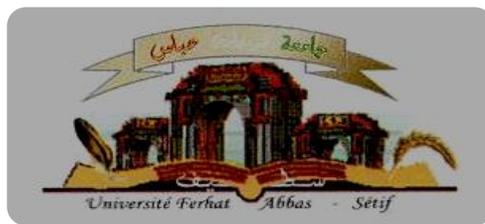


الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

Université Ferhat Abbas Sétif 1
Faculté des Sciences de la
Nature et de la Vie



جامعة فرحات عباس، سطيف
كلية علوم الطبيعة و الحياة

DEPARTEMENT DE BIOLOGIE ET ECOLOGIE VEGETALE N°...../SNV/2013

THÈSE

Présentée par

ROUABHI Amar

Pour l'obtention du diplôme de

Doctorat en Sciences

Option: Biologie végétale

THÈME

**Implications des changements climatiques dans l'agriculture et le
développement durable : Cas des hautes plaines sétifiennes**

Soutenue publiquement le 29/05/2014

DEVANT LE JURY

Président :	FENNI Mohamed	Pr. UFA Sétif 1
Directeur :	HAFSI Miloud	Pr. UFA Sétif 1
Co- Directeur :	KEBICHE Mustapha	Pr. UQAM CANADA
Examineur :	DJENANE Abdel-Madjid	Pr. UFA Sétif 1
	ABBAS Khaled	Dir Rech INRAA Sétif
	BENNIYOU Ramdane	Dr. UMB Msila
Invité :	BOUCENNA Ahmed	Pr. UFA Sétif 1

Laboratoire d'Amélioration et de Développement de la Production végétale et animale (LADPVA)

Ô hommes! Si vous doutez au sujet de la Résurrection, C'est Nous qui vous avons créés de terre, puis d'une goutte de sperme, puis d'une adhérence puis d'un embryon [normalement] formé aussi bien qu'informe pour vous montrer [Notre Omnipotence] et Nous déposerons dans les matrices ce que Nous voulons jusqu'à un terme fixé. Puis Nous vous en sortirons [à l'état] de bébé, pour qu'ensuite vous atteignez votre maturité. Il en est parmi vous qui meurent [jeunes] tandis que d'autres parviennent au plus vil de l'âge si bien qu'ils ne savent plus rien de ce qu'ils connaissaient auparavant. De même tu vois la terre desséchée : dès que Nous y faisons descendre de l'eau elle remue, se gonfle, et fait pousser toutes sortes de splendides couples de végétaux.

Sourat Al Hadj. Versé 5

REMERCIEMENTS

Je tiens dans un premier temps à remercier mon Directeur de thèse le Professeur Miloud HAFSI, de m'avoir accordé la liberté et la confiance dans l'élaboration de mes travaux de recherche. Je voudrais préciser à son sujet que, même continuellement pris par ses propres préoccupations, il a su, grâce à sa modestie et à la clarté de ses idées de m'orienter et de faire des choix décisifs. Je tiens à remercier également mon co-directeur de thèse Monsieur Mustapha KEBICHE, professeur associé à l'Université du Québec à Montréal-Canada, d'avoir accepté de me superviser, j'exprime ma parfaite gratitude pour toutes ses aides et propositions, j'estime également sa confiance, son aide et son sérieux, ses qualités m'impressionnent depuis mon cursus de graduation ; j'étais très chanceux de renouer et de travailler avec lui. Sous l'égide de ces deux messieurs, j'aspire toujours à entreprendre de nouveaux travaux de recherche ; Leurs orientations me permettront d'économiser l'effort et de cibler l'essentiel. Je tiens à remercier vivement les membres de jury d'avoir accepté de faire part et de contribuer à la critique de ce travail.

Pr Mohamed FENNI (UFA Sétif) de m'avoir accordé l'honneur de présider le jury, de ses encouragements tutélaires et de ses facilitations administratives qui m'ont permis de tenir à bout. Toute ma gratitude et mes respects à ce maître qui aspire toujours à faire du bien.

Pr Abdel-Madjid DJENANE (UFA Sétif) de m'avoir fait aimer la dimension socioéconomique agricole et d'avoir contribué directement ou indirectement au choix de cette thématique. « *Ma parfaite reconnaissance à ce grand Monsieur !* »

Pr Khaled ABBAS (INRAA Sétif) d'avoir accepté et enrichir de modeste travail ; également mes remerciements sont accordés à Dr Ramdane BENNIYOU (Université Mohamed BOUDIAF Msila) d'avoir accepté d'examiner ce travail qui relève presque du même profil de son travail.

Pr BOUCENNA Ahmed (UFA Sétif) d'avoir accepté d'honorer par sa présence ce modeste travail et de nous faire profiter de ses connaissances.

Ce travail n'aurait pu aboutir sans l'aide de nombreuses personnes. Que me pardonnent celles que j'oublie, j'aimerais adresser un remerciement particulier au

personnel de la DSA de Sétif notamment Mr Messaoud BOUCETTA et madame Soraya GUESSOUM, qui m'ont aidé à travers l'appui accordé aux étudiants stagiaires le long de trois années de recherche. Egalement, je remercie le staff de la station météorologique d'Ain Sfiha de Sétif de leur grande sympathie, sans leur collaboration officieuse, ce travail n'aura pas vu le jour, je cite à ce propos : messieurs Ahmed HABIBI dit Mostafa, Azzedine LAMRI et Mr Zouaoui AZZARA *le retraité*.

Egalement, j'ai pu travailler dans un cadre particulièrement agréable, grâce à l'ensemble des membres de l'équipe du box 19A. Je pense particulièrement à Abdel Hamid MEKHLLOUF, Nouredine ROUAG, qui m'ont soutenu et qui m'ont aidé à affiner ce travail sur le volet rédactionnel. Je tiens aussi à remercier mes amis : Charafeddine MOUFFOK, Nadjim SEMCHEDDINE, et Mohamed Ridha AISSAOUI de leur soutien moral et de leurs consolidations spirituelles, qui m'ont souvent boosté et encourager à parachever ce travail.

Je pense aux étudiants qui ont réalisé leurs mémoires de fin de cycle dans le contexte de ce travail et ayant contribué même partiellement à la finalisation de cette thèse ; je cite à ce propos : Billal KEBBAB, Mostafa KEBAILI, Hani BOUKEMOUM, Nadia BOUCHELOUKH, Souhila NACER, Nawel EL KOLLI, Sihem MOKHNECHE, Meriem GRIDI et Hadjer GHAFAR.

A tous mes collègues et amis, je cite : Mohamed ZAGHIB que je lui souhaite bonne santé, Walida RIAHI, Yabrir BENALIA, Ali GUENDOZ, Malik OULMI, Tayeb BOUAZID, Nacer BENKHOUFFACHE, Zitouni REFOUFI, Yacine LIMANI, Khier MESSOUAF, Nouredine GUESSAB, Saci FELLIH, Farid GUENIFI et tous les enseignants du département d'Agronomie.

Enfin, les mots les plus simples étant les plus forts, j'adresse toute mon affection à ma famille, et en particulier à ma femme, mes enfants, mes frères et sœurs, à qui j'étais depuis longtemps, subtilisé par les charges de cette thèse. Malgré mon éloignement, leur intelligence, leur patience, leur amour me portent et me guident à tous instant. Une pensée pour terminer ces remerciements : pour vous qui n'ont pas vu ce jour, je sais que vous en aurez été fiers de votre fils.

Table de matières

Chapitre 1: Introduction

1.1 Présentation et énoncé de la problématique	1
1.2 Justification de l'étude.....	4
1.3 Objectifs du travail	5
1.4 Méthodologie:.....	6

Chapitre 2 : Revue bibliographique

2.1 Etude du milieu physique et socioéconomique agricole	8
2.1.1 Localisation.....	8
2.1.2 Caractères Agropédoclimatiques de la région d'étude.....	8
2.1.3 Historique de l'agriculture algérienne	12
2.1.4 Structure de l'Appareil de production agricole de la wilaya de Sétif	16
2.1.5 Contraintes de l'agriculture locale	21
2.2 Les Changements Climatiques et l'agriculture	21
2.2.1 Impacts du changement climatique sur le continent africain.....	23
2.2.2 Les impacts des changements climatiques et engagements de l'Algérie.....	24
2.2.3 Les projections climatiques sur l'Algérie	25

Chapitre 3 : Etude du climat local

Résumé.....	27
3.1 Introduction	28
3.2 MATERIELS ET METHODES	30
3.2.1 Sources et collecte des données climatiques.....	30
3.2.3 Méthodologie :	30
3.2.3.1 Numérisation des données d'archive.....	30
3.2.3.2 Traitement des données manquantes :	30
3.2.3.4 Synthèse climatique :	34
3.3. RESULTATS & DISCUSSION.....	37
3.3.1 Ancienne période 1938-1962.....	37
3.3.1.1 Pluviométrie de la période 1938-1962	37
3.3.1.2 Températures moyennes de la période 1938-62	41
3.3.1.3 Températures maximales de la période 1938-1962	48
3.3.1.4 Températures Minimales de la période 1938-62.....	51
3.3.2 Période récente 1981-2012	58
3.3.2.1 Pluviométrie de la période 1980-2012	58
3.3.2.2 Températures moyennes de la période 1981-2012	59
3.3.2.3 Températures maximales de la période 1981-2012	63
3.3.2.4 Températures minimales de la période 1981-2012	66
3.4 Analyse et comparaison entre les séries 1938-1962 et 1981-2012	71
3.4.1 Pluviométrie.....	71
3.4.2 Températures moyennes.....	72

3.4.3 Températures maximales.....	73
3.4.4 Températures minimales	73
3.4.5 Comparaison entre la station de Sétif et quelques stations limitrophes de l'Est	75
3.4.6 Evolution des saisons sèche et humide entre 1938-1962 et 1981-2012	77
3.4.7 Evolution de l'étage bioclimatique entre 1938-1962 et 1981-2012	78
3.4.8 Evolution du bilan hydrique du sol entre 1938-1962 et 1981-2012	79
3.5 Conclusion	81

Chapitre 4 : Systèmes de production et typologies des exploitations agricoles dans trois zones contrastées de la région de Sétif

Résumé.....	83
4.1. Introduction :	84
4.2 MATERIEL ET METHODES	86
4.2.1 Situation géographique et répartition de la zone d'étude:	86
4.2.2 Présentation des zones d'étude:.....	87
4.2.3 Sondage.....	90
4.2.4 Outils et analyse statistique des données :	91
4.3. RESULTATS ET DISCUSSIONS.....	93
4.3.1. L'environnement socio économique des exploitations :.....	93
4.3.2. Typologie du système d'exploitation	104
4.3.2.1 Zone Nord:.....	105
4.3.2.2 Zone Centre:.....	107
4.3.2.3 Zone Sud:	109
4.3.3. Système de production localisée (SPL)	112
4.3.3.1 Zone Centre:.....	112
4.3.3.2 Zone Sud:	114
4.4 Conclusion	117

Chapitre 5: Impact climatique sur les transformations des pratiques agricole dans la région de Sétif

Résumé.....	119
5.1 Introduction	120
5.2 MATERIEL ET METHODES	122
5.2.1. Situation géographique et approche méthodologique	122
5.2.2. Analyse pluviométrique locale.....	122
5.2.3. Évaluation de l'impact climatique sur l'agriculture locale.....	123
5.3 RESULTATS ET DISCUSSION.....	124
5.3.1 Réseau d'observation pluviométrique régionale	124
5.3.2 Classification du réseau d'observation et évolution des précipitations.....	124
5.3.3 Cartographie de la pluviométrie locale	127
5.3.4 Etude de la Typologie.....	129

5.3.5 L'appareil de production de la zone d'étude	130
5.3.6 Analyse de la performance économique (PE) des exploitations.....	132
5.3.6.1 Impacts des changements de pratiques agricoles sur la PE	134
5.3.6.1.1 La zone nord	134
5.3.6.1.2 La zone centre	135
5.3.6.1.3 La zone sud	136
5.3.7 Impacts climatiques sur la répartition géographique des pratiques agricoles.	136
5.3.7.1 Répartition des typologies et leur transition selon la zone d'étude	136
5.3.7.2 Impacts climatiques sur les pratiques agricoles	138
5.4 Conclusion générale.....	142

Références

ANNEXE

Liste des figures

Figure 2.1. Topographie de la région d'étude.....	9
Figure 2.2. Répartition du nombre d'exploitation et la SAU en fonction de la taille des exploitations dans la Wilaya de Sétif.....	17
Figure 3.1 Pluviométrie annuelle et la moyenne mobile d'ordre 5 (période : 1938-1962)	38
Figure 3.2 Pluviométrie saisonnière d'été et la moyenne mobile d'ordre 5 (période : 1938-1962)	38
Figure 3.3 Analyse des températures moyennes printanière par le test de BUIHAND (période : 1938-1962).....	43
Figure 3.4 Analyse des températures moyennes printanières par le test de PETTITT (période : 1938-1962).....	43
Figure 3.5 Evolution de températures moyennes printanière et la Moyenne mobile d'ordre 5 (période : 1938-62).....	43
Figure 3.6 Analyse des températures moyennes printanières par le test de SNHT(période 1938-1962).....	43
Figure 3.7 Analyse des températures moyennes estivales par le test de BUIHAND (période : 1938-1962).....	43
Figure 3.8 Analyse des températures moyennes estivales par le test de SNHT (période : 1938-1962)	43
Figure 3.9 Analyse des températures moyennes automnales par le test de BUIHAND	44
Figure 3.10 Analyse des températures moyennes automnales par le test SNHT (période : 1938-62)	44
Figure 3.11 Analyse des températures moyennes annuelles par le test de BUIHAND (période : 1938-62).....	45
Figure 3.12 Analyse des températures moyennes annuelles par le test de PETTITT (période : 1938-1962).....	45
Figure 3.13 Evolution des températures moyennes annuelles et la moyenne mobile d'ordre 5 (période : 1938-1962)	45
Figure 3.14 Analyse des températures moyennes annuelles par le test SNHT (période : 1938-1962)	45
Figure 3.15 Evolution des températures maximales annuelles et la moyenne mobile d'ordre 5 (période : 1938-1962)	48

Figure 3.16 Evolution des températures min hivernales et la moyenne mobile d'ordre5 (période : 1938-1962)	53
Figure 3.17 Analyse des températures minimales hivernales par le test SNHT (période : 1938-62)	53
Figure 3.18 Evolution des températures min printanières et la moyenne mobile d'ordre 5 (période : 1938-1962)	54
Figure 3.19 Analyse des températures min printanière par le test SNHT (période : 1938-62)	54
Figure 3.20 Evolution de la température min estivale et la moyenne mobile d'ordre 5 (période : 1938-1962)	54
Figure 3.21 Analyse des températures minimales estivales par le test SNHT (période : 1938-62)..	54
Figure 3.22 Evolution des températures min automnales et la moyenne mobile d'ordre 5 (période : 1938-1962)	55
Figure 3.23 Analyse des températures minimales automnales par le test SNHT (période : 1938-62)	55
Figure 3.24 Evolution de la température minimale annuelle et la moyenne mobile d'ordre 5 (période : 1938-1962)	55
Figure 3.25 Analyse des températures minimales annuelles par le test SNHT (période : 1938-1962)	55
Figure 3.26 Evolution de la pluviométrie annuelle et la moyenne mobile d'ordre 5 (période : 1981-2012).....	58
Figure 3.27 Analyse des températures moyennes annuelles par le test de BUIHAND (période : 1981-2012).....	60
Figure 3.28 Analyse des températures moyennes annuelles par le test de PETTITT (période : 1981-2012).....	60
Figure 3.29 Evolution de températures moyennes annuelles et la moyenne mobile d'ordre 5 (période : 1981-2012).....	60
Figure 3.30 Analyse des températures moyennes annuelles par le test SNHT (période : 1981-2012).....	60
Figure 3.31 Analyse des températures maximales annuelles par le test de BUIHAND (période : 1981-2012).....	63
Figure 3.32 Analyse des températures maximales annuelles par le test SNHT (période : 1981-2012).....	63
Figure 3.33 Analyse des températures minimales annuelles par le test de BUIHAND (période : 1981-2012).....	68

Figure 3.34 Analyse des températures minimales annuelles par le test de PETTITT (période : 1981-2012).....	68
Figure 3.35 Evolution de températures min annuelles et la moyenne mobile d'ordre 5 (période : 1981-2012).....	68
Figure 3.36 Analyse des températures minimales annuelles par le test SNHT (période : 1981-2012).	68
Figure 3.37 Evolution de la pluviométrie moyenne mensuelle des deux périodes (1938-1962) et (1981-2012).....	72
Figure 3.38 Evolution des températures minimales annuelles de la station de Sétif et de Constantine au cours de la période 1938-62	74
Figure 3.39 Diagramme ombrothermique de la station de Sétif (période 1938-1962).....	78
Figure 3.40 Diagramme ombrothermique de la station de Sétif (période 1981-2012).....	78
Figure 3.41 Déplacement de la station de Sétif au sein de l'étage bioclimatique semi aride entre les périodes 1938-1962 et 1981-2012.....	79
Figure 3.42 Bilan hydrique sous les conditions climatiques locales (1938-1962).....	81
Figure 3.43 Bilan hydrique sous les conditions climatiques locales (1981-2012).....	81
Figure 4.1 Situation géographique des zones d'étude au sein de la wilaya de Sétif.....	86
Figure 4.2 Mesure de la discrimination des variables utilisées dans l'analyse de l'aspect socioéconomique de la zone nord.....	99
Figure 4.3 Description de l'environnement socioéconomique par l'ACM (zone nord).....	100
Figure 4.4 Mesure de la discrimination des variables utilisées dans l'analyse de l'aspect socioéconomique de la zone centre	101
Figure 4.5 Description de l'environnement socioéconomique par l'ACM (zone centre)	101
Figure 4.6 Mesure de la discrimination des variables utilisées dans l'analyse de l'aspect socioéconomique de la zone Sud	103
Figure 4.7 Description de l'environnement socioéconomique par l'ACM (zone sud)	103
Figure 4.8 Principales typologies observées dans la zone nord.....	106
Figure 4.9 Répartition de la PE en fonction des communes de la zone centre.....	108
Figure 4.10 Principales typologies observées dans la zone Centre.....	109
Figure 4.11 Principales typologies observées dans la zone sud.....	112

Figure 4.12 Association entre la PE et les activités dominantes dans la zone centre.....	113
Figure 4.13 Association entre la PE et les activités dominantes dans la zone sud.....	114
Photo 4.1 Vue d'ensemble d'une région sud (Bir Hadada) parsemée par la plasticulture.....	115
Photo 4.2 Vue d'ensemble d'une région sud (Rasfa) parsemée par les champs de tabac.....	116
Figure 5.1 Situation des zones d'études au sein de la wilaya de Sétif	122
Figure 5.2 Répartition des 50 stations retenues dans l'étude de la pluviométrie de la région de Sétif	124
Figure 5.3 Groupes pluviométriques homogènes de la période 1970-2011	125
Figure 5.4 Groupes pluviométriques homogènes (1970-1990).....	126
Figure 5.5 Groupes pluviométriques homogènes (1991-2011).....	126
Figure 5.6 Carte pluviométrique de la région de Sétif (1970-2011).....	127
Figure 5.7 Carte pluviométrique de la région de Sétif (1970-1990).....	129
Figure 5.8 Carte pluviométrique de la région de Sétif (1991-2011).....	129
Figure 5.9 Evaluation de la performance économique dans les trois zones d'étude	134
Figure 5.10 (A) Association entre la PE et les transitions des anciennes activités (zone nord).....	135
Figure 5.10 (B) Association entre la PE et les activités introduites (zone nord).....	135
Figure 5.11 (A) Association entre la PE et les transitions des anciennes activités (zone centre)	135
Figure 5.11 (B) Association entre la PE et les activités introduites (zone centre)	135
Figure 5.12 (A) Association entre la PE et les transitions des anciennes activités (zone sud)	136
Figure 5.12 (B) Association entre la PE et les activités introduites (zone sud).....	136
Figure 5.13 Répartition des pratiques agricoles dominantes dans la région d'étude	137
Figure 5.14 Perception des changements climatiques et les contraintes majeures de l'agriculture dans la région de Sétif.....	140

Liste des tableaux

Tableau 2.1 Structure du système productif dans la wilaya de Sétif.....	18
Tableau 2.2 Occupation des terres agricoles dans la wilaya de Sétif durant la campagne agricole (2011-2012).....	19
Tableau 2.3 Effectif du cheptel animal élevé dans la wilaya de Sétif pendant la campagne agricole 2012-13	20
Tableau 3.1 Résultats des tests statistiques mis en œuvre pour la détection des inhomogénéités et des ruptures dans la série des précipitations mensuelles de la période 1938-1962.....	39
Tableau 3.2 Résultats des tests statistiques mis en œuvre pour la détection des inhomogénéités et des ruptures dans la série des pluviométries saisonnières et annuelles de la période 1938-1962	40
Tableau.3.3 Résultats des tests statistiques ayant détecté une inhomogénéité et des ruptures dans la série des températures moyennes mensuelles de la période 1938-1962.....	46
Tableau.3.4 Résultats des tests statistiques ayant détecté une inhomogénéité et des ruptures dans la série des températures moyennes saisonnières et annuelles de la période 1938-1962	47
Tableau.3.5 Résultats des tests statistiques ayant détecté une inhomogénéité et des ruptures dans la série des températures maximales mensuelles de la période 1938-1962.....	49
Tableau.3.6 Résultats des tests statistiques ayant détecté une inhomogénéité et des ruptures dans la série des températures maximales saisonnières et annuelles de la période 1938-1962	50
Tableau.3.7 Résultats des tests statistiques ayant détecté une inhomogénéité et des ruptures dans la série des températures minimales mensuelles de la période 1938-1962.....	56
Tableau.3.8 Résultats des tests statistiques ayant détecté une inhomogénéité et des ruptures dans la série des températures minimales saisonnières et annuelles de la période 1938-1962.	57
Tableau.3.9 Résultats des tests statistiques ayant détecté une inhomogénéité et des ruptures dans la série des températures moyennes mensuelles de la période 1981-2012	61
Tableau.3.10 Résultats des tests statistiques ayant détecté une inhomogénéité et des ruptures dans la série des températures moyennes saisonnières et annuelles de la période 1981-2012 .	62
Tableau.3.11 Résultats des tests statistiques ayant détecté une inhomogénéité et des ruptures dans la série des températures Maximales mensuelles de la période 1981-2012	64
Tableau.3.12 Résultats des tests statistiques ayant détecté une inhomogénéité et des ruptures dans la série des températures maximales saisonnières et annuelles de la période 1981-2012 .	65
Tableau.3.13 Résultats des tests statistiques ayant détecté une inhomogénéité et des ruptures dans la série des températures minimales mensuelles de la période 1981-2012.....	69
Tableau.3.14 Résultats des tests statistiques ayant détecté une inhomogénéité et des ruptures dans la série des températures minimales saisonnières et annuelles de la période 1981-2012..	70

Tableau.3.15 Test d'égalité des moyennes pluviométriques des deux périodes : (1938-1962) et (1981-2012).....	72
Tableau.3.16 Tendances climatiques annuelles de quelques stations de l'Est algérien durant la chronique 1981-2008.....	76
Tableau.3.17 Éléments de calcul du quotient pluviothermique des deux périodes : (1938-1962) et (1981-2012).....	78
Tableau 4.1 Communes enquêtées et taille d'échantillon par zone d'étude	87
Tableau 4.2 variables d'étude de l'environnement socio économique de la zone Nord	94
Tableau 4.3 variables d'étude de l'environnement socio économique de la zone Centre.....	96
Tableau 4.4 variables d'étude de l'environnement socio économique de la zone Sud	98
Tableau 4.5 Inertie expliquée par les deux axes à l'issue de l'ACM (zone nord)	99
Tableau 4.6 Inertie expliquée par les deux axes à l'issue de l'ACM (zone centre).....	100
Tableau 4.7 Inertie expliquée par les deux axes à l'issue de l'ACM (zone sud).....	102
Tableau 4.8 Inertie expliquée par le modèle issu de l'ACPC (zone nord)	105
Tableau 4.9 Saturation des variables d'analyse issues de l'ACPC (zone nord).....	106
Tableau 4.10 Inertie expliquée par le modèle issu de l'ACPC (zone centre)	107
Tableau 4.11 Saturation des variables d'analyse issues de l'ACPC (zone centre)	108
Tableau 4.12 Inertie expliquée par le modèle issu de l'ACPC (zone sud)	110
Tableau 4.13 Saturation des variables d'analyse issues de l'ACPC (zone sud)	110
Tableau 5.1 Evolution des centres de clusters pluviométriques identifiés dans la région de Sétif pendant la période 1970-2011	126
Tableau 5.2 Description du système de production des trois zones d'étude	132
Tableau 5.3 Descriptif et allocation des activités agricoles dans la zone d'étude.....	138
Tableau 5.4 Récapitulatif du modèle issu de l'ACM	139

Tableaux annexés

Tableau A.1 Questionnaire entretenu face à face avec le chef d'exploitation

Tableau A.2 Modalités et types de variables engagées dans l'analyse de la typologie

Tableau A.3 Stations pluviométriques engagées dans l'étude de la pluviométrie locale

Tableau A.4 Pluviométrie mensuelle de la station de Sétif (1981-2012)

Tableau A.5 Température moyennes mensuelle de la station de Sétif (1981-2012)

Tableau A.6 Température maximales mensuelle de la station de Sétif (1981-2012)

Tableau A.7 Température minimales mensuelle de la station de Sétif (1981-2012)

Tableau A.8 Pluviométrie mensuelle de la station de BBA (1981-2008)

Tableau A.9 Température moyenne mensuelle de la station de BBA (1981-2008)

Tableau A.10 Température minimale mensuelle de la station de BBA (1981-2008)

Tableau A.11 Température maximale mensuelle station de BBA (1981-2008)

Tableau A.12 Pluviométrie mensuelle de la station de Batna (1981-2008)

Tableau A.13 Température moyenne mensuelle de la station de Batna (1981-2008)

Tableau A.14 Température minimale mensuelle de la station de Batna (1981-2008)

Tableau A.15 Température maximale mensuelle de la station de Batna (1981-2008)

Tableau A.16 Pluviométrie mensuelle de la station de Constantine (1981-2008)

Tableau A.17 Température moyenne mensuelle station de Constantine (1981-2008)

Tableau A.18 Température maximale mensuelle station de Constantine (1981-2008)

Tableau A.19 Température minimale mensuelle station de Constantine (1981-2008)

Tableau A.20 Pluviométrie mensuelle de la station de Béjaia (1981-2008)

Tableau A.21 Température moyenne mensuelle de la station de Béjaia (1981-2008)

Tableau A.22 Température maximale mensuelle de la station de Béjaia (1981-2008)

Tableau A.23 Température minimale mensuelle de la station de Béjaia (1981-2008)

Tableau A.24 Abréviations des variables

LISTE DES ABREVIATIONS

ACM : Analyse de Correspondance Multiple

ACP : Analyse en Composantes principales

ACPC : Analyse en Composantes principales Catégorielles

ANGEM : Agence nationale de gestion de micro crédit

ANSEJ : agence nationale de l'emploi des jeunes

APFA : Accession à la propriété foncière agricole

CATPCA : *Categorical Principal Analysis*

CCNUCC : Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques

CERESTA : Centre d'Enseignement et de Recherche de Statistique Appliquée

CNAC : caisse nationale d'assurance chômage

DPAT : Direction de la Planification et de l'Aménagement du Territoire (Sétif)

DSA : Direction des Services Agricoles (Sétif)

E.U.R.L : Exploitation uninominale à responsabilité limitée

EAC : Exploitation Agricole Collective

EAI : Exploitation Agricole Individuelle

ECHAM3TR : *European Center/Hamburg Model 3 Transient*

EPA : Etablissement public à caractère administratif

EPE : Entreprise publique économique

EPIC : Etablissement public à caractère industriel et commercial

FNRDA : Fonds national pour la régulation du développement agricole

GAO: Groupe Avicole Ouest

GC : Grandes Cultures

GES : Gaz à effet de serre

GIEC : Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat

ha : Hectare

HCDS : Haut Commissariat du Développement de la Steppe

MADR : Ministère de l'Agriculture et le Développement Rural

MATE : Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement

MAGICC : *Model for the Assessment of GHG Induced Climate Change*

MB: Moyenne Mobile

MCG : Modèle Climatique Globale

MCR : Modèle Climatique Régional

NOAA : *The National Oceanic and Atmospheric Administration*

ONIL : Office national interprofessionnel du lait

ONS : Office National des Statistiques

PIB : produit intérieur brut

PNDA : Plan National de Développement Agricole

PNDAR : Plan National de Développement Agricole et Rural

PPDRI : projet de proximité de développement rural intégré

RGA : Recensement Général de l'Agriculture

RU : Réserve utile

SARL : Société à Responsabilité Limité

SAT : Superficie agricole Totale

SAU : Superficie agricole Utile

SCENGEN : *Scenario Generator*

SNHT : *Standard Normal Homogeneity Test*

SPL: Système de production Localisé

SPSS : *Statistical Package for Social Sciences*

SRTM : *Shuttle Radar Topography Mission*

UKHI : *United Kingdom Meteorological Office High Resolution*

VE: valeur propre

WebWIMP: *Web-version of the Water-budget Interactive Modeling Program*

WMO : *World Meteorological Organization*

Chapitre 1

INTRODUCTION

1.1 Présentation et énoncé de la problématique

Le changement climatique devient le problème environnemental qui suscite plus d'intérêt pour les sociétés modernes. L'augmentation des stocks atmosphériques de gaz à effet de serre (GES) dont le dioxyde de carbone (CO₂), le méthane (CH₄) et l'oxyde nitreux (N₂O), dues aux activités humaines ont été liés au changement climatique (GIEC, 1990, 2007(a)). Le quatrième rapport d'évaluation du GIEC (2007) souligne qu'il y aura des changements de fréquence et d'intensité de certains phénomènes météorologiques et des événements climatiques extrêmes qui vont probablement remettre en question les systèmes humains et naturels. Il est également très probable que la plupart des régions (entre 90 à 99% la probabilité d'occurrence) auront des températures plus élevées, des vagues de chaleur plus fréquentes et de plus fortes précipitations en plus à la sécheresse et l'augmentation du niveau des océans et des mers. L'agriculture est particulièrement vulnérable au changement climatique en raison de sa dépendance à l'égard des conditions climatiques et du cycle naturel du climat. En littérature, beaucoup de recherches se sont orientées vers la prévision et la quantification de l'impact du changement climatique sur les systèmes agricoles dans de nombreuses régions du monde. Quelques degrés de réchauffement auront augmenté les rendements des cultures des zones tempérées alors que dans les régions tropicales et les zones arides les rendements auront une tendance à la baisse, de même une diminution des précipitations aurait un effet négatif sur les rendements (Afshin, 2010). En outre, la dégradation des sols et la diminution des ressources en eau résultant du changement climatique sont susceptibles d'avoir des impacts négatifs sur l'agriculture à l'échelle mondiale (GIEC, 2001). Cependant, avec une adaptation, les rendements seront probablement moins touchés par le changement climatique. L'évaluation de l'impact économique du changement climatique sur l'agriculture suscite un intérêt croissant. Cependant, Il a été estimé qu'une augmentation de température de 2,5 °C ou plus, entraînerait une baisse des rendements agricoles et une croissance rapide des prix des produits alimentaires, car la croissance de la demande alimentaire mondiale est plus rapide que la capacité productive (Parry *et al.*, 1999,). Le changement climatique

n'a pas seulement un effet sur la productivité agricole, mais aura également des conséquences économiques sur la rentabilité des exploitations agricoles, l'approvisionnement, la demande, la commercialisation et les prix (Kaiser et Drennen, 1993). Du fait qu'il y'a une grande incertitude dans la compréhension du timing, de l'ampleur et du rythme de la variante climatique, il est important de quantifier et de monétiser ses impacts économiques dans le secteur de l'agriculture. Une réponse à la menace globale du changement climatique nécessite un accord international pour encourager les efforts à réduire la concentration des GES dans l'atmosphère. Le Protocole de Kyoto a été adopté par les négociateurs des gouvernements en décembre 1997 sous l'égide de la Convention Cadre des Nations Unies sur les changements climatiques (CCNUCC). L'objectif du Protocole de Kyoto est de limiter les émissions des GES pour prévenir ou réduire les impacts négatifs du changement climatique. Le protocole contient deux objectifs: le premier objectif exige à ce que les pays développés réduisent leurs émissions des GES de 5 %, en dessous de la moyenne annuelle de 1990 au cours de la période allant de 2008 à 2012 (première période d'engagement). Le deuxième objectif vise à compenser leurs émissions en augmentant les puits-Carbone, terme utilisé pour désigner la biomasse végétale et les forêts qui absorbent le dioxyde de carbone provenant de l'atmosphère. Aussi bien, la promotion des formes d'agriculture durables et l'utilisation des biocarburants.

Les données montrent que le changement climatique est global, de même que leurs effets, mais les effets les plus néfastes se feront sentir principalement par les pays en développement, notamment en Afrique, en raison de leur faible niveau de capacités d'adaptation (Nwafor 2007; Jagtap 2007). L'Algérie est l'un de ces pays en développement qui au cours des deux dernières décennies, a été durement touchée par une série d'inondations ayant provoqué une perte d'un millier de vies humaines, des dizaines de milliers de familles sinistrées et des dégâts de matériel importants, notamment dans les villes de BBA (23-09-1994), Bab el Oued (10-12-2001), Adrar (14-04-2004), Ghardaïa (01-09-2008), Béchar (08-10-2008) et Adrar (20-01-2009). Il est prévu que le rendement des cultures en Afrique pourrait chuter de 10-20% d'ici 2050, voire jusqu'à 50% en raison du

changement climatique (Jones et Thornton, 2003). En raison que l'agriculture en zones semi arides est principalement pluviale, une grande partie de la recherche agricole relativement au changement climatique a tendance à se concentrer sur l'évaluation de la sensibilité des différents attributs des systèmes de culture (Culture/Elevage, Rendements, Ravageurs, Maladies, etc...), avec une certaine importance à l'aspect socioéconomique. Wisner *et al* (2004) rapportent que la vulnérabilité de l'agriculture n'est pas déterminée par la nature et l'ampleur des stress environnementaux comme le changement climatique en soi, mais par la combinaison de la capacité de la société à faire face et/ou de s'adapter aux changements environnementaux. La capacité d'adaptation et le degré d'exposition aux changements environnementaux sont tous deux liés à l'évolution des aspects sociétaux tels que les modes d'utilisation des terres et les adaptations des pratiques culturelles. En fait, les facteurs socio-économiques, la concurrence internationale, de développement technologique ainsi que des choix de politique permettront de déterminer le modèle et l'impact que les changements agro-climatiques auront sur l'agriculture (Brussels, 2009). Khanal (2009) a classé les impacts climatiques sur l'agriculture en deux volets à savoir : les impacts biophysiques et socio-économiques. En effet, les impacts biophysiques comprennent les effets physiologiques sur des cultures et l'élevage, le changement des terres, l'eau et les sols, l'augmentation des défis contre les mauvaises herbes et les ravageurs. Cependant, les impacts socio-économiques englobent la baisse des rendements, la réduction du Produit Intérieur Brut (PIB) de l'agriculture, la fluctuation des prix du marché mondial, les changements dans la répartition géographique de l'activité agricole de son régime commercial, l'augmentation du nombre de personnes menacées de faim, l'insécurité alimentaire, les migrations et les conflits civils. Désormais, l'adaptation de l'agriculture au changement climatique devrait être une priorité, comme il l'est déjà pour beaucoup de communautés développées. En effet, ceci pourra impliquer l'utilisation des espèces végétales ayant la capacité de faire face à des températures plus élevées, des conditions plus sèches des ravageurs et des maladies émergentes. Pendant la saison sèche, la gestion de l'eau et des pâturages devient de plus en plus difficile, notamment dans les systèmes

d'exploitation mixtes. Dans certaines régions d'Algérie, les cultures protégées sous serres ; munies d'un système d'irrigation économiseur d'eau (goutte à goutte) pourront se révéler l'une des meilleures façons d'adaptation au déficit d'eau d'irrigation, voire même, palier aux pertes des superficies cultivées en plein champs à cause de la contrainte climatique. L'adaptation des agriculteurs vis-à-vis de la variabilité du climat, exige une meilleure gestion de risques et des politiques agricoles adéquates ainsi une application rigoureuse de la part des agriculteurs. En perspective, les exploitants auront besoin de faire des changements majeurs, tels que de passer d'un système d'exploitation à un autre «Adaptation transformative». Ces mesures audacieuses semblent inévitables si le changement climatique se produit à l'extrémité supérieure des prévisions actuelles. Toutes ces réflexions d'adaptation ou d'atténuation ont pour objectif : l'accroissement de la production alimentaire, aider les agriculteurs à devenir plus résistants au changement climatique et réduire les émissions des GES. Cependant, il est important de souligner que les réussites isolées ne suffisent pas. À cet effet, les pays concernés doivent adopter une approche holistique de lutte contre le changement climatique, afin d'assurer la sécurité alimentaire en mettant au point des politiques appropriées et loyales.

1.2 Justification de l'étude

L'agriculture a été toujours l'un des piliers de l'économie algérienne. En effet, un taux de 12% de la population totale active dans le secteur agricole dont la majeure partie constitue « la petite exploitation privée », occupant les zones rurales avec un taux de 74,73% (ONS, 2010). La majorité des terres agricoles sont cultivées sous un régime pluvial, où les précipitations sont insuffisantes et imprévisibles, aussi bien que les températures extrêmes jouent à l'encontre du développement des cultures. L'agriculture a été toujours otage de l'imprédictibilité du climat semi aride. En fait, plusieurs modèles de prévision climatique suggèrent que l'Algérie connaîtra une diminution des précipitations et une augmentation des températures (MATE, 2001). Si les prévisions sont justes, l'Algérie va subir des périodes difficiles, ses besoins en eau vont doubler sous la pression de la croissance démographique et les demandes culturelles. Vu le manque d'études sur le fonctionnement de l'exploitation agricole en relation

avec la variabilité du climat en Algérie. Nous essayerons d'entreprendre cette tâche dans le présent document, en mettant en exergue une étude de cas relativement à la région de Sétif, qui est probablement représentative de plusieurs zones rurales du pays.

1.3 Objectifs du travail

L'objectif principal de cette étude est d'analyser la tendance climatique de la région de Sétif, à travers une série historique des températures et de pluviométrie. En effet, ces paramètres constituent la charnière du climat (Bary Lenger *et al*, 1979). L'étude permettra aussi de faire un diagnostic socioéconomique à l'échelle de l'exploitation et à l'échelle régionale. Par ailleurs, l'analyse va exhiber à la fois le postulat du risque que coure la région d'étude vis-à-vis du changement climatique global, son degré et à quel niveau soit il perçu par les agriculteurs. Il s'agira de faire une analyse globale du fonctionnement du système de production en caractérisant les exploitations agricoles locales. À travers un choix préétabli de trois grandes zones géographiques, réparties sur un axe nord-est/sud-ouest, où la variabilité soit maximale à l'échelle climatique. En effet, ces trois zones sont dénommées : « zone nord », « zone centre » et « zone sud » relativement à leur projection orthogonale sur le gradient pluviométrique local. Ceci va traduire au mieux l'impact climatique sur la typologie et les transformations des traditions culturelles locales. La zone nord est caractérisée par un climat subhumide, recevant une pluviométrie annuelle supérieure à 600mm. Tandis que, les zones sud reçoivent une pluviométrie annuelle de 300mm (Baldy, 1974). En fait, ces zones deviennent de plus en plus victime de la rareté d'eau. L'identification des pratiques agricoles récemment introduites dans ces régions, pourra donner un signal positif sur le modèle à adopter pour l'adaptation et l'atténuation des effets des changements du climat. Toutefois, ce comportement-modèle pourra être évalué et/ou transcrit dans d'autres régions similaires. Dans la mesure où ce dernier pourra assurer un compromis entre une viabilité et une rentabilité économique aux exploitations agricoles menacées par la contrainte climatique. Ceci donnera une valeur certaine à ces modèles de transitions qui pourront être proposés comme outils d'aide à la décision au profit des décideurs et des concepteurs des programmes étatiques d'aide. En fait,

ce travail présente une évaluation sommaire des programmes de subvention agricole (PNDA, PNDAR...etc). Egalement, il donne une critique du fonctionnement de ces programmes sur le plan organisationnel et structurel.

1.4 Méthodologie:

Le modèle exploratoire de l'étude et la nature des variables d'analyse exigent une chronologie de travail bien réfléchi ; En premier lieu, une étude documentaire s'avère nécessaire pour établir une vue d'ensemble, afin de vérifier et/ou réorienter les postulats précédemment posés et de bien cibler les objectifs. Par la suite, une collecte de données climatiques a été entreprise à travers les stations principales et régionales de météorologie de l'Est algérien. Egalement, d'autres recherches ont parvenu à obtenir un nombre important de documents d'archive climatique. Ceci a fait l'objet d'un travail de numérisation de longue haleine. Par ailleurs, le travail de terrain consiste à établir des enquêtes socioéconomiques auprès des exploitations agricoles. Les zones d'études enquêtées ont été choisies de façon à maximiser la variabilité climatique. La méthodologie présentée ainsi, va répondre aux objectifs principaux : soit de mettre en évidence la variation climatique sur le plan spatiotemporel et d'analyser les impacts en relation avec le fonctionnement et les transitions du secteur agricole local.

