement sur les résultats des politiques agricoles,

Hypothèse 02 : porte sur l'élargissement ou le rétrécissement de la superficie en rapport destinée à cette culture. Cette variable joue un rôle important sur le volume de la production.

Pour vérifier les hypothèses formulées ci-dessus, notre travail s'est basé sur une recherche documentaire, des collectes d'informations et des statistiques relatives au thème. La recherche que nous avons menée, dans ce mémoire est structurée en quatre chapitres :

Le premier chapitre aura pour objet de présenter l'état et le développement agricole en Algérie. Le deuxième chapitre sera consacré à la mise en contexte du changement climatique et ces impacts actuels et futur. Dans le troisième chapitre, nous examinerons la production des agrumes au niveau de la wilaya de Bejaia, avec une analyse détaillée et une étude comparative entre l'évolution de la production d'agrumes et celle des oliviers qui est une référence de production dans la wilaya

Enfin, nous terminerons notre travail par une conclusion générale dans laquelle, nous présenterons les principaux résultats et quelques recommandations.

Chapitre I

chapitre II

Introduction :

En Algérie, la production agricole est encore tributaire de la pluviométrie. Elle est aussi marquée par les facteurs démographiques et par un contexte macroéconomique dominé ces dernières décennies par les programmes d'ajustement structurel et la libéralisation de l'économie, c'est ainsi que des années de bonne production alternent avec celles de sous production en fonction des aléas climatiques. D'une manière générale, l'offre agricole n'équilibre pas les besoins alimentaires de la population du point de vue quantité ou prix. Et ce sont les importations qui permettent de combler le déficit.

Le deuxième chapitre dresse l'impact des changements climatiques sur l'agriculture, il est divisé en deux sections. La première section, intitulée Revu bibliographique sur le climat et l'agriculture, dont l'objectif de tirer une idée bien claire sur le phénomène de changement et réchauffement climatiques, le climat, traite les phénomènes climatiques en Algérie, mais qui donne aussi une présentation des données climatique concernant le milieu de notre étude. La deuxième section intitulée Impact des changements climatiques sur l'agriculture et la sécurité alimentaire dont on récapitule les différents impacts, et on cite quelques options Adaptation de l'agriculture aux changements climatiques.

Section 1 : Revu bibliographique sur le climat et l'agriculture

L'idée de variations climatiques redevient un thème scientifique important au XVIII^e siècle, mais c'est seulement à partir de l'entre-deux-guerres que la climatologie se constitue comme science véritable. Les phases antérieures à l'histoire humaine relèvent de la paléoclimatologie, permet de suivre, au fil de la dérive des continents et des périodes de glaciations successives, les variations liées aux changements climatiques ayant affecté les sols et les espèces.

1-1. mise en contexte de changement climatique:

Le réchauffement planétaire a d'abord été évoqué par plusieurs auteurs, puis modélisé par Svante Arrhenius en 1896. L'expression anglaise d'origine, global warming, a été inventée par le climatologue Wallace Broecker dans la revue Science le 8 août 1975. Depuis, le GIEC²³ affirme que ce réchauffement tend à s'emballer et que les cycles et processus de régulation climatique classiques sont dépassés depuis 1950, avec notamment le dégel du pergélisol contenant du méthane (CH₄), dont l'action sur l'effet de serre est de 25 fois supérieure au dioxyde de carbone (CO₂) et la fonte des glaces polaires et durant les canicules plus fréquentes, la végétation ralentit sa croissance et donc sa capacité à extraire le carbone de l'atmosphère. Il s'agirait d'un basculement vers un déséquilibre climatique de forte ampleur, sans déjà savoir si un point de non-retour est atteint.

²³ GIEC, groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat, a été créé en 1988 en vue de fournir des évaluations détaillées de l'état des connaissances scientifiques, techniques et socio-économiques sur les changements climatiques, leurs causes, leurs répercussions potentielles et les stratégies de parade.

Chapitre II : La problématique des changements climatiques

Le GIEC, a pour mission d'évaluer les informations d'ordre scientifique, technique et socio-économique qui sont nécessaires pour mieux comprendre les fondements scientifiques des risques liés au changement climatique d'origine humaine, cerner les conséquences possibles de ce changement et envisager d'éventuelles stratégies d'adaptation et d'atténuation. Les dix années les plus chaudes depuis 1850 sont toutes postérieures à 1998.

Ce phénomène a vraiment pris son envol au début des années 1980. Depuis, diverses avenues ont été explorées afin de modéliser de la façon la plus réaliste possible l'impact des changements climatiques sur ce secteur.

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 et de l'utilisation des terres (types de cultures) (Smit et al., 1989). D'un point de vue économique, cette identification des perdants et des gagnants revêt une importance particulière dans la planification de stratégies ou de politiques visant à réduire les effets négatifs des changements climatiques et permet d'orienter les efforts gouvernementaux d'adaptation vers les régions les plus vulnérables (Adams et al., 1988). Pour un pays aussi grand que le l'Algérie, ces différences régionales sont cruciales et c'est pourquoi les études au niveau national procurent une information fondamentale pour les autorités gouvernementales.

1-1-1. Le changement et le réchauffement climatique:

❖ Définitions :

✓ **Un changement climatique** : ou dérèglement 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 extérieures²⁴ ou, plus récemment, aux activités humaines.

Dans les travaux du GIEC3, le terme « changement climatique » fait référence à tout changement dans le temps, qu'il soit dû à la variabilité naturelle ou aux activités humaines²⁵.

Le changement climatique 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 planète²⁶. À cette évolution viennent s'ajouter les variations naturelles du climat.

Au contraire, dans la Convention-cadre des Nations unies sur les changements climatiques²⁷, le terme désigne les changements dus aux activités humaines. La Convention-cadre utilise le terme « variabilité climatique » pour désigner les changements climatiques d'origine naturelle.

✓ **Le réchauffement climatique** : également appelé réchauffement planétaire ou parfois global, est un phénomène d'augmentation des températures sur la plus grande partie

²⁴ Par exemple les variations de l'intensité du rayonnement solaire dues aux variations de l'orbite terrestre, ou aux variations de l'activité solaire.

³<https://350.org/fr/8-impacts-du-changement-climatique-qui-affectent-deja-lafrique/> Site officiel du GIEC.

²⁶ Site officiel du GIEC [archive].

²⁷ United Nations Framework Convention on Climate Change [archive].

Chapitre II : La problématique des changements climatiques

des océans et de l'atmosphère terrestre. Il traduit une augmentation de la quantité de chaleur retenue à la surface terrestre. Il est mesuré à l'échelle mondiale sur plusieurs décennies. Dans son acception commune, ce terme est appliqué à une tendance au réchauffement global observé depuis le début du xxe siècle²⁸.

❖ **Estimations pour les émissions futures :**

En 1988, l'ONU crée le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) chargé de faire une synthèse des études scientifiques sur cette question. Dans son quatrième rapport, auquel ont participé plus de 2 500 scientifiques, le GIEC affirme que le réchauffement climatique depuis 1950 est très probablement dû à l'augmentation des gaz à effet de serre d'origine anthropique. Les conclusions du GIEC ont été approuvées par plus de quarante sociétés scientifiques et académies des sciences, y compris l'ensemble des académies nationales des sciences des grands pays industrialisés.

Dans une étude publiée fin 2012, qui a compilé et comparé des simulations issues de vingt modèles informatiques différents et des informations issues des observations satellites, une équipe de climatologues du Laboratoire national de Lawrence Livermore du département de l'Énergie des États-Unis (DOE) et de 16 autres organisations a conclu que les changements de température de la troposphère et de la stratosphère sont bien réels et qu'ils sont clairement liés aux activités humaines²⁹.

Les projections des modèles climatiques présentées dans le dernier rapport du GIEC indiquent que la température de surface du globe est susceptible d'augmenter de 1,1 à 6,4 °C supplémentaires au cours du XXIe siècle. Les différences entre les projections proviennent de l'utilisation de modèles ayant des sensibilités différentes pour les concentrations de gaz à effet de serre et utilisant différentes estimations pour les émissions futures. La plupart des études portent sur la période allant jusqu'à l'an 2100.

Cependant, le réchauffement devrait se poursuivre au-delà de cette date, même si les émissions s'arrêtent, en raison de la grande capacité calorifique des océans et de la durée de vie du dioxyde de carbone et des autres gaz à effet de serre dans l'atmosphère.

1-1-2. Corrélation des effets agriculture, changement climatiques et activités humaine.

S'il est simple de comprendre que les changements climatiques affectent simultanément une variété de secteurs interreliés aux quatre coins de la planète, il est beaucoup plus difficile de le considérer dans l'analyse comme une seule entité. Il est bien clair que certains auteurs renvoient les conséquences de l'un à l'autre concernant les changements climatiques, agriculture et les activités humaines. Alors qu'il y a une corrélation entre les trois à savoir :

❖ **Les risques liés au changement climatique d'origine humaine :**

Alors que les changements climatiques naturels se font sur de très longues périodes, les conséquences liées à l'humanité dus à l'industrialisation de la planète et à l'utilisation

²⁸ https://fr.wikipedia.org/wiki/Réchauffement_climatique

²⁹ Svante Arrhenius, « On the Influence of Carbonic Acid in the Air upon the Temperature of the Ground », *Philosophical Magazine and Journal of Science*, vol. 5, no 41, Avril 1896, p. 237-276.

Chapitre II : La problématique des changements climatiques

massive d'énergies fossiles³⁰, et la majorité des populations mondiale caractérisés par forte consommation d'énergie à des fins de climatisation, ce qui accélèrent et aggravent ces effets et résultats, les changements anthropiques sont très rapides et par conséquent menacent énormément les écosystèmes souvent fragiles.

❖ Conséquences du réchauffement climatique sur l'homme et la biosphère :

La convention sur la diversité biologique (CDB) a en 2010 proposé des scénarios de réponses de la biodiversité face au changement global. Ces outils prospectifs issus de modèles statistiques, d'expérimentations et des tendances observées visent à aider le dialogue.

Dans le monde, selon le GIEC, la capacité de nombreux écosystèmes à s'adapter naturellement sera probablement dépassée sans précédent des :

- bouleversements climatiques : inondations, incendies de forêts, sécheresses, insectes, acidification des océans ;
- Changements mondiaux : changements d'affectation des sols (déforestation, barrages...), pollution, surexploitation des ressources.
- Le bilan global du réchauffement climatique en termes de biodiversité sera négatif, selon le consensus du quatrième rapport du GIEC qui envisage la disparition de 40 à 70 % des espèces et certaines espèces verront peut-être leur population et leur aire de répartition augmenter.
- les dommages causés aux systèmes naturels, que ce soit par leur ampleur géographique ou leur intensité, seront proportionnels à l'intensité et à la rapidité du réchauffement planétaire.

🚧 **Conséquences négatives pour l'humanité** : le GIEC prévoit des conséquences négatives majeures pour l'humanité au XXI^e siècle :

- une baisse des rendements agricoles potentiels dans la plupart des zones tropicales et subtropicales ;
- une diminution des ressources en eau dans la plupart des régions sèches tropicales et subtropicales ;
- une diminution du débit des sources d'eau issues de la fonte des glaces et des neiges, à la suite de la disparition de ces glaces et de ces neiges.
- une augmentation des phénomènes météorologiques extrêmes comme les pluies torrentielles, les tempêtes et les sécheresses, ainsi qu'une augmentation de l'impact de ces phénomènes sur l'agriculture ;
- une augmentation des feux de forêt durant des étés plus chauds ;
- des risques d'inondation accrus, à la fois à cause de l'élévation du niveau de la mer et de modifications du climat ;
- une plus forte consommation d'énergie à des fins de climatisation ;
- une baisse des rendements agricoles potentiels aux latitudes moyennes et élevées (dans l'hypothèse d'un réchauffement fort).

³⁰ V. John R. McNeill : *Something New Under the Sun - An Environmental History of the Twentieth-Century World* (New York: Norton, 2000). Trad. fr. *Du nouveau sous le soleil: Une histoire de l'environnement mondial au XX^e siècle* (Seysse: Champ Vallon, 2010).

Chapitre II : La problématique des changements climatiques

✚ **Conséquences positives pour l'humanité** : elles sont aussi associées au réchauffement prévu au XXI^e siècle :

- une plus faible mortalité hivernale aux moyennes et hautes latitudes ;
- une augmentation éventuelle des ressources en eau dans certaines régions sèches tropicales et subtropicales ;
- une hausse des rendements agricoles potentiels dans certaines régions aux latitudes moyennes (dans l'hypothèse d'un réchauffement faible) ;

1.1.3 Les conséquences environnementales de changement climatiques:

❖ **les risques environnementaux d'origines climatiques:** selon le GIEC, « le réchauffement anthropique de la planète pourrait entraîner certains effets qui sont brusques ou irréversibles, selon le rythme et l'ampleur des changements climatiques ».

- Montée des eaux au niveau des océans engendré par deux phénomènes : l'augmentation du volume de l'eau due à son réchauffement (quelques dizaines de centimètres d'ici 2100) et par l'apport d'eau supplémentaire provenant de la fonte des glaciers continentaux et des calottes polaires. Ce dernier phénomène s'étale sur une longue durée.

Précipitations et foudre : selon le rapport 2007 du GIEC, une augmentation des précipitations aux latitudes élevées est très probable tandis que dans les régions subtropicales, on s'attend à une diminution, poursuivant une tendance déjà constatée. Selon des études publiées en 2007-2008, à l'horizon 2025, un tiers de la population mondiale pourrait se trouver en état de stress hydrique.

Dégradation de la qualité de l'air : en particulier via le risque d'une érosion hydrique et éolienne accrue et via un risque aggravé d'incendies de forêt et d'une moindre capacité des milieux à fixer les poussières.

Pour les phénomènes à très long terme : la majorité des climatologues pensent que les phénomènes induits par l'émission des gaz à effet de serre vont se poursuivre et s'amplifier à très long terme. Le troisième rapport du GIEC insiste en particulier sur les points suivants :

- Certains gaz à effet de serre, ont une espérance de vie longue, et influent donc sur l'effet de serre longtemps après leur émission (durée de vie dans l'atmosphère d'environ 100 ans pour le CO₂) ;
- Le réchauffement planétaire se poursuivra après la stabilisation de la concentration des gaz à effet de serre. Ce réchauffement devrait cependant être plus lent ;
- La masse océanique fait que l'élévation du niveau des mers se poursuivra même après la stabilisation de la température moyenne du globe. La fonte de calottes glaciaires, comme

Celle du Groenland, sont des phénomènes se déroulant sur des centaines voire des milliers d'années.

Chapitre II : La problématique des changements climatiques

❖ les risques environnementaux d'origines agricoles:

Tableau 12 : Effets négatifs sur l'environnementaux d'origines agricoles:

activités agricoles	les sols	les eaux	faune et flore	l'air
mise en culture,	érosion,	pollution physique,	perte d'espèces	émissions de gaz
Déforestation	Lessivage	Inondations	par destruction d'habitats	à effet de serre (CO ₂ ,CH ₄)
Culture	épuisement, dégradation des qualités physiques			(rizières humides) CH ₄ (ruminants)
Elevage	Erosion (surpâturage)	Eutrophisation (lessivage des nitrates et des phosphates	toxicité des nitrates des déjections, écotoxicité du cuivre	NH ₃
nouvelles races et variétés		des déjections)	(lisier de porc)	contribution (faible)
motorisation, chauffage	compaction par engins lourds			à l'effet de serre
des serres et élevages			diminution de la biodiversité	
travail du sol	dégradation des qualités		baisse d'activité de	
Fertilisation	Physiques	Eutrophisation Nitrates	la faune du sol	
. azote		Eutrophisation nitrates		émissions de N ₂ O, NH ₃
.phosphore		Pollution	toxicité par le cadmium	
lutte chimique	dispersion de molécules de synthèse stable	pollution chimique	Empoisonnement évolution induite	pollution chimique
Remembrement	Erosion	épuisement des ressources	perte d'espèces	
Irrigation	Salinisation	eau, salinisation		

Source : (d'après Solagral, 1991)³¹

³¹ SOLAGRAL, 1991. L'agriculture perd la terre (dossier). Solagral mensuel n 1,21-31.

1.2 Les phénomènes climatiques et le climat à Bejaia :

1-2-1. les phénomènes climatiques en Algérie:

L'Algérie fait partie de ce monde qui se réchauffe. A l'instar des autres pays, il est également touché par le changement climatique.