La thèse comporte cinq chapitres, le premier chapitre expose l'énoncé de la problématique de recherche, les objectifs et la méthodologie du travail. Tandis que, le deuxième chapitre, présente des informations générales sur la région d'étude en énumérant les potentialités et les contraintes de l'activité agricole locale ainsi que les risques afférents au changement climatique global. Dans le troisième chapitre nous allons analyser le climat local sur le plan temporel, en mettant en exergue l'évolution des précipitations et des températures moyennes, maximales et minimales observées au cours de deux périodes : une ancienne période (1938-1962) et une période récente (1981-2012). À travers le quatrième chapitre, nous allons établir une analyse comparative qui englobe les trois zones d'étude, en tenant en compte de l'environnement socioéconomique, des typologies dominantes, des modes de transformations des pratiques agricoles et du diagnostic de la performance économique des entités agricoles. Dans le dernier chapitre, nous allons faire introduire la notion climatique sur l'ensemble

de la zone d'étude et étudier son effet sur la dynamique des activités agricoles. Nous essayerons également de dissocier l'impact anthropique de l'impact climatique, s'agissant des effets sur les transformations des pratiques agricoles. En effet, la performance économique (PE) des exploitations sera traitée en tant qu'indicateur du modèle de transition afin d'évaluer la viabilité économique de l'exploitation. Dans ce même chapitre nous allons donner les limites de cette étude et des recommandations au profit de futures recherches en relation.

Chapitre 2

REVUE BIBLIOGRAPHIQUE

2.1 Etude du milieu physique et socioéconomique agricole

2.1.1 Localisation

La wilaya de Sétif est une zone à vocation agricole située entre 35° à 36,5° de latitude nord et entre 5° à 6° de longitude Est. Conformément à la loi N°84/09 du 4 février 1984 relative à l'organisation territoriale du pays, la wilaya de Sétif est limitée

- ✓ Au nord par les wilayas de Bejaïa et Jijel
- ✓ A l'Est par la wilaya de Mila
- ✓ Au sud par les wilayas de Batna et Msila
- ✓ A l'Ouest par la wilaya de BBA

Elle s'étend sur une superficie de 6 549 km² soit 0,27% du territoire national. Le relief est relativement accidenté dans sa partie nord, il est dominé par des montagnes boisées. Cependant, il est plutôt plat dans les parties centrales et sud, où émergent quelques mamelons dénudés de végétation. Située dans la région semi aride de l'Est algérien, la région de Sétif a été depuis longtemps une région propice à la culture des céréales et l'élevage, elle occupe une position centrale et constitue un carrefour au milieu de six wilayas. Grâce au réseau de communication, tissé par les routes nationales et l'autoroute Est-Ouest, Sétif est devenue un passage obligatoire des flux venant de Sud vers les ports de Jijel et Bejaia et les mouvements entre l'Est et l'Ouest. Composée de 60 communes et 20 daïras, la wilaya de Sétif est classée en deuxième position après la capitale en terme de potentiel démographique (MATE, 2008).

2.1.2 Caractères Agropédoclimatiques de la région d'étude

2.1.2.1 Relief

Le relief du Sétifois est divisé en trois grandes zones (fig. 2.1) :

a) Zone de montagnes : La région de Sétif est sillonnée par trois masses montagneuses ; premièrement, la masse des « *Babor* » à l'extrême nord s'étend sur une centaine de kilomètres carrés avec une altitude maximale avoisinant 2000m. La deuxième chaîne montagneuse se situe à une latitude moins inférieure, formée d'un ensemble de Monts relativement éparses, allant de l'Est vers l'Ouest en passant par Djebel Tachouda, Megres, Laanini, Tafet, les monts de Guenzet et Zemoura pour rejoindre ainsi l'extrémité orientale de la chaîne de

Bibans. Tandis que, la troisième chaîne montagneuse couvre une bonne partie du sud de la wilaya, où l'altitude peut atteindre 1890m ; le cas des monts de Boutaleb. En effet, cette chaîne constitue un prolongement de la chaîne de Hodna, couvrant ainsi une vaste étendue dans le Sud et le Sud Ouest du Sétifois.

b) Zone des hautes plaines : Une grande partie qui occupe plus de 50% de la superficie totale de la wilaya, elle est relativement plate dont l'altitude varie de 900 à 1200m. Cependant, malgré ce caractère de régularité, de petits mamelons montagneux apparaissent dans cette zone, tels que Djebel Youcef et Djebel Brao.

c) Zone de dépression : Située dans le Sud et le Sud Est de la wilaya, où l'altitude dépasse rarement 900m. Cette zone est pratiquement plate, elle couvre une superficie de 10% de l'espace de la wilaya et elle se caractérise par la présence des « chotts » ou dépressions salées.

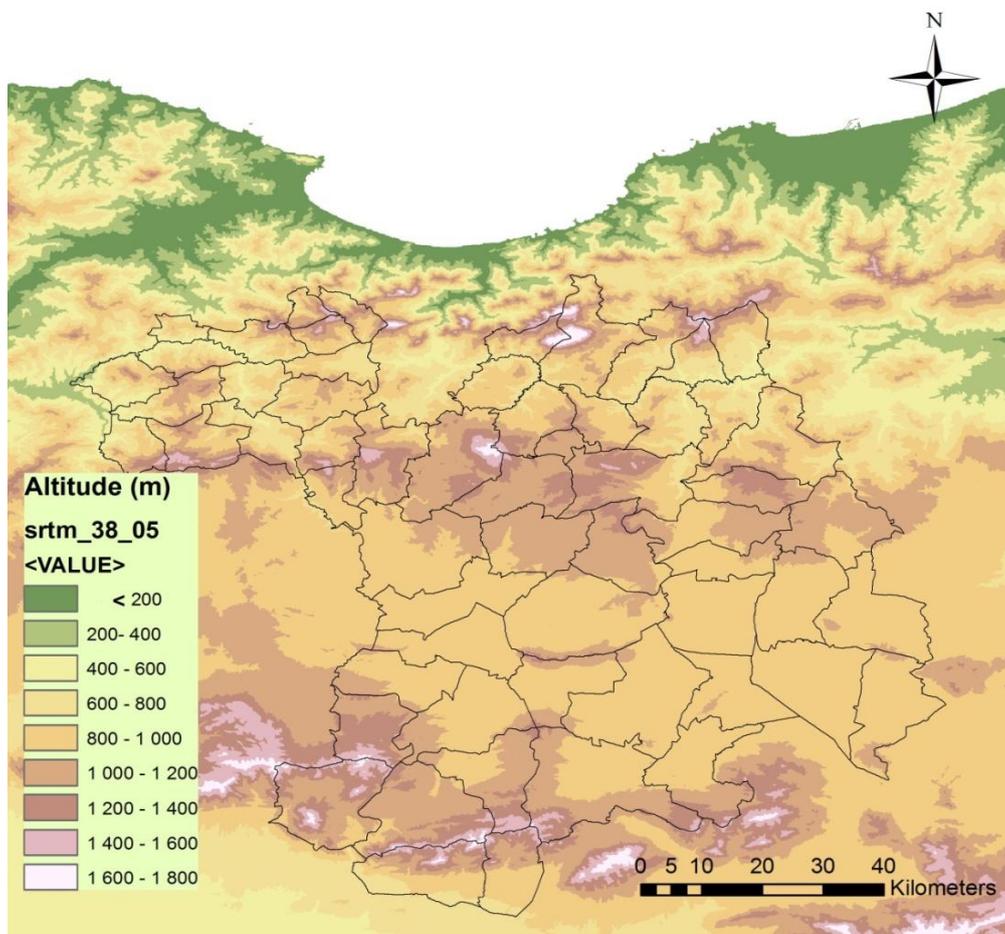


Figure 2.1. Topographie de la région d'étude

Source : élaborée par l'auteur sur fond de carte SRTM

2.1.2.2 Climat

L'orientation du relief a particulièrement de lourdes conséquences dans le domaine climatique, elle provoque le blocage des influences maritimes venant du nord. Si bien que, la région de Sétif se situe à peine de quelques dizaines de kilomètres à vol d'oiseau de la méditerranée, elle se caractérise en grande partie par un climat continental semi-aride, avec des hivers froids et pluvieux et des étés chauds et secs (Bounechada et Fenni, 2012). Cependant, les pluies sont insuffisantes et irrégulières dans le temps et dans l'espace ; Si les monts de *Babor* sont les plus arrosés en recevant plus de 700mm par an, la quantité diminue sensiblement pour atteindre 400 mm en moyenne sur les hautes plaines (Ceneap, 2013). Tandis que, les zones Sud et Sud-Est restent les moins arrosées, où les précipitations annuelles ne dépassent pas les 300mm (Baldy, 1974). L'agriculture pluviale est sensiblement affectée par la faiblesse et la mauvaise répartition des précipitations au cours de l'année. En effet, la majeure partie de ces précipitations tombe entre les mois d'octobre et février (Hafsi *et al.*, 2009). Cependant, la saison sèche s'étend généralement entre les mois de mai et septembre. Les effets néfastes des vents de Sirocco et les gelées printanières sur l'agriculture locale sont à craindre, notamment au cours des stades végétatifs critiques. En effet, les vents de sirocco qui se manifestent généralement en saison estivale, accentuent l'évapotranspiration des cultures aussi bien que les maximas thermiques (Souidi *et al.*, 2010). Cependant, les gelées tardives du printemps peuvent abaisser considérablement les productions des plantations fruitières voire même les rendements des céréales, lorsqu'elles coïncident avec les stades de floraisons. Ce phénomène climatique a enregistré une occurrence annuelle de 68 jours de gelées blanches durant la période 1981-2012.

2.1.2.3 Sol

En Algérie, les sols carbonatés sont les plus répandus, ils représentent de vastes étendues encroûtées. En raison du climat semi-aride et aride, les sols gypseux ne sont en général ni cultivables ni irrigables, encore, ils constituent des parcours médiocres (MATE, 2010). La désertification représente une grande menace pour la gestion durable des ressources dans les régions arides, semi-arides et subhumides inférieures. Les sols de la région de Sétif sont dans leur grande

majorité carbonatés. La partie Nord est couverte par des sols profonds à texture argileuse à argilo-limoneuse souvent pauvre en humus, comporte majoritairement des sols pas ou peu calcaires, noirs vertiques (Lahmar, 1993). Sont généralement de type brun calcaire au sud et au centre, avec parfois des encroûtements calcaires, deviennent de plus en plus caillouteux dans la frange sud. En outre, les sols salés se trouvent dans les dépressions (chotts) de la région Sud Est. Bien que, les sols hydro morphes aient une extension très limitée dans la région, leur présence est signalée uniquement dans les prairies et les lits des Oueds. Le potentiel pédologique des Haut plateaux dans la région de Sétif est en voie de dégradation en raison de l'érosion dans certains sols. En effet, la diminution des stocks organiques des sols et la dégradation de leur qualité est notée, suite à une mauvaise gestion des ressources et au mode traditionnel de culture à savoir : les labours profonds en pente, qui font perdre les parcelles travaillées d'énormes quantités de terre fine. Et en l'absence des pratiques appropriées qui respectent le potentiel édaphique, tel que le mode du semis direct qui demeure jusqu'au jour très réduit dans la région, malgré les campagnes de vulgarisation visant à le faire connaître aux agriculteurs.

2.1.2.4 Végétation

Le couvert végétal de la région de Sétif est caractéristique des régions du climat semi aride. Il regroupe l'ensemble des espèces végétales qui s'y développent spontanément ainsi que certaines espèces acclimatées qui s'y sont bien adaptées. Les précipitations et l'altitude conditionnent en grande partie l'importance et la variabilité de la végétation. On distingue sur les monts à forte pluviosité et sur les plaines des essences forestières variées telles que : le pin d'Alep, le Cyprès, le cèdre, le Sapin de Numidie et le Chêne vert et le Chêne-liège. Par ailleurs, la zone montagneuse est aussi une région où prolifèrent l'arboriculture pluviale notamment l'olivier et le Figuier. Cependant, les grandes cultures telles que les céréales, les cultures fourragères et le maraichage se développent bien sur des superficies à moyenne altitude. Par ailleurs, une bonne partie de la superficie de la région se caractérise par une végétation pauvre voire inexistante, notamment dans la zone des dépressions ou Sebkhats, où le problème de salinité est le plus fréquent.

2.1.2.5 Ressources en eau

Les eaux superficielles existantes dans la région de Sétif sont insuffisantes, leurs capacité d'accumulation superficielle annuelle est d'environ 29,6 millions de mètre cube, répartie sur trois barrages et 12 retenues collinaires. Ces réserves sont alimentées par un réseau d'oueds dont les principaux sont : Oued Bousselem, il présente la principale source d'eau permanente qui coule du Nord vers le Sud, puis vers le Nord-Ouest pour rejoindre oued Soummam, Oued Dehamcha et Oued Menaâ dans la partie Nord-Est et Oued Ftissa et Ben Dhiab dans la partie Sud de la région. Cependant, les réservoirs des eaux souterraines mobilisent 93 millions de mètre cube, les nappes artésiennes et phréatiques au Nord se caractérisent par un débit médiocre. Tandis que, les nappes du Sud sont plus profondes et sont influencées par une remontée permanente des eaux salées, où une grande partie se perd par évaporation. La Wilaya de Sétif est un grand pôle agricole, il est appelé à répondre aux besoins de l'Algérie en matière de production céréalière et laitière. En fait, le projet des grands transferts d'eau, initié depuis quelques années qui est censé assumer un transfert annuel de 310 millions de mètres cubes à partir des barrages de Ighil Emda et Erraguène, vers les nouveaux barrages de Mahouane et Drâa-Eddiss. Cette quantité sera destinée à assurer les besoins en eau potable pour 25 agglomérations capitalisant 1,4 millions d'habitants et servira à irriguer 36 000ha de périmètres irrigués des hautes plaines sétifiennes (Anonyme, 2008).

2.1.3 Historique de l'agriculture algérienne

Plusieurs périodes ont caractérisé l'agriculture de l'Algérie indépendante, ces périodes ont été jumelées avec plusieurs politiques agricoles de démembrement et de remembrement les exploitations publiques, qui ont été souvent incompatibles avec les conditions sociotechniques du secteur et qui ont toutes abouti malheureusement à l'échec. Nous allons présenter les principales périodes dont nous insisterons davantage sur la période contemporaine, si bien qu'elle est intimement liée à notre problématique d'étude. La première période s'étend de 1962 jusqu'à 1987. En effet, toutes les politiques de développement adoptées durant cette période ont été inspirées du modèle de gestion socialiste, dominées par l'idéologie politique ancienne de l'Etat algérien. L'année 1987 a été

l'année du grand tournant qu'a vécu le modèle de gestion agricole, par la promulgation de la loi 19/87 qui a instauré le modèle de gestion libéral, c'était la période la plus critique de tous les temps passés, sur les plan économique et social. Cette période s'étend jusqu'à 2010, date de la promulgation de la loi 10-03 fixant les conditions et modalités de conversion des droits de jouissance en droits de concession des terres agricoles du domaine privé de l'Etat. Par ailleurs, l'Etat a lancé un programme de subvention agricole à partir de l'an 2000, qui a sensiblement inscrit d'impacts positifs sur l'activité agricole et le monde rural.

2.1.3.1 Période 1962 - 1987

Durant les premières années d'indépendance, l'agriculture occupait un rang assez avancé dans les exportations globales. L'Algérie a dû faire face au problème des excédents agricoles famineux, le secteur agricole a donc assuré le financement d'une partie des importations (Bouchetata, 2006). Cependant, les recettes des exportations des hydrocarbures vont commencer à couvrir les besoins d'importations à partir de la fin des années soixante. Les terres anciennement exploitées par les colons ont été organisées dans le cadre du secteur public dit « autogéré ». Cette période a été caractérisée par l'adoption de lois organisant et structurant le secteur agricole. En 1971, la révolution agraire avait comme objectif, la modernisation de l'agriculture, la réduction de la taille des exploitations et d'allier entre le processus de production agricole et l'industrie. En 1980, l'Etat algérien entame un processus de libération du secteur par un démantèlement des grandes exploitations et leur renforcement par un staff technique, entre autre une libération progressive des prix a été mise en place en faveur de cette réglementation. A cette période, le solde de compte d'exploitation des domaines agricoles fut positif pour la première fois depuis leur création (Bessaoud, 2004)

2.1.3.2 Période 1987 - 1999

En 1987, la Loi 19-87 du 8 décembre 1987 a conduit au démantèlement des 3400 domaines autogérés et à la mise en place d'un nouveau mode de gestion des terres du domaine national, à travers la création de 3 000 exploitations agricoles collectives (EAC) et 60 000 exploitations agricoles individuelles (EAI). Cette

réforme va se heurter pendant des années quatre vingt dix à une situation extérieure tendue, marquée par l'ampleur du remboursement du service de la dette extérieure (Bendahmane et Aissani, 2001). En 1994, le Plan d'Ajustement Structurel a conduit l'économie algérienne à s'ouvrir sur l'économie mondiale, mais il faut préciser que dans ce contexte, il n'y avait pas un programme d'ajustement structurel spécifique au secteur agricole. Encore plus, ces ajustements ont eu des effets néfastes sur le développement agricole, ce qui fait que le progrès technique et agronomique s'est très faiblement diffusé dans le secteur agricole privé et mal diffusé dans le secteur agricole public (Bedrani *et al.*, 2001).

2.1.3.3 Période 2000 à nos jours

2.1.3.3.1 Le Plan national de Développement Agricole (PNDA)

Depuis septembre 2000, le Plan National de Développement Agricole (PNDA) a été mis en œuvre par les pouvoirs publique visant à développer la production et la productivité agricole, et la modernisation des exploitations agricoles grâce à des investissements importants et l'utilisation des ressources naturelles durables appropriées (Laoubi, 2010). Des fonds considérables ont été alloués par le gouvernement sous forme d'aides financières et techniques aux agriculteurs. En effet, 2,3 milliards d'euros ont été accordés au cours de la période 2000-2005 (Habibi, 2008). Les objectifs du PNDA convergent principalement vers la restructuration du territoire agricole et le développement qualitatif et quantitatif de la production. (Bendahmane et Aissani ,2001) ; Visant en priorité :

- l'amélioration du niveau de sécurité alimentaire, visant l'accès des populations aux produits alimentaires nationaux.
- Le développement des capacités de production et de multiplication des intrants agricoles et du matériel de reproduction en maîtrisant davantage les contraintes naturelles (sol, eaux et climat).
- la préservation de l'environnement et la valorisation des montagnes par des reboisements économiques qui peuvent aussi servir à lutter contre la désertification.

- l'adaptation des systèmes d'exploitation des sols dans les régions arides et semi-arides au profit des activités adaptées (l'arboriculture, l'élevage, etc...)
- l'extension de la surface agricole utile à travers la mise en valeur des terres par la concession.

Dans ce sens, le PNDA s'articule autour de l'incitation financière des agriculteurs à adhérer volontairement selon des actions ciblées suivant un schéma directeur de développement zonale élaboré par le cadre technique de chaque wilaya.

A titre d'exemple, pour la wilaya de Sétif, plus de 5 milliards de dinars ont été accordés à 3898 agriculteurs, à titre de soutien par le biais du Fonds national pour la régulation du développement agricole (FNRDA) (MADR, 2013). La céréaliculture est la première vocation de la wilaya, elle se place en tête en termes d'investissement et de superficies exploitées, suivie des cultures fourragères et de l'arboriculture fruitière. En matière d'irrigation, le FNRDA a contribué, pour une part importante au financement d'acquisition d'équipements hydrauliques (kits d'aspersion, pompes, réseaux de goutte à goutte) et dans la réalisation des bassins d'accumulation, des forages et des puits. La filière "lait", a également bénéficié du FNRDA à travers des primes incitatives à la production et à la collecte du lait cru. Dans ce même contexte, les éleveurs bovins ont été encouragés à améliorer le potentiel génétique de leur cheptel en introduisant de nouvelles races performantes.

2.1.3.3.2 La Nouvelle politique de développement rural en Algérie

En juillet 2002, une nouvelle politique a été adoptée pour consolider le (PNDA) par une dimension rurale nommée: Plan National de Développement Agricole et Rural (PNDAR). Ce plan s'articule autour de deux composantes :

- La mise à niveau des exploitations agricoles et les filières de production
- La revitalisation des espaces ruraux, l'amélioration des conditions de vie des populations rurales et la promotion de l'artisanat et des métiers ruraux.

Il consiste en une démarche spécifique « d'accompagnement » des populations rurales, notamment sur les plans techniques, organisationnels et financiers, dans leurs efforts visant à rendre leurs activités économiquement durables,

génératrices de revenus, en mesure de leur assurer une meilleure sécurité alimentaire et des conditions de vie plus favorables (MADR, 2003). Le programme quinquennal 2010-2014 mobilisera près de 1000 milliards de dinars en vue de lancement de 12 000 Projets de Proximité de Développement Rural Intégré (PPDRI) au bénéfice des 12 millions d'habitants de la population rurale algérienne, dont 70% ont moins de 30 ans (MATE, 2010). Il est attendu de ce programme à l'horizon 2014, un taux de croissance de la production agricole moyenne ; passant d'un niveau moyen de 6% par an pendant la période 2000-2008, à 8,33% pour la période 2010-2014. Par ailleurs, il vise encore une stabilisation de la production céréalière annuelle autour de 54 millions de quintaux et celle du lait à plus de 3 milliards de litres avec un milliard de litres collecté qui devrait influencer aussi de manière effective le niveau des importations du lait en poudre.

2.1.4 Structure de l'Appareil de production agricole de la wilaya de Sétif

Selon le recensement général de l'agriculture (RGA) 2001, la wilaya de Sétif renferme 357 646 ha de superficie agricole utilisée (SAU), soit un taux de 4% environ de la SAU du pays. La répartition de la SAU est fortement influencée par le statut juridique. Cependant, la répartition du nombre d'exploitation est fonction de la tranche de SAU par exploitation, selon (Djenane, 1997), le secteur agricole dans la wilaya de Sétif est majoritairement formé de la petite exploitation de type familial. Presque 79% des exploitations ont une superficie inférieure à 10 ha, dont environ 12 000 exploitations possèdent une SAU entre 2 et 5 ha, soit 10% de l'effectif total des exploitations (fig. 2.2). Par ailleurs, 3 472 exploitations de la classe de superficie 20 à 50 ha capitalisent à elles seules presque 30% de la SAU totale. Il en ressort qu'une forte disparité est à noter quant à la répartition des terres ; semblablement à celles qui avaient été héritées de la période coloniale (Bourenane, 1991).

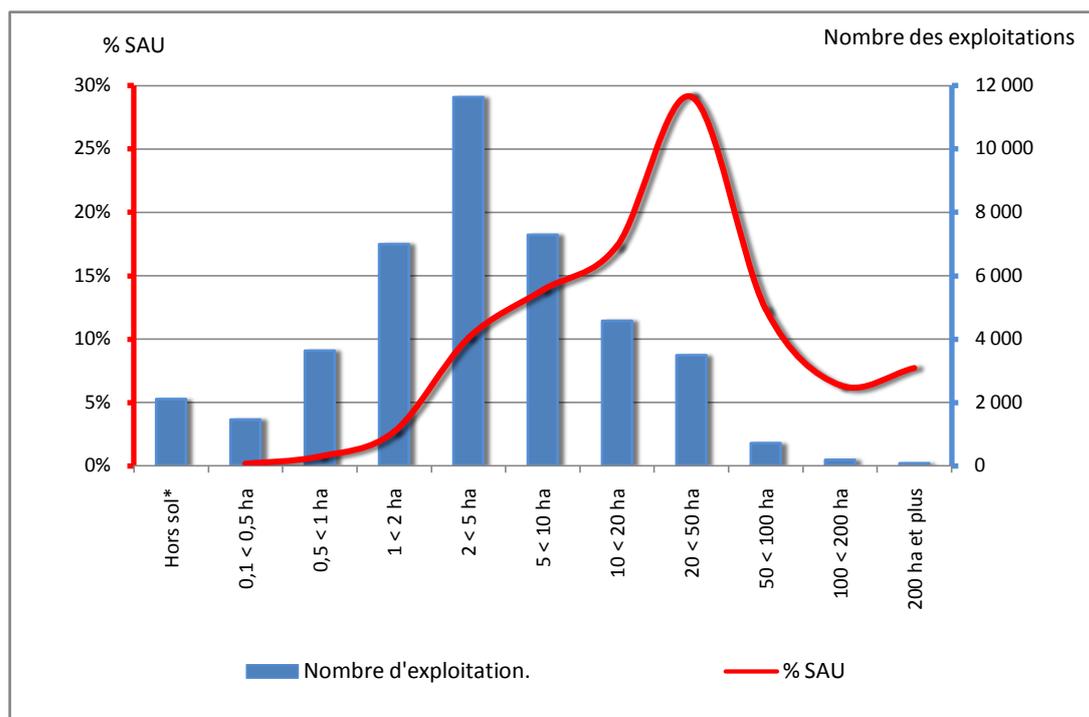


Figure 2.2 Répartition de l'effectif des exploitations et la SAU en fonction de la taille de l'exploitation dans la wilaya de Sétif. Source : DSA de Sétif (2011)

Les disparités de répartition des terres existent aussi bien entre les classes de SAU qu'entre les différents statuts juridiques, le statut juridique privé domine la situation en nombre et en superficie. En effet, près de 83% des exploitations relèvent du statut privé, s'accaparant ainsi de 66,17% de la SAU totale de la wilaya de Sétif (DSA, 2011). Toutefois, il est à signaler, que les exploitations agricoles individuelles (EAI) et les exploitations agricoles collectives (EAC) qui relèvent du domaine privé de l'Etat, occupent plus de 27% de la SAU totale. En effet, le tissu de production agricole, renferme une multitude de statuts juridiques qui présentent une grande divergence en matière de répartition du nombre d'entités existantes à l'échelle de la wilaya (Tableau 2.1). Cependant, le nombre des exploitations en hors sol (sans terre) avoisine 5%, ces derniers exercent de l'élevage ou des activités de service. En effet, ce chiffre est en hausse d'une année à l'autre à cause des politiques d'emploi entreprises par l'Etat et chapeautées par diverses structures d'emploi telles que : l'ANSEJ, CNAC, ANGEM, visant à intégrer les gens hors secteur agricole dans le processus de production.

Tableau 2.1 Structure du système productif dans la wilaya de Sétif

Statut juridique	Nombre des exploitations		SAU	
	Nombre	%	SAU (ha)	%
Exploitations Privées	34 749	82,79%	236 651	66,17%
Société civile	46	0,11%	269	0,08%
Société familiale	47	0,11%	710	0,20%
SARL	10	0,02%	204	0,06%
APFA	7	0,02%	129	0,04%
EAC	235	0,56%	26 484	7,40%
EAI	3 761	8,96%	71 282	19,93%
Concessions	24	0,06%	397	0,11%
EURL	4	0,01%	19	0,01%
Fermes Pilotes	7	0,02%	10 157	2,84%
Coopératives	19	0,05%	339	0,09%
Groupements	3	0,01%	3	0,00%
Ferme ou station EPA	3	0,01%	342	0,10%
Ferme ou station EPIC	2	0,00%	31	0,01%
Ferme ou station EPE	4	0,01%	422	0,12%
Avec location de terres	653	1,56%	7 423	2,08%
Avec association de terres	306	0,73%	2 784	0,78%
Hors sols	2 089	4,98%		0,00%
Total	41 969		357 646	

(Source : RGA 2001)

2.1.4.1 Les productions végétales

Au cours de la campagne agricole 2011-2012, la superficie totale allouée à l'agriculture dans la wilaya de Sétif s'élève à 557 069 ha dont 65% de SAU (Tableau 2.2). En effet, les cultures annuelles occupent presque la totalité de la SAU, soit un taux de 92,1%. Cependant, le quota des superficies irriguées compte 12% de la SAU. La céréaliculture occupe toujours la quasi-totalité de la SAU, comme le souligne Abbas (2005), associée avec l'élevage, ce système constitue la typologie classique dominante de la zone rurale Sétifienne (Rouabhi. 2012). En fait, ce système permet au vu de l'incertitude du climat, de minimiser les risques des aléas climatiques et de stabiliser les revenus des agriculteurs éleveurs. Pendant la campagne 2012, la superficie réservée aux cultures céréalières était répartie par spéculation comme suit : 104 120 ha de blé dur, 22 995 ha de blé tendre, 47 130 ha d'orge, et 6 285 ha d'avoine. Pour les cultures maraîchères, la superficie réservée était de 10 254 ha. Par contre, les superficies des légumes secs étaient très limitées (929 ha).

Tableau 2.2. Occupation des terres agricoles dans la wilaya de Sétif durant la campagne agricole (2011-2012)

Répartition des terres			Superficies (ha)
(SAU)	Terres labourables	Cultures herbacées	202 221
		Jachère	131 278
	Les cultures permanentes	Prairies naturelles	1 958
		Vignobles	55
		Plantation	25 143
Total SAU			362 063
Dont SAU irriguée			4 577
Pacages et parcours			56 699
Forêts			97 222
Terres improductives des exploitations			41 084
Total des terres utilisées par l'agriculture (SAT)			557 069

Source : MADR 2012- (DSA de Sétif).

2.1.4.2 Les productions animales :

La production animale de qualité et en quantité suffisante est parmi les préoccupations majeures de l'Etat algérien, visant ainsi à subvenir aux besoins d'une population grandissante d'une année à l'autre, cette préoccupation se trouve entravée par plusieurs problèmes d'ordre structurel et organisationnel, tels que la cherté de certains produits protéiques qui ne sont pas à la portée du citoyen normal, en plus à l'instabilité du marché qui fait que les prix de vente sont très fluctuants, ce qui pourra exposer les agriculteurs producteurs à de grands échecs financiers . La région de Sétif a connu ces dernières années une nette amélioration de l'élevage bovin, qui devient un créneau porteur et attractif non seulement pour les agriculteurs propriétaires terriens, mais aussi bien pour d'autres investisseurs hors secteur. Cette tendance revient à la politique de l'Etat à promouvoir la production du lait, afin d'abaisser la facture des importations du lait en poudre, qui s'élevait selon l'ONIL à 800 millions de dollars en 2010. Cette croissance du cheptel bovin a été aussi due au développement de l'élevage en hors sol. L'effectif bovin n'a cessé de croître d'une année à l'autre, il a enregistré en 2004 un effectif de 109 451 têtes contre 128 374 têtes en 2012 soit une évolution annuelle de plus de

17% (Tableau 2.3). La vache laitière représente 57% de l'effectif total du cheptel bovin élevé (DSA 2012). Généralement, la région centre et Sud de la wilaya détiennent la majeure partie des superficies consacrées au fourrage conduit en irrigué et comptent plus de la moitié du cheptel de vaches laitières importées et exploitées pour la production du lait. Par ailleurs, les grands unités de collecte et de transformation laitière sont installées dans la zone centre, réparties sur les communes de Mezloug, Guellal et Ras el ma. L'élevage ovin occupe la première place en termes d'effectif avec 504 564 têtes (dont 261 666 de brebis), le taux d'évolution du cheptel ovin entre 2004 et 2012 est de 7%, ce taux est qualifié de faible comparativement à l'évolution du cheptel bovin. Le marché local de la viande blanche couvre les besoins locaux et pourra même dépasser ces besoins. En ce qui concerne, la production aviaire, elle a connu une progression très importante par rapport aux autres productions animales (Abbas, 1996), l'effectif du poulet de chair enregistré en 2012 s'élève à 2 197 320 sujets. Alors que, l'effectif de la poule pondeuse est de 2 416 454 sujets. Dans la région de Sétif, la production moyenne annuelle d'œufs est de l'ordre de 74 œuf/habitant/an, ce qui dépasse selon la FAO le niveau national qui a enregistré en 2005 une moyenne de 68 œuf/habitant.

Tableau 2.3 : Effectif du cheptel animal élevé dans la wilaya de Sétif pendant la campagne agricole 2012-13

Espèces animales	Effectifs
Ovins	504 564
Bovins	128 374
Dont Vaches laitière	72 966
Caprins	81 952
Ruches pleines	55 700
équins	9 099
Dindes	79 100
Poulets de pontes	2 416 454
Poulets de chair	2 197 320

Source : MADR 2012- (DSA de Sétif).

2.1.5 Contraintes de l'agriculture locale

L'agriculture locale souffre de plusieurs contraintes d'ordre naturelle et socioéconomique. En effet, les contraintes naturelles relèvent de la faiblesse et l'irrégularité de la pluviométrie, le risque des gelées printanières et l'occurrence du sirocco. Cependant, la configuration géomorphologique particulièrement dans la zone nord, affecte la quantité et la qualité des superficies cultivées. Toutefois, la conformation de ses bassins versants, fait que les ruissèlements se font à l'extérieur de la région, sans qu'il y ait une bonne exploitation et mobilisation des eaux superficielles. Les Contraintes socioéconomiques sont diverses et représentent la problématique majeure de l'agriculture algérienne. Le mode de gestion des exploitations relevant du domaine privé de l'état, notamment les EAC et EAI qui sont en marge du contrôle de l'Etat, conduisant au détournement de la vocation initiale des terres agricoles, vers les spéculations foncières, émiettement des terres cultivées et altération du paysage rural (Boudjenouia *et al*, 2008). La politique bancaire d'octroi de crédit d'investissement, exigeant souvent des garanties hypothécables que l'agriculteur ne soit pas en mesure d'avaliser, ainsi que les procédures administratives et bureaucratiques trop complexes et décourageantes sont responsables de la faiblesse de l'investissement agricole. Par ailleurs, le faible niveau d'instruction des agriculteurs et la mauvaise qualité technique empêchent le progrès technologique et l'adoption des politiques de développement et de rénovation.

2.2 Les Changements Climatiques et l'agriculture

Selon les prédictions climatiques, le climat de la planète continue de changer à un rythme sans précédent dans l'histoire récente de l'humanité, le troisième rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC, 2001) indique que la température moyenne mondiale en surface a augmenté d'environ 0,6 °C au cours du 20^{ème} siècle, et que l'essentiel du réchauffement observé au cours des 50 dernières années est imputable aux activités anthropiques. Les projections des modèles climatiques du GIEC (2001) suggèrent une augmentation de la température moyenne mondiale de surface entre 1,4 à 5,8 °C à 2100, la gamme de variation dépend en grande partie de l'ampleur de combustion des fossiles, d'ici là et sur les différents modèles

utilisés. Des travaux de modélisation plus récents indiquent que la température augmente d'avantage d'ici 2100 à celle qui a été estimée en 2001 (Stainforth *et al*, 2005; Lovelock, 2006).

Au cours de la dernière décennie, le changement climatique (en termes de changements à long terme dans les températures ou les précipitations moyennes, ainsi qu'une augmentation de la fréquence des effets climatiques extrêmes) a été progressivement reconnue comme un facteur additionnel qui, aura un effet important à différentes échelles spatiales et temporelles sur la productivité agricole (Pradeep & Shane, 2003). Le consensus général qui émerge de la littérature est qu'en l'absence de stratégies de réponse adéquates aux changements climatiques à long terme, les divers impacts sur une région donnée deviendront plus apparents. Certains effets sont censés être défavorables, d'autres favorables. À certains moments, ces effets seront lents à se déployer, permettant aux agriculteurs et aux gouvernements le temps nécessaire pour en répondre. Dans d'autres cas, les impacts seront inattendus, et les réponses appropriées ne peuvent pas être facilement connus ou mis en œuvre à l'avance. Si bien que les agriculteurs ont une longue expérience avec la variabilité climatique sur le court terme (Vincent, 2004). Mortimore, (1998) estime que cette variabilité est un bon indicateur des risques liés aux changements climatiques à venir, à condition que le taux de variation est suffisamment lent (Brooks et Adger, 2003). Les changements futurs du climat pourront avoir des répercussions importantes sur l'agriculture, les niveaux d'adaptation pourront toucher le mode d'utilisation des terres et la production des produits de base. De plus, l'agriculture est une source importante d'émissions des GES, représentant de 10 à 12% du total des émissions anthropiques (Wreford, et al, 2010). L'agriculture devra réduire ses propres émissions de GES, et compenser les émissions des autres secteurs par le stockage de carbone. Toutes ces actions sont étroitement liées aux pratiques de gestion des agriculteurs. Il est donc important de comprendre les pratiques traditionnelles locales, les facteurs culturels et sociaux et les incitations mises en place qui peuvent faciliter ou entraver la mise en œuvre des mesures d'adaptation et d'atténuation. Les zones vulnérables devraient subir des pertes de productivité agricole, principalement en raison de

la diminution des rendements des cultures (Rosenzweig et al, 2002). L'utilisation croissante des terres marginales pour l'agriculture en particulier chez les petites exploitations, prévoit que le potentiel de la productivité des terres commence à décliner. En revanche, le changement climatique devrait également donner lieu à des effets bénéfiques, en particulier dans les régions tempérées (Mendelsohn *et al*, 1999). Cependant, l'allongement des saisons de croissance et les meilleures conditions de croissance des cultures devraient stimuler les gains de la productivité agricole dans les régions de haute latitude, comme dans le nord de la Chine, de nombreuses parties de l'Amérique du nord et en Europe.

2.2.1 Impacts du changement climatique sur le continent africain.

Bien que, le changement climatique soit une menace pour l'ensemble des pays, les pays en développement sont les plus vulnérables et les causes sont attribuées à une faible capacité d'adaptation (Thomas and Twyman, 2005). La Banque mondiale (2009) estime qu'ils auront à assumer une part de 75 à 80% des coûts des dommages causés par le changement climatique. Un réchauffement global de 2°C au-dessus des températures de la période préindustrielle pourrait se traduire par des réductions permanentes dans le produit intérieur brut (PIB) de 4 à 5 % pour l'Afrique. En fait, le continent africain s'est réchauffé d'environ 0,7°C durant le dernier siècle. Toutefois, certains modèles climatiques s'accordent à dire que les températures annuelles moyennes y devraient augmenter de 3 à 4°C d'ici la fin du siècle (GIEC, 2007(a)).

En Afrique du Nord, les changements climatiques auront des impacts négatifs, dans le secteur de l'agriculture (Dorsouma, 2008), principal utilisateur des terres et consommateur de plus de 70% du total des ressources en eau (Iglesias *et al*, 2003). L'évaluation de la vulnérabilité montre une réduction globale des rendements agricoles, même lorsque l'adaptation est considérée (Ayman, 2006). A cet effet, les rendements pourront chuter de 10-20% en 2050 en raison du réchauffement climatique et de sécheresse, mais il y aura des endroits où les pertes peuvent être beaucoup plus graves (Jones et Thornton, 2003). L'Afrique du Nord ne possède pas de fleuves permanents d'importance ; ce qui est une donnée essentielle dans le choix des stratégies d'adaptation. En effet, le choix

des Etats a été porté sur l'irrigation à partir des aquifères. Mais, la question de la durabilité de ces aquifères est toujours mis en question.

2.2.2 Les impacts des changements climatiques et engagements de l'Algérie

Depuis la 1^{ère} Conférence Mondiale sur l'environnement, organisé à Stockholm en 1972, l'Algérie a progressivement intégré la dimension environnementale dans la démarche de planification du développement et d'utilisation durable des ressources naturelles. Elle a signé en 1993 la Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques (CCNUCC) et a adhéré au Protocole de Kyoto en 2004, marquant ainsi sa ferme volonté de participer à l'effort international de lutte contre les changements climatiques et ses répercussions futures, particulièrement sur le système climatique, les écosystèmes naturels et la durabilité du développement économique. Depuis, elle intègre progressivement à travers tous les secteurs socio-économiques et institutions du pays, les aspects liés aux changements climatiques en matière d'adaptation et d'atténuation. La Stratégie Nationale consiste à renforcer le dispositif législatif et réglementaire ainsi que les capacités institutionnelles, à sensibiliser et à éduquer la population par une approche participative. En effet, dans cette optique, l'Algérie a promulgué en 2003, une loi relative à la protection de l'environnement et du développement durable, et le Plan National d'Actions pour l'Environnement et le Développement Durable (PNAE-DD), deux outils de contrôle et de suivi en la matière qui pourront subvenir aux objectifs tracés. En outre, l'Algérie participe à l'effort mondial de surveillance de l'atmosphère en collaboration avec des organismes internationaux. A cet effet, depuis 1995 l'Algérie abrite une des stations de référence au grand sud, celle ci assure en continu les mesures de la concentration des GES. La stratégie nationale repose essentiellement sur trois volets : l'adaptation aux changements climatiques, l'atténuation des émissions des GES et la mise en place de structures institutionnelles de prise en charge des changements climatiques. Sa mise en œuvre concerne l'ensemble des secteurs impliqués à savoir l'énergie, l'industrie, les transports, les déchets, les ressources en eau, l'agriculture et les forêts.

2.2.3 Les projections climatiques sur l'Algérie

Les modèles climatiques sont utilisés pour simuler le comportement futur du système climatique, c'est une combinaison complexe de lois physiques et de représentations mathématiques des interactions entre l'atmosphère, les océans, et la biosphère. Bien qu'ils constituent le meilleur moyen de représenter les tendances du climat. Il existe deux types de modèles : les modèles climatiques globaux (MCG), qui simulent la dynamique des climats de la planète avec une large résolution spatiale de l'ordre de 250 km. Tandis que, les modèles climatiques régionaux (MCR) couvrent une surface limitée avec une résolution plus fine d'environ 50 km. Selon l'OMM, la période requise pour étudier une tendance climatique est de 30 ans. En effet, un modèle climatique prédit l'état futur du climat pour une longue période dans le système chaotique terrestre, de ce fait, la précision de ces modèles présente des limites et une part d'incertitude. Les modèles climatiques sont par ailleurs testés par un processus dit : la simulation rétrospective dont l'objectif est l'homologation des ces modèles pour une région donnée. Ils sont testés sur le passé, avec ce que nous savons des tendances climatologiques observées antérieurement. Si un modèle parvient à prédire correctement les tendances à partir d'un point de départ situé dans le passé, on peut s'attendre à ce qu'il prédise ce qui pourrait arriver à l'avenir, avec une certitude raisonnable.

Dans le cadre de l'élaboration de la stratégie et du plan d'action national des changements climatiques, entrepris par le Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement (MATE), le modèle norvégien « MAGICC » (*Model for the Assessment of GHG Induced Climate Change*) a été utilisé en vue de prédire le climat futur en relations avec les différents scénarios, C'est un modèle qui donne des estimations des changements de la température moyenne globale, des précipitations moyennes et du niveau moyen de la mer entre 1990 et 2100, par pas de 5 ans, résultant des scénarios des émissions anthropiques des GES. Il est basé sur un ensemble de modèles couplés englobant les cycles des gaz, le climat et la fusion des glaces. Pour établir une réduction d'échelle à partir de MAGICC sur l'Algérie seulement, un générateur de scénarios « SCENGEN » qui est un modèle couplé à MAGICC. Ce dernier, permet de choisir le modèle

climatique le plus approprié, qui donne de bonnes prédictions des températures, des précipitations et du niveau de la mer par référence à l'année 1990. Un certain nombre de modèles climatiques globaux (MCG) et ont été testés pour les périodes climatologiques normales 1930-1961 et 1961-1990. A cet effet, uniquement deux modèles ont été retenus pour l'Algérie: Le modèle UKHI (*United Kingdom Meteorological Office High Resolution*) et Le modèle ECHAM3TR (*European Center/Hamburg Model 3 Transient*). A l'horizon 2020 et selon les prédictions des deux modèles retenus, l'Algérie va subir une augmentation annuelle des températures moyennes de l'ordre de 0,8°C à 1,45°C, alors que les précipitations vont accuser une diminution annuelle de -5% à -10%.

Chapitre 3

Étude du climat local

Résumé

Le climat est le facteur le plus déterminant de la productivité agricole locale. En effet, le présent chapitre traite de l'évolution temporelle des précipitations et des températures de la ville de Sétif, à travers l'étude d'une série chronologique ancienne (1938-1962) et une série contemporaine (1981-2012). Nous avons privilégié une démarche statistique rigoureuse ainsi que le calcul d'indices agro-climatiques afin de mettre en relief la présence de tendances climatiques. L'étude a montré une baisse significative des précipitations entre la période ancienne et la période actuelle, soit une baisse annuelle de l'ordre de 68mm. Cependant, les températures ne présentent aucune tendance notable. L'évolution du climat au cours de la période récente semble plus prenante, où les précipitations enregistrent un pattern stationnaire avec une moyenne de 400mm. Tandis que, les températures moyennes et minimales accusent des ruptures significatives en 1996 avec une augmentation de 0,75°C et 0,83°C respectivement. Les températures maximales enregistrent à partir de 1998 une élévation de 0,73°C. Ces résultats corroborent la tendance générale des températures dans les wilayas de Constantine, Béjaia, BBA et Batna. Pendant la période 1981-2012, la saison sèche et la saison humide enregistrent une baisse d'intensité par rapport à la période 1938-1962, alors que la longueur des périodes sèche et humide reste pratiquement inchangée. L'indice pluviothermique de la station de Sétif accuse une baisse entre les deux périodes d'étude. En effet, il est passé de 50,96 pendant l'ancienne période à 43,21 pendant la période récente. En fait, cette baisse sous entend un déplacement du climat de la ville de Sétif vers l'étage bioclimatique aride. Le bilan hydrique de la période récente accuse une aggravation du déficit hydrique, ce qui aura sans doute des répercussions sur la conduite des cultures pluviales.

Mots clés : Climat, Série chronologique, Semi-aride, Précipitations, Températures, Sétif.

3.1 INTRODUCTION

Le relevé climatique date d'environ un siècle et demi. On le fait remonter à 1860, date du début des mesures climatiques à l'échelle mondiale (GIEC, 2001). La climatologie est la science des états de l'atmosphère. Une telle définition remonte au traité de climatologie de Hann (1882). Le climat correspond à la distribution des conditions atmosphériques dans une région donnée pendant une période d'au moins 30 ans selon l'Organisation Mondiale de la Météorologie « OMM ». Lamb (1972) qualifie le climat par le temps prédominant vécu à un endroit au cours de l'année et au cours des années. Sa caractérisation est effectuée à l'aide de calculs établis à partir de mesures annuelles et mensuelles des paramètres climatiques locaux : température, précipitations, ensoleillement, humidité, vitesse du vent...etc. Sont également pris en compte les variations, les extrêmes, les récurrences ainsi que les phénomènes exceptionnels. Le régime pluviométrique contribue dans une proportion importante au maintien et à la répartition du couvert végétal (Berrayah, 2009). Il représente également le facteur le plus important du climat tant pour les populations que pour les écosystèmes. Pour ces raisons, la plupart des études et analyses portent sur les précipitations bien plus que sur d'autres paramètres. Caractériser l'impact de la variabilité climatique sur les régimes pluviométriques saisonniers devient alors indispensable pour proposer des solutions adaptées aux projets de développement (Kouassi *et al.*, 2010) et à la gestion des disponibilités alimentaires locales (Dore, 2005). L'amplitude de la variation dans l'espace et dans le temps de la pluviométrie est encore plus accentuée que celle des températures (Skouri, 1994). Il en est de même que la température est également un élément écologique fondamental en tant que facteur climatique vital et déterminant dans la vie des végétaux. Ce paramètre est souvent associé aux déficits de précipitations annuelles, provoquant des sécheresses responsables d'une réduction estimée à 30% de la production primaire brute des écosystèmes terrestres dans certaines régions (Ciais *et al.*, 2005). L'Algérie est classée comme étant une zone semi- aride à aride du fait de l'importance de l'évapotranspiration par rapport aux précipitations. Selon Halitim (1988), la zone aride couvre près de 95% du territoire national, dont 89,5% font partie du domaine hyper aride (saharien) (Nedjraoui, 2003). Ce climat est très contraignant et imprévisible d'une année à l'autre. Les zones recevant plus de

400mm sont considérées comme semi-arides, subhumides ou humides (Emberger, 1930) selon l'importance des précipitations. Les zones recevant moins de 100 mm de précipitations moyennes annuelles sont classées comme désertiques ou sahariennes (Emberger, 1930; Capot-Rey, 1953; Le Houérou, 1959; Sauvage, 1963; Quézel, 1965). La région de Sétif est une région typique du climat semi aride, à l'échelle nationale, elle occupe une situation socioéconomique très importante. En effet, elle se caractérise par un potentiel agricole, dont la majeure partie serait sous un système pluvial qui est souvent influencé par les aléas climatiques.

L'objet de ce chapitre est de faire une analyse chronologique du climat ancien et du climat contemporain de la ville de Sétif sur deux chroniques différentes ; une ancienne période datant de 1938 à 1968 et une période récente s'étalant entre 1981 et 2012. Les objectifs visent à diagnostiquer à l'aide des méthodes statistiques, la variabilité temporelle des précipitations et des températures à différents patrons. Entre autre, l'analyse va aborder la variabilité climatique de quelques villes limitrophes à titre de comparaison avec la ville de Sétif et pour identifier l'envergure du changement climatique à l'échelle régionale. Ensuite, nous essayerons d'identifier les tendances à travers l'étude de stationnarité des séries chronologiques. Au vu des résultats obtenus, nous allons traduire l'impact de la variation climatique sur les conditions culturelles à travers l'analyse de quelques indices agro-climatiques à savoir : l'indice pluviothermique d'Emberger, le diagramme ombrothermique et enfin d'essayer d'estimer les variations du bilan hydriques du sol relativement aux périodes d'analyse. En effet, les principales questions auxquelles nous allons essayer d'apporter des éléments de réponses sont :

Q1 : L'utilisation de l'analyse statistique, donne-t-elle les mêmes appréciations ?

Q2 : Existe-il une variabilité temporelle des températures et des précipitations dans la station d'étude ? Cette variabilité, est-elle progressive ou régressive?

Q3 : Si oui, quel serait l'impact de cette tendance climatique sur l'agriculture ?

3.2 MATERIELS ET METHODES

3.2.1 Sources et collecte des données climatiques

Les données climatiques collectées couvrent deux séries chronologiques : une période ancienne (1938-1968) et une période récente (1981-2012). Les données relatives à l'ancienne période ont été extraites de l'archive de la bibliothèque central du *National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA)-USA*, « **Bulletins Climatologiques Mensuels** » : disponible online sur le site : http://docs.lib.noaa.gov/rescue/data_rescue_algeria.html. Les données de la période récente ont été obtenues auprès de la station principale de l'Office National de Météorologie (ONM) sise à Ain Sfiha-Sétif. Ces données ont servi à l'étude de la variabilité climatique dans le temps ainsi qu'à son impact sur les régimes climatiques annuels et saisonniers. Afin de mener à bon escient l'étude en question, le choix de la station météorologique de Sétif a été fixé selon des critères liés d'une part, à la longueur et à la fiabilité des séries des données mensuelles disponibles (au moins 30 ans de données continues) et d'autre part, à la situation géographique de la ville de Sétif, qui se positionne au centre de la région d'étude (36°11'N - 5°15'E) à une altitude de 1033 mètres.

3.2.3 Méthodologie

3.2.3.1 Numérisation des données d'archives

La série historique de l'ancienne période a subi une numérisation. En fait, la transformation de données du format PDF au format Excel, a été la tâche la plus délicate, du moment que le transfert se faisait donnée par donnée sur des tableurs en vue d'une exploitation statistique. Par ailleurs, la détérioration des documents originaux d'archive, nous a engendrée un problème supplémentaire à déchiffrer quelques écritures qui seront traitées à part, s'ils s'avèrent illisibles.

3.2.3.2 Traitement des données manquantes

La période d'étude (1938-1962) a toujours présenté des lacunes d'ordre mensuel. Afin de pallier à ce problème, nous avons utilisé la méthode de comblement de lacunes par la régression linéaire simple (Cicognani et Berchtold, 2010). En effet, le seuil de tolérance admis, pour qu'une série soit retenue dans l'analyse est fixé à moins ou égal à 5% des valeurs manquantes (Garcia-Acosta, 1999), notamment dans

notre cas d'étude, où, les variables sont mutuellement corrélées. Le comblement de lacunes est une méthode statistique qui permet de minimiser les pertes d'informations issues des données originales. Il est à noter que la série ancienne des précipitations présente un manque de données pour les années : 1941, 1942 et 1945. À cet effet, ces trois séries ont été complètement exclues de l'analyse. Une fois les séries complétées, un traitement des valeurs aberrantes est mis en œuvre. Il s'agit de déterminer les valeurs douteuses, issues des fautes de frappe ou des notations. Par ailleurs, cette vérification diffère d'un niveau d'analyse à l'autre. En effet, il est possible d'avoir des valeurs aberrantes mensuelles, par contre, dans le cas des valeurs annuelles, il est nécessaire de revenir aux documents originaux pour vérifier la source de doute. Nous avons utilisé les stations de Batna et de Constantine, comme étant des stations de référence pour combler le manque enregistré des températures de la station de Sétif. En effet, ces deux stations affichaient des coefficients de corrélation (r) très positifs durant la période 1938-62, et qui dépasse en moyenne 0.95. Le (r) est calculé pour une station de référence et la station de base (Station de Sétif), La station qui présente une corrélation supérieure, elle sera maintenue pour la régression. Il est à signaler, que si le manque de données est généralisé sur l'ensemble des trois stations pendant une année quelconque, dans ce cas, nous porterons la moyenne mensuelle de la série d'observation de la station de base; notant, que ces cas sont très rares et ils ne dépassent pas 5% d'occurrence.

3.2.3.3 Méthodes d'étude de la variabilité climatique

Les températures et les précipitations ont été analysées sommairement à partir des statistiques descriptives des températures minimales (T_{min}), maximales (T_{max}), moyennes (T_{moy}) et des précipitations (P). En effet, des représentations graphiques de la moyenne mobile (glissante) ont été réalisées pour un pas de 05 ans. En effet, la suppression des fluctuations transitoires interannuelles, permet de dégager les tendances à long terme. La moyenne mobile simple est donc calculée en moyennant les valeurs de cinq données successives (annuelles, mensuelles ou saisonnières), ce qui permettra de diminuer le bruit de la variation chronologique. L'étude statistique de l'homogénéité des séries climatiques a été assurée par deux ensembles de tests : le premier ensemble compte trois tests de vérification du

caractère aléatoire: i) le test d'autocorrélogramme, ii) le test de corrélation sur le rang, iii) le test de Buishand. Cependant, les tests de détection de rupture comportent : i) le test de Pettitt, ii) le test SNHT, iii) la Segmentation d'Hubert. Ces tests se diffèrent selon leur approche statistique et selon leur domaine d'utilisation, soit en domaine hydro-climatique (Salarijazi et al., 2012) ou en domaine purement climatique. Le choix a été fait en fonction des tests les plus documentés et visant à conférer une complémentarité et une robustesse de l'analyse. En effet, la méthodologie adoptée dans ce travail considère qu'un jugement de signification d'un test donnée (vérification du caractère aléatoire ou détection de rupture) doit passer par trois tests différents. Celui-ci est jugé significatif si au moins deux tests sur trois s'avèrent significatifs au seuil de 5% ou 1% et accusant une approximation de la même date de rupture, ne dépassant pas deux ans de différence au plus.

3.2.3.3.1 Logiciels de statistique mis en œuvre

3.2.3.3.1.1 Logiciel KHRONOSTAT V 1.01

KHRONOSTAT est un logiciel élaboré par l'Institut de Recherche pour le Développement (IRD) de l'Université de Montpellier et l'École des Mines, orienté sur l'analyse de séries hydrométéorologiques. Le KHRONOSTAT regroupe deux catégories de tests statistiques : La première catégorie consiste à vérifier le caractère aléatoire des séries, dont l'hypothèse nulle (H_0). Cette catégorie englobe le test de corrélation sur le rang et le test d'autocorrélogramme. Ces tests portent sur l'analyse de la constance de la moyenne de la série tout au long de sa période d'observation. Dans l'hypothèse où la série est déclarée non aléatoire, d'autres tests sont proposés (test de Pettitt, Test de Buishand, procédure bayésienne et la procédure de segmentation de Hubert) pour tenter de caractériser la nature « non aléatoire » présente dans la série. Ils sont plus particulièrement adaptés à la détection de ruptures dans une série chronologique. Nous essayerons d'utiliser les tests les mieux argumentés dans la littérature et les plus robustes. On note que le test de Buishand joue deux rôles à la fois : il signale le caractère de la série et dans le cas échéant, il détecte l'année de rupture. Dans ce travail, ce test sera utilisé uniquement pour vérifier H_0 .

a) Tests de vérification du caractère aléatoire :

- Le test d'Autocorrelogramme (WMO ,1966 ; CHATFIEL ,1989)

L'autocorrelogramme mesure le caractère aléatoire d'une série chronologique par le biais du coefficient d'autocorrélation d'ordre 1. En effet, on suppose qu'il existe des dépendances significatives entre les termes successifs d'une série non aléatoire.

Le coefficient d'autocorrélation d'ordre K est donné par l'expression:

$$r_k = \frac{\sum_{t=1}^{N-k} (x_t - \bar{x}_1)(x_{t+k} - \bar{x}_2)}{\sqrt{[\sum_{t=1}^{N-k} (x_t - \bar{x}_1)^2 \sum_{t=1}^{N-k} (x_{t+k} - \bar{x}_2)^2]}}$$

Avec \bar{x}_1 : moyenne des observations (x_i); tel que i passe de 1 à $n - k$.

\bar{x}_2 : moyenne des observations (x_i), tel que i passe de $k + 1$ à n .

- Le test de corrélation sur le RANG (Kendall et Stuart, 1943; WMO, 1966)

L'hypothèse nulle (H_0) à vérifier est le caractère aléatoire de la série (x_i) observées à des pas de temps successifs égaux. On calcule le nombre de paires P pour lesquelles $x_j > x_i, j > i$, avec $i = 1, \dots, n - 1$

Pour N grand, sous l'hypothèse nulle, une variable « τ » calculée et suit une loi normale. Par contre, l'hypothèse alternative de ce test est celle d'une tendance.

b) Tests de détection de rupture : le Khronostat comporte une série de tests

statistiques pour détecter les ruptures ; En effet, le test de Buishand, qui à travers le calcul de la statistique « U » de BUISHAND, démarque l'année de rupture et illustre le seuil de risque (α) par une zone critique dite : ellipse de BOIS. Le deuxième test est celui de Mann-Whitney (Pettitt, 1979 ; Ceresta,1986). Ce dernier est un test non paramétrique dans lequel la série étudiée est divisée en deux sous-échantillons respectivement de taille m et n . Les valeurs des deux échantillons sont regroupées et classées par ordre croissant. On calcule alors la somme des rangs des éléments de chaque sous-échantillon dans l'échantillon total. Une statistique est définie à partir des deux sommes ainsi déterminées et testée sous l'hypothèse nulle (H_0) d'appartenance des deux sous-échantillons à la même population. En effet, l'hypothèse nulle est l'absence de rupture dans la série. Une procédure de segmentation de séries hydrométéorologiques a été présentée par Hubert *et al.*,

(1989). Celle-ci sera utilisée afin de vérifier et de renforcer les résultats obtenus par les tests précédents. Le principe de cette procédure est de "découper" la série en m segments ($m > 1$) de telle sorte que la moyenne calculée sur tout segment soit significativement différente de la moyenne du (ou des) segments voisins. Cette contrainte est satisfaite par application du test de Scheffé (Dagnélie, 1970). D'après les auteurs (Hubert *et al.*, 1989), cette procédure de segmentation peut être interprétée comme un test de stationnarité étant représentatif de l'hypothèse nulle.

3.2.3.3.1.2 Logiciel EXCELSTAT V 2012.5.01

Le logiciel Excelstat est utilisé pour établir le test SNHT (*Standard Normal Homogeneity Test*) développé par Alexanderson (1986). Ce test est utilisé pour vérifier les résultats obtenus des tests établis par le Khronostat et pour mettre en œuvre un test capable de détecter les ruptures en début et en fin de série (Ming kang, 2012). En fait, c'est ce qui manque dans le logiciel Khronostat.

3.2.3.3.1.3 SPSS V18

Pour des raisons de commodité que confère le SPSS, nous l'avons choisi pour traiter les statistiques descriptives et pour réaliser le test de comparaison de moyennes (test de *Student*) entre les séries d'étude.

3.2.3.4 Synthèse climatique :

Afin de caractériser le climat local d'une manière objective et de dévoiler les majeures variations climatiques observées durant les deux périodes d'analyse, nous avons fait appel à deux indices climatiques souvent utilisés en région méditerranéenne : le Quotient pluviothermique d'Emberger et le diagramme Ombrothermique. En effet, les variations climatiques agissent sur le bilan hydrique du sol, ce qui peut avoir un rôle déterminant sur la conduite des cultures et les calendriers culturels.

3.2.3.4.1 Quotient pluviothermique et climagramme d'Emberger :

a) Le quotient pluviothermique (Q_2) : établi par Emberger (1952, 1955), il permet de classer et de caractériser le climat méditerranéen, et est fréquemment utilisé en Afrique du nord (Benabadji, 2000). En fait, le climagramme d'Emberger présente des limites de séparation entre les différents étages bioclimatiques, ces

limites ont été tracées là où le changement de la végétation a été observé. Emberger s'intéressant aux extrêmes thermiques (M et m) entre lesquelles se déroule la période végétative et qui peuvent constituer des seuils écologiques pour les différentes espèces végétales, il a défini la relation :

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

Où :

Q₂ : quotient pluviothermique d'Emberger

P : Moyenne des précipitations annuelles en mm

M : Moyenne des Maxima du mois le plus chaud en °K

m : Moyenne des minima du mois le plus froid en °K

b) Diagramme ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN : Le diagramme ombrothermique représente l'évolution au cours d'une année des températures moyennes et des précipitations totales. Selon BAGNOULS et GAUSSEN (1953) in Kaabeche (1990), un mois sec est celui où les précipitations (mm) sont inférieures ou égales au double de la température moyenne exprimée en degrés Celsius. Il s'agit ici des périodes bioclimatiquement humides ou sèches, déterminées statistiquement par la formule : $P \leq 2T$ et graphiquement par l'établissement des courbes Ombrothermiques.

c) bilan hydrique du sol : le bilan hydrique exprime le solde entre les entrées et les sorties d'eau dans un sol donné. L'équilibre hydrique d'un sol, qu'il s'agisse d'un domaine agricole ou un bassin versant, peut être aussi fonction d'autres paramètres agro-pédologiques. En effet, les entrées principales représentent les précipitations, alors que, l'évapotranspiration, les écoulements de surfaces et les infiltrations en profondeur représentent les sorties. Le climatologue américain C.W Thornthwaite (1899-1963) pionnier dans l'approche du bilan hydrique et le premier qui l'a utilisé pour calculer les besoins d'irrigation. La comparaison du bilan hydrique de la période ancienne et celui de la période actuelle a été réalisé par *WebWIMP (Web-version of the Water-budget Interactive Modeling Program)*. Ce simulateur est conçu pour évaluer le bilan

hydrique mensuel pour n'importe quel endroit de la planète, sur une grille d'un demi-degré de latitude par un demi-degré de longitude. Développé par l'Université du Delaware en 2003, *WebWIMP* calcule les données et trace le graphe du bilan hydrique mensuel. Les entrées climatiques sont les températures moyennes mensuelles (T ou TEMP) et les précipitations mensuelles (P ou PREC). Les variables du bilan hydrique estimées par le biais de ce simulateur comprennent:

- 1) L'évapotranspiration potentielle non ajustée (UPE),
- 2) L'évapotranspiration potentielle ajustée (Eo ou APE)
- 3) La différence entre les précipitations (y compris la fonte des neiges) et l'évapotranspiration potentielle ajustée (DIFF)
- 4) L'humidité du sol stockée (*w* ou ST)
- 5) La variation dans l'humidité du sol de mois en mois (Dw ou DST)
- 6) L'évapotranspiration réelle (E ou AE)
- 7) Le déficit hydrique du sol (Eo -E ou DEF)
- 8) Le surplus hydrique du sol (S ou SURP)

WebWIMP utilise une base de données climatique globale (Willmott, 2001). L'utilisateur ne doit spécifier que les paramètres du site nécessaires à savoir : La longitude, la latitude, la capacité de rétention du sol (fixée à 150mm) et la fonction de la baisse de la disponibilité de l'humidité du sol (fonction G). En effet, ces deux derniers paramètres sont maintenus aux valeurs *par défaut*. Cependant, le calcul du bilan hydrique se fait sur la base de la procédure de Thornthwaite modifiée (Willmott, 1985).

3.3. RESULTATS & DISCUSSION

3.3.1 Ancienne période 1938-1962

3.3.1.1 Pluviométrie de la période 1938-1962

A travers l'étude des précipitations enregistrées durant les deux périodes (1938-1962) et (1981-2012), nous essayerons en premier lieu d'analyser la variabilité pluviométrique de chaque période et en second lieu de comparer les deux séries. L'objet de cette comparaison est de vérifier l'évolution des précipitations dans le temps à travers les deux chroniques d'étude.

3.3.1.1.1 Niveau mensuel

L'analyse des précipitations du patron mensuel de la période 1938-1962 montre un pattern aléatoire pour l'ensemble des mois, à l'exception du mois d'avril et de novembre qui présentent aussi des ruptures pendant les années quarante et cinquante respectivement (Tableau 3.1). On note également une grande variabilité au sein de la série mensuelle du mois de juillet avec un cv de 144%.

3.3.1.1.1.1 Pluviométrie de la série des mois d'avril.

Le test de corrélation sur le RANG et le test de Buishand rejettent l'hypothèse nulle (H_0) au seuil de 1% et au seuil de 5% respectivement, alors que les tests de Pettitt et le test SNHT accusent une rupture significative en 1946 au seuil de 1%, où la moyenne diminue entre les deux segments de près de 46mm. Par ailleurs, la segmentation d'Hubert affiche une cassure en 1943.

3.3.1.1.1.2 Pluviométrie de la série des mois de Novembre.

Le test de corrélation sur le RANG et le test de Buishand enregistrent une inhomogénéité au seuil de 5%, alors que le test de Pettitt affiche une rupture en 1953 au seuil de 5%, où la moyenne croît entre les deux périodes de plus de 27mm, tandis que, le test SNHT affiche une rupture au seuil de 5% en 1955. La segmentation d'Hubert divise la série en deux sous périodes, une première cassure a été signalée en 1952 et une deuxième en 1959.

3.3.1.1.2 Niveau saisonnier

L'analyse des séries saisonnières indique un caractère aléatoire et sans rupture significative. En effet, la variabilité interannuelle de la saison d'été (fig 3.2) est remarquable où le coefficient de variation (cv) atteint 71%; Ceci pourra être

expliqué par la variation du mois de juillet précédemment observée. (Tableau 3.2), alors que, les autres saisons enregistrent un coefficient de variation (cv) toujours supérieur à 30%, ce qui est synonyme d'une grande variabilité interannuelle.

3.3.1.1.3 Niveau annuel

La série annuelle des précipitations est complètement homogène, l'ensemble des tests d'homogénéité confirment ce caractère aléatoire. Cependant, aucune cassure significative n'a été relevée à l'issue des tests mis en œuvre pour la détection de rupture. L'évolution des précipitations annuelles illustre une variation interannuelle oscillant entre 323 et 623 mm par an avec une moyenne de 469,14mm (fig. 3.1) et un écart type (et) assez élevé de 88,27 (Tableau 3.2).

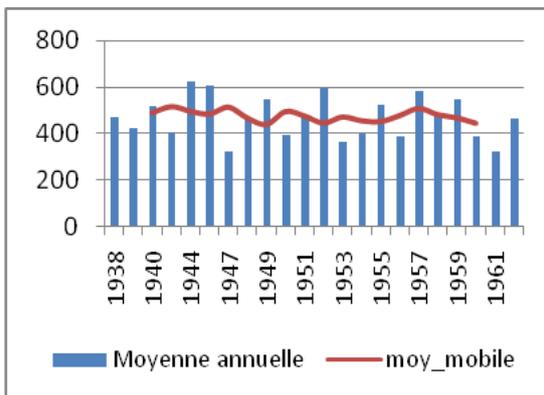


Figure 3.1 Pluviométrie annuelle et la moyenne mobile d'ordre 5 (période 1938-62)

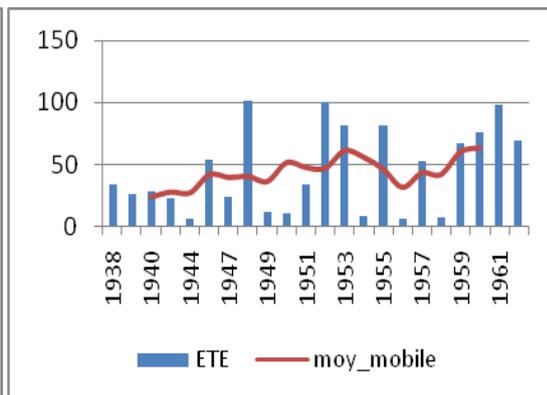


Figure 3.2 Pluviométrie saisonnière d'été et la moyenne mobile d'ordre 5 (période 1938-62)

Troisième Chapitre : Étude du climat local

Tableau 3.1 : Résultats des tests statistiques mis en œuvre pour la détection des inhomogénéités et des ruptures dans la série des précipitations mensuelles de la période 1938-1962

	Jan	Fev	Mars	Avr (#)	Mai	Juin	Juill	Aout	Sept	Oct	Nov (#)	Dec
Moyennes	54	43	43	56	42	26	6,3	14	40	51	39	55
Ecart type (et)	38,34	24,43	23,04	28,74	24,93	24,51	9,04	12,63	36,46	41,23	22,42	41,94
Coefficient de variation	71,66%	56,70%	53,87%	51,03%	58,91%	95,44%	144,14%	91,12%	91,25%	81,20%	57,03%	75,89%
Autocorrélogramme												
Test de corrélation sur le RANG		*		***			*				**	
Test de Buishand				**							**	
<u>Résultats des tests de tendance</u>	(ns)	(ns)	(ns)	(sig)	(ns)	(ns)	(ns)	(ns)	(ns)	(ns)	(sig)	(ns)
Test de Pettitt (date de cassure ; signification)				1946*** (-46mm)							1953** (+27mm)	
Segmentation d'Hubert (date de cassure)				1943							1952, 1959	
SNHT (date de cassure ; signification ; variation de la moyenne)				1946***							1955** (+30mm)	
<u>Résultats des tests de rupture</u>	(ns)	(ns)	(ns)	(sig)	(ns)	(ns)	(ns)	(ns)	(ns)	(ns)	(sig)	(ns)

(Degrés de signification : * :10% ; ** :5% ; *** : 1% ; (ns) : non significatif)

(sig) : Résultat significatif

(#) : Série non homogène

Tableau 3.2 : Résultats des tests statistiques mis en œuvre pour la détection des inhomogénéités et des ruptures dans la série des pluviométries saisonnières et annuelles de la période 1938-1962

	Hiver	Printemps	Été	Automne	Annuel
Moyennes	151,86	141,41	45,82	130,05	469,14
Ecart type (et)	50,14	48,75	32,70	64,95	88,27
Coefficient de variation (cv)	33,02%	34,48%	71,36%	49,94%	18,81%
Autocorrélogramme		*			
Test de corrélation sur le RANG		**			
Test de Buishand		*			
Résultats des tests de tendance	(ns)	(ns)	(ns)	(ns)	(ns)
Test de Pettitt (date de cassure ; signification)					
Segmentation d'Hubert (date de cassure)					
SNHT (date de cassure ; signification ; variation de la moyenne)					
Résultats des tests de rupture	(ns)	(ns)	(ns)	(ns)	(ns)

(Degrés de signification : * :10% ; ** :5% ; *** : 1% ; (ns) : non significatif)

(sig) : Résultat significatif

(#) : Série non homogène

3.3.1.2 Températures moyennes de la période 1938-62

Les températures moyennes sont calculées à partir de la demi-somme des températures extrêmes, cette méthode de calcul fut utilisée dans les travaux de Seltzer dans son ouvrage Climat de l'Algérie. L'écart paraît ne dépasser qu'exceptionnellement la valeur de 1°C en comparaison avec les moyennes thermographiques (Seltzer, 1946). Par ailleurs, l'écart entre la demi-somme des températures extrêmes et la moyenne des mesures tri horaires est de l'ordre de 0,65°C relativement à la période récente. De ce fait, nous avons jugé d'agencer ce paramètre dans l'analyse des températures.

3.3.1.2.1 Niveau mensuel

Les résultats obtenus des tests statistiques montrent des distributions non aléatoires et des ruptures au niveau des mois d'avril, juin, juillet et octobre. Toutefois les autres mois enregistrent des tendances aléatoires. Ces variations à l'échelle mensuelle semblent agir clairement sur les variations saisonnières (Tableau 3.3).

3.3.1.2.1.1 Températures moyennes de la série des mois d'avril

La série du mois d'avril est marquée par une forte inhomogénéité à l'issue des tests, d'autocorrélogramme et le test de corrélation sur le RANG. Cependant, une rupture est marquée en 1951 par le test de Pettitt et le test SHNT au seuil de 1%, avec une baisse de la moyenne de l'ordre de 2.81°C. De même, la segmentation d'Hubert pointe 1951 comme point de rupture.

3.3.1.2.1.2 Températures moyennes de la série des mois de juin

La chronique du mois de juin présente une inhomogénéité relativement aux tests de Buishand et le test d'autocorrelogramme. Les tests de Pettitt et SNHT affirment une rupture en 1952 avec une diminution de la moyenne de 1.90 °C. La procédure de segmentation d'Hubert propose un découpage significatif en 1952.

3.3.1.2.1.3 Températures moyennes de la série des mois de Juillet

L'ensemble des tests d'homogénéité affirment le caractère non aléatoire de la série au seuil de 5% et 1%. Cependant, une rupture est détectée par le test de Pettitt et le

test SNHT en 1950 au seuil de risque de 5% avec une baisse de la moyenne de 1.45°C. La segmentation d'Hubert affiche la même date de cassure (1950).

3.3.1.2.1.4 Températures moyennes de la série des mois d'octobre

Le test de Pettitt et le test SNHT détectent une rupture en 1950, au seuil de risque de 1%, avec une baisse de la moyenne de 2,18°C. Cependant, le test d'Hubert fait ressortir la même date de rupture. Par ailleurs, les tests d'autocorrelogramme, de Buishand et le test de corrélation sur de RANG signalent une forte inhomogénéité.

3.3.1.2.2 Niveau saisonnier

L'analyse statistique des séries des températures moyennes permet de confirmer l'existence d'une rupture significative sur l'ensemble des séries saisonnières.

3.3.1.2.2.1 Températures moyennes de la série des saisons d'hiver

En analysant la chronique des températures hivernales, le test de Pettitt et le test SNHT indiquent une cassure en 1951 au seuil de 5% et 10% respectivement. En effet, la moyenne enregistre une baisse de 1,41°C entre les deux segments considérés. Dans le même cadre, le test de Buishand et le test d'autocorélogramme rejettent l'hypothèse nulle. Cependant, le test d'Hubert indique 1951 comme date de cassures (Tableau 3.4).

3.3.1.2.2.2 Températures moyennes de la série des saisons de printemps

La série printanière présente un caractère non aléatoire, identifié par le test de Buishand (fig. 3.3) et le test d'autocorrelogramme, alors que le test de Pettitt (fig. 3.4) et le test SHNT (fig. 3.6) identifient une cassure en 1951 au seuil de risque de 5%. En effet, la moyenne saisonnière marque une baisse importante de l'ordre de 1,73°C. Par ailleurs, la procédure d'Hubert affiche deux différents découpages: 1939 et 1951 (Tableau 3.4). Cependant, la moyenne mobile évolue durant les années quarante puis elle diminue à partir des années cinquante (fig. 3.5).

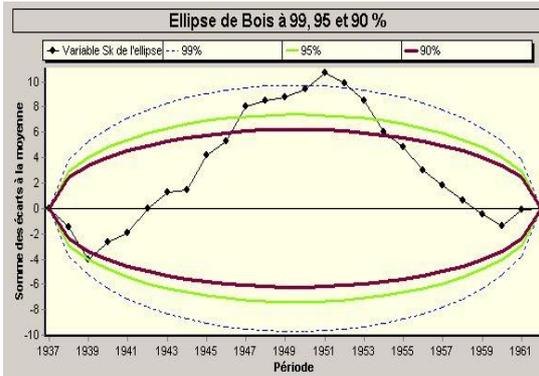


Figure 3.3 Analyse des températures moyennes printanière par le test de BUISHAND

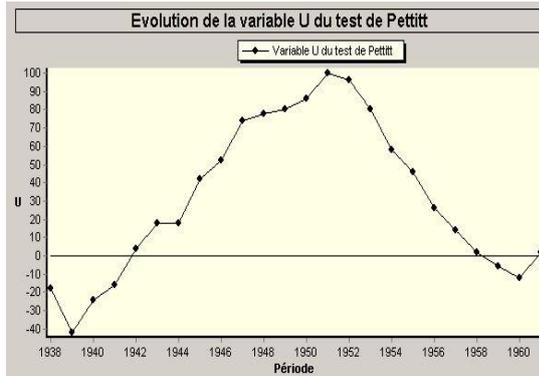


Figure 3.4 Analyse des températures moyennes printanières par le test de PETTITT

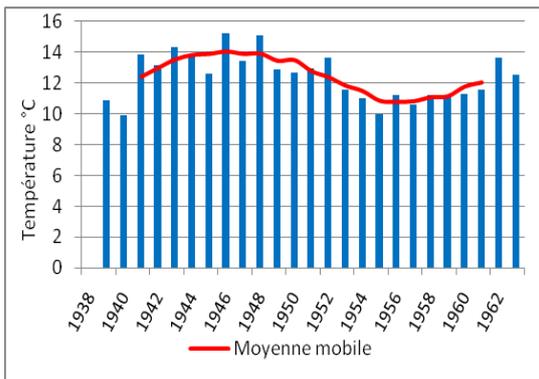


Figure 3.5 Evolution de températures moyennes printanière et la MB d'ordre 5

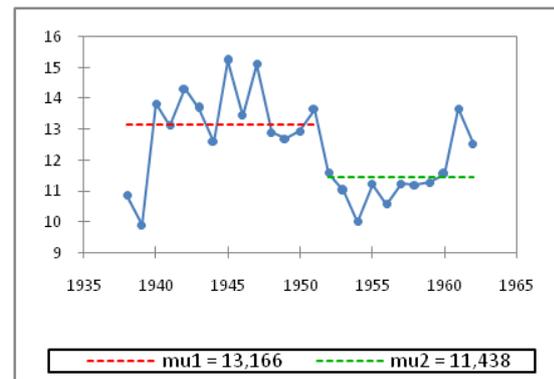


Figure 3.6 Analyse des températures moyennes printanières par le test de SNHT

3.3.1.2.2.3 Températures moyennes de la série des saisons d'été

L'année 1951 a été identifiée comme point de rupture par le test de Pettitt et le test SNHT (fig. 3.8) au seuil de 5%, avec une baisse de 1,4°C entre les deux chroniques. Tandis que, le test d'autocorrélogramme, le test de corrélation sur le RANG et le test de Buishand (fig. 3.7), signalent l'inhomogénéité de la série au seuil de 1%. Le test d'Hubert marque l'année 1951 en tant que date de rupture (Tableau 3.4).

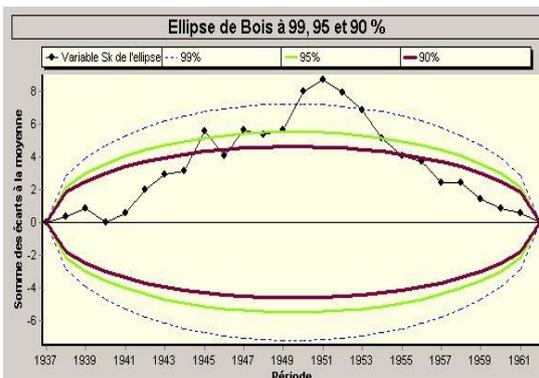


Figure 3.7 Analyse des températures moyennes estivales par le test de BUISHAND

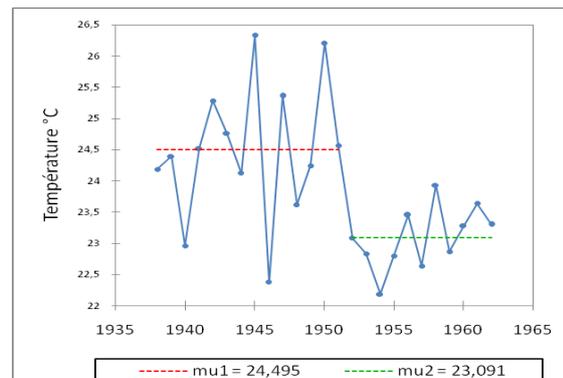


Figure 3.8 Analyse des températures moyennes estivales par le test de SNHT

3.3.1.2.2.4 Températures moyennes de la série des saisons d'automne

Les tests d'autocorrélogramme et le test de Buishand (fig. 3.9) montrent une inhomogénéité de la série au seuil de 1%. Cependant, le test de Pettitt et le test SNHT (fig. 3.10) enregistrent une rupture en 1950 au seuil de 1%, avec une baisse de la moyenne de 1,55°C entre les deux périodes signalées. La moyenne mobile enregistre une baisse à partir de 1949 pour se stabiliser vers la fin de la série.

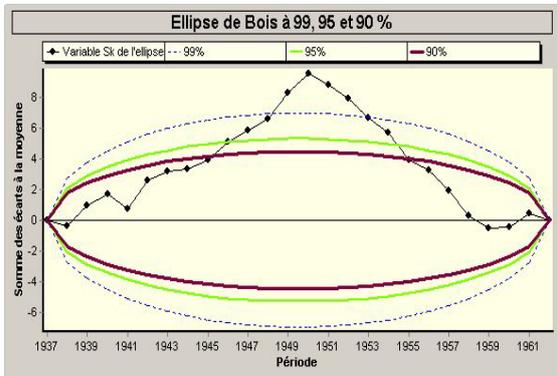


Figure 3.9 Analyse des températures moyennes automnales par le test de BUISHAND

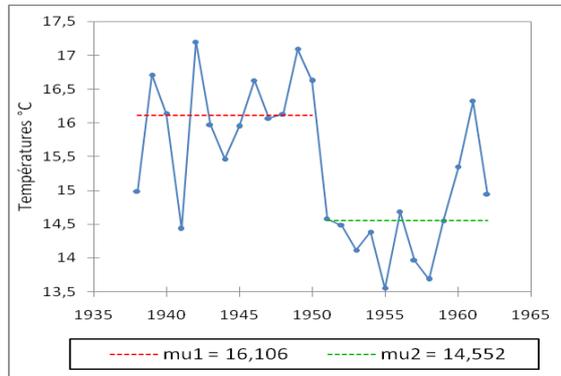


Figure 3.10 Analyse des températures moyennes automnales par le test SNHT

3.3.1.2.3 Températures moyennes annuelles

En ce qui concerne la chronique des températures moyennes annuelles, le test d'autocorrélogramme et le test de Buishand (fig. 3.11) rejettent l'hypothèse nulle. Cependant, le test de Pettitt (fig 3.12) et le test SHNT (fig 3.14) affirment le postulat d'existence de rupture au sein de la série. En effet, la cassure a été identifiée en 1951 au seuil de 1%, avec une diminution de la moyenne de 1,49°C (Tableau 3.4). L'allure de la moyenne mobile suggère la succession de trois périodes différentes : Une première période qui caractérise les années 40, où les températures ont tendance à augmenter. Cependant, la deuxième période se caractérise par une diminution thermique, allant du début à la moitié de la décennie des années 50. Pendant la troisième période, les températures se stabilisent jusqu'à la fin de la chronique, enregistrant une moyenne proche de 15°C (fig. 3.13).