Selon l'Institut international de développement durable (IISD), les données climatiques relevées dans l'Algérie durant le XXe siècle indiquent un réchauffement estimé à plus de 1°C avec une tendance accentuée au cours des 30 dernières années. «Ainsi, on est passé d'une sécheresse tous les dix ans au début du siècle à cinq à six années en dix ans actuellement», constate l'IISD. Des prévisions approximatives à cause de la faiblesse des modèles de circulation générale en Algérie font état d'une probable augmentation de la température de l'ordre de 2°C à 4°C durant le XXIe siècle dans des pays très peu émetteurs de gaz à effet de serre (entre 1,5 et 3,5 TE Co2/hab/an) La position géographique de l'Algérie, en zone de transition, et son climat aride et semi-aride, en fait un espace très vulnérable. Le directeur général de l'ONM, révélait, que les températures avaient augmenté de 6/10 depuis 1990 et la pluviométrie a reculé de 12% pour la période 1990/2005.

- Le secteur de l'eau sera l'un des plus déstabilisés. Diminution de l'écoulement des eaux ;
- Modification du régime hydrologique saisonnier avec des impacts sur certains aménagements hydrauliques et agricoles ;
- Augmentation de la salinité des eaux ;
- Baisse du niveau des nappes souterraines sont les conséquences énumérées par l'IISD.

Concernant l'impact sur le littoral, il est craint une altération de la dynamique côtière avec l'élévation du niveau de la mer, l'érosion de certaines franges côtières, la perte de terres au profit des eaux marines, la fragilisation du système socioéconomique de ces zones liées à la fréquence des inondations et d'érosion des terres.

Pour l'agriculture, l'érosion des sols entraîne une dégradation des terres, les déficits en pluviométrie pouvant atteindre 50% durant la période 2000/2020 provoqueront un déficit des rendements des cultures pluviales et l'activité agricole côtière se réduira à cause de la salification des nappes.

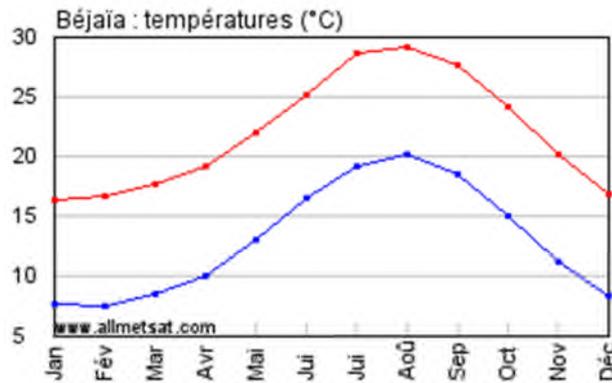
1.2.2. Le climat de Bejaia:

Le climat est l'un des éléments les plus dynamiques et le plus complexes du cadre physique. Ses modifications, parfois brutales comparativement aux autres éléments du milieu provoquent des déséquilibres importants, influençant de ce fait tous les aspects du développement socio- économique d'un pays.

L'Algérie se trouve dans la zone tropicale aride et semi- aride. Ses ressources naturelles (sol, eau, végétation) subissent les conséquences néfastes des sécheresses répétées, de la désertification et de la pression démographique. Le pays a connaît ces dernières années un déficit pluviométrique qui se sont traduites par des périodes de sécheresses chroniques avec comme conséquence la réduction de la production agricole.

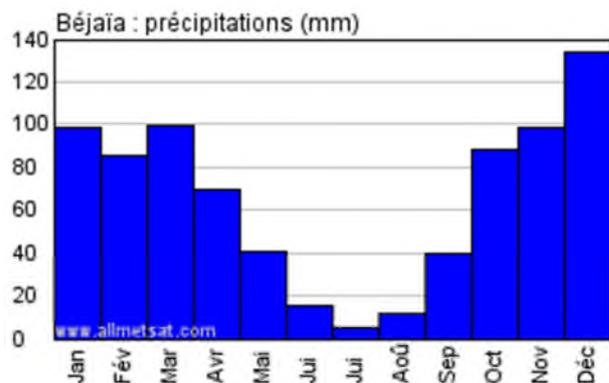
Chapitre II : La problématique des changements climatiques

Figure 07 : Moyenne mensuelle des températures et précipitation (1990-2010)



Moyenne mensuelle des températures minimales et maximales quotidiennes.

[°C/°F](#)



Le terme précipitation désigne tout type d'eau qui tombe du ciel, sous forme liquide ou solide. Cela inclut la pluie, la neige, la grêle, etc...

Source : Aéroport de Bejaïa - Soummam - Abane Ramadane

Par ailleurs, la ville de Bejaïa fait partie du bassin versant de l'oued Soummam. Bejaïa et la vallée de la Soummam inférieure bénéficient d'un climat de type méditerranéen. Il est généralement humide avec un léger changement de température saisonnier.

Outre le fleuve Soummam qui permet des ressources suffisantes pour l'agriculture dans les environs de la ville, Bejaïa est située dans la Kabylie maritime et bénéficie d'une pluviométrie assez favorable comparée au reste du pays. La pluviométrie de la région peut aller de 800 mm à 1 200 mm ; mais certaines sources locales tendent à s'épuiser du fait de l'augmentation de la demande.

Tableau 13: Données climatiques de Bejaïa (température moyenne/précipitations)

Mois	jan.	fév.	Mars	Avril	mai	juin	jui.	Août	sep.	oct.	nov.	déc.	année
minimale (°C)	7,7	7,6	8,5	10,1	13,1	16,6	19,3	20,2	18,5	15	11,2	8,4	12,9
moyenne (°C)	12,1	12,3	13,1	14,7	17,6	21	24	24,8	23,2	19,7	15,8	12,7	17,6
maximale (°C)	16,4	16,8	17,7	19,3	22	25,3	28,7	29,3	27,8	24,3	20,3	16,9	22,1
Précipitations(mm)	99,7	85,9	100,4	70,7	41,2	16,2	5,8	13	40,4	89,5	99,7	135	767,5

Source : Hong Kong Observatory, statistiques de 1968 à 1990³²

³² « Climatological Information for Bejaia, Algeria » [archive], sur www.hko.gov.hk (consulté le 2 avril 2011).

Chapitre II : La problématique des changements climatiques

La frange du littoral qui a un climat doux bénéficie des influences de la mer. Elle reçoit en moyenne 800 à 1100 mm de pluie par an. Les températures moyennes sont globalement douces et varient de 11,1 °C en hiver à 24,5 °C en été. Le climat y est chaud et tempéré. L'été, à Bejaïa, les pluies sont moins importantes qu'elles ne le sont en hiver. Selon la classification de Köppen-Geiger, le climat est de type Csa. La température moyenne annuelle est de 17.7 °C à Béjaïa. La moyenne des précipitations annuelles atteints 830 mm. Le mois le plus sec est celui de Juillet avec seulement 4 mm. Une moyenne de 132 mm fait du mois de Décembre le mois ayant le plus haut taux de précipitations.

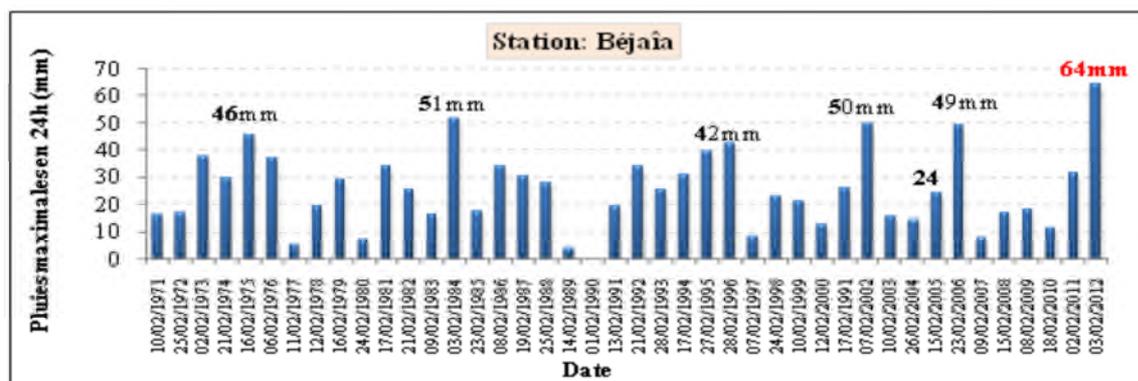
Tableau 14 : température moyenne (mensuelle °C / annuelle °C) :

Année	Janv	Fevr	Mars	Avri	Mai	Juin	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Dec	moyn annuel
1996	14.7	11.9	14.3	16.0	17.9	21.6	24.3	25.3	21.7	18.4	16.5	14.9	18.1
1997	13.8	13.0	13.1	15.5	20.0	23.6	24.2	25.8	24.1	20.8	17.0	14.0	18.8
1998	13.0	13.4	13.8	16.2	18.2	22.7	24.2	25.2	24.1	18.6	15.1	11.8	18.0
1999	11.9	10.1	14.3	15.1	20.2	23.0	24.6	27.5	24.7	23.1	15.1	12.5	18.6
2000	10.2	12.6	14.1	16.9	19.4	21.5	25.8	26.7	23.7	19.7	17.0	14.7	18.5
2001	13.7	12.3	17.5	15.6	17.7	23.2	24.8	25.9	23.4	23.5	15.6	11.6	18.8
2002	11.8	12.4	14.3	15.6	18.4	21.8	24.2	24.8	23.2	20.3	16.9	14.7	18.3
2003	11.9	10.9	14.4	15.8	18.2	25.0	27.4	28.4	24.0	21.1	17.0	12.3	18.9
2004	12.2	13.6	13.9	15.2	17.3	21.3	25.1	26.9	24.2	22.9	14.9	13.0	18.4
2005	9.3	9.8	13.2	16.1	19.4	22.8	25.6	25.2	23.3	21.3	16.0	12.2	17.9
2006	11.0	11.8	14.8	17.7	20.8	22.8	25.4	25.4	23.7	22.5	18.7	13.7	19.1
2007	13.3	14.7	13.7	16.6	19.8	22.5	24.7	26.6	23.2	20.3	15.2	12.1	18.6
2008	12.6	13.2	14.0	16.6	19.0	22.1	25.8	25.8	24.3	20.8	15.3	12.3	18.5
Moyen	12.3	12.3	14.3	16.1	18.9	22.6	25.1	26.1	23.7	21.0	16.2	13.1	18.5

Source : station météorologique : 604020 (DAAE), Aéroport Bejaia

Pour les températures moyennes, elles varient de 12,3 °C en hiver à 25 °C en été avec une légère augmentation comparé à celle des années 90.

Figure 08 : Les pluies maximales en 24 heures enregistrées durant le mois de février à la station de Bejaia



Source : station météorologique : 604020 (DAAE), Aéroport Bejaia

L'analyse des pluies maximales en 24 heures, recueillies à la station de littorale « Bejaia » sur

Chapitre II : La problématique des changements climatiques

la période allant de 1971 à 2012, fait ressortir clairement le caractère exceptionnel du mois de février de l'année 2012, avec un maximum de 64 mm durant la journée du 03/02/2012, la valeur quotidienne la plus élevée depuis l'année 1971.

Section 2 : Impact des changements climatiques sur l'agriculture et la sécurité alimentaire

Le continent africain, bien qu'il soit moins responsable que d'autres des facteurs anthropiques à l'origine du changement climatique, est pourtant celui qui en souffre le plus.³³

2.1 Impact du changement climatique sur l'agriculture en Algérie :

2.1.1 Effets du climat sur l'agriculture dans la région du Maghreb :

Concernant la région du Maghreb, les ressources hydriques sont vulnérables aux variations du climat, l'eau et sa gestion sont des problèmes déjà présents conditionnant l'avenir de cette région, indépendamment de tout changement climatique. La forte sensibilité des bassins hydrologiques à de faibles écarts des variables climatiques implique que le volume d'eau mobilisable sera fortement touché par la diminution du ruissellement (Agoumi et al, 1999 ; PNUD-FEM, 1998)³⁴. Au regard des estimations des besoins sectoriels, le changement climatique pourrait ainsi placer ces pays dans des situations inconfortables puisque le volume maximal mobilisable serait à la limite des besoins, voire déficitaire en Algérie d'ici 2020.

Si l'augmentation de la teneur en CO₂ de l'atmosphère peut augmenter les rendements de certaines cultures, dans le bassin méditerranéen et plus particulièrement en Afrique du Nord, cet effet doit être contrecarré par le risque de diminution des disponibilités en eau et par l'accentuation d'une dynamique déjà engagée d'accroissement des déficits hydriques subis par l'agriculture.

Le processus de changement climatique se traduira par un déplacement vers le nord des étages bioclimatiques méditerranéens, conduisant en Afrique du Nord à une remontée des zones arides et désertiques (Le Houérou, 1992). Les modèles prévoient une baisse des rendements agricoles au Maghreb (Rozenzweig et Tubiello, 1997 ; Bindi et Moriondo, 2005) à savoir :

- ✓ L'augmentation des températures, la diminution des précipitations et l'augmentation de leur variabilité implique en effet un décalage et une réduction des périodes de croissance, ainsi qu'une accélération de la dégradation des sols et de la perte de terres productives.
- ✓ Une réduction des disponibilités en eau et une augmentation des besoins sont à prévoir pour l'agriculture pluviale et irriguée, causée par les modifications du régime des pluies, la hausse de l'évapotranspiration et l'élévation du niveau de la mer, accentuant ainsi les risques de sécheresses aux périodes cruciales des cycles des cultures.

³³ <https://350.org/fr/8-impacts-du-changement-climatique-qui-affectent-deja-lafrique/>

³⁴ Agoumi, Senoussi, Yacoubi, Fakhredine, Sayouti, Mokssit, Chikri (1999). Changements climatiques et ressources en eau. Hydrogéologie appliquée, 12(11), 163-182.

Chapitre II : La problématique des changements climatiques

- ✓ Les cultures pluviales seront directement affectées, les zones d'irrigation privées et de petite ou moyenne hydraulique souffriront de la rareté de l'eau, certaines pouvant être vouées à redevenir des cultures pluviales, et les zones irriguées verront leurs besoins s'accroître.
- ✓ La combinaison de ressources en eau et en sol plus limitées entraînerait des effets négatifs sur les potentiels agricoles.

En Algérie, le modèle Cropwat (FAO, 2001)³⁵ appliqué aux cultures de céréales hivernales et pluviales anticipe des réductions moyennes des rendements de 5,7 % à près de 14 %. Le changement climatique touchera également les légumes dont les rendements diminueraient de 10 à 30 % en Algérie à l'horizon 2030 (Bindi et Moriondo, 2005)³⁶.

Les modifications de l'environnement bioclimatique doivent transformer la géographie des potentiels agricoles et conduire à une concentration spatiale des potentiels culturaux. Elles accentueraient des dynamiques déjà observables en se traduisant par une remontée vers le nord des possibilités agricoles. Les cultures typiquement méditerranéennes comme les olives ou les citrons pourraient progressivement s'installer dans de vastes zones du littoral.

Le climat pourrait cependant devenir progressivement propice à certaines cultures tropicales (Le Houérou, 1992)³⁷

2.1.2 Agriculture et effet de serre :

❖ 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. 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 - 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.

³⁵ CROPWAT 4.3 est un logiciel élaboré par un groupe d'experts de la FAO pour :

- le calcul de l'évapotranspiration de référence, des besoins en eau des cultures, des besoins d'irrigation et de l'alimentation en eau d'un périmètre ;
- la mise au point des pilotages d'irrigation en diverses conditions de gestion ;
- l'estimation des rendements des cultures pluviales et des effets des sécheresses (Clarke et al., 1998).

³⁶ Bindi M., Moriondo M. (2005). Impact of a 2°C global temperature rise on the Mediterranean region: Agriculture analysis assessment. (In : C. Giannakopoulos, M. Bindi, M. Moriondo, P. Le Sager, & T. Tin, Climate change impacts in the Mediterranean resulting from a 2°C global temperature rise (pp. 54-66), WWF Report).

³⁷ Le Houérou, H.N. (1992). Vegetation and land-use in the Mediterranean basin by the year 2050 : A prospective study, (In: L. Jefic, J.D Milliman, G. Sestini (eds), Climatic Change and the Mediterranean Vol 1 (pp. 175-232),

Chapitre II : La problématique des changements climatiques

Les arbres fruitiers verraient leur floraison arriver plus tôt. 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 modèles climatiques montrent par ailleurs de manière constante que les phénomènes extrêmes de précipitations deviendront plus fréquents dans de nombreuses zones et que les risques de sécheresse seront plus importants dans les régions continentales en été. Dans certaines parties de l'Afrique et de l'Asie, la fréquence et l'intensité des sécheresses semblent avoir augmenté. Les systèmes écologiques les plus vulnérables sont les moins capables de s'adapter. L'humidité des sols sera affectée par l'évolution du régime des précipitations. Des régions exposées à la sécheresse risquent de connaître des périodes sèches plus longues et plus rigoureuses (Anonyme, 2001).

❖ Contribution de l'agriculture à l'effet de serre :

Depuis les années 1970, les premiers signes des perturbations de l'équilibre des milieux naturels liés au changement climatique sont observés. L'agriculture constitue un secteur particulièrement sensible. Elle contribue pour 16% des émissions de gaz à effet de serre subit l'impact des changements climatiques et peut aussi contribuer par certaines pratiques à la réduction de ces gaz dans l'atmosphère.