Troisième Chapitre : Étude du climat local

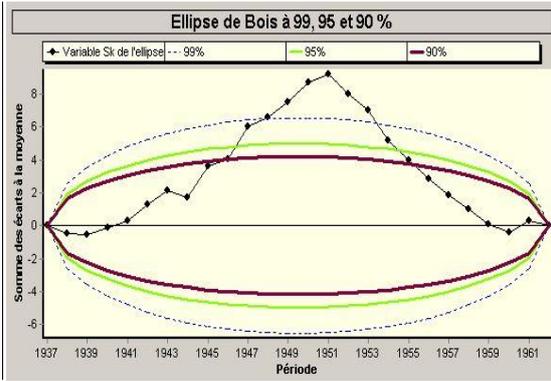


Figure 3.11 Analyse des températures moyennes annuelles par le test de BUIHAND

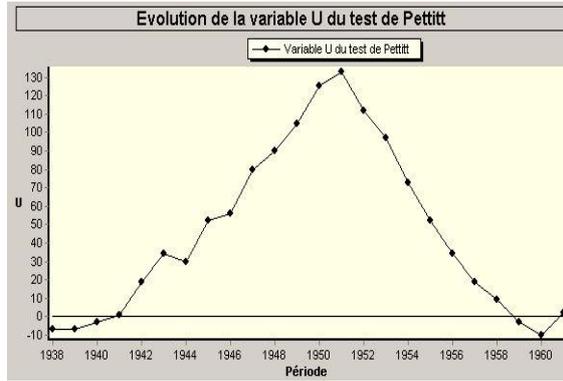


Figure 3.12 Analyse des températures moyennes annuelles par le test de PETTITT

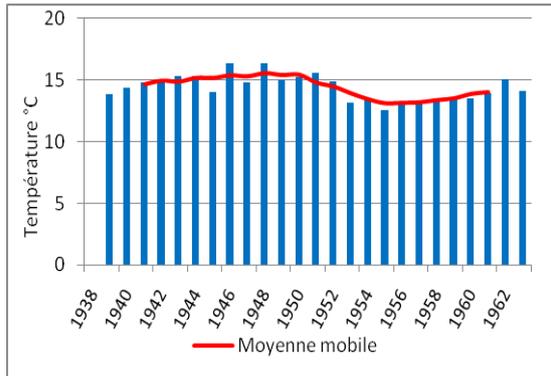


Figure 3.13 Evolution des températures moyennes annuelles et la MB d'ordre 5

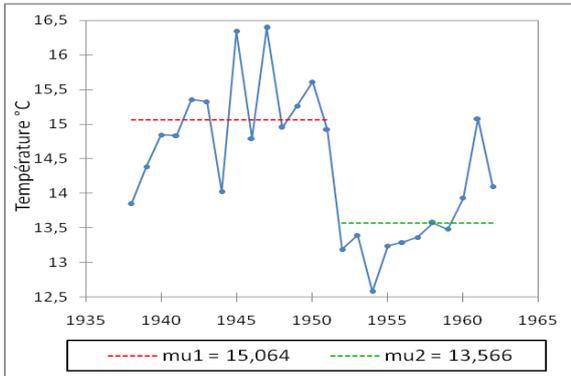


Figure 3.14 Analyse des températures moyennes annuelles par le test SNHT

Troisième Chapitre : Étude du climat local

Tableau 3.3 : Résultats des tests statistiques ayant détecté une inhomogénéité et des ruptures dans la série des températures moyennes mensuelles de la période 1938-1962

	Jan	Fev	Mars	Avr (#)	Mai	Juin (#)	Juill (#)	Aout	Sept	Oct (#)	Nov	Dec
Moyennes	5,06	6,62	9,10	11,97	16,15	21,50	25,22	24,92	21,16	15,06	9,86	6,26
Ecart type (et)	1,5	2,36	1,87	2,07	1,88	1,7	1,29	1,18	1,36	1,54	1,4	1,3
Coefficient de variation	28,71%	35,62%	20,50%	17,32%	11,65%	7,89%	5,10%	4,73%	6,41%	10,26%	14,19%	20,75%
Autocorrélogramme				***		**	***	***	**	**	*	***
Test de corrélation sur le RANG				*			**			**		
Test de Buishand				***		**	***	*		***	*	
Résultats des tests de tendance	(ns)	(ns)	(ns)	(sig)	(ns)	(sig)	(sig)	(ns)	(ns)	(sig)	(ns)	(ns)
Test de Pettitt (date de cassure ; signification)				1951***		1952**	1950**			1950***		
Segmentation d'Hubert (date de cassure)				1951		1952	1950	1945		1950	1951	
SNHT (date de cassure ; signification ; variation de la moyenne)				1951*** (-2,81°C)		1952 ** (-1,90°C)	1950** (-1,45°C)			1950*** (-2,18°C)		
Résultats des tests de rupture	(ns)	(ns)	(ns)	(sig)	(ns)	(sig)	(sig)	(ns)	(ns)	(sig)	(ns)	(ns)

(Degrés de signification : * :10% ; ** :5% ; *** : 1% ; (ns) : non significatif)

(sig) : Résultat significatif

(#) : Série non homogène

Troisième Chapitre : Étude du climat local

Tableau 3.4 : Résultats des tests statistiques ayant détecté une inhomogénéité et des ruptures dans la série des températures moyennes saisonnières et annuelles de la période 1938-1962

	Hiver (#)	Printemps (#)	Été (#)	Automne (#)	Annuel (#)
Moyennes	6,26	5,98	12,41	23,88	15,36
Ecart type (et)	1,30	1,29	1,48	1,10	1,08
Coefficient de variation (cv)	20,75%	21,61%	11,96%	4,61%	7,01%
Autocorrélogramme	***	***	***	***	***
Test de corrélation sur le RANG			*	*	
Test de Buishand	**	**	**	***	***
Résultats des tests de tendance	(sig)	(sig)	(sig)	(sig)	(sig)
Test de Pettitt (date de cassure ; signification)	1951**	1951**	1951***	1950***	1951***
Segmentation d'Hubert (date de cassure)	1951	1939 ; 1951	1951	1950	1951
SNHT (date de cassure ; signification ; variation de la moyenne)	1951* (-1,41°C)	1951** (-1,73°C)	1951** (-1,40°C)	1950*** (-1,55°C)	1951*** (-1,49°C)
Résultats des tests de rupture	(sig)	(sig)	(sig)	(sig)	(sig)

(Degrés de signification : * :10% ; ** :5% ; *** : 1% ; (ns) : non significatif)

(sig) : Résultat significatif

(#) : Série non homogène

3.3.1.3 Températures maximales de la période 1938-1962

3.3.1.3.1 Niveau mensuel

L'analyse des températures maximales mensuelles montre que tous les mois présentent des séries homogènes et sans ruptures significatives à l'exception de la série du mois d'avril qui enregistre une cassure en 1951 avec une diminution de la moyenne de 2.69°C (Tableau 3.5).

3.3.1.3.2 Niveau saisonnier

L'ensemble des saisons d'hiver, de printemps, d'été et d'automne présentent des moyennes respectives de 10,22°C, 18,34°C, 31,28°C et 20,57°C (Tableau 3.6), les séries en question sont caractéristiques des séries non aléatoires et sans cassures.

3.3.1.3.3 Niveau annuel

Les températures maximales de la série ancienne présente une moyenne de 20,10°C. Cependant, l'analyse statistique de la tendance met en exergue la stationnarité du paramètre étudié. En effet, la majorité des tests mis en œuvre admettent l'hypothèse H_0 . La série de la moyenne mobile est presque stationnaire, à l'exception d'une légère augmentation suivie directement par une baisse entre les années 1947 et 1951 (fig. 3.15.)

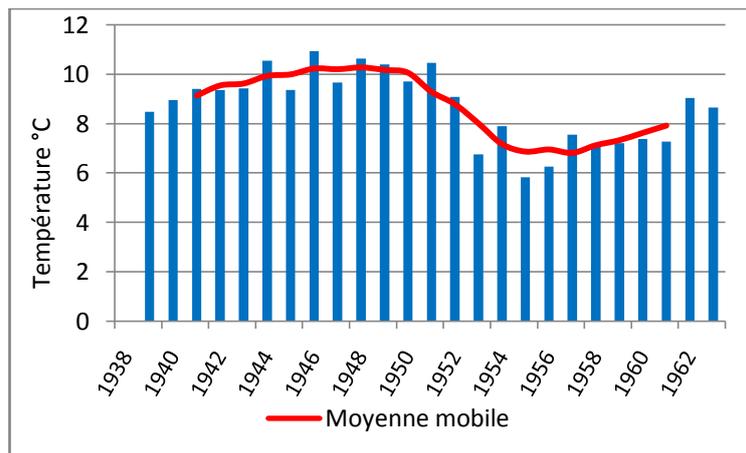


Figure 3.15 Evolution des températures maximales annuelles et la moyenne mobile d'ordre 5

Troisième Chapitre : Étude du climat local

Tableau 3.5 : Résultats des tests statistiques ayant détecté une inhomogénéité et des ruptures dans la série des températures maximales mensuelles de la période 1938-1962

	Jan	Fev	Mars	Avr (#)	Mai	Juin	Juill	Aout	Sept	Oct	Nov	Dec
Moyennes	8,85	11,58	14,68	17,64	22,68	28,49	32,99	32,34	27,52	20,03	14,16	10,23
Ecart type (et)	2,09	3,09	2,14	2,29	2,77	2,15	1,38	1,17	1,75	1,94	1,46	1,71
Coefficient de variation (cv)	23,59%	26,72%	14,61%	12,96%	12,20%	7,54%	4,19%	3,63%	6,36%	9,69%	10,34%	16,67%
Autocorrélogramme				**		**	***	***	**			
Test de corrélation sur le RANG												
Test de Buishand				**								
Résultats des tests d'homogénéité	(ns)	(ns)	(ns)	(sig)	(ns)							
Test de Pettitt (date de cassure ; signification)				1951**								
Segmentation d'Hubert (date de cassure)				1951								
SNHT (date de cassure ; signification ; variation de la moyenne)				1951** (-2.69°C)								
Résultats des tests de rupture	(ns)	(ns)	(ns)	(sig)	(ns)							

(Degrés de signification : * :10% ; ** :5% ; *** : 1% ; **(ns)** : non significatif)

(sig) : Résultat significatif

(#) : Série non homogène

Troisième Chapitre : Étude du climat local

Tableau 3.6 : Résultats des tests statistiques ayant détecté une inhomogénéité et des ruptures dans la série des températures maximales saisonnières et annuelles de la période 1938-1962

	Hiver	Printemps	Été	Automne	Annuel
Moyennes	10,22	18,34	31,28	20,57	20,10
Ecart type (et)	1,37	1,73	1,07	1,14	0,86
Coefficient de variation (cv)	13,37%	9,41%	3,42%	5,55%	4,29%
Autocorrélogramme		**	***	**	***
Test de corrélation sur le RANG					
Test de Buishand					
<u>Résultats des tests de tendance</u>	(ns)	(ns)	(ns)	(ns)	(ns)
Test de Pettitt <i>(date de cassure ; signification)</i>					
Segmentation d'Hubert <i>(date de cassure)</i>					
SNHT <i>(date de cassure ; signification ; variation de la moyenne)</i>					
<u>Résultats des tests de rupture</u>	(ns)	(ns)	(ns)	(ns)	(ns)

*(Degrés de signification : * :10% ; ** :5% ; *** : 1% ; (ns) : non significatif)*

(sig) : Résultat significatif

(#) : Série non homogène

3.3.1.4 Températures Minimales de la période 1938-62

L'analyse effectuée sur les différentes séries des températures minimales montre des résultats pertinents. En effet, des tendances significatives à la baisse sont observables au niveau mensuel (Tableau 3.7), saisonnier et annuel (Tableau 3.8). Toutefois, les séries mensuelles des mois de janvier, février et de mai n'affichent aucune tendance.

3.3.1.4.1 Niveau mensuel

3.3.1.4.1.1 Températures minimales de la série des mois de février

Le test de corrélation sur le RANG et le test de Buishand signalent le caractère non aléatoire de la série. Tandis que, le test de Pettitt et le test SNHT indiquent une rupture au seuil de 5% en 1951, avec une baisse remarquable de la moyenne qui avoisine 3,02°C. La segmentation d'Hubert affiche deux segments distincts: 1938-1951 et 1952 - 1962.

3.3.1.4.1.2 Températures minimales de la série des mois d'avril

L'ensemble des tests de détection de tendance signalent l'inhomogénéité de la série des mois d'avril. Cependant, le test de Pettitt, et le test SNHT affirment l'existence d'une rupture significative en 1951 au seuil de 1%, avec une importante baisse de la moyenne qui va de l'ordre de 2,95°C.

3.3.1.4.1.3 Températures minimales de la série des mois de juin

Dans la série des températures minimales des mois de juin, l'année 1951 a été identifiée comme année de rupture par le test de Pettitt et le test SNHT au seuil de 1%. En effet, la moyenne de la série accuse une baisse de 2,49°C entre les deux segments 1938-1951 et 1952-1962.

3.3.1.4.1.4 Températures minimales de la série des mois de juillet

L'ensemble des tests d'homogénéité signalent le caractère non aléatoire de la série du mois de juillet au seuil de 1%. En fait, une rupture a été identifiée au seuil de risque de 1% par le test de Pettitt en 1950. Tandis que, le test SNHT accuse une cassure à la même année avec une baisse de la moyenne de 2,94°C.

3.3.1.4.1.5 Températures minimales de la série des mois d'août

La série des mois d'août enregistre un caractère non aléatoire, signalé par l'ensemble des tests d'autocorrélogramme, de corrélation sur le RANG et le test de Buishand. Cependant, une rupture a été affichée par le test de Pettitt et le test SNHT au seuil de 1%, en mettant en évidence l'année 1950 comme point de cassure, avec une baisse de la moyenne de 2,43°C entre les deux segments. Cependant, le test d'Hubert signale la même année de rupture (1950).

3.3.1.4.1.6 Températures minimales de la série des mois de septembre

Les tests d'autocorrélogramme, de corrélation sur le RANG, de Buishand, signalent l'inhomogénéité de la série au seuil de 1%. Cependant, le test de Pettitt et le test SNHT identifient une date de rupture en 1950 au seuil de 1%, où la moyenne diminue de 2,83°C. Le test d'Hubert renforce le résultat disant que la rupture est signalée en 1950.

3.3.1.4.1.7 Températures minimales de la série des mois d'octobre

Au cours de la chronique des mois d'octobre, l'ensemble des tests d'autocorrélogramme, de corrélation sur le RANG et de Buishand indiquent le caractère non aléatoire de la série. Cependant, les tests de détection de rupture affichent 1951 comme date de cassure au seuil de 1%, avec une baisse considérable de la moyenne de 3,35°C.

3.3.1.4.1.8 Températures minimales de la série des mois de novembre

Le groupe des tests d'autocorrélogramme, de corrélation sur le RANG et de Buishand rejettent le caractère homogène de la série. Cependant, les tests de rupture à savoir les tests de Pettitt et SNHT ont détecté une cassure en 1951 au seuil de 5% , avec une baisse de 2,18°C entre les des deux périodes sous-jacentes.

3.3.1.4.1.9 Températures minimales de la série des mois de décembre

À l'issue des tests d'autocorrélogramme et le test de Buishand, les résultats rejettent le caractère aléatoire des séries d'observations. Sur cette chronique, la rupture a été détectée au seuil de 5% par le test de Pettitt et le test SNHT en 1951. En effet, la moyenne diminue de 1,83°C entre les segments considérés.

3.3.1.4.2 Niveau saisonnier

L'analyse statistique effectuée a permis de détecter des tendances significatives au niveau saisonnier. En effet, ces fluctuations saisonnières vont induire des modifications significatives de la série annuelle des températures minimales.

3.3.1.4.2.1 Températures minimales de la série des saisons d'hiver

Les températures hivernales sont scindées en deux différents segments (1938-1951) et (1952-1962) selon le test de Pettitt et le test SNHT (fig. 3.17) au seuil de 1%, avec une décroissance de la moyenne saisonnière de 2,23°C (Tableau 3.8). L'allure de la moyenne mobile est très variable au cours de la série, elle chute d'une manière drastique à partir de la fin des années 40 pour atteindre des températures presque nulles vers la moitié de la décennie de années 50 (fig. 3.16).

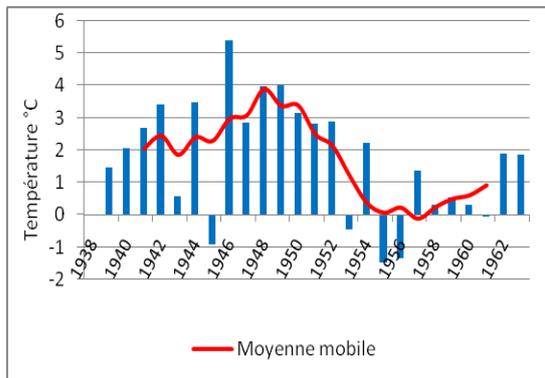


Figure 3.16 Evolution des températures min hivernales et la moyenne mobile d'ordre 5

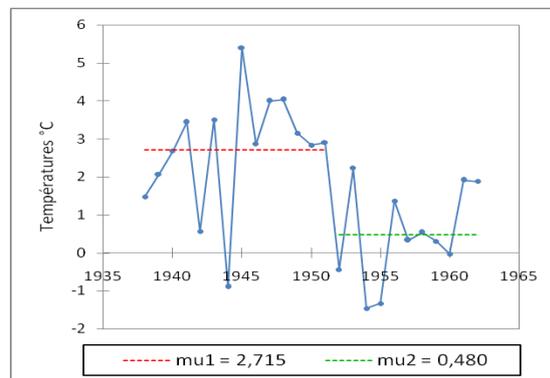


Figure 3.17 Analyse des températures minimales hivernales par le test SNHT

3.3.1.4.2.2 Températures minimales de la série des saisons de printemps

Le caractère aléatoire de la série des températures printanières est mis en évidence par le test d'autocorélogramme et le test de Buishand. Tandis que, Le test de Pettitt et le test SNHT (fig. 3.19) indiquent une rupture en 1951 au seuil de 1%, avec une baisse de la moyenne de 2,19°C (Tableau 3.8). Cependant, la moyenne mobile accuse une baisse importante à partir de la fin des années 40. En effet, cette tendance est similaire à la série hivernale précédente (fig. 3.18)

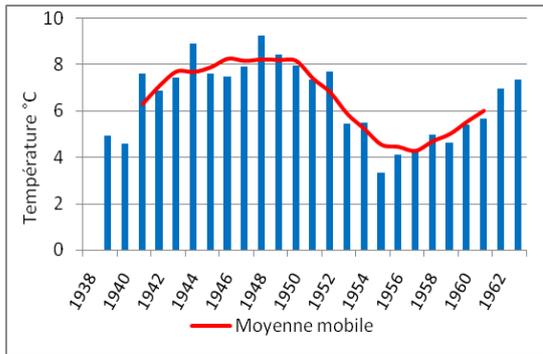


Figure 3.18 Evolution des températures min printanières et la moyenne mobile d'ordre 5

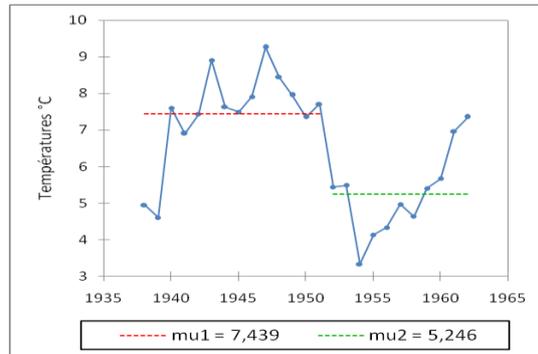


Figure 3.19 Analyse des températures min printanière par le test SNHT

3.3.1.4.2.3 Températures minimales de la série des saisons d'été

Les tests de tendance affichent une inhomogénéité de la série au seuil de 1%. Par ailleurs, une rupture a été détectée en 1950 par les tests de Pettitt et de SNHT (fig. 3.21) au seuil de 1%, avec une baisse de la moyenne de 2,50°C entre les deux segments considérés. La moyenne mobile présente une chute importante à partir des années cinquante (fig. 3.20). Cependant, le test d'Hubert signale une cassure en 1950 (Tableau 3.8).

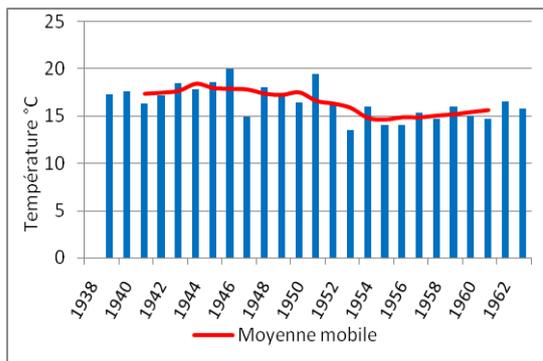


Figure 3.20 Evolution de la température min estivale et la moyenne mobile d'ordre 5

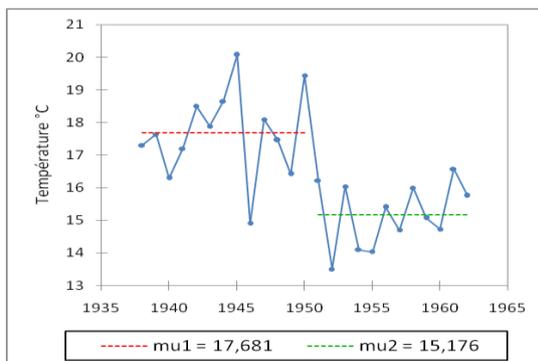


Figure 3.21 Analyse des températures minimales estivales par le test SNHT

3.3.1.4.2.4 Températures minimales de la série des saisons d'automne

Les températures minimales accusent une rupture en 1951 selon le test de Pettitt et le test SNHT (fig. 3.23) au seuil de 1%, avec une baisse de la moyenne de 2,64°C. Cependant, le test de Buishand, le test de corrélation sur le RANG et le test d'autocorrélation, rejettent l'homogénéité des températures minimales automnales (Tableau 3.8). La moyenne mobile est à la hausse depuis le début de la série, puis elle diminue à partir de la fin des années quarante jusqu'à la moitié

des années cinquante, ensuite elle enregistre une légère augmentation jusqu'à la fin de la série (fig. 3.22)

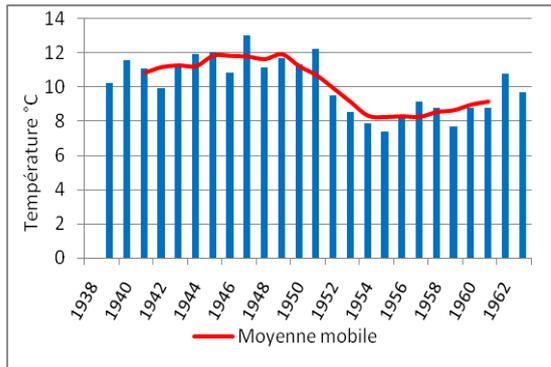


Figure 3.22 Evolution des températures min automnales et la moyenne mobile d'ordre 5

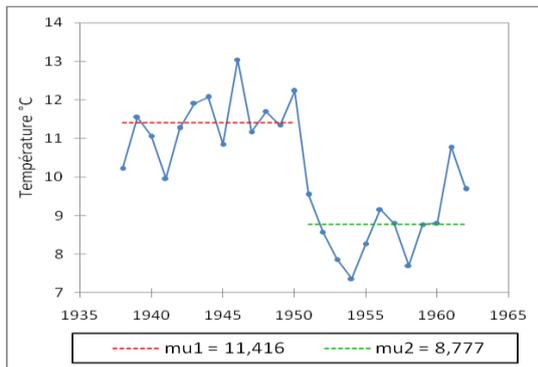


Figure 3.23 Analyse des températures minimales automnales par le test SNHT

3.3.1.4.3 Niveau annuel

L'inhomogénéité est signalée par les tests d'autocorrelation, le test de corrélation sur le RANG, et le test de Buishand. Une rupture significative a été identifiée en 1951 par le test de Pettitt et le test SNHT (fig. 3.25) au seuil de 1%. En effet, la moyenne a baissé de 2,37°C entre les deux périodes sous jacentes (Tableau 3.8). En ce qui concerne la moyenne mobile des températures minimales annuelles, elle manifeste une forte baisse à partir de 1949, puis elle affiche une amélioration à partir de l'année 1957 jusqu'à la fin de la chronique (fig. 3.24).

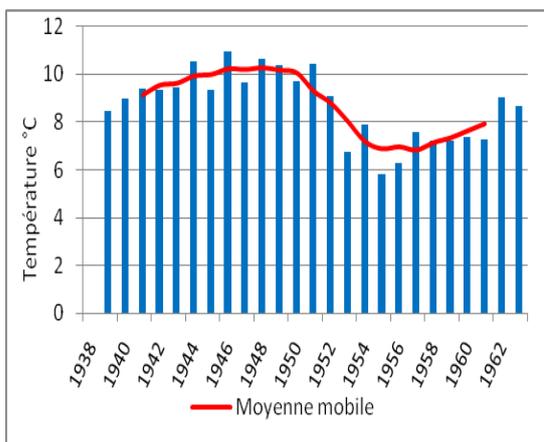


Figure 3.24 Evolution de la température minimale annuelle et la moyenne mobile d'ordre 5

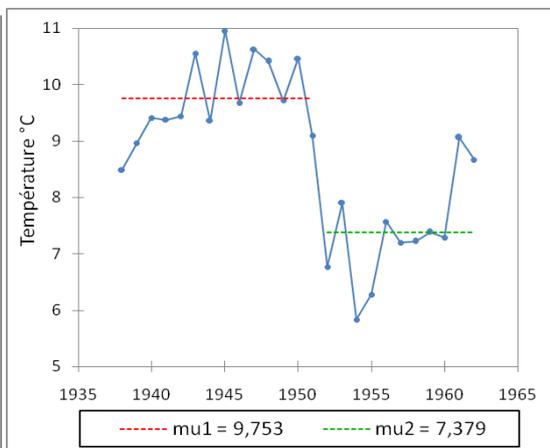


Figure 3.25 Analyse des températures minimales annuelles par le test SNHT

Troisième Chapitre : Étude du climat local

Tableau 3.7 : Résultats des tests statistiques ayant détecté une inhomogénéité et des ruptures dans la série des températures minimales mensuelles de la période 1938-1962

	Jan	Fev (#)	Mars	Avr (#)	Mai	Juin (#)	Juill (#)	Aout (#)	Sept (#)	Oct (#)	Nov (#)	Dec (#)
Moyennes	1,26	1,65	3,52	6,29	9,61	14,51	17,44	17,49	14,80	10,08	5,57	2,29
Ecart type (et)	2,25	2,42	2,18	2,32	1,81	1,82	1,98	1,92	2,05	2,06	1,77	1,47
Coefficient de variation (cv)	179,23%	146,39%	61,84%	36,90%	18,8%	12,57%	11,34%	10,97%	13,85%	20,47%	31,83%	64,22%
Autocorrélogramme	*		**	***	**	**	***	**	***	***	**	**
Test de corrélation sur le RANG		**		*		*	***	**	**	**		*
Test de Buishand	**	**	*	**	*	**	***	***	***	***	**	**
Résultats des tests de tendance	(ns)	(sig)	(ns)	(sig)	(ns)	(sig)	(sig)	(sig)	(sig)	(sig)	(sig)	(sig)
Test de Pettitt (date de cassure ; degrés de signification)	1951* (-1.85°C)	1951**	1951** (-2.23°C)	1951***		1951***	1950***	1950***	1950***	1951***	1951**	1951**
Segmentation d'Hubert (date de cassure)	1942 ; 1948	1951	1944 ; 1947	1951		1951	1950	1950	1950	1951	1951	1951
SNHT (date de cassure ; signification ; variation de la moyenne)		1951*** (-3,02°C)		1951*** (-2,95°C)		1951*** (-2,49°C)	1950*** (-2,94°C)	1950*** (-2,43°C)	1950*** (-2,83°C)	1951*** (-3,35°C)	1951** (-2,18°C)	1951** (-1,83°C)
Résultats des tests de rupture	(ns)	(sig)	(ns)	(sig)	(ns)	(sig)	(sig)	(sig)	(sig)	(sig)	(sig)	(sig)

(Degrés de signification : * :10% ; ** :5% ; *** : 1% ; (ns) : non significatif)

(sig) : Résultat significatif

(#) : Série non homogène

Troisième Chapitre : Étude du climat local

Tableau 3.8 : Résultats des tests statistiques ayant détecté une inhomogénéité et des ruptures dans la série des températures minimales saisonnières et annuelles de la période 1938-1962

	Hiver (#)	Printemps (#)	Été (#)	Automne (#)	Annuel (#)
Moyennes	1,73	6,47	16,48	10,15	8,71
Ecart type (et)	1,77	1,61	1,70	1,57	1,42
Coefficient de variation (cv)	102,31%	24,94%	10,30%	15,45%	16,33%
Autocorrélogramme	***	***	***	***	***
Test de corrélation sur le RANG	***	**	**	**	*
Test de Buishand	***	***	***	***	***
Résultats des tests de tendance	(sig)	(sig)	(sig)	(sig)	(sig)
Test de Pettitt (date de cassure ; degrés de signification)	1951***	1950***	1950***	1950***	1951***
Segmentation d'Hubert (date de cassure)	1951	11950	1950	1950	1951
SNHT (date de cassure ; signification ; variation de la moyenne)	1951** (-2,23°C)	1950*** (-2,50°C)	1950*** (-2,64°C)	1950*** (-2,64°C)	1951*** (-2,37°C)
Résultats des tests de rupture	(sig)	(sig)	(sig)	(sig)	(sig)

(Degrés de signification : *:10% ; **:5% ; ***: 1% ; (ns) : non significatif)

(sig) : Résultat significatif

(#) : Série non homogène

3.3.2 Période récente (1981-2012)

3.3.2.1 Pluviométrie de la période 1980-2012

3.3.2.1.1 Niveau annuel et saisonnier

Les tests statistiques ont permis d'analyser la variabilité temporelle des précipitations à l'échelle mensuelle, saisonnière et annuelle de la période 1981-2012. Les moyennes annuelles et saisonnières sont homogènes et sans ruptures. Durant la série étudiée, la moyenne mobile présente une stationnarité, ponctuée par des pics annuels, excédant 500mm enregistrés en 1982, 1984, 1992 et 2003 (fig. 3.26).

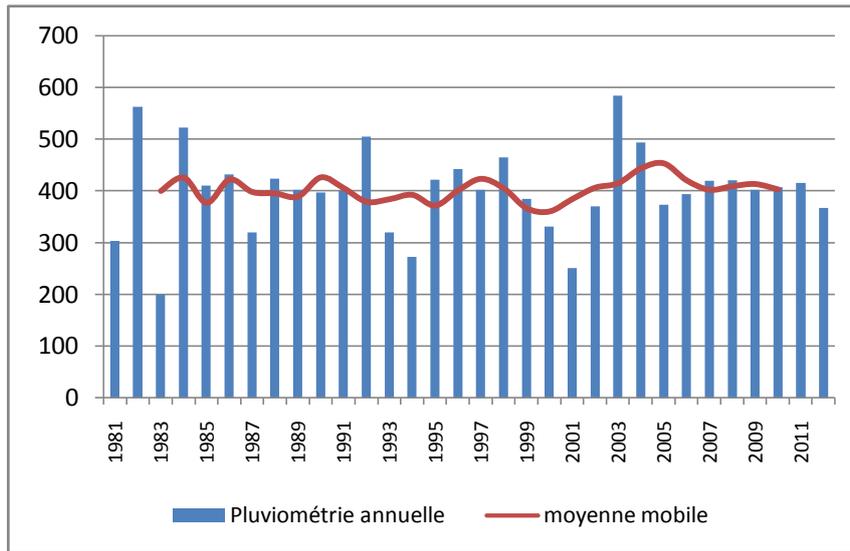


Figure 3.26 Evolution de la pluviométrie annuelle et la moyenne mobile d'ordre 5 pendant la période 1981-2012.

3.3.2.1.2 Niveau mensuel

L'analyse montre que l'ensemble des mois présentent des séries homogènes sans rupture, à l'exception du mois d'avril qui affiche une tendance à la hausse à partir de 2002. En effet, le test de corrélation sur le RANG et le test de Buishand signalent l'inhomogénéité de la série. Alors que, les tests de Pettitt, SNHT et le test d'Hubert indiquent une rupture significative en 2002, avec une augmentation de la moyenne annuelle de l'ordre de 27mm.

3.3.2.2 Températures moyennes de la période 1981-2012

3.3.2.2.1 Niveau mensuel

D'une façon générale les traitements statistiques ont permis d'identifier le caractère non aléatoire pour la majorité des mois, à l'exception des mois de juin et juillet. En effet, ils enregistrent tous deux une inhomogénéité au seuil de 5%, avec une cassure relevée pour le mois de juin seulement (Tableau 3.9).

3.3.2.2.1.1 Températures moyennes de la série des mois de juin

Au cours de la chronique des mois de juin, les tests d'autocorelogramme et de Buishand enregistrent un caractère non aléatoire au seuil de 5%. Tandis que, tous les tests de détection de rupture affichent une date de cassure en 1996, avec une augmentation de la moyenne de 1,73°C.

3.3.2.2.2 Niveau saisonnier

À l'issue du diagnostic de la série saisonnière, des ruptures significatives ont été signalées pour la saison printanière et estivale (Tableau 3.10). En effet, ces variations saisonnières vont induire par la suite des ruptures du niveau annuel.

3.3.2.2.2.1 Températures moyennes de la saison de printemps

Le test d'autocorelogramme, le test de corrélation sur le RANG et le test de Buishand affichent l'inhomogénéité de la série au seuil de 5%. Cependant, le test de Pettitt, le test SNHT et la procédure de segmentation d'Hubert s'accordent sur une rupture significative en 1996, avec un accroissement de la moyenne de 1,27°C.

3.3.2.2.2.2 Températures moyennes de la saison estivale

Aux vue des résultats de l'analyse, le test d'autocorelogramme, le test de corrélation sur le RANG et test de Buishand signalent une inhomogénéité. Cependant, le test de Pettitt affiche une rupture en 1997 au seuil de 5%. Alors que, le test SNHT et la segmentation d'Hubert signalent une rupture en 1996 avec une augmentation moyenne de 1,17°C entre les deux périodes.

3.3.2.2.3 Niveau annuel

Les tests d'autocorelogramme, le test de corrélation sur le RANG et le test de Buishand (fig. 3.27) affichent l'inhomogénéité de la série annuelle au seuil de 1%. Cependant, le test de Pettitt (fig. 3.28) et le test SNHT (fig. 3.30) sont concluants sur une rupture hautement significative en 1996 avec une évolution annuelle de

0,75°C. Quant à la moyenne mobile, elle enregistre une évolution palpable à partir de 1992, puis elle redescend à partir des années 2000 (fig. 3.29)

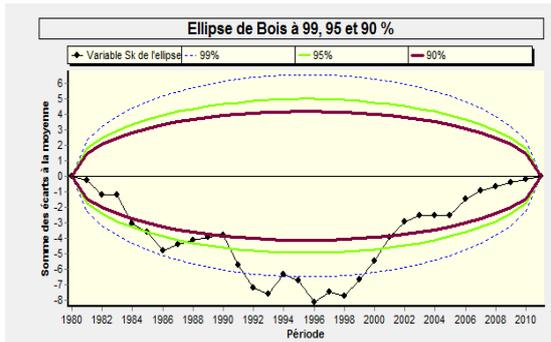


Figure 3.27 Analyse des températures moyennes annuelles par le test de BUISSHAND

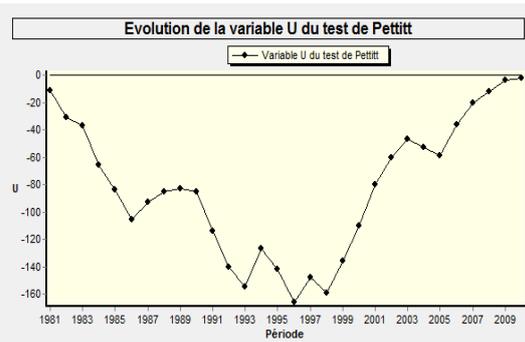


Figure 3.28 Analyse des températures moyennes annuelles par le test de PETTITT

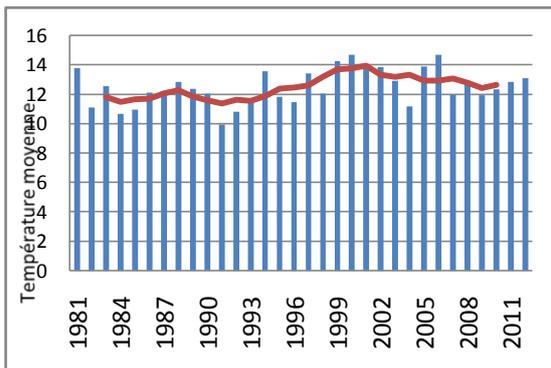


Figure 3.29 Evolution de températures moyennes annuelles et la moyenne mobile d'ordre 5

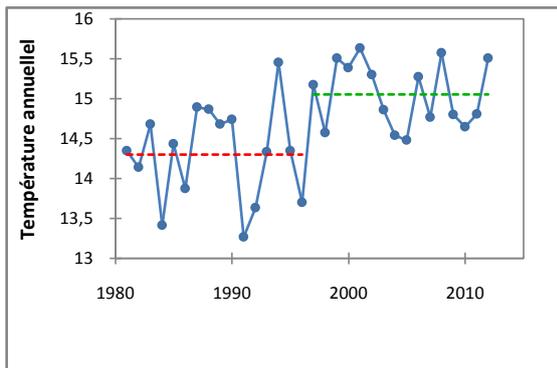


Figure 3.30 Analyse des températures moyennes annuelles par le test SNHT

Troisième Chapitre : Étude du climat local

Tableau 3.9 : Résultats des tests statistiques ayant détecté une inhomogénéité et des ruptures dans la série des températures moyennes mensuelles de la période 1981-2012

	Jan	Fev	Mars	Avr	Mai	Juin(#)	Juill	Aout	Sept	Oct	Nov	Dec
Moyennes	5,32	6,05	8,95	11,75	16,80	22,48	26,30	25,67	20,63	15,78	10,10	6,24
Ecart type (et)	1,21	1,96	1,54	1,52	2,15	1,77	1,43	1,37	1,10	1,68	1,29	1,36
Coefficient de variation	23%	32%	17%	13%	13%	8%	5%	5%	5%	10%	13%	21%
Autocorrélogramme					**	**	***	***	**	**		
Test de corrélation sur le RANG			*				**	*				
Test de Buishand			**		*	**	**					
Résultats des tests de tendances	(ns)	(ns)	(ns)	(ns)	(ns)	(sig)	(sig)	(ns)	(ns)	(ns)	(ns)	(ns)
Test de Pettitt (date de cassure ; signification ; variation de la moyenne)						1996 **	1999 * (+1,23°C)					
Segmentation d'Hubert (date de cassure)						1996						
SNHT (date de cassure ; signification ; variation de la moyenne)						1996 ** (+1,73°C)						
Résultats des tests de rupture	(ns)	(ns)	(ns)	(ns)	(ns)	(sig)	(ns)	(ns)	(ns)	(ns)	(ns)	(ns)

(Degrés de signification : * :10% ; ** :5% ; *** : 1% ; (ns) : non significatif)

(sig) : Résultat significatif

(#) : Série non homogène

Tableau 3.10 : Résultats des tests statistiques ayant détecté une inhomogénéité et des ruptures dans la série des températures moyennes saisonnières et annuelles de la période 1981-2012

	Hiver	Printemps (#)	Été (#)	Automne	Annuel (#)
Moyennes	5,84	12,50	24,85	15,51	14,67
Ecart type (et)	0,90	1,20	1,11	0,76	0,62
Coefficient de variation (cv)	15%	10%	4%	5%	4%
Autocorrélogramme		**	***	***	***
Test de corrélation sur le RANG		**	**		***
Test de Buishand		**	***		***
Résultats des tests de tendances	(ns)	(sig)	(sig)	(ns)	(sig)
Test de Pettitt (date de cassure ; signification ; variation de la moyenne)		1996**	1997** (+1,16°C)		1996***
Segmentation d'Hubert (date de cassure)		1996	1996		1992
SNHT (date de cassure ; signification ; variation de la moyenne)		1996** (+1,27°C)	1996** (+1,17°C)		1996*** (+0,75°C)
Résultats des tests de rupture	(ns)	(sig)	(sig)	(ns)	(sig)

(Degrés de signification : * :10% ; ** :5% ; *** : 1% ; (ns) : non significatif)

(sig) : Résultat significatif

(#) : Série non homogène

3.3.2.3 Températures maximales de la période 1981-2012

3.3.2.3.1 Niveau mensuel

L'analyse des températures maximales mensuelle met en évidence le caractère aléatoire pour tous les mois, à l'exception des mois de juillet et aout. En effet, aucune rupture significative n'a été signalée par les tests de rupture mis en œuvre (Tableau 3.11).

3.3.2.3.2 Niveau saisonnier

L'analyse du patron saisonnier ne montre aucune tendance significative pour l'ensemble des saisons, à l'exception de la saison estivale où les trois tests ont montré une inhomogénéité. Cependant, une rupture a été déclarée en 1998 à l'issue des tests de Pettitt, et le test SNHT avec une augmentation de $1,09^{\circ}\text{C}$. En effet, la segmentation d'Hubert confirme le même résultat avec la même date de rupture (1998) (Tableau 3.12).