Le carbone est l'élément essentiel de la vie, il se trouve en grande partie dans les océans, mais également dans les sols et la végétation. La décomposition de la matière organique libère du CO₂ dans l'atmosphère, une partie est stockée dans le sol (Rasmussen et Parton, 1994). Le dioxyde de carbone est actuellement responsable de plus de 60% de l'effet de serre. L'agriculture contribuerait pour 75 % des émissions en N₂O par la transformation des produits azotés dans le sol et 50 % des émissions de CH₄ dont la production est liée aux phénomènes anaérobies de la fermentation des matières végétales (rizières) et lors du transit digestif des ruminants. L'augmentation de sa production est due d'une part au développement de la population humaine et d'autre part au développement de l'agriculture.

Selon un rapport du ministère de l'Environnement datant de 1994, l'Algérie émet environ 100 millions de CO₂ par an. La répartition des émissions de GES par secteur donne les résultats suivants : énergie 67%, procédés industriels 5%, agriculture 11%, sols/forêts 12%, déchets 5%. La consommation énergétique se répartit comme suit : produits pétroliers 28%, GPL 7%, gaz naturel 62%, autres 3%. Quant à la consommation par branche industrielle, les matériaux de construction représentent la plus grosse part avec 46%, suivis de loin par le secteur de la chimie, caoutchouc et matières plastiques 15% et, enfin, les hydrocarbures 9%. Pour l'émission du secteur de l'énergie elle se présente comme suit : industrie énergétique 39%, résidentiel, agriculture, tertiaire 17%, transport 20%, émissions fugitives 15%, industries manufacturières et construction 9%.

2.1.3 Adaptation de l'agriculture aux changements climatiques :

La question qu'on peut poser est celle des options possibles d'adaptation pour l'agriculture ? La majorité des options d'adaptation concerne les ressources hydriques, secteur transversal des possibilités de l'activité économique et véritable clé de voûte des performances de l'agriculture. Un premier type implique l'accélération de la mobilisation de nouvelles

Chapitre II : La problématique des changements climatiques

ressources, d'abord conventionnelles par la construction de barrages. Une voie primordiale concerne le développement des eaux non conventionnelles, notamment le dessalement de l'eau de mer qui permettrait l'approvisionnement de villes côtières et la redistribution de l'eau des barrages vers les cultures.

Les eaux usées après traitement économiseraient 0,9 m³ /an en Algérie. Cette option serait cependant limitée par les délais et les coûts de construction ou de relance des stations d'épuration. Une gestion intégrée des bassins versants améliorerait la mobilisation des eaux de pluie et la protection des ressources contre la pollution et permettrait des transferts interrégionaux entre les bassins vers les périmètres à irriguer.

Dans l'industrie, le recyclage et l'utilisation de l'eau saumâtre réduiraient fortement les besoins. La tarification de l'eau pourrait inciter les utilisateurs à maîtriser leurs consommations et à utiliser des techniques économes.

D'autres options concernent plus directement le secteur agricole et ses pratiques, avec notamment la refonte du calendrier agricole traditionnel par l'optimisation des dates de semis en fonction de l'évolution du climat et enfin la reconversion et le repositionnement des cultures selon l'évolution du contexte bioclimatique. Cette option serait cependant conditionnelle à un accompagnement technique et financier des agriculteurs.

Ces options, nécessitent des investissements dans la formation, l'encadrement et la sensibilisation aux modalités des économies en eau et aux risques posés par le changement climatique, des agriculteurs en particulier, mais également de tous les usagers de l'eau.

La vulnérabilité du secteur agricole à la variabilité climatique se traduit par des épisodes de contraction et d'expansion de l'activité, aux effets macroéconomiques élevés et déstabilisateurs. Surtout, les efforts en faveur de l'agriculture impliquent des pressions croissantes sur l'environnement et une concentration sectorielle de ressources comme l'eau. Ainsi, si elle ne participe qu'à 15 % de la formation du PIB en moyenne, l'agriculture prélève 65 % des eaux mobilisées en Algérie³⁸. Dans les zones arides et semi-arides, l'adaptation pourrait en effet viser à diversifier l'économie et favoriser les activités faiblement liées au climat, et à importer les produits agricoles à fort contenu en eau, maximisant ainsi l'utilisation de « l'eau virtuelle » (Allen, 2001)³⁹.

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).

2.2 Impact des changements climatiques sur la sécurité alimentaire en Algérie

³⁸ Margat, J., Vallée, D. (1999). Vision méditerranéenne sur l'eau, la population et l'environnement au XXIème siècle, Plan Bleu.

³⁹ Allan, J.A. (2001). Virtual water: invisible solutions and second best policy outcomes in the MENA region. International Water and Irrigation Journal.

Chapitre II : La problématique des changements climatiques

La question de la sécurité alimentaire est au cœur de toutes les politiques agricoles et agroalimentaires de nombre de pays en développement. La crise alimentaire de 2007/2008 a, en effet, mis en exergue la vulnérabilité et la dépendance des économies nationales du fait parfois de la destruction des systèmes de production vivriers, tout comme elle a confirmé les limites du système mondial de régulation et de commercialisation des produits alimentaires de base.

2.2.1 La sécurité et l'autosuffisance alimentaire :

❖ La sécurité alimentaire :

La définition officielle de la FAO⁴⁰ : «la sécurité alimentaire existe lorsque tous les êtres humains ont, en tout temps, un accès physique et économique à une nourriture suffisante, saine et nutritive leur permettant de satisfaire leurs besoins énergétiques et leurs préférences alimentaires pour mener une vie saine et active ». (FAO, Sommet Mondial de l'Alimentation, 1996).

Cette définition amplement acceptée est centrée sur les aspects suivants : la disponibilité alimentaire, accès à la nourriture, l'utilisation de la nourriture et la stabilité.

En Algérie, comme dans d'autres parties du monde, les questions agricoles et alimentaires sont traitées comme une fonction régaliennne de l'État ; en d'autres termes, c'est une affaire d'Etat car la résolution de ces questions est cruciale pour assurer sa pérennité et est décisive pour la stabilité sociale et politique du pays.

L'objectif de sécurité alimentaire se retrouve dans tous les documents stratégiques fondateurs des politiques agricoles adoptées par le pays.

L'Etat algérien a, depuis l'indépendance nationale, accordé à la question alimentaire une importance fondamentale. Les productions agroalimentaires jouent donc un rôle important dans l'économie et la croissance économique globale du pays. Tous les indicateurs révèlent une tendance à la croissance du secteur et à l'amélioration de sa productivité.

L'avenir de la sécurité alimentaire en Algérie est étroitement lié à plusieurs facteurs, à savoir : le réchauffement climatique, la croissance démographique, la forte demande alimentaire avec le changement du modèle de consommation, etc.

❖ L'autosuffisance alimentaire :

D'après Claudine CHAULET : « l'expression d'autosuffisance signifiait une relation d'égalité entre production agricole et consommation alimentaire »⁴¹. Cette définition

⁴⁰ L'Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture (connue sous les sigles ONUAA ou, plus couramment, FAO soit en anglais Food and Agriculture Organization of the United Nations) est une organisation spécialisée du système des Nations unies, créée en 1945 à Québec. La FAO prend la suite de l'Institut international d'agriculture créé à Rome en 1905. Son objectif suprême affiché est « Aider à construire un monde libéré de la faim », sa devise, inscrite sur son logotype, est « Fiat panis » (expression latine signifiant « qu'il y ait du pain (pour tous) »).

⁴¹ Une revue du CREAD (centre de recherche en économie appliqué pour le développement), n° 31-32, 3ème et 4ème trimestres 1992 page 55-74.

Chapitre II : La problématique des changements climatiques

dissimule un problème fondamental ; si la consommation est ajustée à la production, elle peut être insuffisante pour couvrir les besoins physiologiques des consommateurs.

L'agriculture algérienne a enregistré une amélioration certaine depuis le PNDA mais elle demeure loin de satisfaire les besoins alimentaires du pays.

L'Algérie est aujourd'hui le premier importateur africain de denrées alimentaires, avec 75% de ses besoins assurés par les importations. L'insuffisance de la production agricole algérienne, associée à une demande massive et croissante de produits agroalimentaires, induits par un changement progressif du modèle alimentaire, font de l'Algérie un pays structurellement importateur et donc fortement dépendant : 20% de la valeur de ses importations sont des biens alimentaires.

La demande nationale n'est couverte en moyenne qu'à 25% par la production locale, très dépendante de la pluviométrie et la part du budget des ménages algériens affectée à l'alimentation a atteint près de 45%. Les produits agricoles constituent 30% du total des importations du pays et la volatilité des prix mondiaux font peser de grandes incertitudes sur les montants de la facture alimentaire à allouer chaque année.

La balance commerciale est ainsi déficitaire à grande échelle comme en témoigne les soldes et les taux de couverture repris dans le tableau suivant :

Tableau 15 : indicateurs du commerce extérieur de l'Algérie (millions de dollars US) :

Année	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Importation alimentaire	7716	5863	6058	9850	9022	9580
Exportation alimentaire	125	114	315	355	313	402
Solde de la balance commerciale agricole (Expo- Imp.)	-7591	-5749	-5743	-9495	-8709	-9178
Taux de la couverture des exportations par les importations	1.62%	1.94%	5.2%	3.60%	3.50%	4.20%

Source : Ministère des Finances, Direction Générale des Douanes, Statistiques du commerce Extérieur de l'Algérie, années 2008 à 2013.

De ce tableau, le taux de couverture, le montant annuel moyen des importations alimentaires passe de 2,5 milliards de dollars en moyenne entre 1999 et 2003 à 7,2 milliards entre 2009 et 2011 et atteint les 9,58 milliards en 2013. Par ailleurs, les exportations des produits agricoles ont connu l'effet inverse. Le taux de couverture des exportations par les importations est passé de 10,2 % entre 1984 et 1988 à 4,3% entre 1994 et 1998 à 1,7% entre 2004 et 2008 et 3% entre 2009 et 2011 pour atteindre les 3,5% en 2012 et les 4,20% en 2013.

2.2.2 La dépendance alimentaire :

La dépendance économique des pays du sud est un résultat mis en place par les pays du nord, selon cette théorie, la dépendance prend plusieurs formes (commerciale, financière, technologique, culturelle, sociale, etc.). Elle est considérée comme cause de sous-développement.

Chapitre II : La problématique des changements climatiques

La dépendance alimentaire de l'Algérie touche presque toute la gamme des produits agricoles ainsi qu'une vaste gamme de produits agro-industriels. Depuis plusieurs années, les importations de produits alimentaires augmentent régulièrement alors que les exportations de ces produits diminuent. Cette tendance négative fait de l'Algérie un pays dont la balance commerciale agroalimentaire est très fortement déficitaire. En dépit d'importantes potentialités, notamment financières, l'Algérie demeure extrêmement dépendante alimentaires.

L'étude ONS sur la consommation des ménages indique que les dépenses alimentaires ont été multipliées au niveau national de 2,7 par rapport à la dernière enquête réalisée en 2000. L'augmentation de ces dépenses alimentaires a été plus forte dans les milieux urbains (multiplication des dépenses alimentaires de 3 fois) que dans les milieux ruraux (multiplication de 2,5 fois).

En 2011, c'est près de 42% des dépenses des ménages algériens qui ont été consacrés aux besoins alimentaires (contre plus de 44,6% en 2000). Les dépenses alimentaires représentent plus de la moitié (53,7%) du budget pour les populations les plus défavorisées alors qu'elles atteignent à peine le tiers (32,3%) pour la population la plus riche. A signaler également que la part de la population la moins aisée a vu sa part des dépenses alimentaires augmenter être multipliée par plus de 3 fois entre 2000 et 2011 : celles-ci est passée en effet de 412,6 milliards de DA à 1 288,3 milliards de DA. Ces évolutions constatées dans les consommations alimentaires, face à une offre nationale en progression constante mais déficitaire, expliquent le recours croissant aux importations. La facture alimentaire qui avait atteint un niveau historique record avec plus de 11 milliards de dollars en 2014, enregistre un montant de 9,3 milliards de dollars en 2015, baisse due plus à une diminution des prix mondiaux des produits qu'aux volumes importés.

Au cours de l'année 2015, l'Algérie a alloué une « allocation devises-alimentation » par habitant de 308 dollars US. Cette allocation est supérieure à la dépense alimentaire en devises/habitant/an affecté au Maroc (189 dollars) et en Tunisie (270 dollars). Le coefficient de cette « allocation devises-alimentation » dans les dépenses alimentaires annuelles/an et par habitant a été multiplié par 3,5 en moyenne entre les années 2000 et 2011. Selon les données disponibles entre ces deux dates, la part des produits des dépenses de consommation en devises serait passée de 78 dollars/habit/an à 267 dollars par habitant et par an.

En effet, à l'heure actuelle, les importations alimentaires ne cessent d'augmenter, pourtant, des programmes de soutiens ont été mis en œuvre par les pouvoirs publics afin d'atténuer la facture alimentaire et d'assurer une certaine indépendance, du moins dans certaines cultures. La faible production des produits de première nécessité que contraint l'Algérie, l'ont poussé à faire recours à une importation imposante et massive de ces produits afin de satisfaire la demande locale en permanente évolution .

2.3. Le défi climatique et l'avenir de la sécurité alimentaire en Algérie :

L'insuffisance de l'offre alimentaire en Algérie est en partie provoquée par l'effet d'une pression démographique galopante, mais elle est aussi le résultat d'une productivité agricole dégradée et des bas niveaux des rendements variant en fonction des aléas climatiques.

2.3.1. Les effets du changement climatique sur le secteur agricole :

Le réchauffement climatique pourrait engendrer plusieurs impacts sur les ressources naturelles, sur les productions (quantitativement et qualitativement), sur les filières de consommation d'intrants et sur l'espace rural. Le réchauffement induira indubitablement des modifications des cycles de l'eau, une dégradation des qualités des terres agricoles, une baisse de fertilité des sols, une érosion de la biodiversité, un déplacement des étages bioclimatiques ainsi que des risques parasitaires et sanitaires multiples.

En Algérie, le réchauffement climatique a engendré des effets négatifs plus importants qu'ailleurs si au niveau mondial la hausse des températures au XX^{ème} siècle a été de l'ordre de 0,74C, celle sur l'Algérie s'est située entre 1,5 et 2c. Du fait de l'augmentation prononcée de température, de la baisse significative des précipitations et des sécheresses plus fréquentes et intenses, ne permettent pas la régénération du couvert végétal et constitueront une menace grave pour le secteur agricole. Les différentes études citées plus haut affirment que l'augmentation des températures et de leur variabilité implique un décalage et une réduction des périodes de croissance, ainsi qu'une accélération de la dégradation des sols et de la perte de terres productives. Le changement climatique induira également des baisses de rendement des productions des légumes de 10 à 30 pour Cent à l'horizon 2030.

2.3.2. L'impact de l'insécurité alimentaire sur la souveraineté de l'Algérie :

La grande insécurité alimentaire que vit l'Algérie, conjuguée à une dépendance à la rente pétrolière et gazière, rend le pays très vulnérable. L'agriculture est le secteur dont le degré de dynamisme est intimement lié à la place géopolitique qu'occupe un pays sur la scène mondiale, lui offrant ainsi la capacité de satisfaire les besoins de ses citoyens sans avoir recours à l'étranger afin de restreindre le risque de voir sa souveraineté remise en cause. Malgré tous les efforts consentis et les dispositifs mises en place afin de faire sortir le pays de cette insécurité alimentaire, l'Algérie reste tributaire à grande échelle des importations alimentaires (avec une balance commerciale agricole déficitaire à plus de 9 milliards de dollars US en 2013)

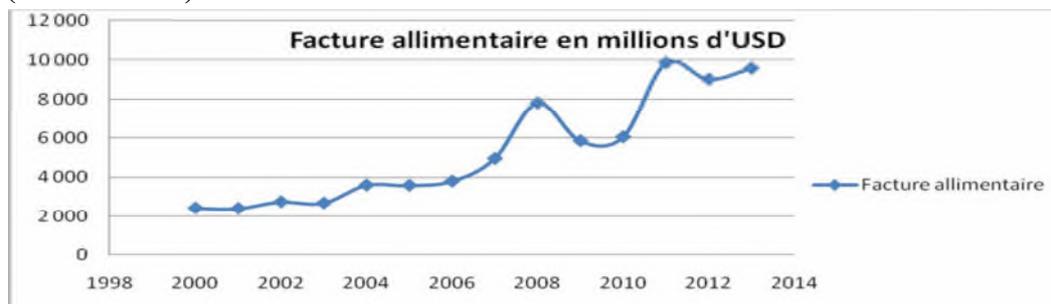
L'insécurité alimentaire en Algérie est marquée par : les importations qui ne cessent de prendre de l'ampleur. Cette dernière est passée de 2 415 millions de dollars en 2000 à 9 580 millions de dollars en 2013 soit une augmentation de plus de « 396 % ». D'autant plus que l'apport du secteur agricole au PIB total algérien reste dérisoire et très volatile.

La situation est d'autant plus grave car les rentes pétrolière et gazière, principales sources de revenu pour l'Etat n'ont qu'une durée de vie limitée, les énergies fossiles étant

Chapitre II : La problématique des changements climatiques

rare et non renouvelables. Ce qui place l'Algérie dans une situation de grande vulnérabilité aux cours des produits agricoles.⁴²

Figure 09 : Evolution de la facture alimentaire algérienne en millions d'USD (2000 à 2013)



Source : adapté du rapport du Ministère des Finances, direction générale des douanes, « Statistiques du commerce extérieur de l'Algérie, période : année 2013 ».

La souveraineté alimentaire est une condition nécessaire à la stabilité, à l'autonomie et à la souveraineté de tout pays. L'Algérie, comme nous l'avons expliqué, n'est aucunement à l'abri d'une crise alimentaire (un déficit de la balance commerciale agricole de plus de 9 milliards d'USD, un taux de couverture dépassant légèrement les 4% en 2013 et des aliments de bases, constituent à eux seuls, une part de plus de 55% des importations alimentaires).

Conclusion :

Partout dans le monde, l'agriculture reste le secteur économique le plus sensible aux effets négatifs du changement climatique. Les températures élevées entraînées par ce réchauffement diminueront les rendements des cultures utiles. En conséquence, les prix des produits agricoles connaîtront vraisemblablement des hausses significatives sur le marché international. La sécurisation alimentaire et l'augmentation des productions agricoles sont au cœur des stratégies de développement de l'Algérie. Le défi consiste à augmenter la production pour satisfaire les besoins d'une population en croissance, avec des ressources en terre et en eau de plus en plus réduites.

Vue la faiblesse qui caractérise l'agriculture algérienne et face aux conditions climatiques dont souffre la région de l'Afrique du nord, notamment l'Algérie, le problème de la sécurité alimentaire se pose d'avantage. L'agriculture algérienne, dans son état actuel, a montré ses limites et ses problèmes s'accumulent : faible productivité des sols, retard de développement technique, baisse des rendements, dégradation des ressources naturelles, diminution du taux de couverture des besoins par la production locale. Il est urgent de rechercher une alternative viable qui pourrait constituer une réponse aux défis de la rareté et des dégradations des ressources naturelles de base et à l'instabilité des productions agricoles qui de s'aggraver avec les nouveaux défis à venir des changements climatiques.

⁴² ONS, « évolution des échanges extérieurs de marchandises de 2001 à 2011 », Collections Statistiques N°176/2012 Série E : Statistiques Economiques.

Chapitre I

Chapitre IV

Introduction :

Afin de pouvoir formuler un modèle qui estime la production des agrumes dans la wilaya de Bejaia en fonction des différents facteurs qui relèvent de politiques macroéconomiques, de politiques commerciales, de changements technologiques, d'aléas climatiques...etc. nous avons fait recours a une analyse économétrique, ce chapitre sera donc subdivisé en deux sections la première contient l'élaboration de l'équation de régression, l'estimation des coefficients du modèle par la méthode des moindres carrés ordinaires, en générale, les modèles de régression sont construits dans le but d'expliquer (ou prédire, selon la perspective de l'analyse) la variance d'un phénomène (variable dépendante) a l'aide d'une combinaison de facteurs explicatifs (variables indépendantes). Dans le cas de la régression linéaire multiple, la variable dépendante est toujours une variable continue tandis que les variables indépendantes peuvent être continues ou catégorielles.

La deuxième section, elle sera constituée a l'estimation du modèle économétrique, et de tester la signification des différents paramètres estimés du modèle.

Section 1 : la régression linéaire multiple

En réalité, une variable économique dépend toujours de plusieurs variables, ce qui justifie l'utilisation des modèles de la régression multiples.

1.1.Présentation d'un modèle de régression multiple

Le modèle de régression linéaire multiple est l'outil statistique le plus habituellement mis en œuvre pour l'étude de données multidimensionnelles. Cas particulier de modèles linéaire, il constitue la généralisation naturelle de la régression linéaire simple.

1.1.1. La régression multiple peut être utilisée à plusieurs fins

- Trouver la meilleure équation linéaire de prévision (modèle) et en évaluer la précision et la signification.
- Estimer la contribution relative de deux ou plusieurs variables explicatives sur la variation d'une variable à expliquer, déceler l'effet complémentaire ou, au contraire, antagoniste entre diverses variables explicatives.
- Juger de l'importance relative de plusieurs variables explicatives sur une variable dépendante en lien avec une théorie causale sous-jacente a la recherche (une corrélation n'implique pas toujours une causalité, cette dernière doit être postulée a priori).
- ❖ **Les indicateurs de l'appréciation de la qualité de la régression**
- Le premier d'entre eux est le coefficient de détermination multiple R^2 qui calcule le pourcentage de variation de la variable à expliquer du aux variables explicatives. Ainsi un R^2 de 0.35 signifie que les variables indépendantes ne contribuent qu'a 35% de la variation de la variable a expliquer ce qui indique que la qualité du modèle obtenu est relativement faible.

Chapitre IV : Etude empirique des déterminants de la production des agrumes a la wilaya de Bejaia

- Le coefficient de corrélation multiple mesure la liaison entre la variable à expliquer et les différentes variables explicatives : si sa valeur est inférieure à 0.85 la liaison est faible et le modèle de régression peu satisfaisant.
- Le test F de Fisher permet d'estimer la signification globale du modèle. La probabilité de l'hypothèse nulle (que les variables indépendantes n'aient aucun effet sur la variable dépendante dans la population) est donnée par la table de Fisher, si la valeur du F calculé est supérieur a la valeur du F de la table a un seuil défini (ex : 5%), le coefficient R obtenu est considéré comme significatif a ce seuil, ce qui veut dire que le modèle de régression est globalement significatif.

1.1.2. L'équation de la régression :

Une droite dans un espace a deux dimensions (ou a deux variables) est définies par l'équation $y=a+bx$, en d'autre termes la variable y peut s'exprimer par une constante (a) et une pente (b) multipliée par la variable x . la constante est également appelée ordonnée a l'origine et la pente, coefficient de régression.

Dans le cas multi-varié, lorsqu'il existe plusieurs variables indépendante, la droite de régression ne peut être représentée dans un espace a deux dimensions, mais nous pouvons estimer les paramètres toujours avec la méthode des moindres carrées ordinaires.

D'une manière générale, les procédures de régression multiple vont estimer une équation linéaire en série temporelle suppose qu'une variable aléatoire univariée y_t est une fonction linéaire des variables explicatives $x_{1t}, x_{2t}, \dots, x_{kt}$ À laquelle s'ajoute une variable aléatoire univariée ε_t appelée, le terme d'erreur le modèle s'écrit comme suit :

$$y_t = \beta_0 + \beta_1 x_{1t} + \beta_2 x_{2t} + \dots + \beta_k x_{kt} + \varepsilon_t \quad t=1, \dots, n$$

Avec :

- $(\beta_0, \beta_1, \beta_2, \dots, \beta_k)$ des coefficients du modèle.
- y_t est une modèle dite dépendante ou endogène ou a expliquer.
- Les variables (x_{1t}, x_{2t}, x_{kt}) sont dites indépendantes, exogènes ou explicatives.
- β_0 est un coefficient souvent appelé la constante ou le terme constant du modèle linéaire.
- ε_t l'erreur de spécification.
- n Nombre d'observation.
- K Nombre de variables explicatives.

A fin de faciliter la compréhension de certains résultats, nous utiliserons une écriture simplifiée du modèle multiple en recourant aux notations vectorielles et matricielles.

Chapitre IV : Etude empirique des déterminants de la production des agrumes a la wilaya de Bejaia

Le modèle linéaire peut être représenté avec les notations du modèle multiple de la manière suivante⁴⁹ :

$$y_1 = \beta_0 + \beta_1 x_{11} + \beta_2 x_{12} + \dots + \beta_k x_{1k} + \varepsilon_1$$

$$y_2 = \beta_0 + \beta_1 x_{21} + \beta_2 x_{22} + \dots + \beta_k x_{2k} + \varepsilon_2$$

.

.

.

$$y_n = \beta_0 + \beta_1 x_{n1} + \beta_2 x_{n2} + \dots + \beta_k x_{nk} + \varepsilon_n$$

En utilisant à nouveau une notation vectorielle, on peut écrire :

$$\begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \vdots \\ y_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & x_{11} & \dots & x_{1k} \\ 1 & x_{21} & \dots & x_{2k} \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ 1 & x_{n1} & \dots & x_{nk} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \beta_0 \\ \beta_1 \\ \vdots \\ \beta_k \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \varepsilon_1 \\ \varepsilon_2 \\ \vdots \\ \varepsilon_k \end{bmatrix}$$

Ou de façon équivalente :

$$Y = X\beta + \varepsilon$$

Avec :

- Y représente le vecteur d'observation (n, 1) ;
- X est une matrice aléatoire (n, k+1) d'observation des variables exogènes ;
- β est le vecteur de paramètres (k+1, 1) ;
- ε est le vecteur d'erreurs (n, 1).

1.2. Justification du choix de la régression linéaire :

Ce qui justifie notre choix de la modélisation par la régression linéaire est qu'historiquement, de nombreuses analyses d'offre reposent sur des modèles à une seule équation de régression, obtenue a partir des séries chronologiques. Ces modèles, qui consistent a étudier le changement période par période ont permis un minimum de compréhension des modifications de l'offre avant la généralisation de l'analyse au moyen du calcul de coefficients de régression⁵⁰, les modèles basés sur la régression ont été l'objet de quelques améliorations mineures avec le temps.

⁴⁹ <http://www.ulb.ac.be/soco/statrope/cours/stat-s-308/notes/STATS308ch02.pdf>

⁵⁰ ASHBY.A.W, JONES.J.M, (1926) « The relation of price production of pigs » Journal of the royal agricultural society, vol: 87, England.

Chapitre IV : Etude empirique des déterminants de la production des agrumes a la wilaya de Bejaia

JOHNSON⁵¹, a montré que dans certaines conditions, l'offre des produits agricoles est déterminée par des facteurs externes, tels que la météorologie plutôt que par la réaction des cultivateurs aux variations de prix. Il a aussi appliqué un grand nombre de techniques statistiques à l'analyse de l'offre.

1.2.1. Les hypothèses du modèle de la régression multiple :

La construction du modèle de la régression multiple est fondée sur deux types d'hypothèses qui sont :

✓ Les hypothèses stochastiques :

- H1 : les valeurs x_{it} sont observés sans erreurs ;
- H2 : $E(\epsilon_t) = 0$, l'espérance mathématique de l'erreur est nulle ;
- H3 : $E(\epsilon_t)^2 = \sigma^2$, la variance de l'erreur est constant (hypothèse d'homoscédasticité) ;
- H4 : $E(\epsilon_t \epsilon_{t'}) = 0$, tel que $t \neq t'$, les erreurs sont non corrélées ou encore indépendantes ;
- H5 : $\text{cov}(\epsilon_t, x_{it}) = 0$, l'erreur est indépendante des variables explicatives.

✓ Les hypothèses structurelles :

- H6 : l'absence de colinéarité entre les variables explicatives, cela implique que la matrice $(X'X)$ est régulière et que la matrice inverse $(X'X)^{-1}$ existe ;
- H7 : $(X'X)/n$ tend vers une matrice finie non singulière ;
- H8 : $n > k+1$, le nombre d'observation est supérieur au nombre des variables explicatives.

1.2.2. Test des hypothèses sur les paramètres de régression :

Lors d'une analyse de données à l'aide de la méthode de régression linéaire multiple, on dispose en général de trois types de tests qui permettent de répondre à la plupart des questions posés sur la relation entre une variable dépendante quantitative (variable d'intérêt) et des variables explicatives.

A) Le test de F globale (de plusieurs coefficients) : test de Fisher permet de tester l'apport global et conjoint de l'ensemble des variables explicatives présentés dans le modèle pour « expliquer » la variation de Y.

Les hypothèses du test de Fisher sont les suivantes :

$H_0 : \beta_0 = \beta_1 = \dots = \beta_k = 0$ (la constante β_0 est non nul) \rightarrow l'ensemble des coefficients du modèle sont non significatif.

⁵¹ JOHNSON.R.W.M, (mai 1955) "the aggregate supply of new Zealand farm products" Economics records, vol: 31, N° 60-61.

Chapitre IV : Etude empirique des déterminants de la production des agrumes a la wilaya de Bejaia

H1 : il existe au moins un coefficient non nul.

❖ La règle de la décision est la suivante :

Si $f > F_{tabulé}$ ou $F_{tabulé}$ est la valeur donnée par la table de Fisher pour p et q donnés et pour un risque fixé.

→ On accepte H1 : il existe au moins un coefficient non nul.

Ce test est peut utiliser car lorsque il indique qu'il y a au moins un coefficient non nul, il ne précise pas lesquels. il est moins précis que le test de Student.

B) Test de significativité d'un coefficient : test de Student permet de tester l'apport spécifique d'une variable explicative dans un modèle qui en contient d'autre.

Pour faire un test de Student, il faut vérifier au préalable si les erreurs suivent une loi normale⁵² :

Posons d'abord les hypothèses du test de Student :

Soit le modèle général suivant :

$$y_t = \beta_0 + \beta_1 x_{1t} + \beta_2 x_{2t} + \dots + \beta_k x_{kt} + \varepsilon_t \quad t=1, 2, \dots, n$$

On a :

H0 : $\beta_i = 0$ ou $i = 1, 2, \dots, K$ → le coefficient n'est pas significatif.

H1 : $\beta_i \neq 0$ → le coefficient est significatif.

❖ la règle de décision est la suivante :

Si $|t_c| > t^*$ ou t^* est la valeur critique de la table de Student pour n risque fixé et un nombre de degré de liberté égale a (n-k-1).

→ On rejette H0 et on accepte H1 : le coefficient est significativement différent de zéro et la variable joue un rôle explicatif dans le modèle.

Remarque :

Lorsque la taille de l'échantillon est grande ($n > 30$), on peut comparer $|t_c|$ directement avec le seuil critique de la loi normale centrée et réduite qui est 1.96 (pour un risque de 5%).

Donc, si $|t_c| > 1.96$ → on rejette H0 et on accepte H1 : le coefficient est significatif et la variable joue un rôle explicatif dans le modèle.

Si le coefficient n'est pas significativement différent de zéro, il faut enlever la variable explicative correspondante du modèle a condition que le critère de s n'augmente pas, il arrive

⁵² Idem : p18

Chapitre IV : Etude empirique des déterminants de la production des agrumes a la wilaya de Bejaia

que nous puissions nous tromper sur la non significativité d'une variable en présence d'une colinéarité des variables explicatives qui entraîne des t de Student relativement faible nous conduisons à rejeter à tort certaines variables explicatives. C'est pourquoi il faut examiner la valeur de s après le retrait des variables jugées non significatives. Une hausse de la valeur du S indique que la variable retirée était en fait contributive à l'explication de la variable endogène.

C) Test de Durbin-Watson (test d'autocorrélation des erreurs d'ordre 1) :

On applique le test de Durbin-Watson pour vérifier l'hypothèse d'indépendance des termes d'erreurs.

Les hypothèses du test sont les suivantes :

$H_0 : \rho = 0 \rightarrow$ les erreurs ne sont pas autocorrélées.

$H_1 : \varepsilon_t = \rho \varepsilon_{t-1} + v_t \rightarrow$ les erreurs sont autocorrélées d'ordre 1.

La statistique de test est :

$$DW = \frac{\sum_{t=2}^n (e_t e_{t-1})}{\sum_{t=1}^n (e_t)^2}$$

Remarque : $-1 \leq \rho(1) \leq 1 \rightarrow 0 \leq DW \leq 4$

Alors si $DW = 2 \rightarrow \rho(1) = 0$: (auto corrélation nulle)

D'où le test :

$H_0 : \rho(1) = 0$ (les erreurs sont non corrélées ou indépendance des erreurs).