3.3.2.3.3 Niveau annuel

La série annuelle des températures maximales affiche un caractère non aléatoire au seuil de 1% par les tests d'autocorrelogramme, de corrélation sur le RANG et de Buishand (fig. 3.31). La segmentation d'Hubert propose deux segments 1981-1998 et 1999-2012. En effet, le même résultat a été signalé par le test SNHT (fig. 3.32) et le test de Pettitt, permettant ainsi de segmenter la chronique à partir de 1998 avec un accroissement annuel de $0,73^{\circ}\text{C}$ (Tableau 3.12). Par ailleurs, faut-il signaler que l'évolution des séries des mois de juillet et aout a significativement influencé le patron estival. Ce dernier, engendre un effet apparent sur l'évolution des températures maximales annuelles.

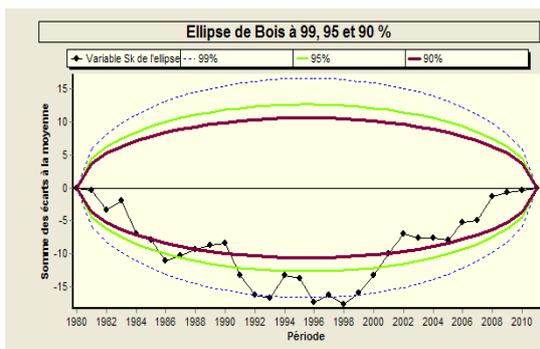


Figure 3.31 Analyse des températures maximales annuelles par le test de BUIHAND

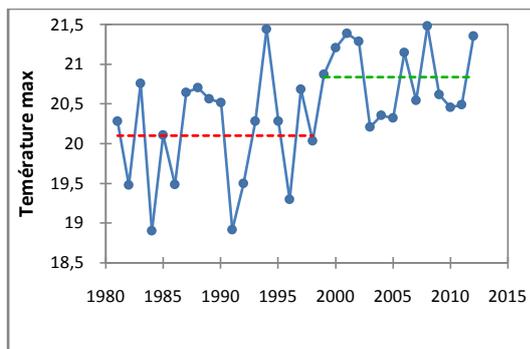


Figure 3.32 Analyse des températures maximales annuelles par le test SNHT

Troisième Chapitre : Étude du climat local

Tableau 3.11 : Résultats des tests statistiques ayant détecté une inhomogénéité et des ruptures dans la série des températures Maximales mensuelles de la période 1981-2012

	Jan	Fev	Mars	Avr	Mai	Juin	Juill	Aout	Sept	Oct	Nov	Dec
Moyennes	9,66	10,98	14,27	17,42	23,04	29,46	33,57	32,90	27,12	21,37	14,82	10,52
Ecart type (et)	1,54	2,58	1,80	1,82	2,58	1,94	1,35	1,32	1,29	2,01	1,64	1,71
Coefficient de variation (cv)	15%	24%	13%	10%	11%	7%	4%	4%	5%	9%	11%	16%
Autocorrélogramme					**	**	***	***	***			**
Test de corrélation sur le RANG							*	**				
Test de Buishand			*			*	**					
Résultats des tests de tendance	(ns)	(ns)	(ns)	(ns)	(ns)	(ns)	(sig)	(sig)	(ns)	(ns)	(ns)	(ns)
Test de Pettitt (date de cassure ; signification ; variation de la moyenne)			1996* (+2,49°C)				1999* (+1,29°C)					
Segmentation d'Hubert (date de cassure)												
SNHT (date de cassure ; signification ; variation de la moyenne)												
Résultats des tests de rupture	(ns)	(ns)	(ns)	(ns)	(ns)	(ns)	(ns)	(ns)	(ns)	(ns)	(ns)	(ns)

(Degrés de signification : * :10% ; ** :5% ; *** : 1% ; **(ns)** : non significatif)

(sig) : Résultat significatif

(#) : Série non homogène

Troisième Chapitre : Étude du climat local

Tableau 3.12 : Résultats des tests statistiques ayant détecté une inhomogénéité et des ruptures dans la série des températures maximales saisonnières et annuelles de la période 1981-2012

	Hiver	Printemps	Été (#)	Automne	Annuel (#)
Moyennes	10,39	18,24	31,98	21,10	20,42
Ecart type (et)	1,18	1,46	1,08	0,90	0,70
Coefficient de variation (cv)	11%	8%	3%	4%	3%
Autocorrélogramme	*	**	***	***	***
Test de corrélation sur le RANG		*	**		***
Test de Buishand		*	**		***
Résultats des tests de tendance	(ns)	(ns)	(sig)	(ns)	(sig)
Test de Pettitt (date de cassure ; signification ; variation de la moyenne)		1996*(+0,30°C)	1998** (+1,09°C)		1998 ** (+0,73°C)
Segmentation d'Hubert (date de cassure)		1996	1998		1998
SNHT (date de cassure ; signification ; variation de la moyenne)			1998*		1998**
Résultats des tests de rupture	(ns)	(ns)	(sig)	(ns)	(sig)

(Degrés de signification : *:10% ; **:5% ; ***: 1% ; **(ns)** : non significatif)

(sig) : Résultat significatif

(#) : Série non homogène

3.3.2.4 Températures minimales de la période 1981-2012

3.3.2.4.1 Niveau mensuel

L'analyse des températures mensuelle minimales montre une inhomogénéité des séries mensuelles de mars, avril, juin, juillet et aout. Toutefois, des ruptures significatives ont été signalées seulement pour les mois d'avril, juin et juillet. En effet, ces ruptures sont détectées à différentes dates et à différents niveaux de signification (Tableau 3.13).

3.3.2.4.1.1 Températures minimales de la série des mois d'Avril

Les tests d'autocorrelogramme, d'autocorrélation sur le RANG et le test de Buishand témoignent du caractère non aléatoire de la série au seuil de 5%. Cependant, une rupture identifiée sur cette chronique en 1998 par le test de Pettitt au seuil de 5%. Tandis que, le test SNHT affiche une rupture en 1997 avec une augmentation de la moyenne de 1,38°C. La segmentation d'Hubert divise la chronique en trois parties ; un premier découpage en 1988 et un deuxième en 1995.

3.3.2.4.1.2 Températures minimales de la série des mois de Juin

Les tests d'autocorrelogramme et de Buishand signalent un caractère non aléatoire de la série. Une rupture est identifiée en 1996 par les tests de Pettitt, et SNHT au seuil de 5%, avec une augmentation de la moyenne de 1,81°C. En effet, les mêmes résultats ont été signalés par la procédure de segmentation d'Hubert qui propose un découpage en deux segments à partir de 1996.

3.3.2.4.1.3 Températures minimales de la série des mois de Juillet

D'après le test d'autocorrelogramme, le test d'autocorrélation sur le RANG et le test de Buishand, les températures minimales mensuelles présentent une tendance non aléatoire. En effet, le test de Pettitt au seuil de 5% et la procédure de segmentation d'Hubert accusent une cassure en 1999 avec une baisse de la moyenne de 1,37°C.

3.3.2.4.2 Niveau saisonnier

L'analyse des températures minimales saisonnière met en évidence une absence de rupture significative pour la saison d'hiver et d'automne. Tandis que, la saison

de printemps et d'été accusent des tendances non aléatoires avec des ruptures significatives (Tableau 3.14).

3.3.2.4.2.1 Températures minimales de la série des saisons printanières

Au cours de cette chronique, les tests d'autocorrelogramme, le test de corrélation sur le RANG et le test de Buishand rejettent l'hypothèse d'homogénéité des séries au seuil de 1%. Cependant, le test de Pettitt et le test SNHT signalent une rupture en 1996 au seuil de 1% avec une augmentation de la moyenne de l'ordre de 1,29°C. Par ailleurs, la segmentation d'Hubert affiche aussi une rupture au cours de la même date (1996) (Tableau 3.14).

3.3.2.4.2.2 Températures minimales de la série des saisons estivales

L'ensemble des tests d'homogénéité mettent en évidence l'inhomogénéité de la série estivale. Cependant, une date de cassure est détectée par le test de Pettitt et le test SNHT en 1996 au seuil de 1%, avec une élévation de la moyenne de 1,34°C. Parallèlement, le test d'Hubert avance la même date de rupture.

3.3.2.4.3 Niveau annuel

Les tests d'homogénéité menés sur les séries des températures annuelles minimales permettent d'identifier un caractère non aléatoire au seuil de 1%. En effet, les résultats de détection de rupture à savoir le test de Pettitt (fig. 3.34) et le test SNHT (fig. 3.36) s'accordent aussi à signaler la date de cassure en 1996, avec une augmentation de 0,83°C (Tableau 3.14). La procédure de segmentation propose aussi un découpage en 1996. Cependant, la moyenne mobile (fig. 3.35) accuse une nette évolution à partir de 1993 jusqu'au début des années 2000, puis elle se stabilise jusqu'à la fin de la série, celle-ci demeure généralement au dessus de la moyenne antérieure à la date de rupture. Il est à signaler que la tendance des températures minimales annuelles est influencée par les variations saisonnières du printemps et d'été. En fait, ces tendances saisonnières sont également engendrées par les évolutions des séries mensuelles des mois d'avril, juin et juillet. Cependant, les températures des saisons d'automne et d'hiver sont plus stables, du fait que les mois correspondants ont des tendances insignifiantes.

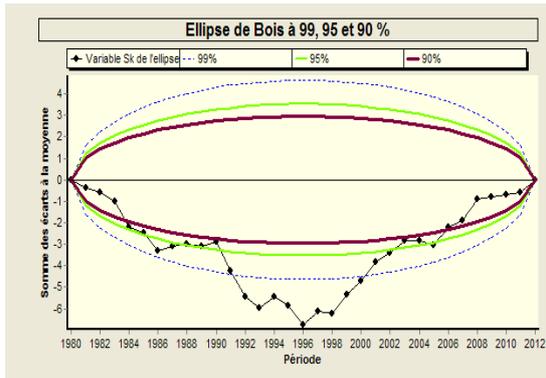


Figure 3.33 Analyse des températures minimales annuelles par le test de BUISSHAND

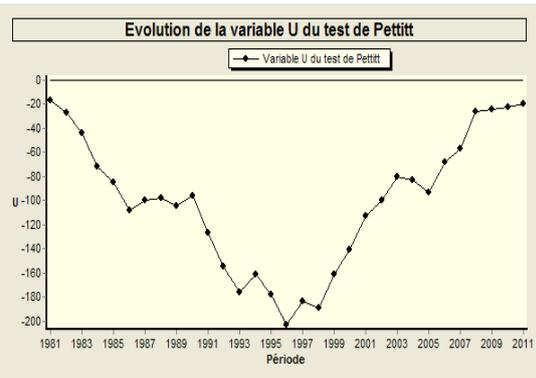


Figure 3.34 Analyse des températures minimales annuelles par le test de PETTITT

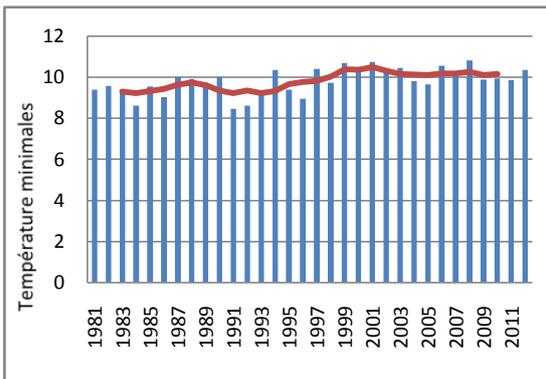


Figure 3.35 Evolution de températures min annuelles et la moyenne mobile d'ordre 5

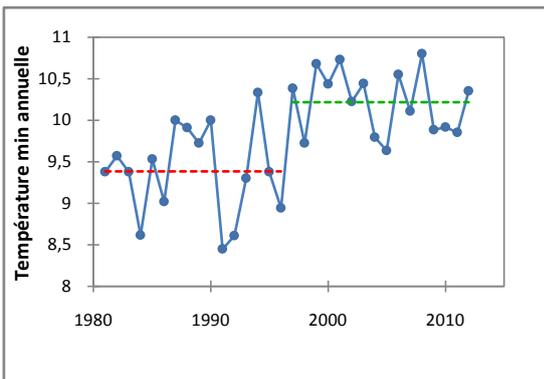


Figure 3.36 Analyse des températures minimales annuelles par le test SNHT

Troisième Chapitre : Étude du climat local

Tableau 3.13 : Résultats des tests statistiques ayant détecté une inhomogénéité et des ruptures dans la série des températures minimales mensuelles de la période 1981-2012

	Jan	Fev	Mars	Avr (#)	Mai	Juin (#)	Juill	Aout	Sept	Oct	Nov	Dec
Moyennes	1,64	2,06	4,48	6,84	11,21	16,15	19,63	19,59	15,44	11,38	6,36	2,83
Ecart type (et)	1,19	1,49	1,30	1,33	1,88	1,64	1,36	1,27	1,02	1,50	1,22	1,22
Coefficient de variation (cv)	73%	73%	29%	19%	17%	10%	7%	6%	7%	13%	19%	43%
Autocorrélogramme	*		**	**	*	**	***	***	**	**		
Test de corrélation sur le RANG	*		**	**			**	**				
Test de Buishand			**	**	*	**	**	**				
Résultats des tests de tendance	(ns)	(ns)	(sig)	(sig)	(ns)	(sig)	(ns)	(sig)	(ns)	(ns)	(ns)	(ns)
Test de Pettitt (date de cassure ; signification ; variation de la moyenne)			1997** (+1,14°C)	1998 ** (+1,37°C)		1996 **	1999**	1998*				
Segmentation d'Hubert (date de cassure)			1999	1988 ; 1995		1996	1999	1985				
SNHT (date de cassure ; signification ; variation de la moyenne)				1997** (+1,38°C)		1996** (+1,81°C)	1999* (+1,37°C)					
Résultats des tests de rupture	(ns)	(ns)	(ns)	(sig)	(ns)	(sig)	(sig)	(ns)	(ns)	(ns)	(ns)	(ns)

(Degrés de signification : * :10% ; ** :5% ; *** : 1% ; (ns) : non significatif)

(sig) : Résultat significatif

(#) : Série non homogène

Tableau 3.14 : Résultats des tests statistiques ayant détecté une inhomogénéité et des ruptures dans la série des températures minimales saisonnières et annuelles de la période 1981-2012

	Hiver	Printemps (#)	Été (#)	Automne	Année (#)
Moyennes	2,17	7,51	18,46	11,06	9,80
Ecart type (et)	0,79	1,02	1,10	0,79	0,62
Coefficient de variation (cv)	36%	14%	6%	7%	6%
Autocorrélogramme		***	***	**	***
Test de corrélation sur le RANG		***	***	*	***
Test de Buishand		***	***		***
Résultats des tests de tendance	(ns)	(sig)	(sig)	(ns)	(sig)
Test de Pettitt (date de cassure ; signification ; variation de la moyenne)		1996 ***	1996 ***		1996 ***
Segmentation d'Hubert (date de cassure)		1996	1996		1996
SNHT (date de cassure ; signification ; variation de la moyenne)		1996*** (+1,29°C)	1996 (+1,34°C)		1996*** (+0,83°C)
Résultats des tests de rupture	(ns)	(sig)	(sig)	(ns)	(sig)

(Degrés de signification : * :10% ; ** :5% ; *** : 1% ; (ns) : non significatif)

(sig) : Résultat significatif

(#) : Série non homogène

3.4 Analyse et comparaison entre les séries 1938-1962 et 1981-2012

3.4.1 Pluviométrie

Le climat de Sétif est un climat semi aride, les précipitations annuelles sont aux alentours de 450mm (Gsell, 1913); les séries pluviométriques mensuelles, saisonnières et annuelles de la période ancienne (1938-1962) montrent un caractère stationnaire, avec une moyenne annuelle de 469mm et un cv de 19%. Cependant, dans la série Seltzer (1^{er} septembre 1913 au 31 aout 1938); une série plus ancienne et la plus documentée par la recherche climatologique en Algérie. La pluviométrie annuelle a enregistré une moyenne de 470mm, avec un écart moyen relatif de 0,15, ce dernier représente la moyenne des écarts en valeurs absolue des différentes hauteurs de pluie annuelles par rapport à leur moyenne générale (Seltzer, 1946). De ce fait, la pluviométrie annuelle à Sétif a maintenu une stationnarité durant la période de 1913-1962. Alors que, la série pluviométrique récente (1981-2012) accuse une baisse de la moyenne de l'ordre de 68mm par rapport à la moyenne de l'ancienne série (1938-1962), tout en maintenant un caractère homogène (sans cassure). Le fait que les deux séries pluviométriques soient ponctuées par une période de manque de données (1963-1980), l'analyse n'a pas dégagé une quelconque rupture. En effet, plusieurs études menées sur le climat des régions nord de Algérie pointent les années 70 étant une période de baisse pluviométrique (meddi, 2007, Medjerab, 2011) et début d'une longue phase de sécheresse (Ghenim, 2013). D'autres études plus pessimistes déclarent que la diminution des précipitations au cours de vingt dernières années est de l'ordre de 10% (MATE, 2003). La comparaison entre les moyennes pluviométriques mensuelles des deux séries, indique une supériorité des mois de période ancienne (1938-1962) à l'exception des mois de mai, juillet, aout et septembre (fig. 3.39). En fait, la baisse enregistrée par la moyenne annuelle de la période 1981-2012 est plus observée pendant des mois d'hiver. Alors que, la période estivale de la période récente enregistre une amélioration du taux pluviométrique comparativement à celui de l'ancienne période. En effet, la période récente devient de plus en plus marquée par la modification des fréquences et des intensités des pluies estivales.

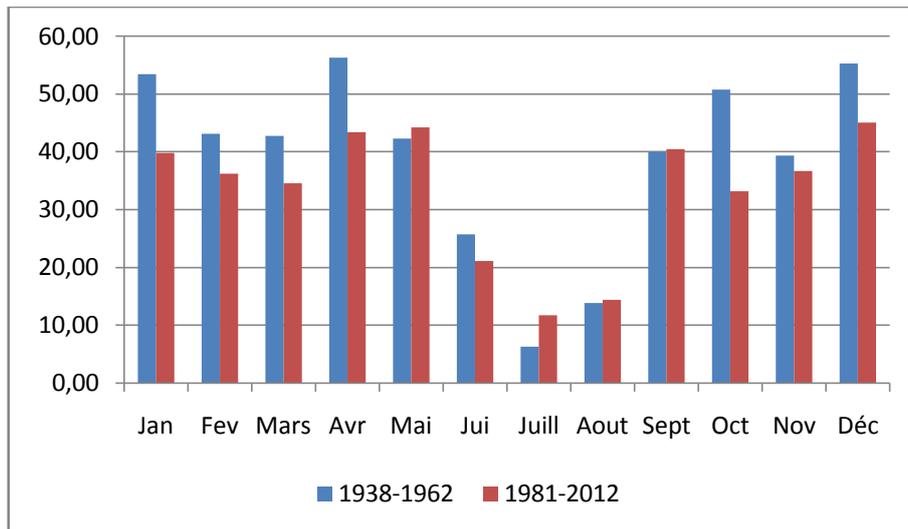


Figure 3.37 Evolution des la pluviométrie moyenne mensuelle des deux périodes (1938-1962) et (1981-2012)

La comparaison des moyennes par le test de *Student* a permis de dégager une différence significative au seuil de 1% entre les moyennes pluviométriques des deux séries d'étude (Tableau 3.15).

Tableau 3.15 Test d'égalité des moyennes pluviométriques des deux périodes : (1938-1962) et (1981-2012)

	<i>pluviométrie 1981-2012</i>	<i>pluviométrie 1938-1962</i>
Moyenne	400,95	469,13
Variance	6884,09	8162,21
Observations	32	22
Statistique t	-2,81	
P(T<=t) bilatéral	0,003***	

3.4.2 Températures moyennes

Durant la série (1938-1962), les températures moyennes présentent des cassures aux niveaux mensuel, saisonnier et annuel. À partir des années cinquante, les moyennes mensuelles ont inscrit des chutes entre 1,40°C et 2,81°C. Conjointement, une baisse de la moyenne annuelle (1,49°C) a été enregistrée en 1951. En effet, cette diminution est fonction de la baisse des températures minimales d'hiver et du printemps. Cependant, la comparaison entre les températures moyennes annuelles de la série (1938-1962) et celles de la série Seltzer a montré une supériorité de la série (1938-1962) équivalant à 0,5°C.

Les températures moyennes de la période récente sont relativement stables en comparaison avec celles de la période ancienne. D'une façon générale, le patron

mensuel de la période récente est homogène. Toutefois, la saison printanière et estivale enregistrent une rupture significative durant la moitié des années 90. Cependant, la moyenne annuelle inscrit une augmentation de 0,75°C, signalant l'année 1996 comme année de rupture. En effet, des experts hydro météorologues prévoient un raccourcissement de la saison des pluies et une hausse des températures d'environ 1° à 1,5°C d'ici 2020. Par ailleurs, il est à noter que la tendance thermique observée au cours des deux séries étudiées est réversible, elle tend vers la baisse pendant la période ancienne, alors qu'elle est croissante durant la deuxième série. Ce phénomène, pourra être dû au caractère cyclique des températures à l'échelle mondiale qui est en relation directe avec le cycle solaire et océanique (D'Aleo, 2010). Les moyennes des deux séries sont très proches, soit 14,40°C pour la période ancienne et 14,67°C pour la période récente. En effet, la comparaison de moyennes effectuée par le test de *Student* ne montre aucune différence significative au seuil d'erreur de 5%.

3.4.3 Températures maximales

La série des températures maximales de la période ancienne affiche une stabilité pour les trois niveaux d'analyse. En effet, la moyenne annuelle est de 20,10°C, avec un cv de 4,29%. La moyenne de températures maximales annuelles de la série Seltzer (1913-1938) enregistre 19,9°C, alors que, la chronique (1938-1962) affiche une tendance à la hausse de 0,20°C. La série mensuelle de la période récente n'affiche aucune rupture. Tandis que, la série des moyennes annuelles indique une rupture en 1998 avec une évolution de 0,73°C. Par ailleurs, le test de *Student* n'indique aucune différence significative entre les moyennes des deux séries.

3.4.4 Températures minimales

La série 1938-1962 enregistre des ruptures au niveau de l'ensemble des patrons analysés. La moyenne des températures minimales annuelles de la série (1938-1962) est de l'ordre de 8,70°C, alors que la moyenne annuelle de la série Seltzer (1913-1938) est de 7,9°C, ce qui indique une tendance à la hausse de 0,80°C entre les deux périodes anciennes. Tandis que, la comparaison entre les températures minimales annuelles de la période (1938-1962) et la période

(1981-2012), montre une tendance significative à la hausse, soit une augmentation de 1,09°C. En fait, le test de *Student* montre une différence significative au seuil de 1%. En effet, les températures minimales de la série 1938-1962 nous semblent douteuses, du moment que leur tendance prend un aspect anormale à partir des années 50. Ceci nous a conduits à suspecter la fiabilité des données relevées des archives. A cet effet, Il faudrait s'assurer de nos chiffres par une comparaison entre la série suspecte et une série de référence relevée à partir du même archive. Dans cette optique, nous avons choisi la station de Constantine comme étant une station de référence, celle ci comporte moins de données manquantes, elle est plus proche et plus analogue à la station de Sétif sur le plan climatique. Les résultats obtenus montrent que les deux stations affichent presque la même tendance. En effet, les deux stations accusent simultanément des chutes des températures à partir des années 50. Les coefficients de corrélation ($r=0.85$) et ($r=0.70$) calculés respectivement pour les périodes 1938-1962 et 1950-1962, indiquent une forte corrélation linéaire entre les données des deux stations (fig. 3.38), ce qui rassure la fiabilité de nos chiffres, disant que la série (1938-1962), a subi vraiment une chute considérable des températures minimales à partir des années 50. En effet, la tendance à la baisse des températures globales a été répertoriée dans d'autres études, où la moyenne globale a enregistré une baisse à partir des années quarante jusqu'aux années cinquante (NCDC, 2012).

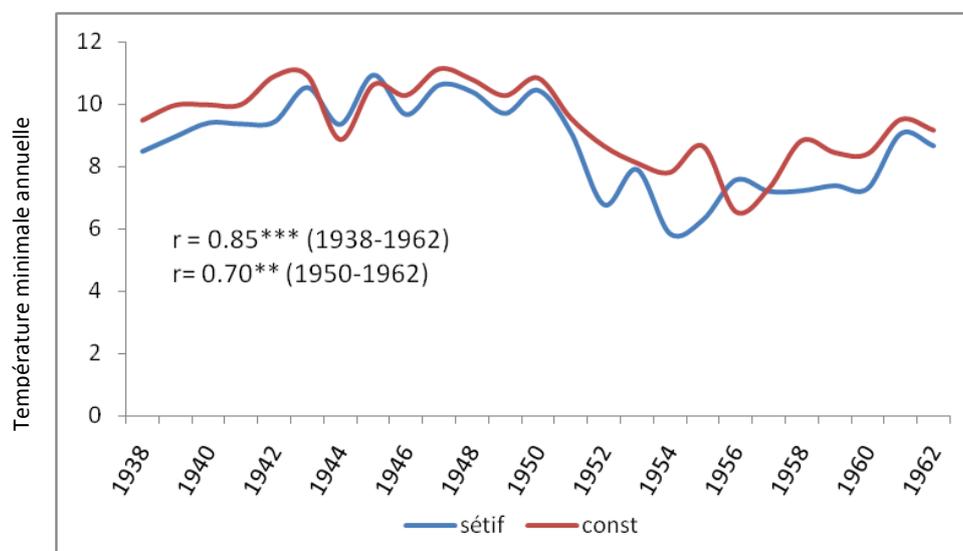


Figure 3.38 : Evolution des températures minimales annuelles de la station de Sétif et de Constantine au cours de la période 1938-62

La température minimale annuelle relative à la période (1981-2012) accuse une rupture significative en 1996. En effet, les mêmes résultats ont été obtenus pour la saison printanière et estivale. Certaines études pointent l'évolution des températures maximales au détriment des températures minimales et concluent que les saisons d'hiver et d'automne sont les plus touchées par la variation climatique en Algérie (MATE, 2003), ce qui ne corrobore pas les résultats obtenus dans ce présent travail. Les métadonnées peuvent également jouer un rôle important dans la fiabilité et l'homogénéisation des données climatiques. En fait, la station de Sétif sise au lieu dit : Ain Sfiha n'a pas subi de déplacement depuis sa mise en service en 1981, mais son emplacement devient de plus en plus critique, du fait qu'elle s'entoure davantage des constructions avoisinantes. Ceci pourra engendrer des tendances climatiques artificielles. Cependant, il est à noter, qu'en 1995 la station de Sétif a été dotée d'un nouveau équipement de mesures des températures « MESSIR » ; genre de station automatique, dont les températures se font mesurées automatiquement « télémessure ». En effet, ce basculement entre mesure humaine et mesure automatique, pourra biaiser et engendrer des perturbations de mesure.

3.4.5 Comparaison entre la station de Sétif et quelques stations de l'Est

Une série de tests d'homogénéité a été effectuée sur les séries des stations limitrophes à la station de Sétif à savoir : la station de Batna, BBA, Béjaia, et Constantine, en vue de faire une comparaison et de vérifier si les résultats obtenus à la station de Sétif sont aussitôt généralisés et touchent une grande partie de l'Est algérien. A cause du manque de données climatiques relatives aux stations de test, la période de comparaison a été fixée pour toutes les stations de 1981 à 2008. Les résultats obtenus montrent que la série des précipitations est homogène pour toutes des stations analysées (Tableau 3.16), ce qui corrobore l'homogénéité de la série pluviométrique de la station de Sétif. Cependant, toutes les stations présentent des ruptures dans les séries de températures en différentes dates et à différents niveaux de signification. La station de Béjaia enregistre l'année 1993 comme point de rupture pour l'ensemble des séries thermiques testées (t_{min} , t_{moy} , t_{max}). Tandis que, la station de BBA note l'année 1996 comme année de rupture pour les températures maximales, alors qu'elle

enregistre en moyenne une cassure pour les températures minimales et moyennes au cours de l'année 1993. Toutefois, la station de Batna n'affiche aucune rupture pour les températures minimales. Cependant, les températures moyennes et maximales enregistrent des cassures pendant 1993 et 1992 respectivement. Quant à la station de Constantine, elle enregistre des ruptures des températures maximales et moyennes en 1996 et 1993. Ces résultats renforcent l'hypothèse du réchauffement observé à l'échelle locale et à l'échelle régionale qui est au alentour de 1°C. En effet, ces tendances thermiques sont simultanément liées à d'autres phénomènes climatiques tels que le sirocco et les gelées. En effet, la moyenne annuelle des jours de gelées blanche à Sétif, enregistre une baisse significative au seuil de 5% à partir de 2002. Ceci, aura des répercussions sur l'activité agricole et sur les calendriers culturels.

Tableau 3.16 Tendances climatiques annuelles de quelques stations de l'Est algérien durant la période 1981-2008

Stations	Paramètres	Test SNHT	Test de Pettitt	Test Buishand
BBA 1981-2008	Tmoy	1993*** (+1,07°C)	1996***(+1,08°C)	1993***
	Tmin	1993*** (+1,35°C)	1993***	1993***
	Tmax	1998*** (+1,36°C)	1996***(+1,27°C)	1996***
	Pluviométrie	ns	ns	ns
Batna 1981-2008	Tmoy	1993*** (0,84°C)	1993***	1993***
	Tmin	ns	ns	ns
	Tmax	1987*** (+2,11°C)	1992***(+1,87°C)	1992***
	Pluviométrie	ns	ns	ns
Béjaia 1981-2008	Tmoy	1993**(+0,49°C)	1993**	1993**
	Tmin	1993**(+0,58°C)	1993**	1993**
	Tmax	1993**(+0,57°C)	1993**	1993**
	Pluviométrie	ns	ns	ns
Constantine 1981-2008	Tmoy	1993**(+0,79°C)	1996***(+0,77°C)	1993***
	Tmin	ns	ns	ns
	Tmax	1996***(+1,09°C)	1996***	1996***
	Pluviométrie	ns	ns	ns
Sétif 1981-2008	Tmoy	1996**(+0,81°C)	1992** (+0,68°C)	1992***
	Tmin	1996***(+0,89°C)	1996***	1996***
	Tmax	1998** (+0,78°C)	1998*	1998**
	Pluviométrie	ns	ns	ns

(Degrés de signification : * :10%, ** :5%, *** : 1%, ns : non significatif)

Tmoy : Température moyenne ; Tmin : Température minimale ; Tmax : Température moyenne

Toutefois, il ne faut pas se plaquer seulement aux statistiques obtenues, qui suggèrent des tendances significatives, sans prendre en considération les métadonnées qui présentent une source de variation non contrôlée. En effet, quelques stations ont subi des déplacements au cours de leur historique, le cas des stations de BBA (2005) et de Batna (1988), celles ci ont subi une délocalisation d'un site urbain vers un autre site différent. Ceci va engendrer une inhomogénéité artificielle de la série climatique. Le changement des appareils de mesure pourra aussi influencer les mensurations. Il est à signaler que toutes les séries thermiques ont subi un changement de la méthode de mesure, les anciennes séries furent mesurées manuellement, alors que les séries actuelles sont télé-mesurées. D'un point de vue météorologique, l'étude du changement climatique doit s'appuyer sur de longues séries climatiques complètes, homogènes et de qualité. La technique d'homogénéisation utilise l'information des stations voisines, qui sont supposées homogènes, pour détecter les sauts présents dans la série d'étude (Yagouti *et al.*, 2006). Malheureusement, le réseau des stations de l'Est algérien est peu dense, les séries climatiques sont partielles et leur qualité est assez fiable notamment pour les stations secondaires.

3.4.6 Evolution des saisons sèche et humide entre 1938-1962 et 1981-2012

Selon Bagnouls et Gaussen, un mois est considéré sec lorsque la courbe des doubles températures ($2T$) est supérieure ou égale à celle des précipitations (P). L'aire du graphe prise entre les deux courbes traduit à la fois la durée et l'intensité de la saison sèche. Lors du traçage du diagramme ombrothermique de la période ancienne, la température moyenne annuelle a été estimée par la demi somme des températures max et min. En fait, l'étendue de la saison sèche et humide reste presque le même durant les deux périodes. En effet, la saison sèche commence à partir de la fin du mois de mai et se poursuit jusqu'à mi septembre. Toutefois, la période ancienne est caractérisée par une saison sèche plus intense et une saison humide plus arrosée (fig. 3.39) comparativement à la période récente. Au cours de la période récente, la divergence entre les deux courbes se réduit, ceci dit que et le climat devient de plus en plus modéré, malgré que les températures moyennes ont tendance à la hausse durant la période estivale (fig.3.40).

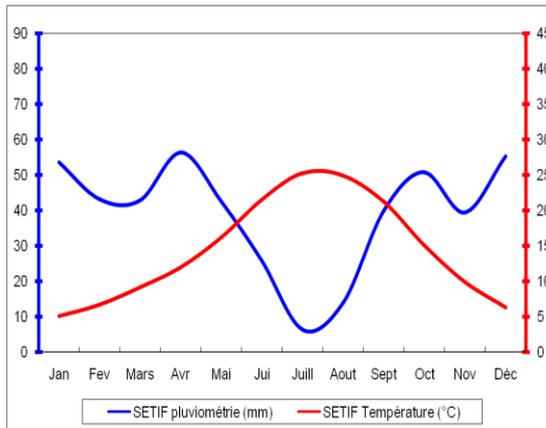


Figure 3.39 Diagramme ombrothermique de la station de Sétif (période 1938-1962)

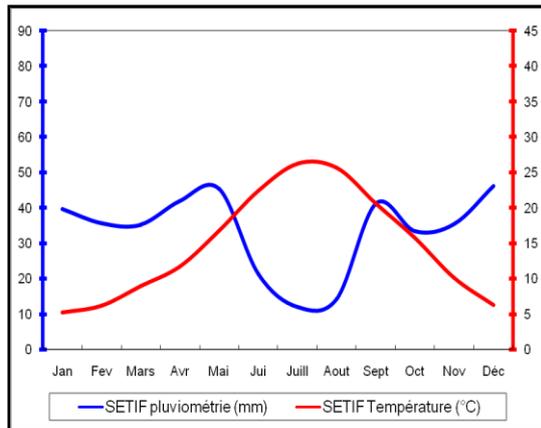


Figure 3.40 Diagramme ombrothermique de la station de Sétif (période 1981-2012)

3.4.7 Evolution de l'étage bioclimatique entre 1938-1962 et 1981-2012

Comme nous l'avons déjà démontré plus haut, les taux pluviométriques des deux périodes sont différents significativement. Par ailleurs, les variations des températures minimales sont plus importantes que celles des températures maximales. En effet, la température maximale du mois le plus chaud a tendance à la hausse de 0,58°C, alors que la température minimale du mois le plus froid enregistre une augmentation de 0,38°C (Tableau 3.17)

Tableau.3.17 : Éléments de calcul du quotient pluviométrique des deux périodes : (1938-1962) et (1981-2012)

	P (mm)	Température minimale du mois le plus froid (m)	Température maximale du mois le chaud (M)	Q₂	Etage bioclimatique
Sétif 1981-2012	400,96	1,64 (°C)	33,57(°C)	43,21	Semi-aride frais
Sétif 1938-1962	469,14	1,26 (°C)	32,99 (°C)	50,96	Semi-aride frais

En comparant, la disposition de la station de Sétif sur le climagramme d'Emberger pour les deux périodes ; il s'avère que la station de Sétif maintient toujours sa position dans l'étage bioclimatique semi-aride à hiver frais, malgré que la valeur calculée du quotient pluviométrique « Q » accuse une variation notable, soit une baisse de 50,96 à 43,21 entre les deux séries (Tableau 3.17). En effet, cette baisse engendre un déplacement de la station de Sétif vers la frange

bioclimatique aride (fig. 3.41), ceci est dû probablement à la baisse du taux pluviométrique inscrit entre les deux périodes qui est de l'ordre de 68,18mm. Fenni (1991) affirme que les récents changements climatiques ont déplacé les stations du Sud des hautes plaines de l'étage bioclimatique semi-aride où elles se trouveraient à l'étage bioclimatique aride. En effet, ceci concerne en grande partie les commune du sud de la wilaya de Sétif.

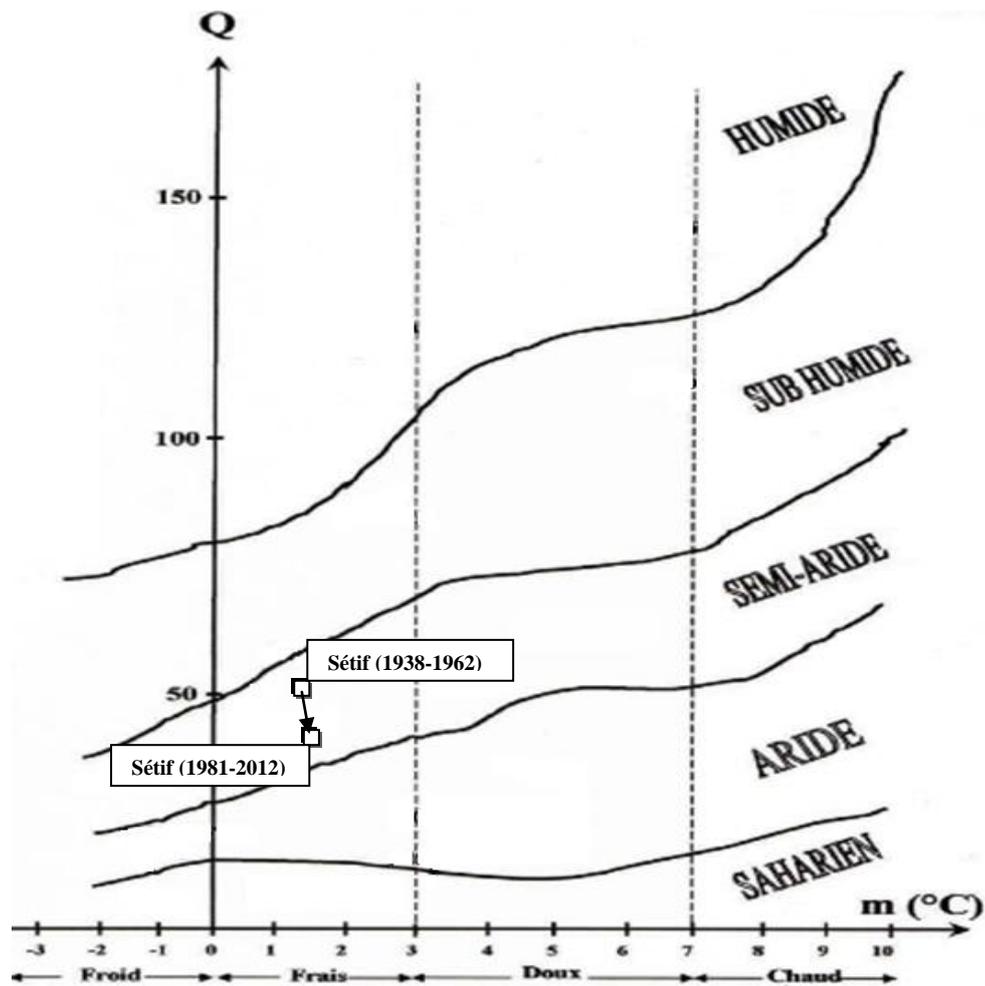


Figure 3.41 : Déplacement de la station de Sétif de l'étage bioclimatique semi aride vers l'étage aride entre les périodes 1938-1962 et 1981-2012.