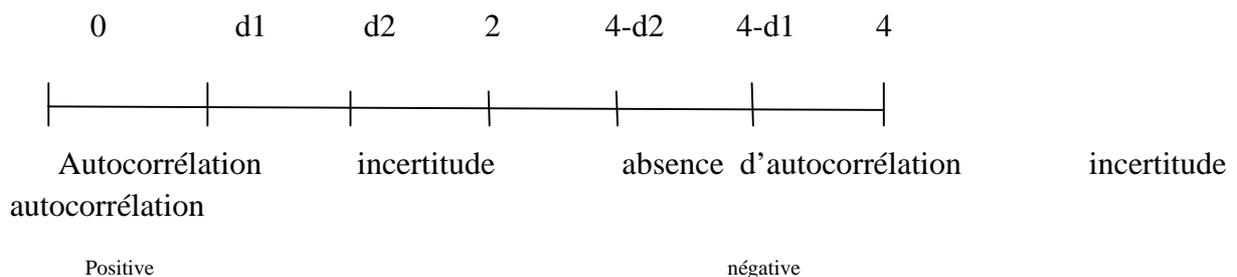
$H_1 : \rho(1) \neq 0$ (auto corrélation ou dépendance des erreurs).

Sous une autre forme :

$H_0 : DW = 2$ (indépendance des erreurs).

$H_1 : DW \neq 2$ (dépendance des erreurs).

De par sa construction, le DW varie entre 0 et 4. Nous avons les cas suivants selon les valeurs que peut prendre le DW



Chapitre IV : Etude empirique des déterminants de la production des agrumes a la wilaya de Bejaia

Les valeurs d_1 et d_2 sont déterminées à partir de la table de Durbin Watson en fonction de la taille de l'échantillon et du nombre de variables explicatives pour un risque fixé.

Lorsque nous nous trouvons dans la zone d'incertitude ou apparait un point d'interrogation (dans l'intervalle $[d_1, d_2]$ ou dans l'intervalle $[4-d_1, 4-d_2]$, nous choisissons comme hypothèse celle qui est la plus fâcheuse, c'est-à-dire H_1 .

Conditions d'utilisation de test de DW :

- Le modèle doit comporter un terme constant (car les tables de DW sont tabulées pour des modèles comportant un terme constant, cependant il existe des tables pour des modèles sans terme constant).
- La variable à expliquer ne doit pas figurer parmi les variables explicatives (en tant que variables retardée). Si c'est le cas, on doit utiliser la statistique du « h » de Durbin.

Causes de l'autocorrélation des erreurs :

- Mauvaise spécification du modèle.
- Instabilité des coefficients (présence de points aberrants).
- Oubli d'une variable explicative importante.
- Véritable autocorrélation → on utilise dans ce cas la méthode d'estimation des MCG.

1.3. L'estimation des paramètres du modèle de régression par la méthode des moindres carrés ordinaires :

Conditionnellement à la connaissance des valeurs de x_i , les paramètres inconnus du modèle le vecteur β composé de $(\beta_0, \beta_1, \beta_k)$ sont estimés par minimisation du critère des moindres carrés ordinaire « M.C.O ».

1.3.1. Les hypothèses des moindres carrés ordinaires :

- ✓ La variable x est non aléatoire.
- ✓ La linéarité du modèle : le modèle est linéaire par rapport aux paramètres.
- ✓ La valeur moyenne de terme d'erreur ϵ_t est nulle cela veut dire que la moyenne ou la valeur espérée du terme d'erreur ϵ_t est nulle $E(\epsilon_t)=0$.
- ✓ La variance de l'erreur est constante $V(\epsilon_t) = \sigma^2_\epsilon$ et quelque soit t , les variances sont homogènes.

On peut écrire⁵³ :

$$\begin{aligned}\text{Var}(\epsilon_t/x_t) &= E(\epsilon_t - E(\epsilon_t/x_t))^2 \\ &= E(\epsilon_t^2/x_t) \\ &= \sigma^2_\epsilon\end{aligned}$$

⁵³ Régie Bourbonnais, économétrie, Ed Dunod, 2000 in Heléne Hamisultane, économétrie, PDF, P11.

Chapitre IV : Etude empirique des déterminants de la production des agrumes a la wilaya de Bejaia

- Absence d'autocorrélation des erreurs, donc les erreurs sont indépendantes
 $E(\epsilon_t, \epsilon_j) = 0$ quel que soit t .
- La covariance nulle entre ϵ_t et x_t , ou $E(\epsilon_t, x_t) = 0$

$$\begin{aligned}\text{Soit cov}(\epsilon_t, x_t) &= E(\epsilon_t - E(\epsilon_t))(x_t - E(x_t)) \\ &= E(\epsilon_t x_t) - E(x_t)E(\epsilon_t) \\ &= E(\epsilon_t x_t) \text{ puisque } E(\epsilon_t) = 0 \\ &= 0 \text{ (par hypothèses).}\end{aligned}$$

- Le nombre d'observation n doit être supérieur au nombre de variables explicatives.

Remarque :

Si l'une des hypothèses citée n'est pas réalisée, nous obtiendrons en résultat des estimateurs biaisés. Dans ce cas, il faut avoir recours à d'autres méthodes d'estimations.

La méthode des moindres carrés ordinaire (MCO) consiste à calculer les valeurs du vecteur β , en minimisant la somme des carrés des résidus $(\epsilon' \epsilon)^{54}$.

$$\text{Min} \sum_{t=1}^n \epsilon_t^2 = \text{Min} \sum' = \text{Min} (y - x\beta)'(y - x\beta) = \text{Min} S$$

Avec ϵ' transposé du vecteur ϵ

Nous faisons l'hypothèse supplémentaire que la matrice $X'X$ est inversible, c'est-à-dire que la matrice X est de rang $(k+1)$ et donc qu'il n'existe pas de colinéarité entre ses colonnes. En pratique, si cette hypothèse n'est pas vérifiée, il suffit de supprimer des colonnes de X et donc des variables du modèle. Des diagnostics de colinéarité et des aides au choix des variables seront explicités plus loin.

Alors, l'estimation des paramètres β est donnée par :

$$\hat{\beta} = (x'x)^{-1} x'y$$

X' : est la matrice transposée de X

$(X'X)^{-1}$: représente l'inverse de la matrice $(X'X)$

Y : est le vecteur représentant la variable endogène.

1.3.2. Propriétés de l'estimateur des moindres carrés ordinaires (MCO)

L'estimation de l'équation $\hat{\beta} = (x'x)^{-1} x'y$ est un estimateur sans biais, car $E(\hat{\beta}) = \beta$ d'après les hypothèses H_1 et H_2 , nous déduisons que cet estimateur est à variance minimale, ce qui fait de $\hat{\beta}$ un bon estimateur de β .

⁵⁴ GUJARAT.D.N, (2004) « économétrie » de boeck université, paris.

Chapitre IV : Etude empirique des déterminants de la production des agrumes a la wilaya de Bejaia

L'expression de la matrice variance covariance de $\hat{\beta}$ est formulée comme suit :

$$\Omega \hat{\beta} = \sigma^2 (X'X)^{-1}$$

Mais dans la pratique, la variance de l'erreur est inconnu, on peut donc estimer cette dernière par un estimateur sans biais donné par l'équation suivante :

$$\hat{\sigma}^2 = \frac{\sum_{t=1}^n e_t^2}{n-k-1}$$

Ou e est le vecteur des résidus, donné par : $e_t = y_t - \hat{y}_t$, par conséquent, la matrice de variance et covariance de l'estimateur du vecteur des paramètres du modèle est donné par :

$$\widehat{\Omega} \hat{\beta} = \hat{\sigma}^2 (X'X)^{-1}$$

1.3.3. La prévision :

Lorsque les coefficients du modèle ont été estimés, il est possible de faire une prévision à un horizon h .

Soit un modèle estimé sur la période $t=1, \dots, n$:

$$\hat{y}_t = \hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 x_{1t} + \hat{\beta}_2 x_{2t} + \dots + \hat{\beta}_K x_{kt}$$

si la valeur des variables explicatives $x_{1(n+1)}, x_{2(n+1)}, x_{1(k-1)(n+1)}$ est connue en $n+1$, la prévision de \hat{y}_{n+1} est donnée par :

$$\hat{y}_{t+1} = \hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 x_{1(n+1)} + \hat{\beta}_2 x_{2(n+1)} + \dots + \hat{\beta}_K x_{k(n+1)}$$

L'erreur de prévision $n+1$ est donnée par :

$$e_{n+1} = y_{n+1} - \hat{y}_{n+1}$$

Cette erreur est sans biais car on a $E(e_{n+1}) = 0$

Et la variance de l'erreur de prévision est : $v(e_{t+h}) = \sigma^2_{\varepsilon} (X'_{t+h} (X'X)^{-1} X_{t+h} + 1)$,

Avec : $X'_{t+h} = [1, x_{1t+h}, \dots, x_{kt+h}]$

L'intervalle de confiance pour la prévision au niveau de liberté $(1-\alpha)$ est donnée par :

$$y_{t+h} \in \left[\hat{y}_{t+h} \pm t_{(n-k-1)}^{\alpha/2} \sqrt{v(e_{t+h})} \right] \Rightarrow y_{t+h} \in \left[\hat{y}_{t+h} \pm t_{(n-k-1)}^{\alpha/2} \hat{\sigma}_{\varepsilon} \sqrt{X'_{t+h} (X'X)^{-1} X_{t+h} + 1} \right]$$

Section 2 : modélisation

Dans cette section nous allons tenter d'établir un modèle pour exprimer la relation qui relie au volume de production des agrumes sous forme d'équation mathématique.

2.1. Présentation des variables et modélisation :

2.1.1. Les variables de l'étude :

Notre étude consiste à estimer le volume de la production des agrumes (exprimée en quintaux) dans la wilaya de Bejaia, l'estimation étant faite en fonction d'un certain nombre de variables a savoir :

- La superficie : exprimée en hectare.
- Les précipitations : représentent le totale annuelle de pluie et/ ou neige fondu exprimée en millimètre par mètre carré.
- La température : représentent les températures moyennes annuelles.
- Le vent : c'est la vitesse moyenne annuelle exprimé en km/h.
- L'humidité : exprimée en %.

➤ **La superficie :**

La terre agricole est un facteur rare, la première contrainte que rencontre l'agriculture Algérienne et qui limite son volume de production est liée à la faible proportion des terres arables (agricole).

Les terres utilisées par l'agriculture ne représentent que 17 % de la surface totale et comprennent :

- Les terres labourables soumises à un assolement y compris la jachère.
- Les cultures pérennes ou permanentes qui comportent les plantations d'arbres fruitiers et de vignobles, ainsi que les prairies naturelles et les pacages et parcours.

La rareté relative des terres agricoles peut être évaluée et appréciée également par rapport à la surface totale du territoire et aussi par rapports aux besoins croissants de la population en produits agricoles et en matière d'emploi de la main d'œuvre.

De même le climat exerce une influence sur la formation des sols grâce à l'action de l'eau de pluie et de la température sur la roche mère et aussi sur les débris des végétaux qui en se décomposant se transforment en humus matière organique indispensable à la fertilité du sol.

➤ **Les précipitations :**

Dans l'ensemble l'Algérie est un pays à climat semi-aride, aride, Les pluies sont globalement insuffisantes irrégulières et inégalement réparties dans le temps et dans l'espace.

La wilaya de Bejaia est dans la bande côtière (littoral + sahel) bénéficie d'un climat méditerranéen caractérisé par l'existence de deux saisons : des étés chauds et secs et des

Chapitre IV : Etude empirique des déterminants de la production des agrumes a la wilaya de Bejaia

hivers doux et humides (400 mm à 1200 mm de pluie). Le printemps et l'automne sont parfois très brefs.

L'agriculture utilise une SAU de l'ordre de :

- 1.800.000 Ha soit 24% de la SAU reçoivent plus de 600 mm d'eau de pluie par an peuvent faire l'objet d'une exploitation intensive même en sec.
- 3.200.000 Ha soit 42% de la SAU, bénéficient 400 à 600 mm, se trouvent entre les isohyète « autorisant les cultures assolées en sec et l'arboriculture fruitière » - sans doute extensive
- 2.500.000 Ha soit 34% de la SAU recevant moins de 400 mm d'eau de pluie consacrés à une « agriculture aléatoire. ». présentant des risques élevés.

Les agrumes sont des arbres à feuilles persistantes à fort besoins en eau qui varient entre 900 et 1200 mm par an. Ces besoins sont plus marqués notamment durant le stade grossissement coïncidant avec la période estivale.

➤ Les températures :

À l'inverse de la pluviométrie, augmente du nord au sud. Les premières gelées font leur apparition à quelques kilomètres du littoral et s'accroissent de plus en plus vers le sud. L'aridité du climat est rendue plus aigue par les vents de sables parfois très violents.

Les agrumes sont considérés comme des arbres à climat chaud, néanmoins, les températures minimales et maximales constituent un facteur limitant. Le zéro végétatif des agrumes est de 8°C. La température optimale de croissance serait de 25 à 26°C ; au-delà, l'activité décroît pour s'arrêter aux environs de 38 à 40°C.

➤ Le vent :

Le vent est un aléa climatique redoutable pour les agrumes. Par son action mécanique, il peut provoquer des dégâts importants tels que la chute des fruits et l'altération de leurs écorces ; les pertes de production sont par conséquent élevées, d'où la nécessité de renforcer le dispositif de protection par l'installation de « brise-vents », C'est la constitution de rideaux d'arbres autour de la parcelle.

Un brise-vents protégera la culture sur une distance équivalente à 10 fois sa hauteur. La concurrence avec la culture doit être également prise en compte : on laissera une distance suffisante entre les arbres du verger et le brise-vents (8 à 10 m).

➤ L'humidité :

En agriculture, l'humidité a un impact sur les terres agricoles puisqu'elle détermine la disponibilité en eau et en air du sol, deux éléments essentiels à la production végétale.

Chapitre IV : Etude empirique des déterminants de la production des agrumes a la wilaya de Bejaia

Si l'humidité de l'air est insuffisante, la transpiration du végétal est élevée et ses besoins en eau augmentent. Cette faible humidité de l'air peut être amplifiée par des vents chauds desséchants pouvant provoquer des brûlures sur le feuillage et les fruits.

❖ Le choix de modèle :

Pour modéliser la production des agrumes dans la wilaya de Bejaia, nous avons opté pour la modélisation par la régression multiple, qui est une méthode généralement utilisée pour des objectifs d'estimation et de prévision des volumes de production dans de nombreux domaines, et compris l'agriculture.

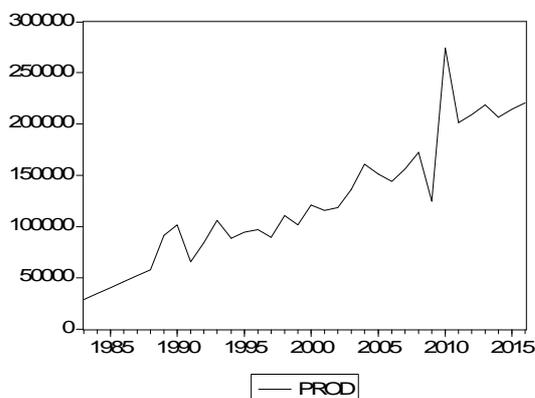
Cette méthode exige la réalisation d'un certain nombre d'hypothèses pour mettre en relation plusieurs variables exogènes afin d'expliquer les variations d'une variable endogène, qui est dans notre cas la production des agrumes.

2.1.2. Analyse graphique des variables :

Avant toute analyse statistique, il est nécessaire de connaître l'historique des séries et d'identifier les divers phénomènes qui ont pu toucher à leurs évolutions, l'analyse de la représentation graphique de ces dernières nous permettra de détecter les différentes périodes qui ont marqué leur transformation.

Voici les différentes représentations graphiques des variables concernant la wilaya de bejaia :

Figure 22: Evolution de la production des agrumes de la wilaya de bejaia

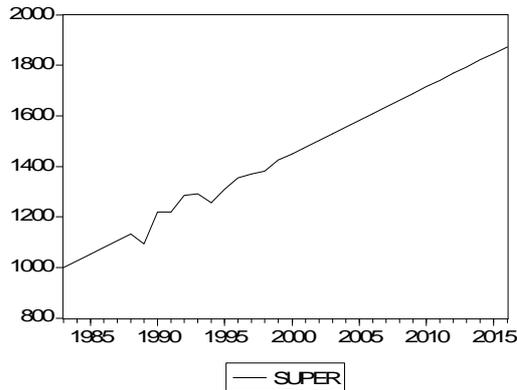


Source : réalisé par nous même à partir des résultats d'evIEWS

* A partir de ce graph, nous constatons que la production des agrumes dans la wilaya de Bejaia est caractérisée par une tendance générale à la hausse, bien qu'il y est de forte fluctuations interannuelles qui peuvent être dues a la diminution des superficies récoltés de temps a autre ou bien aux aléas climatiques, le graphe montre que la plus faible quantité produite est réalisée en 1991 avec 65 714 QX et la plus élevée en 2016 avec 128 463 QX.

Chapitre IV : Etude empirique des déterminants de la production des agrumes a la wilaya de Bejaia

Figure 23: Evolution de superficie en rapport

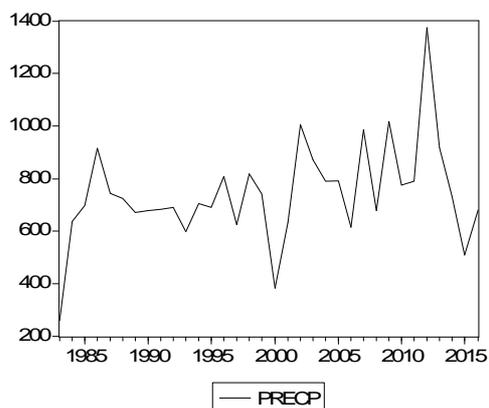


Source : réalisé par nous même à partir des résultats d'views

* Concernant la superficie en rapport consacré à la production des agrumes dans la wilaya de Bejaia, nous avons constaté que la politique des autorités locale alimente cette filière par l'augmentation continue de la superficie généralement au cours de toute la période avec une légère fluctuation sur la période 1990-2000.

Les graphes PROD et SUPER sont caractérisé par une tendance générale à la hausse alors, nous constatons que la superficie a une grande influence sur le volume de la production.

Figure 24: Evolution de précipitation totale annuelle de la wilaya de bejaia

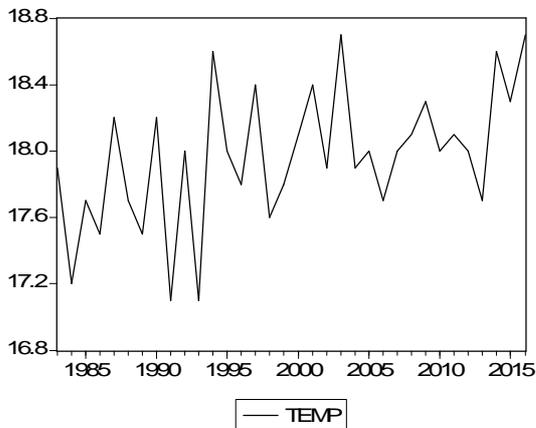


Source : réalisé par nous même à partir des résultats d'views

*Quant à la précipitation totale annuelle, le graphe montre que la quantité pluviale très élevée est en 2012 avec 1373.41 mm et très faible en 1983 avec une précipitation de 259.55mm. Si nous comparons les fluctuations de précipitation à celle de la production, nous constatons qu'elle n'a pas une grande influence sur le volume de la production. Mais, l'effet aléatoire de la précipitation reste parmi les principaux déterminants du volume des récoltes dans l'ensemble des céréales.

Chapitre IV : Etude empirique des déterminants de la production des agrumes a la wilaya de Bejaia

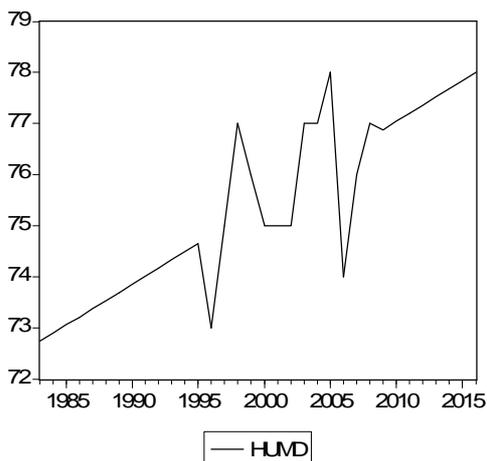
Figure 25: Evolution des températures moyenne annuelle de la wilaya de bejaia



Source : réalisé par nous même à partir des résultats d'views

*Pour la température moyenne annuelle, le graphe indique que son évolution a connu des fluctuations durant toute la période, ou la plus faible était celle de 1993 avec 17.1°C et la plus élevée et celle de 2016 avec 18.7°C, Les températures moyennes annuelles de Bejaia varient de 16,7 °C et 18,6 °C.

Figure 26 : Evolution de l'humidité relative annuelle de la wilaya de bejaia



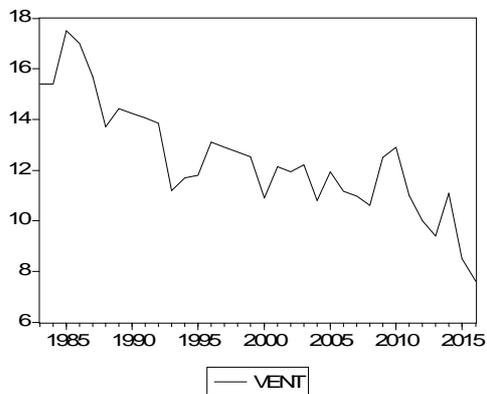
Source : réalisé par nous même à partir des résultats d'views

*Concernant l'humidité relative annuelle, nous avons constaté que son évolution a connu des fluctuations durant toute la période (1983-2016), ou la plus faible était celle de l'année 1983 avec 72.74% et la plus élevée et celle de 2005 et 2016 avec 78%, de cas général, l'humidité relative annuelle dans la wilaya de Bejaia fluctue autour de 75 %.

Chapitre IV : Etude empirique des déterminants de la production des agrumes a la wilaya de Bejaia

Si nous comparons les fluctuations de l'humidité relative annuelle à celle de la production, nous constatons qu'elle a une grande influence sur le volume de la production, on peut alors penser que l'effet de cette variable sera positif et significatif sur la production dans le modèle.

Figure 27: Evolution de vitesse moyenne annuelle de vent dans la wilaya de bejaia



Source : réalisé par nous même à partir des résultats d'evIEWS

*Pour la vitesse moyenne annuelle du vent, le graphe caractérisé par une tendance générale à la baisse. Elle montre que l'année plus élevée est en 1985 avec 17,5 km/h et la plus faible et celle de l'année 2016 avec 7.6 km/h, alors a partir de ce graphe nous constatons qu'elle n'a pas une influence sur le volume de la production, on peut alors penser que l'effet de cette variable sera négatif et non significatif sur la production dans le modèle.

Les vents Bejaia reçoit dans la majorité du temps des vents modérés qui soufflent du nord-est vers le sud-ouest.

2.1.3. Formulation économétrique :

Avant d'entamer le travail de modélisation, nous signalons que nos calculs ont été effectués à l'aide de logiciel EvIEWS, et les statistiques ainsi que les séries de données utilisées dans notre étude nous ont été fournies par la chambre de l'agriculture et le service météorologique de la wilaya de Bejaia, celles-ci s'étalant entre 1983 et 2016.

Nos variables sont :

- ✓ La production.
- ✓ La superficie.
- ✓ les précipitations.
- ✓ la température.
- ✓ le vent.
- ✓ l'humidité.

Chapitre IV : Etude empirique des déterminants de la production des agrumes a la wilaya de Bejaia

Pour déterminer les variations de la production des agrumes sous forme de proportion (en pourcentage) par rapport aux variations des différentes variables explicatives, nous avons effectué la modélisation avec les logarithmes de chaque série, définies comme suit :

- **La variable à expliquer (endogène) :** qui est le volume de la production des agrumes dans la wilaya de Bejaia est notée : LPROD.
- **Les variables explicatives (exogènes) :**
 - Le logarithme de la superficie noté : LSUPER
 - Le logarithme de température moyenne annuelle noté : LTEMP.
 - Le logarithme de précipitations totale annuelle de pluie et/ ou neige fondu (mm) : LPRECP.
 - Le logarithme de vitesse moyenne annuelle du vent (km/h) : LVENT.
 - Le logarithme de l'humidité relative annuel en % : LHUMID.

2.2. Estimation par le modèle de régression multiple :

L'estimation de modèle de la wilaya de Bejaia, est donnée par la formule suivante :

$$LPROD = \beta_1 * LPRECP + \beta_2 * LTEMP + \beta_3 * LSUPER + \beta_4 * LVEN + \beta_5 * LHUMID + \epsilon_t$$

L'absence de la constante dans ce modèle s'interprète économiquement par le fait qu'il est impossible d'obtenir de la production sans un minimum de superficie, ainsi si l'ensemble des variables de cette étude se trouve à l'état de nullité la production des agrumes elle le serait aussi.

2.2.1. Le résultat de régression :

L'utilisation d'evIEWS pour l'estimation de la production des agrumes dans la wilaya de Bejaia a donné les résultats suivants :

Tableau 29 : Estimation du modèle

Dependent Variable: LPROD				
Method: Least Squares				
Date: 05/17/17 Time: 18:19				
Sample: 1983 2016				
Included observations: 34				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
LSUPER	0.571342	0.186135	3.069508	0.0046
LTEMP	0.231560	0.652627	0.354813	0.7253
LPRECP	0.011379	0.055064	0.206659	0.8377
LVENT	-0.084719	0.146090	-0.579905	0.5665
LHUMID	1.584242	0.542401	2.920792	0.0067
R-squared	0.830695	Mean dependent var		11.52275
Adjusted R-squared	0.807343	S.D. dependent var		0.172760
S.E. of regression	0.075829	Akaike info criterion		-2.185613
Sum squared resid	0.166752	Schwarz criterion		-1.961149
Log likelihood	42.15543	Durbin-Watson stat		2.321918

Source : réalisé par nous même sur evIEWS

Chapitre IV : Etude empirique des déterminants de la production des agrumes a la wilaya de Bejaia

D'après le tableau de l'estimation on constate que :

La t valeur des variables LTEMP, LPRECP, LVENT, est de loin supérieure à 5%, alors Ces variables sont non significatifs.

Par contre la t valeur des variables LSUPER et LHUMD est inférieur a 5%, cela signifie que ces variables sont significatifs.

En élimine les variables qui sont non significatifs, et en répétant l'estimation avec les meilleures variables, on obtient les résultats suivant :

Tableau 30 : Estimation de meilleur modèle

Dependent Variable: LPROD				
Method: Least Squares				
Date: 05/18/17 Time: 18:56				
Sample: 1983 2016				
Included observations: 34				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
LSUPER	0.663668	0.081878	8.105611	0.0000
LHUMD	1.552246	0.137447	11.29338	0.0000
R-squared	0.828294	Mean dependent var		11.52275
Adjusted R-squared	0.822929	S.D. dependent var		0.172760
S.E. of regression	0.072697	Akaike info criterion		-2.348004
Sum squared resid	0.169116	Schwarz criterion		-2.258218
Log likelihood	41.91607	Durbin-Watson stat		2.290101

Source : réalisé par nos même a partir de logiciel eviews.

Les résultats obtenus sont les suivantes:

$$LPROD = 0,663668 \text{ SUPER} + 1,552246 \text{ HUMD.}$$

(8.10) (11.29)

$$R^2 = 0.82$$

$$DW = 2.29$$

$$N = 34$$

La valeur de R^2 est égale a (0.82) cela signifie que la variable dépendante qui est le volume annuel de la production est expliqué 82% par les variables explicative : LSUPER, LHUMD.

Dans ce cas la qualité d'ajustement est bonne, on ce concerne les 18% manquantes s'explique par l'existence d'autres variables explicatives non prises en charges a causes qu'il est indispensables, il s'agit de : traitement de sol, traitement des arbres, les moyennes technique, la motorisation agricole.

2.2.2. L'interprétation économique des résultats :

La variable LSUPER est positive c'est-à-dire qu'une seule unité de LSUPER entraîne une augmentation de 66.37% de la production d'agrumes. En effet, lorsque LSUPER augmente de 1%, la production augmente de 0.66 %. La terre représente le facteur principal de toute production quel que soit le domaine et quels que soient les techniques utilisées, en agriculture le facteur terre a une relation linéaire avec le volume de la production (s'il n'y a pas de sol, il n'y aura pas de production).

La variable LHUMD est positive c'est-à-dire qu'une seule unité de LHUMD entraîne une augmentation de 155.22% de la production d'agrumes. En effet, lorsque LHUMD augmente de 1%, la production augmente de 1.55%.

2.2.3. L'interprétation statistique des résultats :

❖ La significativité globale des coefficients (test de Fisher) :

Ce test nous permet de tester la significativité globale du modèle à partir de la comparaison entre F_C et F_t et ce dernier est lu à partir de la table de Fisher avec un degré de liberté $(k, n-k)$.

Les hypothèses de test de Fisher prennent la forme suivante :

$$H_0 : \beta_1 = \beta_2 = 0$$

$$H_1 : \text{il existe au moins } \beta_i \neq 0$$

$$F_C = 72.88^{55} \quad \text{et } F_{\text{tabulé}} = F_{(k, n-k)}^\alpha = F_{(2, 32)}^{0.05} = 3.32$$

En remarque que $F_C > F_t$, on accepte H_1 c'est-à-dire qu'on a au moins un paramètre non nul, donc le modèle est globalement significatif.

❖ La significativité des paramètres (test de Student) :

Ce test est basé sur la comparaison entre la valeur calculée (T_c) qui est donnée par le logiciel eviews et la valeur tabulée (T_{n-k}) qui est lu à partir du tableau de Student avec : $N-K$ degré de liberté (N est le nombre d'observation = 34, K est le nombre de variables explicatives = 2).

Ce test ne permet de tester la significativité des paramètres estimés, il mesure l'influence des variables explicatives sur la variable expliquée (le volume de la production).

Soient les hypothèses suivantes :

$$H_0 : \beta_i = 0$$

$$H_1 : \beta_i \neq 0 \quad i =$$

⁵⁵ $F_C = \left(\frac{0.82}{2}\right) / \left(\frac{1-0.82}{34-2}\right) = 72.88$

Chapitre IV : Etude empirique des déterminants de la production des agrumes a la wilaya de Bejaia

Puisque $n > 30$, on prend $t_{\text{tabulé}} = 1,96$ au seuil de 5%.

❖ Selon les résultats donnés par Eviews pour la variable LSUPER :

$T_{\text{calculé}} = \frac{|\beta_1|}{\sigma\beta_1} = |8.105611| > t_{\text{tabulé}} = 1.96$ donc on rejette H_0 β_i est significativement différent de zéro au seuil de 5% cela veut dire que LSUPER est significativement et explique bien LPROD.

❖ Selon les résultats donnés par Eviews pour la variable LHUMD :

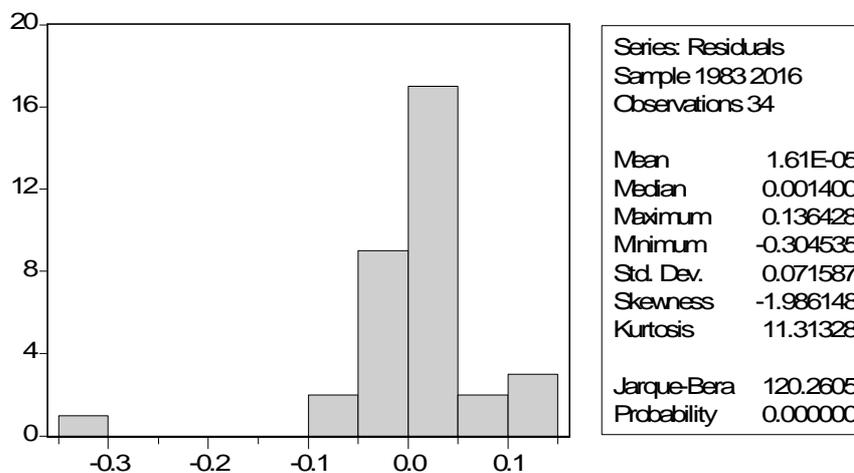
$t_{\text{calculé}} = \frac{|\beta_2|}{\sigma\beta_2} = |11.29338| > t_{\text{tabulé}} = 1.96$ donc on rejette H_0 β_i est significativement différent de zéro au seuil de 5% cela veut dire que LHUMD est significativement et explique bien LPROD.

2.3. Les Tests de spécification :

2.3.1. Test de Normalité :

Ce test porte sur une série de résidu. On va tester si la distribution du résidu suit la loi normale ou non .A l'aide du test de Jarque-Bera qui est un test statistique qui sert à tester si la distribution est normale, on a le résultat suivant :

Figure 28: test de normalité des résidus

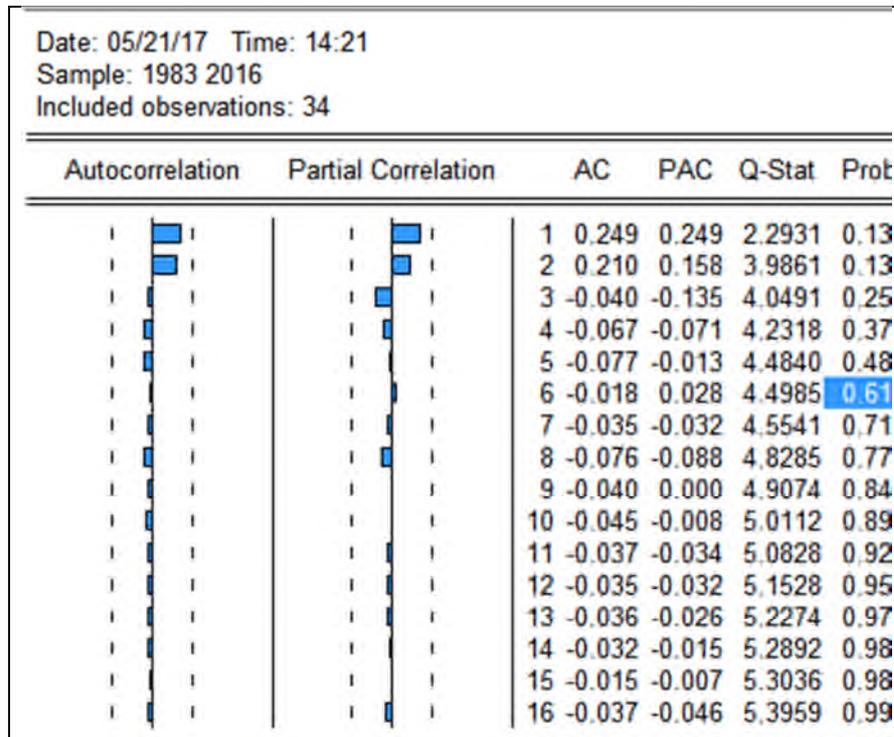


Source : réalisé par nos même a partir de logiciel eviews.