3.4.8 Evolution du bilan hydrique du sol entre 1938-1962 et 1981-2012

Le bilan hydrique du sol est fonction de la répartition des précipitations dans le sol et des relations physiques fondamentales (bilan énergétique) (Wilcox *et al.*, 2003). La modélisation du bilan hydrique basée sur la méthode de Thornthwaite a été établie en Algérie du nord en utilisant des données climatologiques mensuelles (Mebarki et Laborde, 2010)

Le traitement de cette approche dans le présent travail, permettra la démonstration de l'effet de la variation climatique sur le bilan hydrique du sol. L'analyse a montré une évolution nette du bilan hydrique du sol entre les deux séries d'analyse (1938-62) et (1981-2012). L'ancienne période se caractérise par une pluviométrie annuelle abondante (469mm), ce qui lui confère un bilan hydrique excédentaire par rapport au bilan hydrique actuel. Au cours de la période ancienne, l'écart entre les précipitations hivernales et les pertes par évapotranspiration est moins important. Tandis que la recharge de la réserve utile (RU) commence très tôt (vers le début du mois d'octobre), ce qui anticipe la saturation de la RU qui aura lieu en mois de janvier (fig. 3.42). En effet, le début d'épuisement de la RU et le déficit hydrique commencent respectivement vers le début du mois de mai et au cours de la première décade du mois de juin. Le bilan hydrique de la période actuelle (1981-2012) est relativement déficitaire, où l'écart entre les précipitations hivernales et l'évapotranspiration est plus marqué à cause de la modicité des pluies pendant la saison humide. Par ailleurs, la recharge de la RU affiche un retard d'un mois à cause de l'arrivée tardive des pluies d'automne. En effet, ce décalage des pluies fera avancer la date de saturation de la RU vers mi février (fig. 3.43). Cette perturbation peut être considérée comme étant la cause d'un décalage saisonnier. Pendant la période récente, la durée et l'intensité du déficit hydrique s'aggravent, aussi bien que l'évapotranspiration enregistre un pic vers mi juillet. En effet, l'analyse du bilan hydrique local montre que le déficit hydrique devient de plus en plus insistant, ceci pèse énormément sur le devenir des cultures de saison. Désormais, Les agriculteurs devront trouver de nouveaux mécanismes d'adaptation afin de contourner la brutalité des contrastes tant spatiaux que saisonniers caractérisant le territoire algérien (Mebarki et Laborde, 2010)

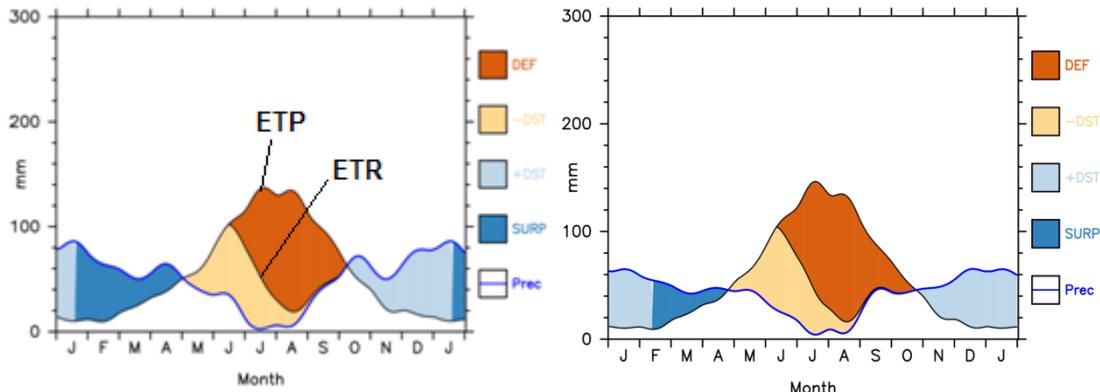


Figure 3.42 Bilan hydrique sous les conditions climatiques locales (1938-1962)

Figure 3.43 Bilan hydrique sous les conditions climatiques locales (1981-2012)

(+DST): recharge de la RU ; (-DST): Utilisation de la RU ; (DEF): déficit hydrique

(SURP): saturation de la RU ; (PREC) : précipitations mensuelles

3.5 CONCLUSION

La comparaison engagée à l'échelle temporelle a montré une différence entre le climat ancien et le climat récent de la ville de Sétif. En effet, la pluviométrie actuelle enregistre une baisse considérable par rapport à celle de la période ancienne. Toutefois, l'analyse n'a pas démontré un changement significatif de pluviosité au cours de la chronique 1981-2012. Les différences entre les des températures minimales annuelles des deux périodes sont différentes significativement. Les températures de la période contemporaine sont entrain de subir des variations drastiques avec des tendances annuelles à la hausse. En fait, les températures annuelles moyennes et minimales affichent des ruptures significatives en 1996. Le traitement des tendances climatiques des stations de Batna, BBA, Bejaia et de Constantine , nous a permis également de témoigner d'un réchauffement climatique à l'échelle régionale, remarqué au cours des années 1990. Faut-il noter que l'étendue de la saison sèche et humide reste inchangée, par contre, leur intensité se réduit, avec une augmentation de la pluviosité estivale pendant la période récente. Bien que, le quotient pluviothermique enregistre une baisse accrue par rapport à l'ancienne période ; la station de Sétif se maintient toujours à l'étage bioclimatique semi aride, avec un petit déplacement vers la frange aride. Par ailleurs, le bilan hydrique du sol pendant la période ancienne se montre plus excédentaire par rapport au bilan

hydrique actuel. Les cultures souffrent davantage du déficit hydrique chronique causé par la baisse des précipitations et le décalage saisonnier automnal. Ce travail ne fait que présenter des constats relativement au changement climatique local et régional. Les résultats obtenus pourront renforcer et éclairer l'opinion publique en ce qui concerne la réalité des risques climatiques. Dans un deuxième niveau de perception, il est temps de développer des moyens d'atténuation et d'adaptation aux risques climatiques, notamment pour la sphère agricole, qui détient une grande importance économique et sociale. En effet, l'agriculture locale est fortement influencé par les aléas climatiques, qui est appelée à faire multiplier les rendements afin de satisfaire les besoins alimentaires d'une population grandissante. Certainement, cette problématique fera l'objet de toutes les politiques futuristes de développement.

Chapitre 4

**Systèmes de production et
typologies des exploitations
agricoles dans trois zones
contrastées de la région de
Sétif**

Résumé

L'échantillon analysé comporte 537 exploitations réparties sur trois zones d'étude, situées sur un axe Nord-est/Sud-ouest; les zones étudiées sont choisies de telle sorte qu'elles soient représentatives des caractéristiques naturelles et socioéconomiques de l'ensemble du Sétifois. Les handicaps naturels sont parmi les facteurs les plus déterminants dans les formes d'exploitation de terres. En effet, dans la zone d'étude nord, les handicaps naturels sont d'ordre géologique, alors qu'ils sont d'ordre climatique dans la zone centre et sud. L'analyse va porter sur le traitement de l'environnement socioéconomique des exploitations et sur l'établissement des typologies. Par le biais d'une série d'analyses statistiques multivariées, nous allons établir des traitements plus affinés à l'échelle de l'unité géographique la plus élémentaire « *La commune* ». Toutes les zones d'études présentent un aspect socioéconomique relativement identique, où la plus part des exploitants présentent un niveau d'instruction faible avec des tranches d'âge avancées. Par ailleurs, la motivation des agriculteurs vis-à-vis de l'investissement sur les fonds propres et l'adhésion aux programmes d'aides de l'Etat est variable d'une commune à l'autre. Les typologies les plus dominantes sont fonction de l'association entre la taille de l'exploitation et le mode cultural. En fait, l'analyse a dégagé deux typologies : la première allie entre la grande exploitation avec le système pluvial et la deuxième détient la moyenne et la petite exploitation avec un système cultural irrigué. Par ailleurs, la performance économique (PE) des exploitations est fortement associée à la deuxième typologie avec un système de production intensif.

Mots clés : Pratique Agricole, Typologie, Performance Economique, Sétif

4.1. INTRODUCTION

Depuis la colonisation française jusqu'au début des années soixante dix, l'agriculture fut traditionnellement un secteur dominant de l'économie algérienne et satisfit la quasi-totalité des besoins alimentaires du pays. Toutefois, elle est confrontée aux lourds handicaps, qui sont intimement liés entre eux et qui relèvent des conditions naturelles, socio-historiques, techniques et politiques (Bessaoud, 2004). Dans le même contexte, Dumont (1949) affirmait que l'agriculture du nord africain du fait de ses conditions agro-climatiques ; était celle qui posait le plus de problèmes aux techniciens. En effet, depuis l'indépendance, le secteur agricole algérien est passé par plusieurs expériences dites de réformes, qui n'ont cessé de le transformer d'une manière imprévisible. Les politiques agricoles adoptées visent en grande partie un compromis entre la productivité économique et une symbiose sociale. Malheureusement, cet objectif utopique serait la cause de l'échec de toutes les politiques engagées.

Actuellement, l'agriculture occupe une grande importance dans le tissu économique et social de la région de Sétif, de par sa situation stratégique, la wilaya de Sétif constitue un carrefour au milieu de six wilayas. Grace au réseau de communication ; elle est devenue un passage obligatoire des flux venant de Sud vers les ports de Jijel et Bejaia, des mouvements entre l'Ouest et l'Est. Elle se positionne en deuxième position après la capitale en termes de population. (MATE, 2008). La caractérisation de l'exploitation agricole revêt d'un intérêt primordial dans la compréhension du fonctionnement du système de production. Capillon (1993) souligne qu'il existe peu, en pays développés d'approches typologiques fondées sur une compréhension de l'exploitation. Pourtant, ces typologies sont considérées comme un investissement important pour le développement agricole local ou régional (Cristofini, 1985). La difficulté majeure pour l'élaboration des typologies de fonctionnement est qu'elle dépend d'une analyse fine des exploitations qui impose le recueil d'une information adaptée, basée sur des investigations par voie d'enquête souvent incompatibles avec des grands territoires.

En effet, le statut juridique privé s'accapare de 90% des exploitations agricoles de la wilaya de Sétif (MADR, 2001). Cependant, une partie non négligeable vit

dans les zones rurales et dépend essentiellement de l'agriculture comme moyen de subsistance. Un certain nombre de facteurs naturels et anthropiques régissent le fonctionnement de l'agriculture locale, soumise aux conditions du semi aride. Selon (Prévost, 1999), l'environnement socioéconomique influence aujourd'hui autant l'activité agricole que le milieu agricole et le milieu naturel. À travers le Plan National de Développement Agricole (PNDA), l'Etat a injecté dans les fonds de subvention agricole entre l'an 2000 et 2005 d'importants fonds avoisinant 2,3 milliards d'Euros (Habibi 2008), dans l'objectif d'aider, de mettre à niveau et de moderniser les exploitations agricoles. En fait, ces aides sont accordées aux agriculteurs sous formes d'aides financières et techniques. Colson *et al.* (1998) considèrent que le changement technique dans les systèmes de production est intimement lié au système d'attribution des aides. Selon (Garofoli, 1994) le territoire est à la base du développement, il s'incarne dans un espace particulier et y prend sa source. Il est le fruit de toutes les composantes ; naturelles, culturelles, économiques et sociales.

Le présent chapitre vise à mettre en exergue le contraste agricole existant entre trois zones d'études géographiquement distinctes, réparties sur un axe nord-est/sud-ouest conformément au gradient pluviométrique de la région de Sétif. L'échantillon mis en œuvre est constitué de 537 exploitations agricoles privées, soit un taux d'échantillonnage de 5% de l'effectif total des exploitations recensées dans les zones d'étude. En fait, les grands axes de description et de comparaison vont s'articuler sur les contraintes et les potentialités, l'environnement socioéconomique de production, l'identification des différentes typologies et l'évaluation de la performance économique (PE) des exploitations en rapport avec les pratiques adoptées pour chaque région d'étude.

4.2 MATERIEL ET METHODES

4.2.1 Situation géographique et répartition des zones d'étude

Située au nord-est de l'Algérie, la wilaya de Sétif représente une plaque tournante de l'agriculture algérienne. La zone d'étude comporte trois zones géographiquement disjointes à savoir : une zone située au nord, une zone centrale et une zone sud (fig 4.1). Dans la présente étude, le choix de l'échantillon est crucial, il est sensé être représentatif du modèle agricole local. La zone nord englobe neuf communes et couvre une superficie de 758,67 Km² soit 11,58% de la superficie totale de la wilaya de Sétif. La zone centre compte six communes avec une superficie de 887,91 Km² soit 13,57%. Tandis que la zone sud renferme six communes étalées sur 1025,75 Km² représentant 15,66% de la superficie de la wilaya. À cet effet, la couverture spatiale de l'échantillon s'élève à 40,81% de la superficie administrative de la wilaya.

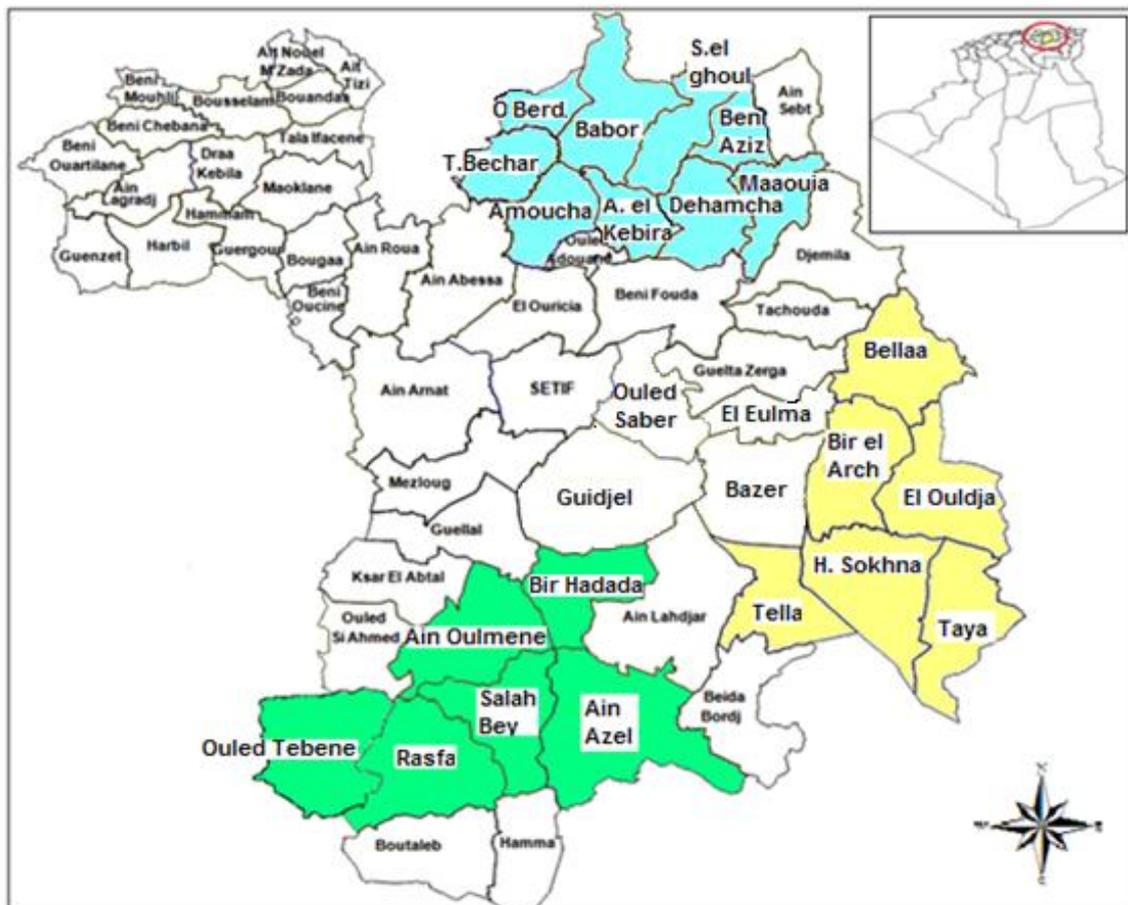


Figure 4.1: situation géographique des zones d'étude au sein de la wilaya de Sétif

4.2.2 Présentation des zones d'étude

Les objectifs tracés dans cette étude relèvent des caractéristiques et des conditions qui régissent l'activité agricole dans les différentes zones. En premier lieu, il est important de souligner que la divergence géographique des zones d'étude, notamment l'emplacement latitudinal joue un rôle dans la répartition de la pluviométrie. En effet, la disparité géographique des précipitations influe directement sur les rendements (Feki et Douguedroit, 2003) et sur la disponibilité des eaux pour l'irrigation (IFPRI, 2009). Cependant, la nature du relief et le type du sol influent sur les potentialités agricoles (Skouri, 1994). Ces conditions naturelles auront des effets marquants sur la conduite des cultures et sur le développement agricole. Par ailleurs, le volet socioéconomique détermine en grande partie le comportement des agriculteurs et les typologies adoptées. Les facteurs socio-économiques comprennent des facteurs endogènes, qui sont appréciés individuellement sur le chef de l'exploitation par exemple : (l'âge, le niveau d'instruction, l'expérience professionnelle, les motivations et les préférences..etc...). Par contre, les facteurs exogènes dépassent le contrôle individuel à des relations socio-économiques différentes entre les zones (proximité, uniformité du système de production, entraide mutuelle dans les travaux agricoles, appartenance à une même unité administrative..etc...). En fait, certains nombre de ces facteurs peuvent constituer une source de contraintes (FAO, 2000).

Tableau 4.1 Communes enquêtées et taille d'échantillon par zone d'étude

Zone d'étude	Communes enquêtées	Nombre des exploitations
Nord	Ain el Kebira, Serdj el Ghoul , Tizi N'bechar , Amoucha , Oued el Bered , Dehamcha , Maaouia, Béni Aziz, Babor	125
Centre	Belaâ, Bir el Arch, El Oueldja, Hammam sokhna, Taya, Tella ,	188
Sud	Ain Azel, Ain Oulmene, Bir Haddada, Ouled Tebene, Rasfa , Saleh Bey	224

4.2.2.1 Zone Nord : la zone d'étude nord comporte neuf communes à savoir : Ain el Kebira, Serdj el Ghoul , Tizi N'bechar , Amoucha , Oued el Bered , Dehamcha , Maaouia, Béni Aziz, Babor (Tableau 4.1). Ces dernières sont relativement homogènes vis à vis de l'aspect naturel et de l'environnement socioéconomique agricole. L'activité agricole s'y concentre en grande partie sur de petites superficies (Lahmar, 1993) où les pratiques agricoles dominantes sont le maraichage et les plantations fruitières. Les facteurs naturels jouent un rôle à double faces, certains facteurs sont liés aux caractéristiques climatiques, s'agissant du taux pluviométrique favorable qui affecte positivement la rentabilité des cultures et l'accumulation des réserves en eau. Toutefois, les effets néfastes afférents à la vigueur du climat lors des saisons froides (gelées et neige), posent d'énormes problèmes notamment aux plantations fruitières. La nature spécifique de la région; caractérisée par un relief non adapté, l'isolement, le manque de commodité et du trafic routier. Ces facteurs s'ajoutent au problème sécuritaire le plus suscitant qui a frappé la zone nord durant les années quatre vingt dix ou la décennie noire (Bozarslan, 2005). À cet effet, la région a vécu un grand bouleversement socioéconomique, encouru par l'insécurité et l'instabilité politique du pays. Menant à une grande crise qui a touché la société rurale pratiquant l'agriculture dans les zones montagneuses isolées. En conséquence, de grandes mutations ont touché les pratiques agricoles locales. En effet, quelques transformations ont été radicales pour autant de régions, celles ci ont subi un exode massif, où les agriculteurs ont carrément quitté leurs terres pour s'installer dans des villes ou des villages (Bessaoud, 2006). Pour certaines régions le changement a partiellement touché le système de production agricole et l'impact de l'insécurité est moins perceptible. L'étude va permettre une caractérisation et une bonne compréhension de l'évolution des exploitations. Par ailleurs, les transformations agricoles et les modes d'adaptation peuvent être aussi influencés par l'intervention de l'Etat à travers les programmes de subvention.

4.2.2.2 Zone Centre : La zone d'étude centre est située au sud-est de la wilaya de Sétif, elle compte six communes à savoir : Belaâ, Bir el Arch, El Oueldja, Hammam sokhna, Taya et Tella. Les conditions agropédoclimatiques de la zone d'étude

sont trop contraignantes. Selon (Benniou, 2006), la zone centre est caractérisé par un climat semi aride central, recevant une pluviométrie annuelle de 300 à 400mm. De par son caractère climatique défavorable, s'y ajoutent d'autres problèmes hydrogéologiques tels que : l'existence de Sebkhats, l'accentuation de la salinité des sols et des eaux d'irrigation, induisant ainsi d'autres contraintes à l'agriculture irriguée. Durant les dernières années, la zone centre ou (zone de dépressions) a été classée dans la wilaya de Sétif, comme étant « zone typique : hautement exposée aux événements de désertification ». Ceci exprime le risque qu'encourt l'agriculture locale et les pressions exercées sur les ressources vitales (sol et eau). Par ailleurs, ces conditions restrictives vont peser sur les orientations et les politiques de développement agricole. La zone d'étude centre fut dominée par la typologie mixte de type classique (céréale-élevage). Actuellement, d'autres pratiques se sont installées, devenant de plus en plus dominantes et appréciées par les agriculteurs telles que : l'aviculture et l'élevage bovin (Kebbab et Kebaili, 2010). Ces nouvelles orientations sont fonction de la rentabilité économique, de l'intervention étatiques et de certains facteurs socioéconomiques (entraide et partage du savoir faire).

4.2.2.3 Zone Sud : la zone d'étude sud comporte six communes à savoir : Ain Azel, Ain Oulmene, Bir Haddada, Ouled Tebene, Rasfa , Saleh Bey, ces communes sont relativement similaires sur le plan naturel et socioéconomique. À travers le territoire de la wilaya de Sétif, la zone sud est la plus touchée par la contrainte climatique, où la pluviométrie annuelle enregistre 300mm (Baldy, 1973). Elle est caractérisée par un climat plus aride, où la période sèche enregistre des records d'intensité et des maximas de persistance. Ceci affecte sensiblement les cultures qui souffrent de la double action de l'insuffisance pluviométrique et des hautes températures extrêmes combinées avec les vents saisonniers secs (sirocco). Par ailleurs, les éléments d'ordre socioéconomique qui conditionnent l'agriculture dans la zone sud sont : l'isolement, le manque des commodités de vie et de moyens de production pour certaines communes déshéritées telles que : la commune de Rafsa et Ouled Tebene (DPAT, 2011), comparativement à d'autres communes qui sont plus avantagées en matières de trafic routier et de moyens de commercialisation, vu leur proximité des marchés des grands

regroupements urbains, comme le cas des commune Ain Azel et Ain Oulmène. Durant la dernière décennie, la plasticulture et les cultures industrielles (Tabac) ont connu un essor remarquable, aussi bien sur le plan des superficies cultivées que sur le plan du nombre des exploitations engagées dans ces spéculations. Toutefois, ces pratiques sont spécifiques à des endroits bien déterminées, la plasticulture se localise particulièrement dans la commune de Bir Haddada, alors que la culture de Tabac s'étend beaucoup plus dans la commune de Rasfa. Dans ce contexte, l'étude permettra l'analyse de ce phénomène plus prononcé dans la zone sud et connu dans la littérature sous le terme de systèmes de production localisé (SPL). En fait, ce terme a été évoqué au 19^{ème} siècle, par l'économiste anglais Alfred Marshall, qui signifie une concentration d'une production dans un espace restreint ou toute agglomération productive (Filippa, 2003). Cette agrégation de métiers est régie par des facteurs géographiques, socio-économiques et historiques, intimement liés aux dynamiques du développement local (Garofoli, 1993). La zone sud présente des disparités naturelles (climatiques) et structurelles (SPL) par rapport aux zones centre et nord. L'étude des ces caractéristiques va permettre une bonne compréhension de l'évolution des exploitations vues comme un « système complexe piloté » (Osty, 1978). Par ailleurs, le modèle de transformation agricole explique la capacité d'adaptation des exploitations, s'agissant de l'adoption de nouvelles pratiques agricoles ou de l'atténuation des effets néfastes (naturels, anthropiques) sur la durabilité de l'agriculture.

4.2.3 Sondage

Le sondage a pris la majeure partie du temps et des efforts consentis pour faire aboutir cette thèse. En effet, le plan de travail consiste à suivre un calendrier de sondage étalé sur trois ans, où chaque zone d'étude a été enquêtée indépendamment. L'échantillon obtenu comporte 537 entités. La catégorie enquêtée porte particulièrement sur le statut privé à cause de sa dynamique et de son indépendance dans la prise de décision. Cependant, les autres statuts juridiques (EAC, EAI) n'ont pas été pris en compte à l'exception de la commune de Salah Bey, où nous avons complété l'effectif requis par quelques exploitations (ex membres EAC). Le modèle d'échantillonnage adopté est un dispositif stratifié

(Tittonell, 2005, Sang, 2008), où les unités administratives (*les communes*) étant considérées comme strates d'analyse. Le taux d'échantillonnage s'élève à 5% comme il a été adopté par Rouabhi, *et al.*, (2012) relativement aux conditions locales. Le questionnaire mis en œuvre comporte une trentaine de questions, posées au chef de l'exploitation lors d'une l'interview face à face, visant à collecter des renseignements correspondant à la structure du système de production, à l'environnement socioéconomique, aux potentialités et les contraintes de l'exploitation. (Tableau A.2). L'évaluation économique de l'activité agricole fait partie des objectifs de ce travail, du moment que le profit économique fût toujours la résultante de toute activité exercée. Du fait que l'exploitation familiale ne détient aucune comptabilité et la susceptibilité des agriculteurs vis-à-vis des informations financières, qui leurs représentent des secrets personnels difficiles à divulguer. Nous avons essayé d'approcher indirectement cette dimension à partir d'une variable dite « *performance économique* » (*PE*), il s'agit d'une grandeur ou score sur une échelle de 10, comme dans le cas d'une échelle Likert. Lors du questionnaire, l'agriculteur enquêté donne un score de 1 à 10, à travers lequel il estime la capacité de son exploitation à générer des profits économiques et financiers durant une campagne d'exercice. Cette variable peut être transformée en variable ordinale à 5 niveaux : (Très élevée, élevée, Modérée, Faible et très faible) selon le test statistique entreteu. Le travail de sondage est suivi par la saisie des données sur un formulaire *Microsoft Access*, conçu spécialement pour cette opération. En effet, cette technique vise à exclure les valeurs aberrantes générées par les fautes de frappe et également afin de faciliter le transfert et le traitement statistique des données.

4.2.4 Outils et analyse statistique des données

Dans des cas similaires, plusieurs méthodes statistiques ont été utilisées pour effectuer les analyses spatio-temporelles. En effet, l'utilité d'un outil statistique multi-variée nouvellement développé comme l'Analyse en Composante Principale Catégorielle (ACPC) (Leunda *et al.*, 2009) a été testé pour évaluer les transformations spatio-temporelles des pratiques agricoles dans la région de Sétif. Compte tenu de la nature des variables étudiées (quantitative, qualitative, ordinale et binaire), le traitement statistique portera sur l'étude de typologie et

les transformations de pratiques agricoles, à travers une série d'analyses des données, établies par le SPSS v18.0 (*Statistical Package for Social Sciences*). En effet, certains tests statistiques sont interdépendants, par conséquent, leur exécution suit une chronologie systématique.

- La classification *Two-Step*
- L'analyse en composantes principales catégorielle (ACPC).
- L'analyse de correspondance multiple (ACM)

L'analyse *Two-Step* développée par Chiu et al (2001), a été utilisée en tant que méthode de classification pour transformer des variables numériques en variables ordinales, ces dernières seront utilisées par la suite en tant variables nominales multiples dans l'ACPC et l'ACM telles que : (*SAT, expérience, niveau de baisse de la nappe*). Par ailleurs, l'ACPC a été utilisée pour la construction des typologies en mettant en œuvre toutes les variables d'analyse. Tandis qu'une ACM a été développée pour décrire l'environnement socio-économique compte tenu de la qualité des variables traitées, étant toutes d'ordre qualitatif.

4.3. RESULTATS ET DISCUSSIONS

4.3.1. L'environnement socio économique des exploitations

- L'étude de l'environnement socio économique permet une bonne compréhension du fonctionnement du système de production. À cet effet, l'analyse a traité des variables endogènes relatives au chef de l'exploitation (*âge, niveau d'instruction, expérience professionnelle, motivation et attachement à l'agriculture*). Cependant, les variables exogènes (*adhésion au PNDA, appartenance à une région donnée «commune»*) peuvent influencer les préférences de l'exploitation à adopter ou introduire de nouvelles spéculations dans leur système de production.

4.3.1.1 Description de l'environnement socioéconomique des exploitations

4.3.1.1.1 Zone Nord

a- Niveau d'instruction et âge des agriculteurs : Généralement, le niveau d'instruction des agriculteurs enregistré est faible, où 47,2% des exploitants enquêtés n'ont jamais été scolarisés et 15,2% ont un niveau élémentaire. Tandis qu'une tranche de 14,4% seulement a franchi le niveau secondaire et universitaire (Tableau 4.2). Le faible niveau d'instruction des agriculteurs comme il a été mentionné par Zoghbi (1992) présente un empêchement majeur pour le développement en agriculture. Par ailleurs, l'âge de moins de 30 ans, représente une petite tranche de 9,6% du nombre total des agriculteurs, ce qui signifie que l'activité agricole est monopolisée par les exploitants âgés (propriétaires de terre), ceci laisse entendre que la possibilité d'intégration et d'embauche des jeunes en agricultures est presque inaccessible dans les zones rurales (Bessaoud 2006). Cependant, la tranche d'âge la plus représentée est celle de l'âge avancé (*50ans<âge*) avec un taux de 58,4%, alors que 32% des âges sont compris entre 30ans et 50ans. Dans la région nord, presque 60% des agriculteurs accumulent une longue expérience (supérieure à 20ans). Tandis que, 14,4% et 26,4% enregistrent de courtes et de moyennes expériences respectivement.

b- Adhésion au PNDA : la motivation des agriculteurs à adhérer dans les programmes étatiques d'aide est considérablement faible, où 56,8% des agriculteurs n'ont pas bénéficié du PNDA, ceci est dû probablement au manque

d'information et de motivation de la part des agriculteurs, la complication des procédures administratives, la bureaucratie et la déficience du secteur financier qui peut présenter aussi un obstacle pour l'investissement (Haid, 2012).

c- Investissement sur les fonds propres : Dans la zone nord, l'investissement sur les fonds propres enregistre une réticence en rapport avec les potentialités hydriques et les faveurs climatiques. En effet, 46,4% des agriculteurs ont entrepris des investissements sur les fonds propres.

d- Attachement au métier d'agriculteur : Les attitudes des agriculteurs sont principalement en rapport avec leur attachement à l'activité agricole, environ 48% des agriculteurs exercent une autre activité non agricole. Cette attitude diffère d'une commune à l'autre, ceci explique la précarité économique de l'agriculture d'une part et d'autre part, il explique les effets de la période d'insécurité vécue durant les années 90 dans certaines communes.

Tableau 4.2 : variables d'étude de l'environnement socio économique de la zone Nord

Variable	Modalité	Effectif	%
Age	âge<30ans	12	9,6%
	30ans<âge<50ans	40	32,0%
	50ans<âge	73	58,4%
Niveau d'instruction	Moyen	29	23,2%
	Primaire	19	15,2%
	Sans instruction	59	47,2%
	Secondaire	12	9,6%
	Universitaire	6	4,8%
Expérience agricole	courte	18	14,4%
	longue	74	59,2%
	moyenne	33	26,4%
Investissement sur les fonds propres	Non	67	53,6%
	Oui	58	46,4%
Adhésion au PNDA	Non	71	56,8%
	Oui	54	43,2%
Exercice d'autre activité	Non	65	52,0%
	Oui	60	48,0%

4.3.1.1.2 Zone Centre

a- Niveau d'instruction et âge des agriculteurs : le niveau d'instruction des agriculteurs est remarquablement faible, environ 75% d'entre eux ont un niveau

élémentaire et 12,2% ont un niveau moyen. Cependant, une tranche de 10,1% et 4,3% ont atteint le niveau secondaire et universitaire respectivement (Tableau 4.3). L'Algérie a été toujours victime de l'analphabétisme qui inscrit la veille de la guerre de l'indépendance un taux de 91% (Kateb, 2004). La tranche d'âge la plus dominante est celle de l'âge avancé (*50ans<âge*) avec un taux de 56,9%, alors que 42,6% des âges sont compris entre 30ans et 50ans. Cependant, l'âge jeune (*âge<30ans*) est presque inexistant avec 0,5% seulement. En fait, ceci pourra être dû à la faible attirance du métier d'agriculteur pour les jeunes demandeurs d'emploi et l'absence des débouchés directs d'emploi des structures de formation professionnelle ou technique en la matière. En effet, le rôle des centres de formation agricole dans le perfectionnement des agriculteurs et la formation des jeunes investisseurs est très limité, où le taux de formation entre 2000 à 2006 a touché seulement 1% de l'effectif total des agriculteurs (Berranen. 2007). Dans la région centre, le niveau d'instruction élémentaire et le manque de formation agricole vont à l'encontre de l'accumulation du savoir faire agricole, où 84% des agriculteurs accumulent une longue expérience (supérieure à 20ans)

b- Adhésion au PNDA : L'adhésion des agriculteurs au programme d'aide de l'Etat (PNDA) est faible. En effet, 75% des agriculteurs n'ont pas adhéré aux PNDA. En fait, ces agriculteurs ont été écartés probablement en raison des conditions endogènes propres à l'exploitation (faible motivation). Par ailleurs, la sensibilisation des agriculteurs et la vulgarisation des programmes d'aide par l'Etat jouent un rôle important dans l'amélioration du taux d'adhésion.

c- Investissement sur les fonds propres : L'investissement sur les fonds propres enregistre une nette amélioration comparativement à l'adhésion au PNDA, où 64,4% des agriculteurs ont entrepris de nouveaux investissements. Ceci a touché en grande partie les cultures intensives telles que : l'aviculture et l'élevage bovin. En effet, la tendance des agriculteurs à investir dans l'élevage au dépend d'autres anciennes pratiques, relève du profit économique généré et d'autres facteurs socioéconomiques (entre-aide, savoir faire, facilité de crédit entre particuliers....)

d- Attachement au métier d'agriculteur : la proportion des exploitants ayant d'autres occupations non agricole s'élève à 37,8%. En fait, ce taux élevé explique la précarité économique de l'agriculture dans cette région. Par ailleurs, l'activité la plus adoptée en parallèle avec l'agriculture est le commerce. A cet effet, l'attachement des agriculteurs à leurs activités n'est pas assez consistant, cela est probablement la conséquence des facteurs climatiques et hydrogéologiques contraignant l'activité agricole.

Tableau 4.3 : variables d'étude de l'environnement socio économique de la zone Centre

Variable	Modalité	Effectif	%
Age	âge<30ans	1	0,5%
	30ans<âge<50ans	80	42,6%
	50ans<âge	107	56,9%
Niveau d'instruction	Moyen	23	12,2%
	Primaire	19	10,1%
	Sans instruction	119	63,3%
	Secondaire	19	10,1%
	Universitaire	8	4,3%
Expérience agricole	courte	6	3,2%
	longue	158	84,0%
	moyenne	24	12,8%
Investissement sur les fonds propres	Non	67	35,6%
	Oui	121	64,4%
Adhésion au PNDA	Non	141	75,0%
	Oui	47	25,0%
Exercice d'autre activité	Non	117	62,2%
	Oui	71	37,8%

4.3.1.1.3 Zone Sud

a- Niveau d'instruction et âge des agriculteurs. A travers l'échantillon analysé, il en ressort que le niveau d'instruction des agriculteurs est faible, où 44,7% d'entre eux ont un niveau élémentaire et 31,7% ont le niveau moyen. Cependant, une tranche de 8% a atteint le niveau universitaire (Tableau 4.4). Le niveau d'instruction élémentaire semble être la cause principale du sous développement et la non adoption du progrès technologique en agriculture, cette contrainte est imputable également à des facteurs institutionnels, structurels et politiques (Anseur, 2009). Ainsi l'agriculture algérienne ne pourra pas répondre aux

attentes d'une population grandissante par l'application des techniques modernes de production qui minimisent le temps et l'espace. Par ailleurs, la tranche d'âge la plus représentée se situe entre 30 et 50ans (46,9%), alors que 37,5% des âges sont supérieurs à 50ans. En général, l'âge jeune (*âge<30ans*) est moins représenté, avec 15% seulement, ce qui corrobore les résultats du recensement général de l'agriculture du 2001 (RGA). Les résultats de l'expérience professionnelle montrent qu'un bon cumul d'expérience est acquis au sein de l'exploitation agricole, ce qui rend plus difficile l'imprégnation du métier d'agriculteur.

b- Adhésion au PNDA : L'adhésion des agriculteurs au programme d'aide de l'Etat (PNDA) est très faible par rapport aux attentes et aux ressources financières mobilisées, où plus de deux milliard d'euros ont été injecté par les pouvoirs publics (Naili, 2009) à travers de différents fonds d'aide, qui restent malheureusement sans bonne valorisation et quelques fois sans consommation. En effet, seulement 27,23% des agriculteurs ont participé aux programmes d'aide. Tandis que, le reste des agriculteurs ont été écartés pour des raisons administratives et de sensibilisation, notamment pour les agriculteurs les moins instruits.

c- Investissement sur les fonds propres : L'investissement sur les fonds propres des agriculteurs enregistre un taux acceptable, où 57,58% des agriculteurs ont entrepris de nouveaux investissements dont 31,69% ont introduit de nouvelles techniques modernes telles que les procédés d'irrigation en goutte à goutte et l'insémination artificielle. Cependant, quelques transformations de pratiques agricoles se sont manifesté à cause des aléas climatiques ; telles que : l'adoption des procédés d'irrigation économiseurs d'eau, et l'abandon des anciens méthodes d'irrigation à la rigole et par aspersion qui gaspillent beaucoup d'eau et qui sont plus exigeantes en main d'œuvre et en entretien. L'adoption de la plasticulture est un autre faciès d'économie d'eau d'irrigation ; s'agissant du remplacement des cultures maraichères en plein champs par les cultures sous serres, plus intensives et moins exigeante en eau.

d- Attachement au métier d'agriculteur : la proportion des exploitants qui ne pratiquent que l'agriculture en tant que métier unique s'élève à 75%. En effet, les

agriculteurs allouent le maximum de leurs temps au travail agricole, ce qui indique un fort attachement à leurs métiers originels, malgré que ceci soit un métier de subsistance pour une grande partie d'entre eux.

Tableau 4.4 : variables d'étude de l'environnement socio économique de la zone Sud

Variable	Modalité	Effectif	%
Age	âge<30ans	35	15,6%
	30ans<âge<50ans	105	46,9%
	50ans<âge	84	37,5%
Niveau d'instruction	Moyen	71	31,7%
	Primaire	34	15,2%
	Sans instruction	66	29,5%
	Secondaire	35	15,6%
	Universitaire	18	8,0%
Expérience agricole	courte	23	10,3%
	longue	142	63,4%
	moyenne	59	26,3%
Investissement sur les fonds propres	Non	95	42,4%
	Oui	129	57,6%
Adhésion au PNDA	Non	163	72,8%
	Oui	61	27,2%
Exercice d'autre activité	Non	168	75,0%
	Oui	56	25,0%

4.3.1.2 Typologie de l'environnement socioéconomique des exploitations

4.3.1.2.1 Zone Nord

L'étude de l'environnement socioéconomique par l'analyse de correspondance multiple (ACM) indique que le premier axe explique 40% de la variabilité totale, alors que le deuxième axe exprime 37% (Tableau 4.5). En effet, la discrimination du premier axe est exprimée en grande partie par les variables (*Investis* et *PNDA*), alors qu'elle est représentée par les variables (*niveau_inst* et *Age*) sur le deuxième axe (fig. 4.2). Compte tenu de l'affectation préalable des nombre d'exploitation par commune, la variable (*commune*) ne doit pas être prise en compte pour la mesure de la discrimination.

Tableau 4.5 : Inertie expliquée par les deux axes à l'issue de l'ACM (zone nord)

Dimension	Variance expliquée	
	Total (valeur propre)	Inertie
1	2,02	0,40
2	1,86	0,37

Une ACM a été menée sur cinq variables (*âge de l'exploitant, la commune, l'investissement sur les fonds propres, l'adhésion au PNDA et le niveau d'instruction*), elle a révélé la formation de deux groupes diamétralement opposés (fig. 4.3). Le premier groupe est caractérisé par les exploitations ayant engagé des investissements, d'un niveau d'instruction élevé et d'un âge jeune et moyen. En effet, plus les agriculteurs sont jeunes et disposent d'un niveau d'instruction élevé, plus il leur est facile d'assimiler et d'employer de nouvelles techniques. Le premier groupe est caractéristique des communes de Babor, Dehamcha et Oued el Berd. Cependant, le deuxième groupe renferme les exploitations les moins dynamiques, avec un âge avancé et d'un niveau d'instruction très faible (*sans instruction et primaire*). Les communes les plus représentatives de ce groupe sont : Maaouia, Serdj el Ghoul, Béni Aziz et Tizi nbéchar.

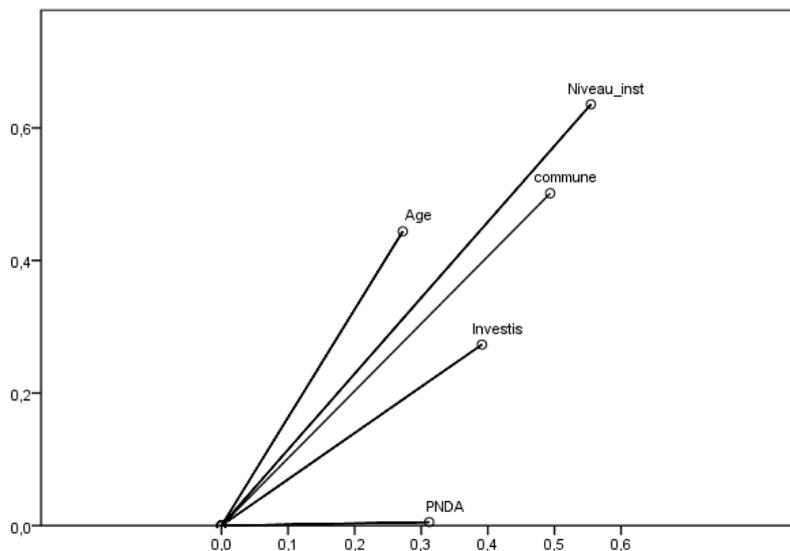


Figure 4.2 mesure de la discrimination des variables utilisées dans l'analyse de l'aspect socioéconomique de la zone nord

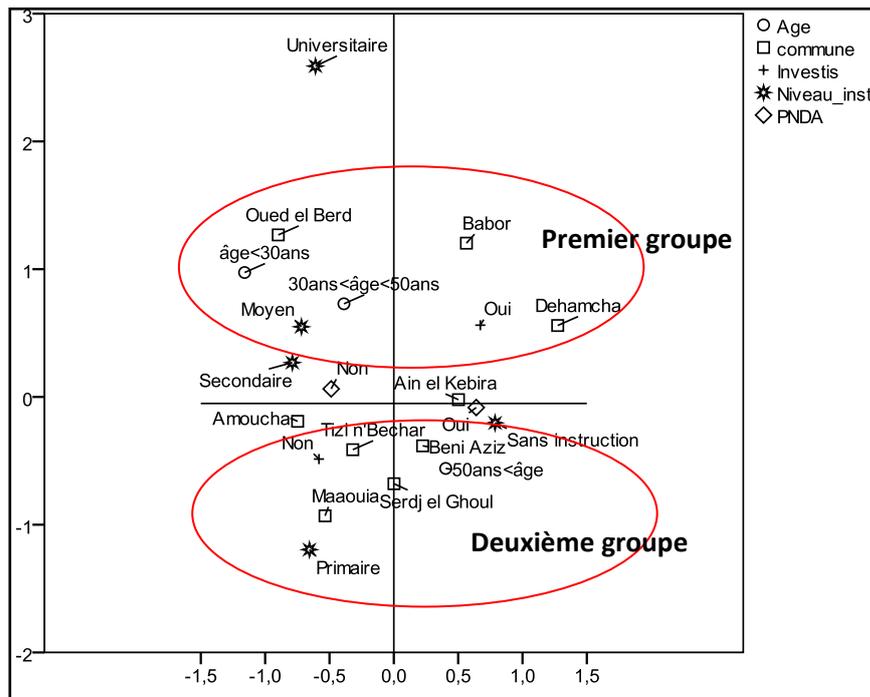


Figure 4.3 Description de l'environnement socioéconomique par l'ACM (zone nord)

4.3.1.2.1 Zone Centre

L'étude de l'environnement socioéconomique de la zone centre par le biais d'une ACM, indique que le premier axe explique 36% de la variabilité totale, alors que le deuxième axe renferme 29% de l'inertie totale (Tableau 4.6). En effet, le modèle exprime une forte discrimination des variables (*Age* et *Niveau_inst*) sur le premier axe. Tandis que, le deuxième axe exprime une moyenne discrimination de la variable (*PNDA*) (fig.4.4).