La table numérique de Khi deux à 2 degré de liberté nous donne la valeur critique de 5.99 à 5% d'erreur. Or dans la figure 21, la probabilité est 0 donc elle est inférieure à la valeur critique alors on rejette l'hypothèse H_1 c.-à-d notre distribution de la variable LPROD est normale.

2.3.2. Test de L'indépendance des résidus :

Figure 29: le corrélogramme des résidus



Source : réalisé par nos même a partir de logiciel eviews.

D'après la figue 29: les résidus sont tous des bruits blanc, car la statistique de box-Pierce (Q-STAT) est significative puisque $Q-STAT = 5.3959 < \text{chi-deux tabulée} = 43.773$ (au seuil de 5% et $n = 34$), par ailleurs l'analyse du corrélogramme des résidus ne sont donc pas auto corrélée ce qui implique qu'ils sont indépendants.

2.3.3. Test d'hétéroscédasticité :

C'est un test qui porte aussi sur le résidu .On va tester si la variance de notre résidu est constante ou non à l'aide du test de White, on obtient le résultat suivant :

Tableau 31: test d'hétéroscédasticité des résidus

White Heteroskedasticity Test:			
F-statistic	0.653501	Probability	0.661312
Obs*R-squared	3.553053	Probability	0.615376

Source : réalisé par nos même a partir de logiciel eviews.

Chapitre IV : Etude empirique des déterminants de la production des agrumes a la wilaya de Bejaia

D'après les résultats du test, la probabilité de commettre une erreur est égale a 0.615376 supérieur a $\alpha = 5\%$, nous acceptons alors l'hypothèse d'homoscédasticité, ce qui implique une stabilité de la variance des résidus ; donc les estimations obtenues sont optimales.

❖ Validation du modèle :

Les résultats des deux tests précédents (l'indépendance des résidus et l'hétéroscédasticité) indiquent que les conditions de l'analyse par la régression sont réunis ce qui nous permet de passer a l'étude des résultats du tableau .

D'après le tableau 30 le coefficient de détermination R^2 est de 82% ce qui signifie que les variables de la production des agrumes dans la wilaya de Bejaia sont expliquées à presque 82% par celles de la superficie et de l'humidité. Pour le test de Fisher la valeur de $F_c = 72.88 > F_{(k,n-k)}^\alpha = 3.32$, ainsi nous acceptons H_1 qui stipule que le modèle est globalement significatif. Ces résultats sont confirmés par le test de Student qui indique que l'ensemble des variables du modèle sont statistiquement significative puisque leurs probabilité sont inférieures a 0.05 et les valeurs statistiques de Student sont toutes supérieur a la valeur tabulée $t_{32}^{0.05} = 1.96$ au risque $\alpha = 5\%$ donc nous acceptons H_1 et nous déduisons que LSUPER et LHUMD expliquent significativement LPROD.

Après avoir vérifié la validité des hypothèses liées à la régression linéaire obtenue précédemment, voici résumés des différents résultats du modèle linéaire obtenus précédemment :

Modèle linéaire	
➤	$LPROD = 0,663668 * SUPER + 1,552246 * HUMD$
➤	Ecart type (0.081878) (0.137447)
➤	t-statistique 8.105611 11.29338
➤	Fisher $F_c = 72.88$
➤	$R^2_{ajusté} = 0.82$

Chapitre IV : Etude empirique des déterminants de la production des agrumes a la wilaya de Bejaia

❖ Interprétation :

Ce modèle montre que la production des agrumes dans la wilaya de Bejaia varie dans le même sens que les variations de la superficie et l'humidité, ou une augmentation de 1% de la superficie permet une augmentation de 0.66% de la production, et une augmentation de 1% d'humidité permet une augmentation de 1.55% de la production.

Concernant la modélisation, nous avons modélisé une seule série qui est le volume de la production des agrumes dans la wilaya de Bejaia par rapport aux différentes variables.

En effet, les variables qui contribuent plus dans la production des agrumes dans la wilaya de Bejaia sont : les variables SUPER et HUMD.

Les résultats de la modélisation nous permettent de voir que les niveaux de la production des agrumes dans la wilaya de Bejaia sont en premier lieu fortement liés aux variables superficie et humidité, ou leur paramètre s'approche de 01, ou même supérieur à 01 indiquant une élasticité forte ou plus que proportionnelle.

Notre étude économétrique indique que la variable la plus explicative de la production des agrumes est l'humidité en premier lieu puis la superficie en deuxième, mais cette dernière variable à besoin d'avantage de s'élargir vu la richesse .

Conclusion générale

Conclusion générale

L'économie algérienne est fortement dépendante des revenus des hydrocarbures, la croissance que connaît le pays depuis 2001 repose sur une demande publique tirée essentiellement par ces revenus. Néanmoins, ce sont des ressources naturelles, non renouvelables et ne peuvent être puisées sans fin, la croissance illimitée de leur demande est incompatible avec leur disponibilité limitée. Aujourd'hui, la disponibilité du pétrole et du gaz en Algérie ne serait pas une contrainte globale majeure, mais elle pourrait le devenir à un horizon qu'il est impossible de déterminer avec précision.

L'émergence depuis 2008 d'une crise économique mondiale majeure, a ramené avec force l'intérêt des économistes sur l'agriculture. Elle joue un rôle stratégique, dans le monde, presque un travailleur sur deux est dans l'agriculture. Cependant, en Algérie, elle reste loin des espérances et ne reflète pas les capacités locales en ressources.

Ce travail donne un bref aperçu de la situation de l'agriculture algérienne depuis l'indépendance qui est dû aux différentes politiques agricoles adoptées. Le rôle socioéconomique de l'agriculture par rapport à l'ensemble des secteurs, les changements intervenus dans les structures agricoles (superficies et types d'exploitations, capital humain...ets) et les effets de changements climatiques. Puis sur l'agrumiculture dans la wilaya de Bejaia depuis le début des années 80, les tendances suivies par le volume de la production et de la productivité.

La problématique de notre étude était formulée autour des préoccupations de la communauté scientifique internationale concernant l'effet des changements climatiques sur l'avenir des cultures végétales et la sécurité alimentaire mondiale, en particulier dans les pays les plus exposés à ce phénomène. Spécifiquement en Algérie, qui cherche encore à atteindre sans autosuffisance alimentaire.

Notre étude s'articule à la fois autour de l'agriculture et de la production des agrumes dans une zone un peu particulière. En se questionnant sur l'impact du climat sur la production de cette culture à Bejaia, Cette question nous a conduit en premier lieu à l'étude de l'historique de l'agriculture pour bien comprendre les faiblesses du secteur agricole en Algérie, puis on a essayés de soulever le problème des changements climatique au niveau mondiale et de soustraire l'impact réel de ce phénomène sur l'agriculture en Algérie, ensuite on a entamés l'étude graphique de l'évolution de diverses composantes de la filière agrume au niveau de Bejaia. En fin par un essai de modélisation économétrique par la régression multiple sur une période de trente-quatre ans allant du 1983 à 2016.

La production des agrumes dépend d'un ensemble de facteurs qui contribuent à l'augmentation ou à la baisse de son volume. Ces facteurs sont indispensables pour garantir un rendement de quantité, d'autre complémentaires, servent à l'amélioration des rendements en qualité et quantité, cependant d'autres qui sont difficiles à maîtriser tel que les aléas climatiques. La disponibilité de certains facteurs et l'absence des autres qui caractérise et qui marque la différence entre la qualité et la capacité des systèmes productifs à l'échelle mondiale.

Conclusion générale

L'étude graphique, nous a permis de montrer les efforts fournis par le gouvernement et exécutés par les autorités locales, avec une légère amélioration de volume de production. Cette amélioration est marquée essentiellement dans quelques subdivisions à travers la wilaya qui contribuent d'une manière remarquable à l'extension de cette filière à citer : les subdivisions, d'Amizour qui est le leader en matière de production dans la wilaya, puis El Kseur, Timezrit et Bejaia. Dans ces subdivisions, cette culture est localisées, soit près de la mer comme à Bejaia, soit toute au long de Oued Soummam comme dans les trois autres subdivisions. Ces cartes sont loin des autres qui ont une faible participation à la production.

Notre essai de modélisation a donné des résultats qui confirment une partie de la première hypothèse attachée à l'humidité, et qui admet que l'humidité est l'un des facteurs déterminants de la production des agrumes à Bejaia. Cette variable va presque dans le même sens avec la production durant toute la période étudiée.

Cependant, cette production est liée à d'autres facteurs, comme la superficie en rapport consacrés à cette culture avec des nouvelles plantations chaque année, mais qui sont interrompus avec combien d'hectare pour faire passer « l'autoroute est oust », et en même temps menacés par un phénomène dangereux, la désertification qui touche la plus grande surface de l'Algérie et qui menace le nord du pays sur le long terme, dont l'Etat doit assurer la continuité des préventions contre ce phénomène.

Autant, cette production supporte d'autres primitifs, dont les plus importants sont l'insuffisance des moyens techniques et malgré les efforts déployés. Cette insuffisance ralentie le taux de rendement en comparant les résultats avec les taux mondiaux et même avec ceux des autres wilayas en Algérie.

Un essai qui nous a permis à présent, de définir les facteurs qui favorisent et participent à la production d'agrumes à Bejaia, et ceux qui la ralentie au fil du temps. Durant cette étude on a rencontré un certain nombre de difficultés, comme exemple, les données relatives au climat sont disponibles mais difficilement accessibles, l'une des difficultés majeurs que on a rencontré durant notre travail, est celle de manque des ressources bibliographiques récentes sur cette production à Bejaia (la plupart des articles s'arrête à des données datés et mise à jours en 2010) et la rareté des travaux et publication relatifs au thème et le retard accusés par rapport aux autres pays dans la diffusion de ces données et même par rapport à d'autres wilayas.

Quant aux limites que comporte cette étude, ils sont liés à la taille de notre échantillon, entre les données fournis par les deux organismes (direction de l'agriculture et l'Aéroport de Bejaia) ou il y avait un manque de quelques années et un décalage entre les nombre des observations.

L'étude économétrique montre que la variable la plus explicative de la production des agrumes à Bejaia est l'Humidité en premier lieu puis la superficie en rapport. Mais ces deux facteurs restent encore loin pour assurer l'autosuffisance de la wilaya et encore plus loin de penser à l'exportation.

Dans un contexte marqué par la montée en puissance de la demande mondiale en produits alimentaires, il convient de souligner que le problème de la sécurité alimentaire revêt un caractère de gravité. Bien que le problème se pose en terme de souveraineté alimentaire

Conclusion générale

puisque notre Pays est aujourd'hui, l'un des plus gros importateurs africains de denrées alimentaires. L'insuffisance de la production agricole algérienne, associée à une demande massive et croissante en produits alimentaires, induits par une amélioration substantielle du niveau de vie des algériens, font de l'Algérie, un pays structurellement importateur et donc fortement dépendant. Concernant les agrumes, l'Algérie est marquée par un retard en termes de production et variétés par rapport aux pays voisins comme le Maroc et la Tunisie.

La production agricoles et celle des agrumes est étroitement liée à de nombreuses préoccupations, dont le réchauffement de la planète et la disponibilité en eau. Malgré une augmentation importante de la productivité, cette autosuffisance ne peut se réaliser sans qu'il n'y ait des efforts et des politiques bien étudiées à travers l'environnement, les compétences et la capacité d'adaptations à court et à long terme.

Cette wilaya se situe dans un endroit stratégique et dispose des potentialités agricoles très importantes, mais elle est loin d'optimiser ses ressources au profit des agrumes et même aux autres cultures. De ce fait, elle doit louer plus de superficie à cette culture soit par la création de nouvelles exploitations agrumicoles publics et ou par l'incitation des agriculteurs et investisseurs dans ce domaine pour créer des exploitations privés.

Pour inverser sensiblement le poids de l'offre locale par rapport à l'importation plusieurs actions sont à mener et dont les plus importantes peuvent être : accroissement des superficies dédiées à la culture des agrumes, modernisation des équipements agricoles, Renforcement du conseil et de l'accompagnement technique des exploitants.

L'Etat doit intervenir par le recours à des moyens financiers tel que la bonification du crédit, la subvention et par le plafonnement des primes de l'assurance agricole. les agriculteurs petits agriculteurs ont aussi besoin d'un meilleur accès à la connaissance, à la technologie et au crédit et, surtout, d'un pouvoir politique accru et de meilleures infrastructures. Ils ont besoin de lois qui leur garantissent l'accès à la terre et aux ressources naturelles, ainsi que des droits de propriété intellectuelle équitables. Tous ca permettra aux petits agriculteurs et les communautés rurales de bénéficier des opportunités que ce domaine peut offrir pour en fin avoir l'équilibre entre l'offre et la demande des produits agricoles.

Les sciences et technologies agricoles existantes peuvent remédier à certaines des causes du déclin de la productivité, mais il faut des progrès supplémentaires basés sur une approche multidisciplinaire, en commençant par un suivi renforcé de l'utilisation des ressources naturelles et tenir compte des interactions complexes entre les activités agricoles, les écosystèmes locaux et la société. Les autres actions possibles consistent notamment à accroître la recherche sur l'utilisation responsable des ressources naturelles et à sensibiliser la population à l'importance de ces ressources.

Bibliographie

Bibliographie

Les ouvrages :

- ABDOUCHE.F, (2000) « les céréales et la sécurité alimentaire en Algérie », EL Hikma, Alger.
- Allan, J.A. (2001). Virtual water: invisible solutions and second best policy outcomes in the MENA region. *International Water and Irrigation Journal*
- André Louis Traité d'arboriculture fruitière, Le Courrier du livre, Paris, 1988
- Bindi M., Moriondo M. (2005). Impact of a 2°C global temperature rise on the Mediterranean region: Agriculture analysis assessment. (In : C. Giannakopoulos, M, Bindi, M. Moriondo, P.
- BLANC pierre : « du Maghreb au Proche-Orient : les défis de l'agriculture », Edition l'harmattan, 2002.
- BOURBONNAIS, (2005) « Econométrie », 6^{ème} Edition Dunod, Paris.
- BOURI Chaouki « les politiques de développement agricole. Le cas de l'Algérie », université d'Oran 2010-2011.
- Cédric tombola muke, premier pas avec Eviews, ed Dunod, Avril 2012.
- Grégory Denglos, introduction a l'économétrie, ed Dunod, 2000 in hélène hamisultane, econometrie.pdf
- Houérou, H.N. (1992). Vegetation and land-use in the Mediterranean bassin by the year 2050 : A prospective study, (In: L. Jeftic, J.D Milliman, G. Sestini (eds), *Climatic Change and the Mediterranean Vol 1*
- Le Sager, & T. Tin, Climate change impacts in the Mediterranean resulting from a 2°C global temperature rise (pp. 54-66), WWF Report).
- Lezhar BACI les reformes agraire en Algérie », CIHEM option méditerranée, Ordonnance n 71-73 du 8 novembre 1971.
- Roux pierre : « l'agriculture dans le développement économique ».Edition LA VOISIER, paris, 1987.
- V. John R. McNeill : *Something New Under the Sun - An Environmental History of the Twentieth-Century World* (New York: Norton, 2000). Trad. fr. *Du nouveau sous le soleil: Une histoire de l'environnement mondial au XX^e siècle* (Seysssel: Champ Vallon, 2010).

Les thèses et mémoires :

Bibliographie

- ALLAOUA (D), AMMARI (E), ABDEDOU (M) : « agriculture et sécurité alimentaire en Algérie : état des lieux et perspectives », mémoire de licence, université A. Mira, 2010.
- Agoumi, Senoussi, Yacoubi, Fakhredine, Sayouti, Mokssit, Chikri (1999). Changements climatiques et ressources en eau. Hydrogéologie appliquée.
- BOURI CHAOUKI (2011) « les politiques de développement agricole, le cas de l'Algérie », université d'Oran.
- SI-TAYEB HACHEMI (2015) « les transformations de l'agriculture algérienne dans la perspective d'adhésion à l'OMC », université MOULOUD MAMMERI de TIZI OUZOU.
- YAHIAOUI DALILA (2015) « impact de changement climatique sur l'agriculture en oranie », université d'Oran I.

Les articles :

- BADREDDINE BENYOUCEF / *Revue Agriculture. Numéro spécial 1 (2016) 17 – 31*
- Changements Climatiques 2007: Rapport de Synthèse (page 30)
- MADR : « la politique de renouveau agricole er rural en Algérie », novembre 2010.
- Margat,, J., Vallée, D. (1999). Vision méditerranéenne sur l'eau, la population et l'environnement au XXIème siècle, Plan Bleu.
- Ministre de l'agriculture : « le trait des opérateurs économiques du monde agricole », Alger, 2008.
- Une revue du CREAD (centre de recherche en économie appliqué pour le développement), n° 31-32, 3^{ème} et 4^{ème} trimestres 1992.
- « On the Influence of Carbonic Acid in the Air upon the Temperature of the Ground », *Philosophical Magazine and Journal of Science*, vol. 5, no 41, avril 1896, p. 237-276 (lire en ligne [archive
- ONS, « évolution des échanges extérieurs de marchandises de 2001 à 2011 », Collections Statistiques N°176/2012 Série E : Statistiques Economiques.
- SOLAGRAL, 1991. L'agriculture perd la terre (dossier). Solagrал mensuel n 1,21-31.

Les sites:

- <http://WWW.ac-orleans-tours.fr/lettres/coin-eleve/etymon/geo/agri.htm>.

Bibliographie

- <http://www.usinenouvelle.com/expo/guides-d-achat/assurances-pour-les-professions-agricoles-438>.
- <http://www.carrefouralgerie.com/?p=2369>
- <https://fr.wikipedia.org/wiki/Mahfouda>
- [https://fr.wikipedia.org/wiki/Réchauffement_climatique](https://fr.wikipedia.org/wiki/R%C3%A9chauffement_climatique)
- <https://350.org/fr/8-impacts-du-changement-climatique-qui-affectent-deja-lafrique/>
Site officiel du GIEC [archive].
- [http://cms.unige.ch/isdd/spip.php?article 188](http://cms.unige.ch/isdd/spip.php?article%20188).
- http://www.ipcc.ch/home_languages_main_french.shtml.

Annexes

Annexe de chapitre I :

Tableau 01 : les structures agraires (1990)

Statut juridique	Effectif	Superficie totale (ha)	Superficie moyenne (ha)
Propriétés privées	903 000	4 700 000	5,20
Attributions APFA	70 593	119 477	1,69
S /t domaines privé	973 593	4 819 477	4,95
EAC	29 556	1 839 163	62,23
EAI	22 206	220 285	9,92
S /t EAC-EAI	51 762	2 059 448	39,79
Fermes pilotes	165	138 500	839,40
Autres statuts (terres publiques)	38 876	513 328	13,25
S/t domaine public	90 803	2 713 276	29,90
Total général	1 064 396	7 527 753	7,08

Source : CNES, 1990.

Tableau 03 : Evolution de la part relative de la valeur ajouté agricole dans le PIB (1996-2013)

Année	en % de PIB
1996	10.8
1997	8.7
1998	11.5
1999	11.1
2000	8.87
2001	10.19
2002	9.76
2003	10.31
2004	9.90
2005	8.01
2006	7.74
2007	7.68
2008	6.68
2009	9.53
2010	8.62
2011	12
2012	10
2013	7

Source : réalisée à partir des données de la banque mondiale

Tableau 04: part en % de l'emploi par secteur d'activité

	1969	1973	1980	1985	1992	1996	2003	2010	2013
Agriculture	49.3	40.0	30.7	25.8	17.3	17.4	21.1	11.7	10.6
Industrie HH	8.0	9.7	10.6	10.2	14.5	9.8	9.5	11.7	11.0
hydrocarbures	0.5	1.5	3.0	3.1	3.3	3.5	2.5	2.0	2.0
BTP	4.3	8.7	14.9	17.1	13.9	13.3	12.0	19.4	16.6
Services	37.9	40.1	40.8	43.8	51.0	56.0	54.9	55.2	59.8
Total	100								

Source : ONS, 2013

Tableau 05 : la masse salariale par secteurs d'activités (en millions de DA)

	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Secteur économique	606.4	651.8	697.21	820.51	921.61	1116.6	1164.1
Agriculture	74.1	78.1	90.9	89.5	95.3	111.9	118.7
administration *	598	634.1	684	810.71	1101.21	1241.7	1618.1
Total	1278.5	1363.3	1472.01	1720.71	2118.21	2370.2	2900.9
Part de l'agriculture dans le total **	5.8%	5.7%	6.2%	5.2%	4.5%	4.7%	4.1%

* Y compris banques, assurances et affaires immobilières

**nos propres calculs

Source : ONS

Tableau 06 : Les terres utilisées par l'agriculture :

Spéculations				Superficie (ha)	% ⁽¹⁾	% ⁽²⁾	
Superficie agricole totale	Superficie agricole utile	terres Labourables	Culture herbacées	4 064 857	9.6		
			Terres en repos	3 404 758	8.0		
		Cultures permanentes	Plantations fruitières	810 193	1.9		
			Vignobles	98 214	0.2		
			Prairies naturelles	25 548	0.1		
	Total superficie agricole utile (S.A.U)			8 043 570	19.8		
	Pacages et parcours			32 776 670	77.4		
	Terres improductives des exploitations agricoles			1 187 650	2.8		
	Total des terres utilisées par l'agriculture (S.A.T)			42 367 890	100		17.8
	Autres	Terres alfatières			2 793 000		
Terres forestières (bois, forêt, maquis, ...)			4 303 000		1.8		
Terres improductives non affectées à l'agriculture			1 88 710 210		79.2		
Total superficie territoriale				238 174 100		100	

Source : ministère de l'agriculture et du développement rural

⁽¹⁾ Pourcentage calculés par rapport à la superficie des terres utilisées par l'agriculture.

⁽²⁾ Pourcentage calculés par rapport à la superficie territoriale.

Tableau 11 : production céréales et légumes sec

	2005/2006	2006/2007	2007/2008	2008/2009
Céréales hiver	40 128	35 979	15 336	52 522
Dont-blé dur	17 728	15 290	8 138	20 010
-Blé tendre	9 151	7 900	2 972	9 521
-Orge	12 359	11 867	3 959	22 034
-Avoine	890	922	267	957
Céréales été	49	40	21	10
Total céréales	40 177	36 019	15 357	52 532
Légumes sec	441	501	402	643

Source : ministère de l'agriculture et du développement rural, 2010.

Annexe de chapitre III :

Tableau 19 : principales productions dans la wilaya, campagne 2015/2016

	Total Wilaya
Céréales	86 678
Légumes Secs	7 079
Fourrages	336 299
Culture maraichères	859 627
Culture Industrielle	9 560
Agrumes	128 463
Olivier	895 009
Figuier	295 000
Vigne table	29 195

Source : direction de l'agriculture Bejaia

Tableau 21 : pluviométrie moyenne tombé en 5 ans 2005/2009

MOIS	Quantité tombé en mm	Nombre de jour
OCTOBRE	37	5
NOVEMBRE	104	8
DÉCEMBRE	180	11
JANVIER	149	12
FÉVRIER	96	9
MARS	38	5
AVRIL	35	5
MAI	28	3
JUIN	17	1
JUILLET	12	1
AOÛT	19	3
SEPTEMBRE	13	3
TOTAL	728	66

Source : direction de l'agriculture Bejaia

Tableau 22 : pluviométrie moyenne 2014/2015

MOIS	2014		2015	
	Pluviométrie (mm)	Nombre de jours de pluie	Pluviométrie (mm)	Nombre de jours de pluie
Janvier	101.5	9	201.2	9
Février	56	6	174.6	17
Mars	183.1	16	98	95
Avril	17.3	1	0	0
Mai	9	2	0	0
Juin	57.4	2	0	0
Juillet	0	0	0	0
Aout	0	0	11.6	2
Septembre	0	0	34.6	8
Octobre	65.8	0	91.9	7
Novembre	11.6	0	96.8	7
Décembre	335.3	20	0	0
Total	837	56	708.7	145

Source : direction de l'agriculture Bejaia

Tableau 24 : La production de chaque subdivision de la wilaya durant la campagne 2015/2016

Subdivisions	Production
SUB Bejaia	18598
SUB Aokas	7498
SUB Kherrata	1080
SUB El kseur	22150
SUB Amizour	46639
SUB Timezrit	20620
SUB Adekar	125
SUB Sidi Aich	645
SUB Seddouk	135
SUB Akbou	12958
SUB Tazmalt	700

Source : direction de l'agriculture Bejaia

Tableau 25 : la Superficie en rapport 1983/2016

Années	La Superficie en rapport
1983	1000
1984	1026
1985	1053
1986	1079
1987	1106
1988	1132
1989	1094
1990	1219
1991	1220
1992	1284
1993	1293
1994	1257
1995	1309
1996	1355
1997	1369
1998	1382
1999	1425
2000	1450
2001	1476
2002	1503
2003	1529
2004	1556
2005	1582
2006	1609
2007	1635
2008	1662
2009	1688
2010	1715
2011	1741
2012	1768
2013	1794
2014	1821
2015	1847
2016	1873

Tableau26 : La production totale agrumes 1983/2016

Années	La Production
1983	76360
1984	77938
1985	79517
1986	81096
1987	82675
1988	84254
1989	91616
1990	101735
1991	65714
1992	84004
1993	105695
1994	88396
1995	94770
1996	96853
1997	89742
1998	110560
1999	101920
2000	103201
2001	104779
2002	106358
2003	107937
2004	109516
2005	111095
2006	112674
2007	114253
2008	115832
2009	117411
2010	118989
2011	120568
2012	122147
2013	123726
2014	125305
2015	126884
2016	128463

Tableau 27 : le rendement par hectare 1983/ 2016

Années	le Rendement
1983	38.50731215
1984	39.28326613
1985	40.05894207
1986	40.83383686
1987	41.60795169
1988	42.38128773
1989	46.06133736
1990	51.12311558
1991	33.00552486
1992	42.17068273
1993	53.03311591
1994	44.33099298
1995	47.5037594
1996	48.52354709
1997	44.93840761
1998	55.33533534
1999	50.98549275
2000	51.6005
2001	52.36331834
2002	53.12587413
2003	53.8876685
2004	54.64870259
2005	55.40897756
2006	56.16849452
2007	56.92725461
2008	57.68525896
2009	58.44250871
2010	59.19850746
2011	59.95425162
2012	60.70924453
2013	61.46348733
2014	62.21698113
2015	62.96972705
2016	63.72172619

Source : direction de l'agriculture Bejaia

Tableau 28 : production des oliviers par hectare 2000 - 2015

Années	production oliviers Qx	production agrumes Qx
2000	359179	103201
2001	499915	104779
2002	130520	106358
2003	1398392	107937
2004	528950	109516
2005	539465	111095
2006	197330	112674
2007	414309	114253
2008	1094710	115832
2009	309182	117411
2010	782996	118989
2011	533645	120568
2012	950651	122147
2013	572267	123726
2014	893428	125305
2015	999634	126884

Source : direction de l'agriculture Bejaia

Liste des tableaux

Numéro	Titre	page
Tableau 01	Les structures agraires (1990)	08
Tableau 02	Evolution de la part relative de la valeur ajouté agricole dans le PIB (1984-1993) :	10
Tableau 03	Evolution de la part relative de la valeur ajouté agricole dans le PIB (1984-1993) :	11
Tableau 04	La part en % de l'emploi par secteur d'activité	11
Tableau 05	La masse salariale par secteurs d'activités (en millions de DA)	12
Tableau 06	Les terres utilisées par l'agriculture	13
Tableau 07	Les étages bioclimatiques en Algérie	14
Tableau 08	Tendance d'évolution de la population urbaine, rurale et agricole	15
Tableau 09	Mise en valeur des terres par la concession	16
Tableau 10	Répartition de la population par région	20
Tableau 11	Production céréales et légumes sec	21
Tableau 12	Effets négatifs sur l'environnementaux d'origines agricoles	28
Tableau 13	Données climatiques de Béjaïa (température moyenne/précipitations)	30
Tableau 14	Température moyenne (mensuelle / annuelle)	31
Tableau 15	Indicateurs du commerce extérieur de l'Algérie (millions de dollars US)	37
Tableau 16	Mobilisation de la ressource	43
Tableau 17	Disponibilités de l'eau	43
Tableau 18	Valeur des Indicateurs de la Wilaya de Bejaia à fin 2éme semestre 2015	44
Tableau 19	Principales productions dans la wilaya compagne 2015/2016	45
Tableau 20	Différentes opérations effectuée dans un verger d'agrumiculture	50
Tableau 21	Pluviométrie moyenne tombé en 5 ans 2005/2009	52
Tableau 22	Pluviométrie moyenne 2014/2015	52
Tableau 23	Variétés agrumes dans la wilaya 2015/2016	53
Tableau 24	La part de chaque subdivision dans la production des agrumes	54
Tableau 25	Evolution de la superficie en rapport 1983 - 2016	55
Tableau 26	Evolution de la production totale agrumes 1983 - 2016	55
Tableau 27	Evolution de rendement par hectare 1983 - 2016	56
Tableau 28	Production des oliviers par hectare 1983 - 2016	57
Tableau 29	Estimation du modèle	75
Tableau 30	Estimation du meilleur modèle	76
Tableau 31	Test d'hétéroscédasticité des résidus	79

Numéro	Titre	Page
Figure 01	évolution relative de la valeur ajoutée agricole dans le PIB (1996-2013)	11
Figure 02	Part de l'emploi par secteur d'activité en 2013	11
Figure 03	La masse salariale par secteurs d'activités (en millions de DA)	12
Figure 04	Le territoire algérien	14
Figure 05	La répartition des terres	14
Figure 06	La dégradation de ratio terre cultivable/habitant	20
Figure 07	Moyenne mensuelle des températures et précipitation	30
Figure 08	Les pluies maximales en 24 heures enregistrées durant le mois de février à la station de Bejaia	31
Figure 09	Evolution de la facture alimentaire algérienne en millions d'USD (2000 à 2013)	40
Figure 10	Situation géographique de La wilaya de Bejaïa	42
Figure 11	Présentation du tableau N°18 (Indicateurs de la Wilaya de Bejaia)	44
Figure 12	Occupation des sols et les principales productions	45
Figure 13	Pluviométrie moyenne tombé en 5 ans 2005/2009	52
Figure 14	Pluviométrie moyenne 2014/2015	52
Figure 15	Total SAT a Bejaia	53
Figure 16	Total SAU a Bejaia	53
Figure 17	La production agrumes compagne 2015/2016	54
Figure 18	La part des subdivisions dans la production 2015/2016	54
Figure 19	Superficie en rapport 1983 – 2016	55
Figure 20	Production agrumes 1983 – 2016	56
Figure 21	Rendement par hectare 1983 - 2016	57
Figure 22	Production des oliviers/ agrumes par hectare 1983 -2016	58
Figure 23	Evolution de la production des agrumes de la wilaya de Bejaia	71
Figure 24	Evolution de superficie en rapport	72
Figure 25	Evolution de précipitation totale annuelle de la wilaya de Bejaia	72
Figure 26	Evolution des températures moyenne annuelle de la wilaya de Bejaia	73
Figure 27	Evolution de l'humidité relative annuelle de la wilaya de Bejaia	73
Figure 28	Evolution de vitesse moyenne annuelle de vent dans la wilaya de	74
Figure 29	Test normalité test des résidus	78
Figure 30	Le corrélogramme des résidus	79

Résumé

L'agriculture en Algérie demeure malgré tout un élément central de l'économie. Son développement permet d'assurer la sécurité alimentaire de la population

L'agrumiculture fait partie intégrante de la vie économique et sociale de l'Algérie. De part sa position géographique privilégiée, et son vaste étendu avec ses diverses conditions pédoclimatiques. En effet le pays dispose du privilège de mettre en culture plusieurs variétés.

Suite à ce modeste travail dont le thème est "Impact de changements climatiques sur l'agriculture « cas de production des agrumes dans la wilaya de Bejaia », nous avons essayé d'analyser ce phénomène de changement climatique par une analyse en composante principale des données annuelles pour une période allant de 1983 jusqu'à 2016 afin de ressortir les variables principales qui influent sur cette production et le degré d'influence de chaque variable.

Mots clés :

Agriculture - Changement climatique - Bejaia - Climat - agrumiculture - Agrumes.