Tableau 4.6 : Inertie expliquée par les deux axes à l'issue de l'ACM (zone centre)

Dimension	Variance expliquée	
	Total (valeur propre)	Inertie
1	1,84	0,36
2	1,45	0,29

Il est à noter l'existence de deux formations socioéconomiques : une première formation renferme les exploitants ayant un âge avancé et sans instruction. Cependant, la deuxième formation est caractérisée par des agriculteurs plus jeunes et avec un niveau d'instruction élevé. Les communes de Hammam sokhna, EL Ouledja et Bir el Arch sont caractéristiques de la première formation. Tandis que, les communes de Belâa , Tella et Taya sont plus représentatives de la

deuxième formation. Toutefois, Il est à signaler que le démarquage de la modalité (âge<30ans) qui représente une seule observation, soit responsable du rapprochement des modalités les unes des autres, conduisant ainsi à une représentation graphique moins explicite (fig.4.5).

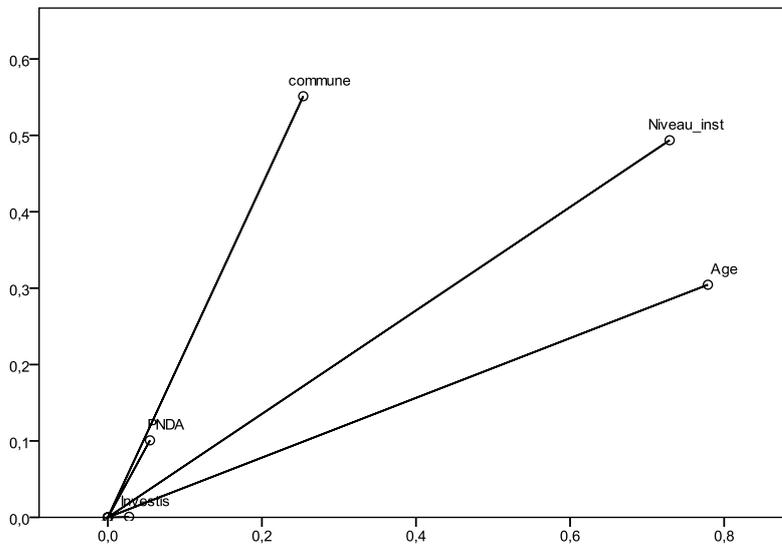


Figure 4.4 Mesure de la discrimination des variables utilisées dans l'analyse de l'aspect socioéconomique de la zone centre

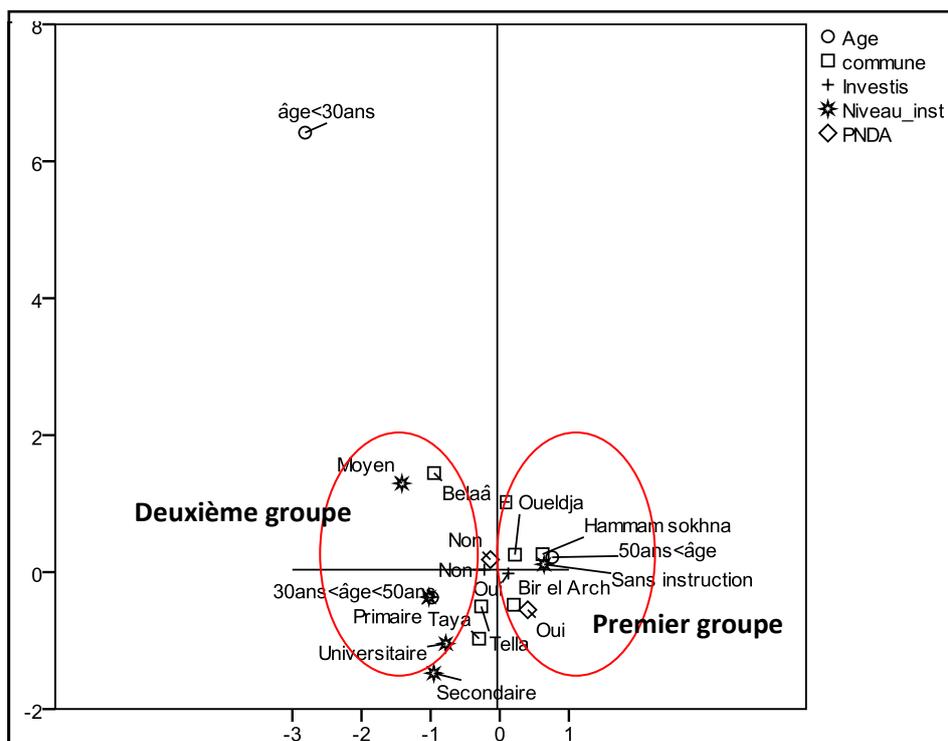


Figure 4.5 Description de l'environnement socioéconomique par l'ACM (zone centre)

4.3.1.2.1 Zone Sud

L'étude de l'environnement socioéconomique par l'ACM indique que le premier axe renferme 37% de la variabilité totale, tandis que le deuxième axe exprime 29% (Tableau 4.7). En effet, la discrimination du premier axe est expliquée par les variables (*Age* et *niveau_inst*), alors que la discrimination sur le deuxième axe est exprimée par la variable (*investis*) (fig. 4.6)

Tableau 4.7 : Inertie expliquée par les deux axes à l'issue de l'ACM (zone sud)

Dimension	Variance expliquée	
	Total (valeur propre)	Inertie
1	1,88	0,37
2	1,47	0,29

La contribution des variables dans l'inertie globale, montre au niveau du premier axe ; une association entre l'âge et le niveau d'instruction, où les agriculteurs âgés sont les moins instruits. A l'inverse, les jeunes agriculteurs possèdent un niveau d'instruction relativement élevé (fig. 4.7). Selon D'Souza et *al.* (1993), Nkamleu et Coulibaly (2000) et Adéoti et *al.*,(2002), ces deux indicateurs « âge » et « niveau d'instruction » sont des variables significatives qui expliquent l'adoption d'une innovation au sein de l'exploitation. Par ailleurs, le deuxième axe décrit l'association entre les variables (*Adhésions au PNDA*) et (*Investissement sur les fonds propre*) qui relève de la motivation subjective des agriculteurs. Cette motivation pourrait être expliquée par le haut niveau d'instruction (*universitaire*). En effet, l'agriculteur intellectuel en plus à son savoir-faire agricole, il pourra franchir les barrières administratives pour faire aboutir ses dossiers de subvention et/ou de crédit bancaire et concrétiser ainsi ses projets d'investissement. Cette caractéristique a eu un impact positif sur la performance économique des exploitations notamment dans la commune d'Ain Oulmène et Ain Azel. Par contre, les exploitants les moins instruits sont ceux qui n'ont pas participé au PNDA ni investi sur les fonds propres, le cas des exploitations des communes de Ouled Tebene et Bir Haddada (fig.4.7). En fait, un faible taux d'adhésion au PNDA revient selon (Salhi, 2012) aux conditions administratives défavorables (bureaucratie, lenteur dans l'étude des dossiers et difficultés d'accès aux crédits...).

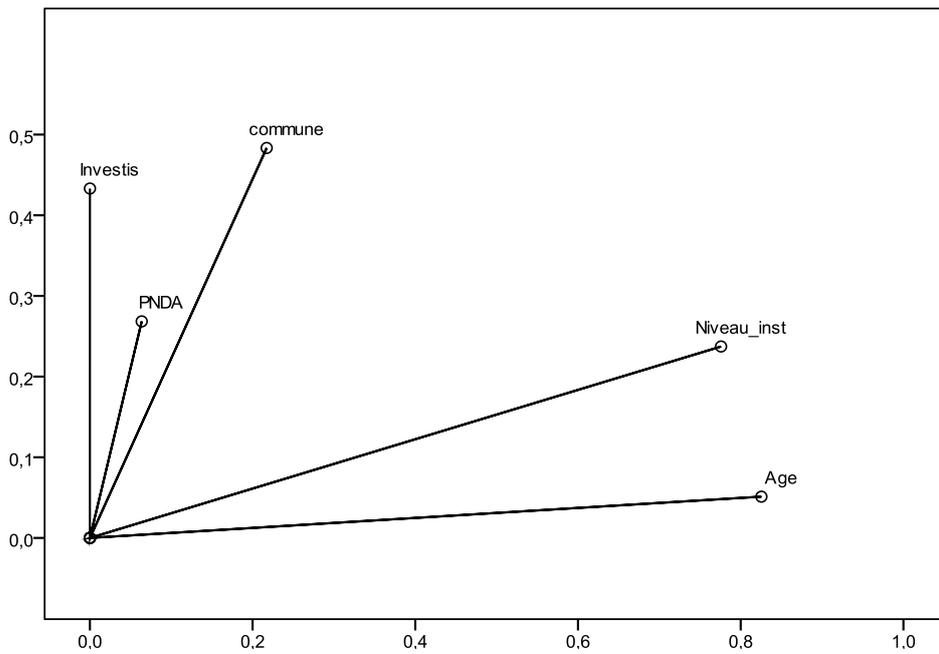


Figure 4.6 Mesure de la discrimination des variables utilisées dans l'analyse de l'aspect socioéconomique de la zone Sud

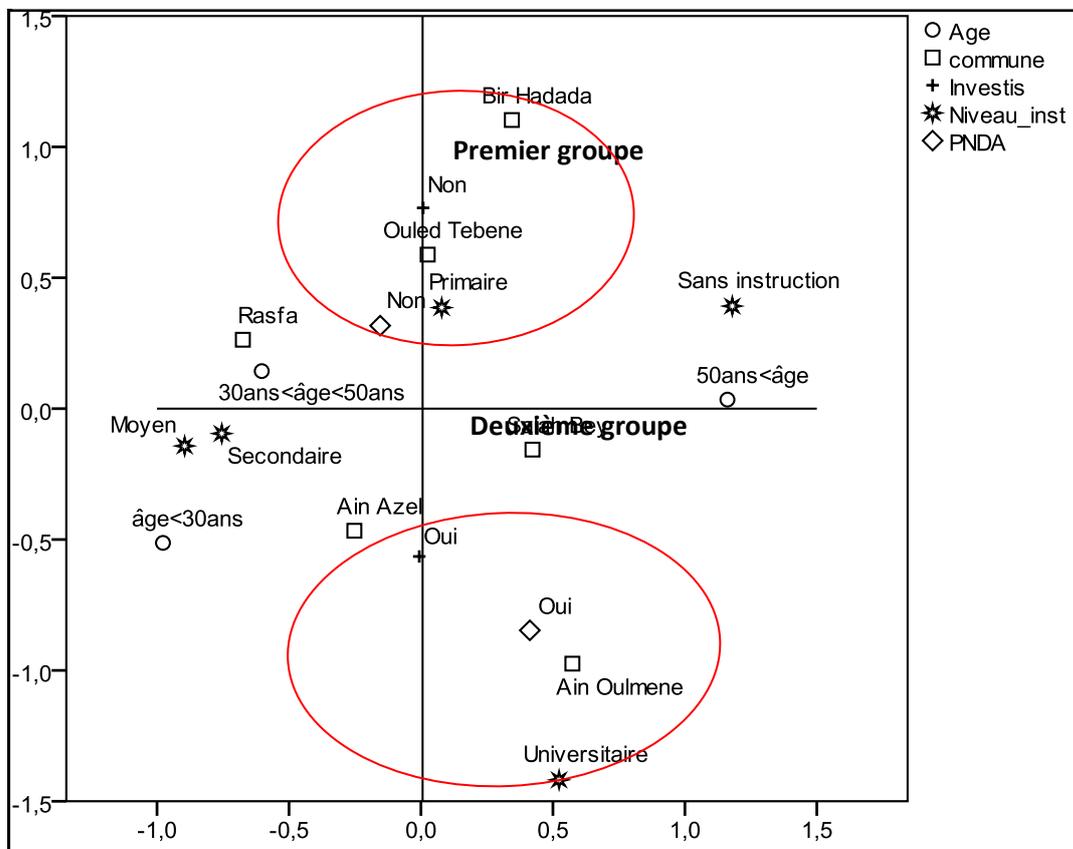


Figure 4.7 Description de l'environnement socioéconomique par l'ACM (zone sud)

4.3.2 Typologie du système d'exploitation

La typologie des systèmes de production diffère d'une commune à l'autre. L'exploitation agricole sous le climat semi-aride de la région de Sétif se caractérise par un régime d'exploitation mixte. Cependant, les activités à vocation végétale et animale sont complémentaires et se combinent ensemble pour déterminer les performances de l'exploitation. En effet, le potentiel hydrique et la dotation de l'exploitation en moyen de production, jouent aussi un rôle important dans le développement économique de l'exploitation.

Avant la mise en œuvre des analyses, on a vu qu'il serait plus judicieux de transformer quelques variables numériques en variables ordinales, afin de maximiser leur inertie. Bien entendu, ceci est fonction de l'approche adoptée et de l'objectif du test. En effet, la classification *Two-step* mise en œuvre a porté sur la transformation de la variable numérique « SAU » en variable ordinale à trois modalités (*grande, moyenne et petite exploitation*). La projection graphique de ces trois modalités va nous permettre une bonne compréhension de l'effet de la taille de l'exploitation sur l'agencement des autres variables. La classification *Two-step* de la SAU en trois classes est conditionnée d'avoir en moins 0,5 de la valeur de la « silhouette de cohésion ». En effet, la « silhouette de cohésion » est une grandeur utilisée pour évaluer la fiabilité du test et déterminer la qualité de la séparation des groupes (Tan *et al.*, 2006); une valeur supérieure à 0,5 signifie que les groupes sont bien séparés (Elleithy, 2010; Mooi and Sarstedt, 2011). Par ailleurs, une série itérative d'analyses en composante principale catégorielle (ACPC) a été réalisée pour sélectionner les variables ayant un maximum de variance expliquée (*Variance accounted For* « VAF ») par rapport aux dimensions principales. En effet, le seuil de tolérance minimal a été maintenu à 0,1 de la variance expliquée (Starkweather, 2013). Lors de l'utilisation des échelles du type Likert, il est impératif de calculer le coefficient alpha de Cronbach, mesure de la fiabilité de la cohérence interne pour les échelles ou les sous-échelles. Il convient également de noter qu'une valeur élevée d'alpha de Cronbach (>0,8) indique une bonne cohérence interne des items dans l'échelle (George et Mallery 2003).

4.3.2.1 Zone Nord

A l'issu du test *Twostep*, trois groupes de (SAU) relativement à la zone nord ont été formés, le premier groupe représente la petite exploitation avec une moyenne 6,71 ha, la moyenne exploitation enregistre une moyenne de 22,97 ha. Tandis que, la grande exploitation affiche une moyenne de 72 ha. Par ailleurs, la moyenne générale de la SAU est de $13.08 \pm 1,19$ ha, indiquant une faible variation entre la taille des exploitations dans la zone nord. En effet, cette homogénéité aura un impact certain sur la typologie générale. Après un nombre de tests itératifs (ACPC) pour désigner les variables les plus discriminantes, le nombre de variables maintenues s'est élevé à 13 variables, dont 12 variables numériques et 01 variable nominale. Le modèle ainsi construit par l'ACPC, explique 66,59% de la variabilité totale, dont 44,31% est expliquée par le premier axe. Tandis que, le deuxième axe exprime 22,28% de la variabilité totale (Tableau. 4.8).

Tableau 4.8 Inertie expliquée par le modèle issu de l'ACPC (zone nord)

Dimension	Alpha de Cronbach	Variance expliquée (VE)		
		Variabiles nominales multiples (VP)	Variabiles non multiples (VP)	Total (valeur propre)
1	0,89	0,51	5,25	(5,76 VP) (44,31% VE)
2	0,71	0,75	2,14	(2,89 VP) (22,28% VE)

VP : valeur propre, VE : variance expliquée

Le premier axe caractérise l'agriculture à grande échelle avec les cultures pluviales associée à l'élevage, caractéristique de la typologie classique des conditions locales semi-arides (Benniou et Aubry, 2010). Les variables contribuant positivement à la formation du premier axe sont : la *SAU*, *superficies irriguées*, *superficies des grandes cultures*, *superficies non irriguées* et *superficies fourragères*. Ces variables caractérisent la moyenne exploitation (premier groupe) (fig.4.8). Cependant, le deuxième axe est représenté par les variables suivantes : *superficies irriguées*, *cultures maraîchères*, *nombre de forage par exploitation* et *plasticulture* (Tableau 4.9). Cette typologie est caractéristique de la petite exploitation, qui associe généralement les cultures irriguées avec l'apiculture. Cette forme d'exploitation caractérise souvent les régions montagneuses et forestières de la partie nord de Sétif (Boukemmoum et Boucheloukh, 2011)

Tableau 4.9 Saturation des variables d'analyse issues de l'ACPC (zone nord)

variable	Dimension	
	1	2
SAU	1,218	-0,023
Nombre de Forages par exploitation (<i>Nb_forage</i>)	0,38	0,52
Nombre de Puits par exploitation (<i>Nb_puits</i>)	0,286	0,158
Nombre de têtes bovin (<i>Bovin</i>)	0,446	0,164
Apiculture (<i>Api</i>)	-0,091	0,273
Plasticulture (<i>Plasti</i>)	-0,057	-0,592
Superficie irriguée (<i>sup_irrig</i>)	0,572	0,544
Superficie non irriguée (<i>sup_non_irrig</i>)	1,164	-0,302
Superficie de Plantation fruitière (<i>Plant</i>)	0,351	0,306
Superficie des Grandes cultures (<i>GC</i>)	1,160	-0,336
Superficie maraîchère (<i>CM</i>)	0,038	0,861
Superficie fourragère (<i>fourrage</i>)	0,564	0,255

NB : Les variables ayant contribué significativement à l'inertie de l'axe sont dénotées en gras.

Dans la zone nord la grande exploitation est moins fréquente, elle ne représente que 2,4% de l'effectif des exploitations. À cet effet, elle ne peut pas être considérée comme étant une typologie importante. Par ailleurs, la petite exploitation est la plus dominante avec un taux de 68%, elle caractérise au mieux les communes de Babor et Dehamcha.

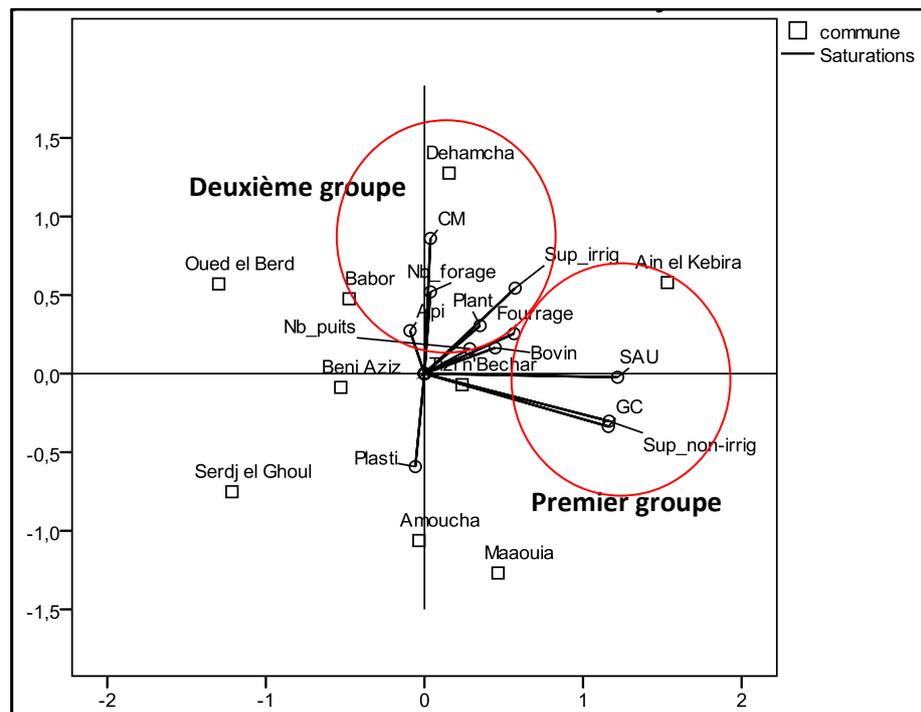


Figure 4.8 Principales typologies observées dans la zone nord

4.3.2.2 Zone Centre

L'analyse *Twostep* dégage trois groupes de SAU propres à la zone centre : le premier groupe représente la petite exploitation avec une moyenne 11.57 ha, la moyenne exploitation avec une moyenne de 82.89 ha. Alors que, la grande exploitation enregistre une moyenne de 313 ha, ceci indique une grande variabilité dans la répartition des superficies, où la moyenne générale de la SAU est de $23,59 \pm 3,31$ ha. Les variables maintenues dans l'analyse ACPC renferment 15 variables, dont 13 variables numériques et 02 variables nominales. Le modèle résultant de l'ACPC exprime 65,85% de la variabilité totale, dont 44,29% est expliquée par le premier axe et 21,56% est expliquée par le deuxième axe (Tableau. 4.10).

Tableau 4.10 Inertie expliquée par le modèle issu de l'ACPC (zone centre)

Dimension	Alpha de Cronbach	Variance expliquée (VE)		
		Variables nominales multiples (VP)	Variables non multiples (VP)	Total (valeur propre)
1	0,91	0,09	6,55	(6,64 VP) (44,29% VE)
2	0,74	0,30	2,92	(3,23 VP) (21,56% VE)

VP : valeur propre
VE : variance expliquée

Les variables ayant enregistré une bonne contribution sur le premier axe sont celles qui caractérisent la grande et la moyenne exploitation sous le régime cultural pluvial. Cependant, les variables qui forment le deuxième axe sont celles qui caractérisent la petite exploitation avec un système cultural irrigué (Tableau 4.11).

Tableau 4.11 Saturation des variables d'analyse issues de l'ACPC (zone centre)

variable	Dimension	
	1	2
SAU	1,319	-0,184
Nombre de Forages par exploitation (<i>Nb_forage</i>)	0,326	0,467
Nombre de têtes bovin (<i>Bovin</i>)	0,176	0,432
Nombre de têtes ovin (<i>Ovin</i>)	0,927	0,190
Superficie irriguée (<i>sup_irrig</i>)	0,336	0,631
Superficie non irriguée (<i>sup_non_irrig</i>)	1,311	-0,253
Profondeur de pompage forage (<i>Prof_pomp forage</i>)	0,213	0,553
Profondeur de pompage puits (<i>Prof_pomp puits</i>)	-0,043	0,297
Superficie des Grandes cultures (<i>GC</i>)	1,314	-0,248
Superficie maraîchère (<i>CM</i>)	0,318	0,610
Plantations fruitières (<i>Plant</i>)	0,152	0,388
Aviculture (<i>Avi</i>)	0,025	0,968
Expérience professionnelle (<i>experience</i>)	0,289	-0,273

NB : Les variables ayant contribué significativement à l'inertie de l'axe sont dénotées en gras.

L'analyse de la performance économique à l'échelle communale permet de classer les communes selon leurs aptitudes et potentialités agricoles. En effet, les communes qui ont enregistré de bonnes performances économiques sont : Taya et Bir el Arch. Cependant, les communes de Hammam sokhna, Tella et El Oueldja ont une faible performance économique. (fig.4.9)

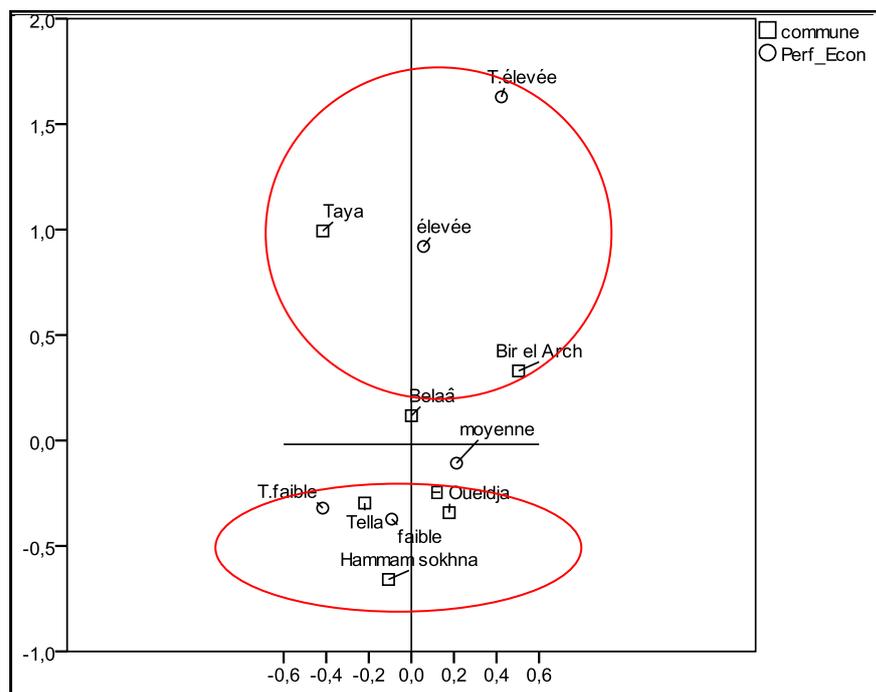


Figure 4.9 Répartition de la PE en fonction des communes de la zone centre

La construction de la typologie des exploitations a permis d'avoir deux groupes : le premier groupe se caractérise par les variables : *élevage ovin, la SAU, les grandes cultures, les superficies non irriguées et l'expérience professionnelle* (fig. 4.10). Cette dimension explique le type traditionnel de l'agriculture locale. Ce système de production suite à une série de logiques et de comportements se trouve généralement dans une situation dominée par les cultures extensives de céréales intégrée à l'élevage ovin (Dixon & Gibon, 2001). Le deuxième groupe est bien représenté par les variables: *superficies irriguées, superficies maraîchères, nombre de forage, élevage bovin, plantations fruitières, profondeur de pompage et aviculture*. Cet axe exprime la variabilité du système d'exploitation et la dynamique des unités de production.

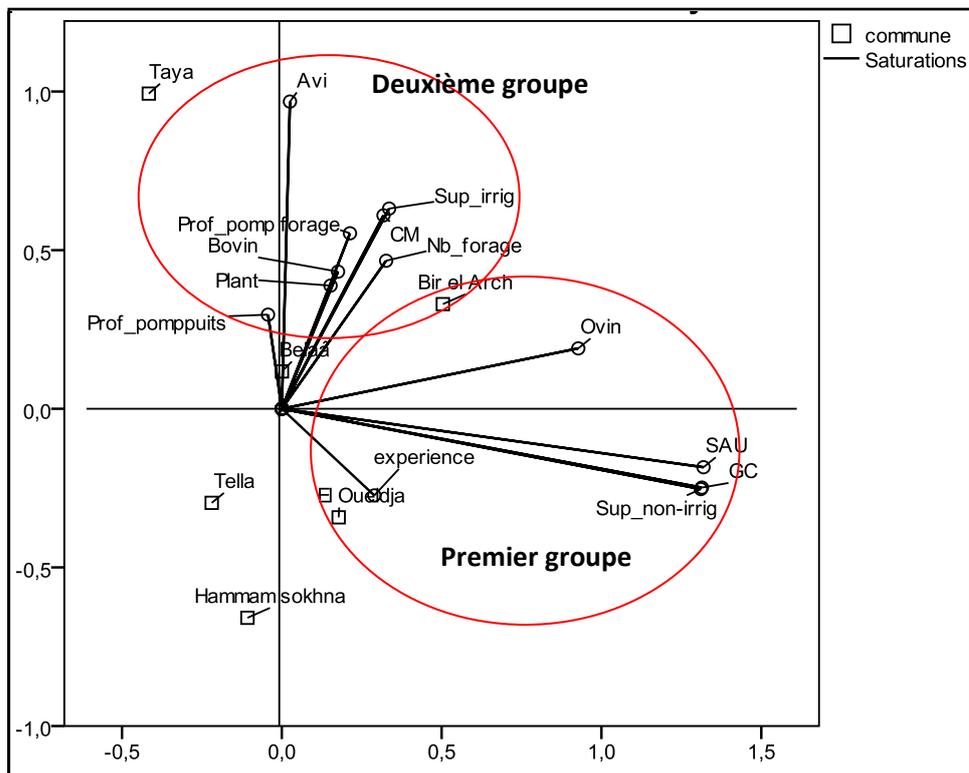


Figure 4.10 Principales typologies observées dans la zone Centre

4.3.2.3 Zone sud

Dans la zone sud, les groupes de superficie obtenus par le test *Twostep*, donnent une moyenne de 5,01 ha pour la petite exploitation, 22,14 ha pour la moyenne et 61,95 ha pour la grande exploitation. Indiquant une grande hétérogénéité de la SAU avec un coefficient de variation de 130%. En effet, cette transformation a dû aboutir à des groupes de superficies significativement différentes, ce qui pourra

conduire à des typologies complètement différentes. Le nombre des variables maintenues lors de l'ACPC s'est élevé à 13 variables, dont 10 variables numériques et 03 variables nominales. Le modèle ainsi construit par l'ACPC, explique 69,23% de la variabilité totale, dont 42% est expliquée par le premier axe. Alors que, le deuxième axe renferme 27,23% de l'inertie totale (Tableau 4.12).

Tableau 4.12 Inertie expliquée par le modèle issu de l'ACPC (zone sud)

Dimension	Alpha de Cronbach	Variance expliquée (VE)		
		Variabiles nominales multiples (VP)	Variabiles non multiples (VP)	Total (valeur propre)
1	0,88	1,62	3,83	(5,45 VP) (42% VE)
2	0,78	1,41	2,13	(3,54 VP) (27,23% VE)

VP : valeur propre VE : variance expliquée

L'ensemble des variables contribuent positivement à la formation du premier axe, alors que, certaines variables enregistrent des saturations maximales, telles que : *grandes cultures et superficies non irriguées*. Alors qu'au niveau du deuxième, un groupe de variables lui sont associées positivement, à savoir : *superficies irriguées, superficies fourragères et élevage bovin et ovin* (Tableau 4.13).

Tableau 4.13 Saturation des variables d'analyse issues de l'ACPC (zone sud)

variable	Dimension	
	1	2
Nombre de Forages par exploitation (<i>Nb_forage</i>)	0,55	0,20
Nombre de Puits par exploitation (<i>Nb_Puits</i>)	0,19	-0,25
Nombre de têtes bovin (<i>Bovin</i>)	0,59	0,54
Nombre de têtes ovin (<i>Ovin</i>)	0,59	0,58
Superficie irriguée (<i>sup_irrig</i>)	0,68	0,62
Superficie non irriguée (<i>sup_non_irrig</i>)	0,87	-0,67
Superficie de Plantation fruitière (<i>Plan</i>)	0,39	-0,05
Superficie des Grandes cultures (<i>GC</i>)	1,01	-0,44
Superficie maraîchère (<i>CM</i>)	0,43	0,03
Superficie fourragère (<i>fourrage</i>)	0,46	0,62

NB : Les variables ayant contribué significativement à l'inertie de l'axe sont dénotées en gras.

A partir des résultats obtenus, nous pouvons dégager trois formes typologiques à savoir : la typologie de la grande, de la moyenne et de la petite exploitation. La typologie de la grande exploitation se caractérise par les grandes superficies non

irriguées, pratiquant généralement les cultures pluviales (céréales). La typologie de la moyenne exploitation est représentée quant à elle par le deuxième axe, elle se caractérise par l'élevage bovin, ovin, les superficies irriguées et la dotation en forages artésiens, ce qui explique la prolifération des cultures irriguées. Notant que la moyenne exploitation représente la typologie la plus performante économiquement en combinant l'élevage avec les cultures irriguées, notamment dans les communes de Ain Azel et Ouled Tebene (El kolli et Mokhneche, 2012). Il faut souligner que les communes ayant inscrit une performance économique élevée, telles qu'Ain Azel, Ain Oulmene et Ouled Tebene sont toutes caractérisées par la dominance de la moyenne exploitation. Par ailleurs, ces mêmes communes enregistrent une forte adhésion au programme PNDA et un taux d'investissement élevé (fig. 4.11). En effet, la moyenne exploitation est plus dynamique comparativement à la grande et à la petite exploitation. Les problèmes organisationnels de la grande exploitation notamment des EAC, résident dans l'incapacité des agriculteurs à gérer librement leurs exploitations, sous le cadre des droits de jouissance promulgués sous la loi 87/19 entre attributaires et l'Etat (Le Coz, 1991). En effet, les directives de cette loi furent mal respectées et manquèrent de clarté et de rigueur, du fait que quelques attributaires eurent recours à des locations voire quelques fois à des ventes de terres par acte notarié (Imache et al, 2008). Bouchaib (2011) souligne également que le mode de faire valoir des terres est parmi les raisons qui empêchent l'épanouissement d'une exploitation agricole. La typologie de la petite exploitation, qui à partir d'un certain seuil de superficie, peut avoir une activité de subsistante et une rentabilité économique faible. La petite exploitation est plus fréquente dans les communes de Rasfa et Bir haddada, alors que la grande exploitation est prédominante dans la commune de Salah Bey. La taille de l'exploitation est parmi les raisons pour lesquelles ces trois communes n'ont pas eu de bonne performance économique, entre autre, des raisons socioéconomiques, telles que : la non adhésion au PNDA et la réticence des agriculteurs vis-à-vis de l'investissement sur les fonds propres

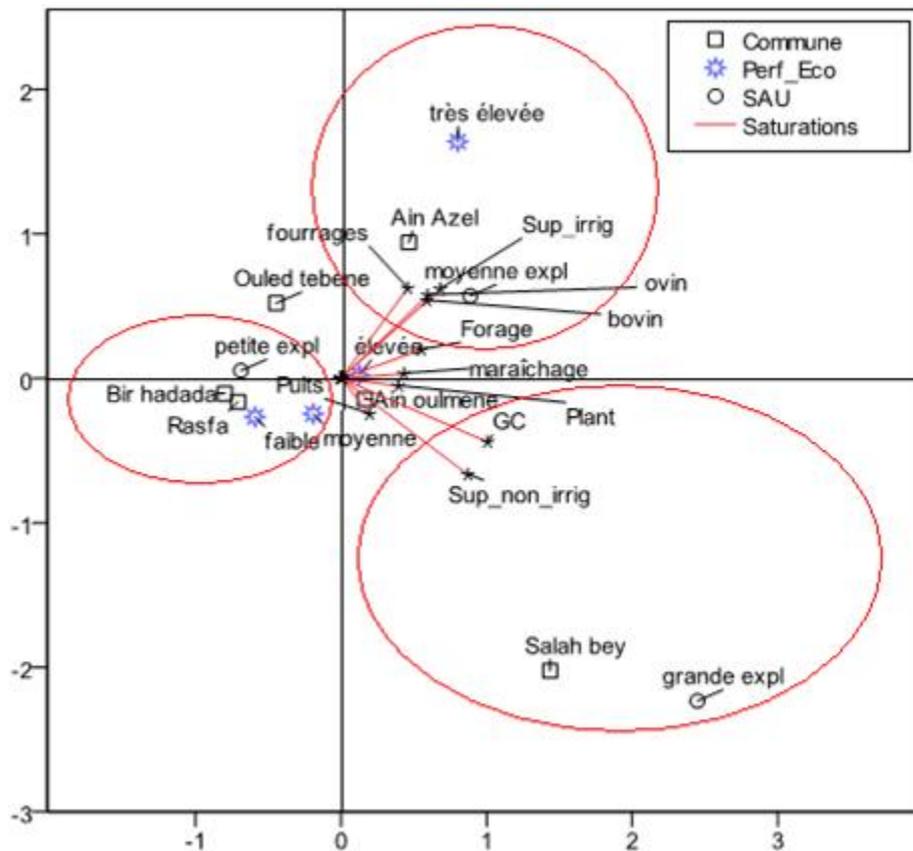


Figure 4.11 Principales typologies observées dans la zone sud

4.3.3 Système de production localisée (SPL).

La mise en évidence d'un pattern spatial des pratiques agricoles passera par une ACM mettant en œuvre deux principales variables à savoir : la *commune* et l'*activité dominante* (l'activité la plus rentable économiquement). En fait, les communes se discriminent entre elles par rapport aux activités pratiquées. Dans la zone nord, l'étude de la spatialisation des pratiques culturales n'a pas montré de bonnes associations. Toutefois, cet aspect a été remarquable dans la zone centre et la zone sud.

4.3.3.1 Zone Centre

Dans la zone centre, l'ACM mise en œuvre explique 65,42% de la variabilité totale, ce modèle donne une idée sur la répartition spatiale de quelques cultures pratiquées en rapport avec les différentes communes. En effet, les pratiques de l'élevage bovin et avicole sont associées respectivement aux communes de Tella et Taya (fig. 4.12). Cependant, les communes de Belâa et El Ouedja sont

caractéristiques des pratiques classiques (céréale/ovin). Ceci pourra avoir des raisons différentes relativement aux conditions socioéconomiques et techniques de production. La caractérisation de la commune de Taya par les pratiques avicoles, pourra découler des facteurs purement socioéconomiques, or cette spéculation est majoritairement pratiquée par les grandes familles, créant ainsi une sorte de monopole et permettant aux exploitants de bénéficier d'un certain protectionnisme endogène et exogène. En effet, le protectionnisme endogène consiste à faire profiter les agriculteurs entre eux (entre-aide financière, échange d'informations technique). Tandis que le protectionnisme exogène dépasse la sphère de l'exploitation à d'autres dimensions d'ordre administratif et commercial. Cependant, la dominance de l'élevage bovin dans certaines communes (Tella) est due principalement à l'investissement sur les fonds propres. Tandis que, la dominance des grandes cultures (céréales) dans la commune de Belâa et El Oueldja relève du conservatisme des agriculteurs qui s'attachent toujours leurs anciennes activités, ce qui engendre une faible PE.

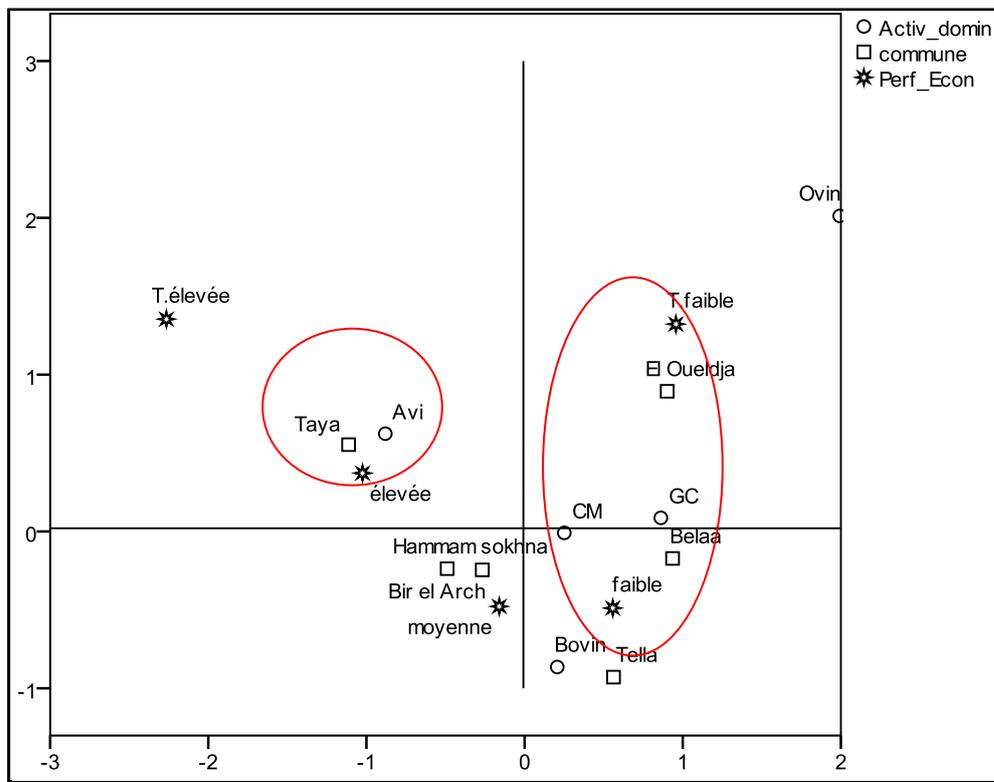


Figure 4.12 Association entre la PE et les activités dominantes dans la zone centre.

4.3.3.2 Zone sud

Dans la zone sud, l'ACM explique 76,51% de la variabilité totale, ceci explique une forte association entre certaines pratiques agricoles et leur répartition géographique. Les communes de Rasfa et Bir Hadad pratiquent presque exclusivement la plasticulture et la culture du tabac respectivement, cette tendance est bien décrite par le premier axe (fig. 4.13). Tandis que, les communes d'Ouled Tebene et Ain Azel enregistrent de bonne PE, elles sont mieux représentées sur le deuxième axe, ayant l'aviculture comme spéculation dominante.

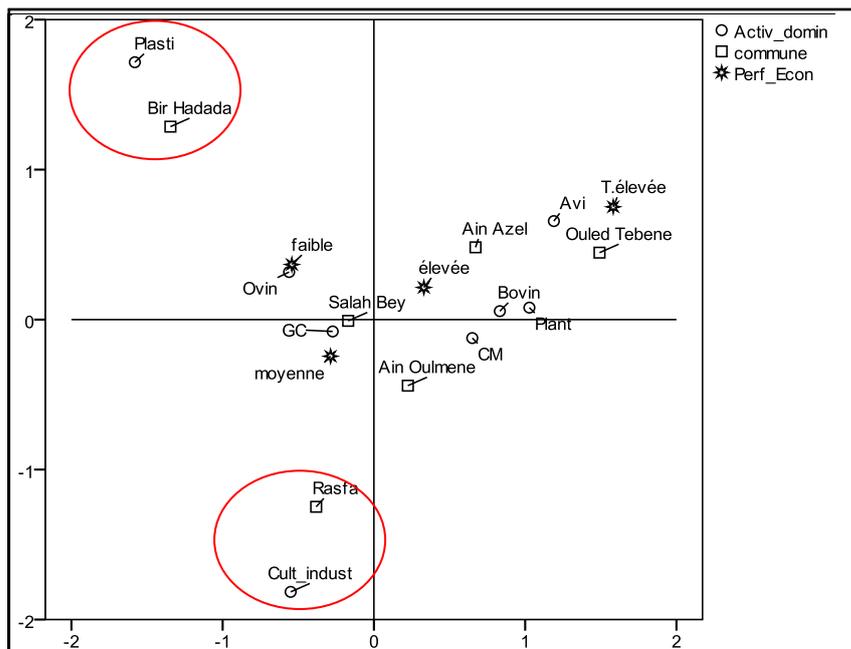


Figure 4.13 Association entre la PE et les activités dominantes dans la zone sud.

Nous avons signalé plus haut que les communes de Bir Haddada et Rasfa se caractérisent par la dominance de la petite exploitation, de faibles taux d'investissement sur les fonds propre et une réticence envers l'adhésion au PNDA. En effet, la concentration spatiale des pratiques agricoles dans ces communes est régie par des facteurs naturels et anthropiques.

Dans la commune de Bir Haddada, les agriculteurs considèrent que l'adoption de la plasticulture relève du savoir-faire acquis et de l'entre-aide en matière de produits agricoles (semences, engrais, produits phytosanitaires, matériel...) du fait que le terroir local est réparti majoritairement en agglomérations familiales dans des mechtas éparses. D'autres agriculteurs, considèrent que la plasticulture

est un moyen d'économiser l'eau d'irrigation et également une alternative pour substituer la perte des surfaces pluviales en mettant en œuvre un système de production plus intensif. En effet, Chassany (1994), considère que l'intensification des cultures est un moyen pour parer à la baisse des revenus. Actuellement, plusieurs unités de fabrication artisanale de serres, des commerces de semences et de produits phytosanitaires prolifèrent suite au développement de la plasticulture dans cette commune, ce qui suggère que ces facteurs conduiront au développement et à l'apparition d'un district économique relativement autonome et auto complémentaire. Malmberg et Maskell (2001) considèrent que la connaissance créée au cours du processus de production et la mobilité des employés a permis aux districts de production de se développer. Ainsi les acteurs d'un SPL, confrontés à une réalité technico-économique commune, développent collectivement et partagent des informations (scientifiques, techniques, industrielles, commerciales) sur les contraintes externes, sur les problèmes à résoudre ainsi que sur les modalités de solution possibles (Gilly, 1990 ; Peyrache-Gadeau, 1995)



Photo 4.1 Vue d'ensemble d'une région sud (Bir Hadada) parsemée par la plasticulture. (Source : Google Earth, consulté le 13-03-2013)

La commune de Rasfa se caractérise par la dominance de la culture de tabac (photo. 4.2), il semble que cette culture remplace en grande partie les céréales. En effet, des conventions de partenariat signées entre les agriculteurs et la Société Nationale des Tabacs et Allumettes (SNTA); la dernière s'engage à fournir la semence et d'autres motivations financières aux agriculteurs, qui se retiennent à leur tour de la livrer leur production en fin de saison. En Algérie, le tabac est une culture réglementée dont l'Etat et la SNTA sont les parties exclusives qui détiennent les droits de production et de commercialisation. C'est ainsi qu'un grand nombre d'agriculteur ont adopté la culture de tabac non seulement dans le cadre conventionnel avec la SNTA mais aussi dans le cadre parallèle qui alimente la contrefaçon du tabac, du fait que les produits tabagiques sont fortement taxés et apportent des profits considérables.



Photo 4.2 Vue d'ensemble d'une région sud (Rasfa) parsemée par les champs de tabac. (Source : GoogleEarth, consulté le 13-03-2013)

Toutefois, il faut souligner que les raisons ayant amené à cette spatialisation de pratiques agricoles, se distinguent d'une commune à l'autre. La situation à Bir Haddada diffère largement de celle de Rasfa, du fait qu'elle génère de nouveaux métiers et intensifie les cultures sur de petites superficies pour s'adapter aux aléas climatiques. Tandis que, dans la situation de la commune de Rasfa, les

raisons d'adoption de la culture du tabac est conditionnée par des facteurs anthropiques, en particulier le profit économique. Ce regroupement géographique d'activités économiques est défini dans la littérature sous l'appellation de système de production localisé (SPL). Ces agrégations d'activités sont souvent observées dans les filières de l'artisanat, l'industrie et les industries agroalimentaires des économies en développement. Selon Brenner (2000), la création d'un SPL est conditionnée par cinq composantes, parmi lesquelles on peut citer : le marché capitaliste du travail et l'attractivité de la région ; ces deux composantes sont loin d'être réunies au moins sur le moyen terme, au vu des conditions locales et les politiques globales de gestion étatique.

4.4 CONCLUSION

Pour orienter les actions de développement agricole, il est indispensable de comprendre préalablement la structure des unités de production, les formes d'organisation et les stratégies de production. Notre étude vise à identifier les différentes typologies des pratiques agricoles dans la wilaya de Sétif. L'échantillon étudié comporte une diversité des systèmes de production ; cette diversité est fonction des caractéristiques agro climatiques, aux critères relatifs à la structure des unités de production et aux motivations subjectives des agriculteurs à adhérer aux programmes d'aide de l'Etat et à l'investissement sur les fonds propres, ceci aura sans doute des répercussions sur le choix des spéculations adoptées. Les résultats dégagés de l'étude socioéconomique montrent que le niveau d'instruction des agriculteurs est généralement faible. Cependant, la tranche d'âge la plus dominante est celle de l'âge entre 30ans et 50ans. En conséquence, la majorité des agriculteurs accumulent une longue expérience professionnelle qui ne certifie aucune amélioration conséquente du potentiel économique de leurs exploitations. L'adhésion au PNDA enregistre une faible participation dans les zones centre et sud. Toutefois, ces deux zones affichent des taux élevés d'investissement sur les fonds propres à cause de la motivation des agriculteurs à faire face aux conditions contraignantes (climatiques).

L'analyse typologique a montré deux à trois formations généralisées sur l'ensemble des zones. En effet, la première formation décrit la grande

exploitation, étant l'exploitation classique, pratiquant les grandes cultures sous régime pluviale. En fait, cette typologie est la moins performante économiquement. La deuxième formation étant plus dynamique et ayant comme pratiques dominantes : l'élevage bovin, avicole et les cultures maraîchères. Cette formation inscrit de bonnes performances économiques à cause de son aptitude à investir et à diversifier leurs activités agricoles. Par ailleurs, la troisième formation est caractérisée par la petite exploitation, caractéristique de la zone nord, elle est cependant plus conservatrice et est typique d'une activité de subsistance.

Chapitre 5

**Impact climatique sur les
transformations des
pratiques agricoles dans
la région de Sétif**

Résumé

Dans ce dernier chapitre nous allons essayer de faire une synthèse spatiale des variations pluviométriques et leurs effets sur les typologies agricoles des trois zones d'étude. À partir de ce niveau, l'étendue spatiale de l'étude va prendre une dimension régionale et l'analyse va montrer que l'effet climatique sur l'agriculture sera plus apparent. L'analyse du réseau pluviométrique a permis de constater un gradient pluviométrique Nord-est/Sud-ouest et un rétrécissement de la zone humide située au nord, avec une baisse de (364mm) de la pluviosité annuelle entre les périodes 1970-1990 et 1991-2011. Cependant, la zone centre et la zone sud enregistrent une faible pluviométrie annuelle allant de 200 à 400mm, où les exploitations agricoles en souffrent davantage de la contrainte climatique. En effet, les transitions de pratiques agricoles portent vers l'élevage bovin, avicole et les cultures intensives, au détriment des anciennes pratiques (céréales et l'élevage ovin). Par contre, les exploitations de la zone nord sont plus conservatives ; elles sont plus attachées à leurs anciennes cultures (plantations fruitières et maraichage). En effet, le changement des pratiques agricoles présente une forme d'adaptation visant à minimiser la dépendance aux contraintes climatiques et assurer un revenu économique conséquent. Dans cette optique, les exploitations de la zone sud enregistrent une meilleure performance économique comparativement à celles de la zone nord et centre, malgré que la pluviométrie annuelle y soit la plus faible. L'analyse a permis de dégager quelques raisons régissant les choix et les transitions des pratiques agricoles. En effet, ces transitions sont influencées par des facteurs anthropiques dans la région nord, par contre elles sont régies par la contrainte climatique dans la région sud et centre.

Mots clés : Changement Climatique, Semi-aride, Pratique Agricole, Sétif

5.1 INTRODUCTION

L'activité agricole est un processus continu d'adaptation aux divers changements qui se produisent dans l'environnement. Entre autres, l'adaptation à l'évolution climatique est une condition fondamentale pour la subsistance des agriculteurs. Les changements climatiques dus aux processus naturels ou anthropiques peuvent affecter d'une manière imprévue les moyens de subsistance des agriculteurs. Dans le processus d'adaptation au changement climatique, les agriculteurs accumulent une richesse d'expérience et de connaissances qui contribue à optimiser davantage leurs choix contre les chocs climatiques. Les températures moyennes globales ont augmenté depuis 1850, principalement en raison de l'accumulation de GES dans l'atmosphère (FAO, 2008) ; les causes principales sont dues à la demande grandissante en énergie et en alimentation de la population mondiale, celle-ci touchera 8 milliard d'habitants en 2025 selon l'ONU. Ces changements auront de graves répercussions sur la sécurité alimentaire. En effet, les conséquences sont déjà ressenties dans les marchés alimentaires mondiaux et surtout dans les régions rurales ; spécifiques endroits où les récoltes et les rendements sont fluctuants, menaçant directement la viabilité de l'activité agricole. Les projets des politiques agricoles et alimentaires adoptés en Algérie ont avancé depuis longtemps des préoccupations, dont l'objectif principal est de produire efficacement par une série de mesures techniques, économiques et sociales de façon à réduire la dépendance au marché mondial (Tounsi, 1995). La question de la sécurité alimentaire est au cœur de toutes les politiques agricoles. Cependant, les crises alimentaires émergentes d'une année à l'autre mettent en exergue la vulnérabilité et la dépendance des économies nationales, et parfois, compromettent même les systèmes de production. L'Algérie, au même titre, que certains pays en développement, doit se préoccuper de cette question, tant le déficit alimentaire y est structurel (Bessaoud, 2004). L'agriculture algérienne a enregistré une amélioration certaine depuis le lancement du PNDA mais elle demeure loin de satisfaire les besoins alimentaires du pays (CENEAP, 2011). En effet, l'Algérie est le premier importateur africain de denrées alimentaires, occupant 17,77% de la valeur totale des importations (ONS, 2013).

Le présent chapitre consiste à faire une analyse globale de la dynamique des pratiques agricoles à travers trois zones d'études contrastées et représentatives d'un gradient climatique Nord-est/Sud-ouest. En fait, la région de Sétif détient un rôle socioéconomique important à l'échelle nationale, elle présente un bon modèle pour étudier les territoires ruraux à haut potentiel agricole. En effet, les deux chapitres précédents traitent d'une manière indépendante l'évolution du climat à l'échelle temporelle et l'analyse des typologies agricoles dans chaque région d'étude. À travers ce chapitre on va consolider l'analyse typologique des trois zones d'études avec une étude spatiale de l'évolution pluviométrique de la région sur une période de 40ans. Cela va nous permettre de vérifier le gradient climatique et son effet sur la typologie des exploitations et les transformations des pratiques agricoles locales.

5.2 MATERIEL ET METHODES

5.2.1 Situation géographique et approche méthodologique

La zone d'étude renferme trois zones géographiquement distinctes, une zone nord, une zone centre et une zone sud ; occupant 40,71% de la superficie totale de la wilaya (fig.5.1). La démarche méthodologique de l'étude tient en premier lieu à mettre en évidence le gradient pluviométrique qui soit responsable de la variabilité des typologies des exploitations agricoles à l'échelle régionale. Par la suite, nous allons établir des cartes pluviométriques à différentes échelles temporelles, afin d'illustrer l'évolution climatique et les régions les plus touchées par la variabilité climatique. À la lumière des résultats obtenus, nous essayerons d'analyser le lien entre le pattern pluviométrique local et les transitions de pratiques agricoles à travers une analyse de données qui traite des typologies et de l'environnement socioéconomique des exploitations.

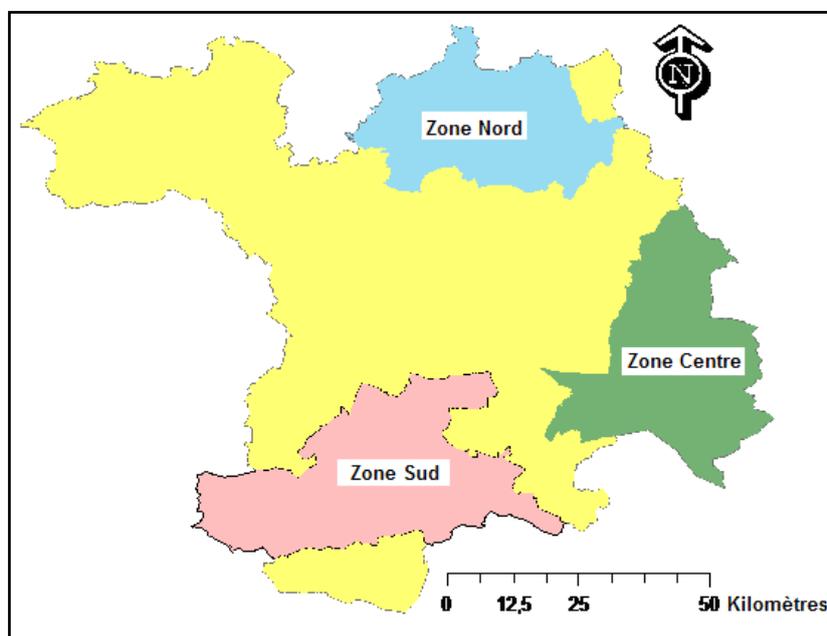


Figure 5.1 : Situation des zones d'études au sein de la wilaya de Sétif

5.2.2 Analyse pluviométrique locale

La carte pluviométrique de la région d'étude a été réalisée sur la base d'une sélection de 50 stations pluviométriques appartenant aux réseaux de l'Office National de Météorologie (ONM) et l'Agence Nationale des Ressources hydrauliques (ANRH) (Tableau A3). En effet, les données disponibles couvrent une période allant de 1970 à 2011. Toutefois, les stations retenues pour l'analyse

devront présenter une cohérence statistique sur le plan géographique et pluviométrique. Par ailleurs, un test descriptif (*box-plot*) a été mené dans l'objectif de détecter les valeurs aberrantes. Cependant, les stations qui comportent assez de données manquantes ont été exclues de l'analyse. Une analyse de classification à savoir : La classification *TwoStep* a été conduite pour classer les stations en groupes disjoints. À cet effet, les variables mises en œuvre sont la latitude, la longitude et la pluviométrie des stations analysées. Le travail cartographique consiste à réaliser des cartes pluviométriques sur différentes périodes (1970-1990), (1991-2011) et (1970-2011). Ceci tend à vérifier le gradient pluviométrique et estimer les variations pluviométriques temporelles. En effet, ces cartes pluviométriques ont été réalisées sous *ArcGis10* par la méthode du krigeage universel.

5.2.3 Évaluation de l'impact climatique sur l'agriculture locale

Le sondage comporte un échantillon de 537 exploitations agricole réparties sur une zone géographique assez étendue et représentative de la variabilité climatique locale. Le questionnaire comporte une partie d'information relative à la dimension climatique et à son effet sur la conduite des pratiques agricoles (Tableau A.2). L'évaluation économique de l'activité agricole est exprimée par une variable de réponse (PE) qui a pour objectif l'évaluation de la satisfaction de l'agriculteur de son exploitation à travers un ensemble des variables explicatives retenues. L'objet de cette analyse est d'appréhender le changement climatique tel qu'il est perçu par les agriculteurs. Nous nous sommes intéressés à la manière dont les fellahs nous font parvenir des informations indirectes à travers le sondage, il s'agit de répondre aux questions suivantes :

Y a-t-il ou non une perception de changement climatique et à quel degré soit-il responsable de menacer l'activité agricole? (abandon de l'activité agricole)

Y a-t-il ou non des menaces sur les ressources vitales à l'échelle interannuelle, Si oui, de quelle amplitude ? (baisse de la pluviométrie et insuffisance de la nappe)

Ces données issues de ce niveau de perception peuvent renforcer les indicateurs obtenus dans le troisième chapitre qui traite des tendances climatiques à l'échelle temporelle. Dans le même cadre, nous essayerons de dissocier l'effet anthropique de l'effet climatique sur les transformations des pratiques agricoles.

5.3 RESULTATS ET DISCUSSION

5.3.1 Réseau d'observation pluviométrique régionale

La distribution géographique des 50 stations pluviométriques est relativement hétérogène sur l'ensemble de la région d'étude (fig. 5.2). En effet, la densité des stations d'observation au niveau de la zone sud et Est est relativement faible à cause de la défaillance du réseau d'observation ou à cause de la suppression de quelques stations ayant un taux élevé de valeurs manquantes au cours de la sélection statistique.

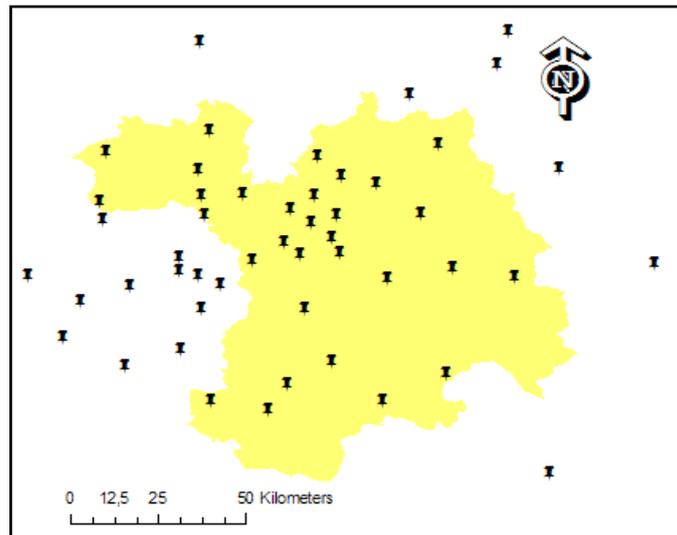


Figure 5.2 Répartition des 50 stations retenues dans l'étude de la pluviométrie de la région de Sétif

5.3.2 Classification du réseau d'observation et évolution des précipitations

La classification des stations pour la période 1970-2001 a montré deux groupes différents : un groupe septentrional pluvieux, avec une pluviométrie annuelle de 752mm, et un deuxième groupe méridional avec une pluviosité annuelle moindre (354,39mm). Le groupe nord compte 13 stations, alors que le groupe sud compte 37 stations (fig. 5.3). La distance euclidienne entre les deux centres de clusters s'élève à 0,435°.

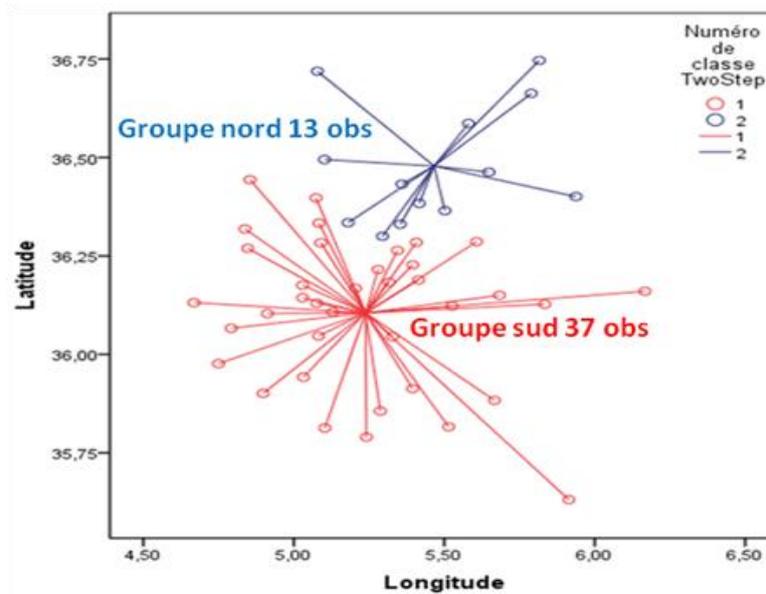


Figure 5.3 : Groupes pluviométriques homogènes de la période 1970-2011

Afin de mettre en évidence la variabilité temporelle des précipitations, la série 1970-2011 a été subdivisée en deux sous périodes équivalentes : (1970-1990) et (1991-2001). La classification des stations a donné au cours de la première période (1970-1990) deux clusters (fig. 5.4), un groupe nord avec une pluviométrie annuelle moyenne de 1029,74mm. (Gsell, 1913) souligne que l'ancien climat de la zone nord de Sétif eut une pluviométrie très importante dépassant un mètre notamment derrière le massif de Babour. Alors que le groupe sud renferme un grand nombre de station avec une pluviosité annuelle de 377,21mm (Tableau 5.1). Par ailleurs, la distance euclidienne entre les deux centres de clusters a été de 0,579°.

La classification des stations pendant la seconde période (1991-2001) a donné également deux clusters (fig. 5.5) ; un groupe nord avec une pluviométrie annuelle de 665,08mm, renfermant 17 stations, alors que, le groupe sud enregistre une moyenne annuelle de 348,92mm avec 33 stations. Cependant, la distance euclidienne entre les centres de groupes est de 0,395°.

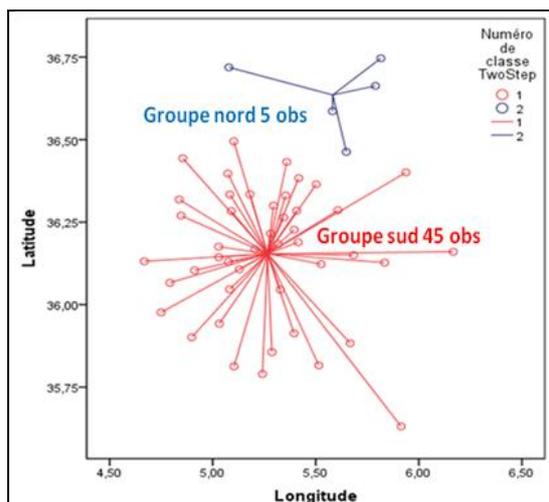


Figure 5.4 Groupes pluviométriques homogènes (1970-1990)

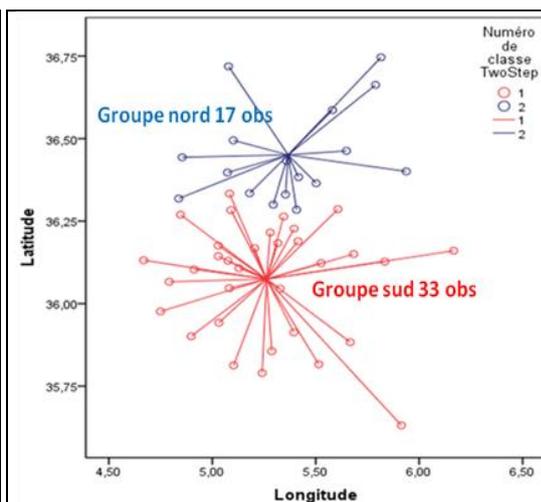


Figure 5.5 Groupes pluviométriques homogènes (1991-2011)

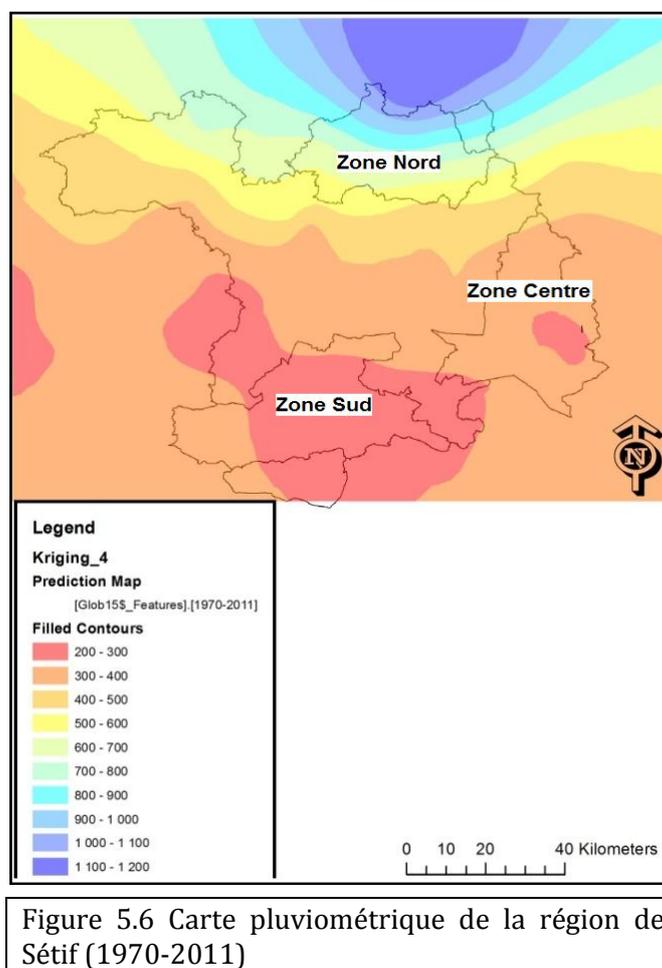
Pendant la période 1970-1990, la différence entre les moyennes pluviométriques des deux clusters a été de 652,53mm, alors qu’une différence de 316,16mm a eu lieu pendant la deuxième période (1991-2011), avec un rapprochement géographique allant de 0,579° à 0,395° ; ce rapprochement est dû à la baisse de la moyenne des précipitations de la zone nord suivi par le déplacement de son barycentre vers le sud. Également, le centre du cluster sud présente un faible déplacement vers le sud, mais avec une baisse du taux pluviométrique annuelle allant de 377,21mm à 348,92mm. (Tableau 5.1)

Tableau 5.1 Evolution des centres de clusters pluviométriques identifiés dans la région de Sétif pendant la période 1970-2011.

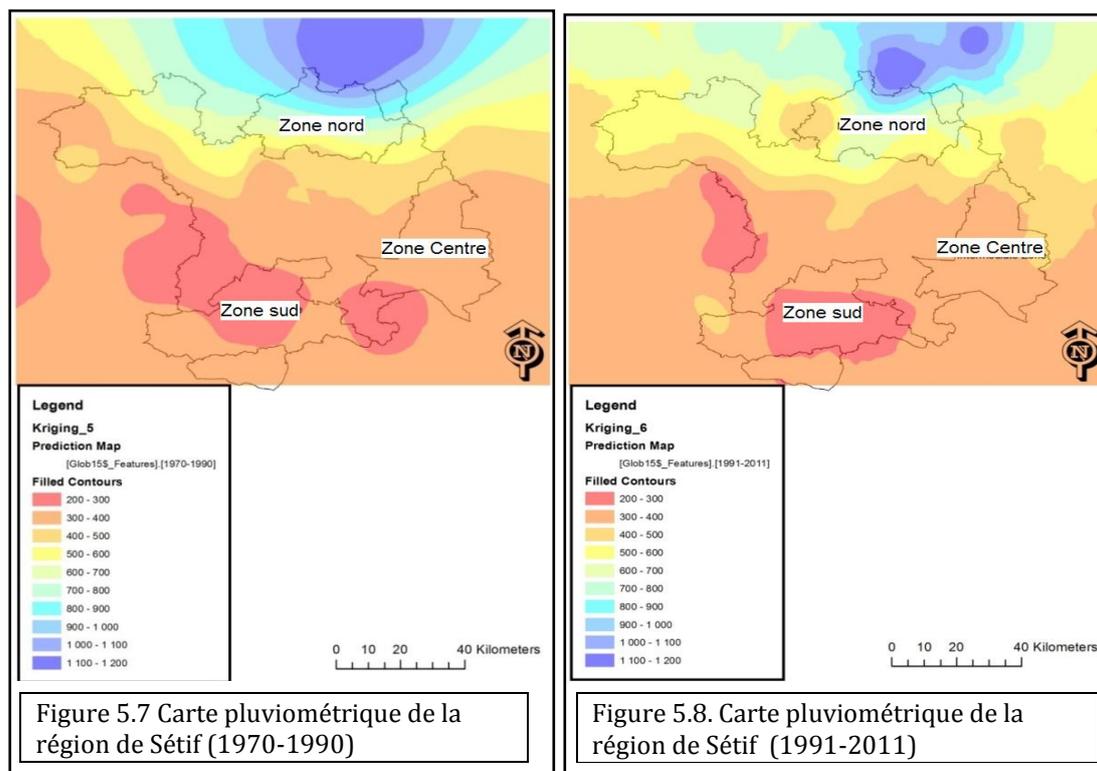
	Longitude (°)	Latitude (°)	Pluviosité annuelle (mm)	différence pluviométrique entre clusters (mm)	distance euclidienne entre les centres de clusters (°)
1970-1990					
Centre du cluster sud	5,27	36,15	377,21	652,53	0,579
Centre du cluster nord	5,58	36,64	1029,74		
1991-2011					
Centre du cluster sud	5,26	36,07	348,92	316,16	0,395
Centre du cluster nord	5,37	36,45	665,08		

5.3.3 Cartographie de la pluviométrie locale

Le krigeage de la série 1970-2011 montre un gradient pluviométrique dans le sens nord/sud, où le taux des précipitations baisse en allant vers le sud. L'abaque pluviométrique maximal se situe à l'extrême nord, derrière le massif de Babor, avec un taux annuel de 1100 à 1200mm, alors qu'à la même latitude, les monts de Bouandas et Béni Ourthilane ne se permettent pas une pluviométrie pareille (fig. 5.6). En effet, la zone nord est traversée par un gradient pluviométrique de sept niveaux, allant de 1100mm jusqu'à 500mm. En allant vers la partie sud, le gradient pluviométrique diminue graduellement, où il enregistre 300mm à 400mm au niveau des hautes plaines, c'est la frange la plus étendue de la wilaya dont la zone d'étude centre fait partie. Dans le sud de la wilaya, un vaste étendu représentant l'abaque pluviométrique le plus faible, avec un taux de 200mm à 300mm, dont la majeure partie englobe la zone d'étude sud.



La série pluviométrique est divisée en deux sous périodes équivalentes, chaque sous période compte 20ans d'observations et est cartographiée indépendamment afin de vérifier le changement dans les distributions pluviométriques.). La zone pluvieuse située au nord (fig. 5.7) est plus déployée pendant la première période (1970-1990) comparativement à la période (1991-2011). Par ailleurs, cette zone humide située au nord présente une baisse importante de pluviométrie, notamment pour l'abaque 1000mm - 1200mm avec un léger déplacement vers de nord (fig. 5.8). Il est à noter que la zone d'étude nord est la plus touchée par la variation de pluviosité entre les deux périodes, elle présente une tendance à la baisse. Toutefois, l'apparition de quelques foyers moins pluvieux au nord (300mm à 400mm) supporte les résultats précédents, disant que les centres des clusters se rapprochent davantage et renforce l'hypothèse de Le Houerou (1992) qui postule que le processus du changement climatique doit globalement conduire à un déplacement des étages bioclimatiques méditerranéens vers le Nord. Tandis que, les zones d'études centre et sud ne présentent pas d'importantes variations, elles maintiennent des taux pluviométriques annuels entre 200 mm et 400 mm.



5.3.4 Etude de la Typologie

Au cours de cette étude, un dispositif d'échantillonnage stratifié a été adopté, où les communes représentent les différentes strates d'analyse. La zone nord renferme 125 agriculteurs enquêtés, alors que la zone centre et la zone sud sont représentées par 188 et 224 exploitants respectivement. A travers le traitement des typologies dans les chapitres précédents, il en ressort que chaque zone se distingue par des caractéristiques locales propres sur le plan climatique et socioéconomique. La zone nord qui renferme un potentiel pluviométrique et un relief inadéquat pour la conduite d'une agriculture à grande échelle, a vécu durant la dernière décennie un grand bouleversement socioéconomique, dû à l'instabilité de la situation sécuritaire notamment dans les régions rurales. (Boukemoum et Boucheloukh, 2011) soulignent qu'un grand nombre d'agriculteurs ont été poussés à quitter leurs terres et s'installer dans les villes du nord de Sétif. Cela a profondément touché l'appareil de production dans la zone rurale de la région. Par ailleurs, la région d'étude centre se caractérise par un climat plus aride avec l'émergence de problèmes hydro-pédologiques, compromettant la conduite des cultures. À travers les enquêtes menées dans cette région, il s'est avéré que des mutations profondes ont touché le système de

production ancestral basé majoritairement sur les céréales. Ce dernier, s'oriente de plus en plus vers l'élevage intensif, que le même constat a été relevé par Djenane (1997). Ce changement de pratiques agricoles touche d'autant plus les cultures pluviales que les cultures irriguées, les tendances des agriculteurs s'orientent beaucoup plus vers l'élevage bovin et avicole à cause de leurs retombées économiquement positives sur le compte des exploitations. Tandis que, la zone sud qui est la plus exposée aux contraintes climatiques. La sécheresse y est devenue un problème chronique, où la pluviométrie annuelle avoisine 300mm (Baldy, 1974). Le comportement des agriculteurs vis-à-vis des ces condition est souvent similaire à celui des agriculteurs de la zone centre, où les préférences d'activités s'orientent vers les activités d'élevage afin de minimiser le recours en besoins d'eau. Cependant, il est à noter que la zone sud se distingue par des activités spécifiques, localisées dans les communes de Bir Hadada et Rasfa. Selon les agriculteurs enquêtés, l'adoption de la plasticulture dans la commune de Bir Hadada présente un mode d'adaptation et une réponse au manque d'eau utilisée pour l'irrigation (El Kolli et Mokhneche, 2012). Tandis que, l'adoption de la culture du tabac dans la commune de Rasfa, est dû au choix des agriculteurs à se rassurer d'avoir un minimum de revenu annuel, puisque la commercialisation de leurs récoltes est assurée d'avance au profit de la société nationale des tabac et allumettes (SNTA) en tant que partie contractante, ne serait ce que garantir un minimum de conditions culturelles. En concluant de dire que dans la zone sud la convertibilité des activités agricoles vers le système intensif animale ou végétale a eu un impact positif certain sur la performance des exploitations comparativement à la zone centre et nord.

5.3.5 L'appareil de production de la zone d'étude

La comparaison de l'évolution des pratiques agricoles des trois zones d'étude, permet d'appréhender le fonctionnement de l'appareil de production relativement à chaque zone. Dans la zone d'étude nord, la répartition des superficies irriguées est fonction du climat et du système de conduite des cultures, où la superficie irriguée représente 12% de la SAU. Tandis que 5% seulement caractérise toute la région nord de la wilaya (DSA, 2013). En effet, la faiblesse des superficies irriguée est due à la dominance des grandes cultures qui

s'accaparent de la majorité des superficies cultivées sous un régime pluvial. Djenane, (1997) montre qu'en 1990, les superficies des Hautes plaines Sétifiennes (HPS) réservées aux céréales représentent 80%, le même auteur ajoute que ce taux est en baisse à cause de la tendance des agriculteurs à diversifier leur système de production. Les zones centre et sud souffrent de plus en plus de la sécheresse, les agriculteurs optent pour des cultures intensives (maraîchage) en exploitant davantage la nappe. En effet, ces deux zones d'études renferment un nombre important de forage creusé par exploitation, soit 0,65 et 0,98 respectivement (Tableau 5.2). Ce potentiel hydrique favorise l'intensification des cultures et l'élevage d'une part et d'autre part, il pèse négativement sur la durabilité de l'agriculture s'il est mal exploité; En fait, Rousset *et al.*, (2006) estiment qu'en Algérie, les rendements menés en irrigué baisseront d'ici 2020 de 5% à 14%. Cependant, les impacts seront d'autant plus élevés que les populations les plus pauvres habitent en milieu rural et se nourrissent de leurs récoltes. Dans la zone centre, l'élevage bovin, ovin et avicole enregistrent des taux d'adoption plus élevés comparativement à la zone nord et sud, ce qui suggère une orientation accrue des agriculteurs à la production de viande au détriment d'autres pratiques. Dans la zone nord le taux d'adoption de l'élevage est faible, ceci pourrait être dû au relief accidenté qui aura des effets négatifs sur l'expansion des superficies fourragères comme le soulignent Abbas *et al.*, 2005. L'élevage apicole est très peu présent dans le paysage agricole de Sétif (Boudjenouia *et al.*, 2006), l'ensemble des zones d'études présentent une faible proportion d'élevage apicole, à l'exception de la zone nord qui inscrit plus de 8 ruches par exploitation.

Tableau 5.2 Description du système de production des trois zones d'étude

<i>Variable notée par exploitation</i>	<i>Zone nord</i>	<i>Zone centre</i>	<i>Zone sud</i>
SAU dont superficie en irrigué	13,08 (12%)	23,59 (20%)	13,74 (31%)
Grandes cultures (ha)	9,94±1,07	20,25±3,28	10,67±1,09
Cultures fourragères (ha)	1,26±0,23	0,39±0,06	0,32±0,08
Maraîchage (ha)	0,82±0,2	2,70±0,31	1,13±0,1
Plantation (ha)	1,08±0,15	0,24±0,05	0,46±0,07
Nombre de puits	0,43±0,08	0,59±0,04	0,14±0,03
Nombre de forages	0,06±0,03	0,65±0,05	0,98±0,04
Elevage bovin (Nombre de têtes)	3,46±0,58	20,46±2,88	4,22±0,49
Elevage ovin (Nombre de têtes)	17,38±2,93	47,22±4,65	20,92±2,54
Aviculture (Nombre de poussins)	296±77	7020±1034	1398±285
Plasticulture (Nombre de serres)	0,06±0,03	0,05±0,04	2,44±0,52
Apiculture (Nombre de ruches)	8,11±1,68	0,21±0,1	1,36±0,39
PE moyenne (score/10)	5,42±0,16	4,68±0,14	5,76±0,11

5.3.6 Analyse de la performance économique (PE) des exploitations

La performance économique des exploitations est fonction de plusieurs variables, la recherche de ces variables est primordiale pour construire un modèle adéquat basé sur la typologie et la transition des pratiques. L'utilisation de cet indicateur peut démontrer les potentialités et les faiblesses de chaque zone. En effet, les résultats obtenus pourront être utilisés pour la réorientation des politiques étatiques d'aide et devenir ainsi un outil d'aide à la décision. Lors du questionnaire, l'agriculteur enquêté donne un score sur une échelle de dix niveaux, à travers lequel il estime la capacité économique de son exploitation à générer des profits économiques. La PE est traitée selon les exigences des tests statistiques mis en œuvre. En effet, elle est traitée sous la forme numérique ou la forme ordinale après une transformation proportionnelle à cinq niveaux (abordés dans le chapitre précédent).

Dans la zone nord, 30% des exploitations ayant une bonne PE (élevée et très élevée), alors que 28% ont une capacité économique faible (fig. 5.9). Ces résultats pourront être jugés normaux sinon bons, si l'on considère que la région vient de sortir d'une période d'insécurité qui a dévasté les zones rurales sur le plan humain et matériel (Bessaoud, 2006). Dans le cadre du Plan National de Développement Agricole (PNDA) et à travers une série de politiques étatiques

d'aide, initiées en 2000, le gouvernement algérien vise à subventionner et réinstaller les agriculteurs sur leurs terres à travers des programmes qui couvrent des aides d'investissement, des aménagement et des aides pour l'habitat rurale. En fait, ces efforts ont apporté quelques résultats positifs, notamment pour la zone nord, où les actions d'aide de l'Etat se sont articulées sur l'extension et le rajeunissement des vergers et sur la dotation en cheptel apicole. La zone centre se positionne en dernier rang, avec un score moyen de (PE) de 4,68 (Tableau 5.2) et avec un taux de 17% d'exploitations en difficulté, c'est-à-dire, celles qui ont enregistré de très faible PE (fig. 5.9). Ce résultat est probablement dû à l'engagement des agriculteurs dans des spéculations intensives ; telles : que le maraîchage, l'élevage bovin et avicole. Toutefois, ces pratiques ne sont pas toujours rassurantes, elles encourent une grande marge de risque économique à cause de l'instabilité du marché. En effet, un résultat défaillant d'un exercice quelconque pourrait remettre en cause l'existence de toute l'exploitation. À titre d'exemple : l'aviculture, qui depuis l'an 2000 jusqu'à ce jour, elle traverse une crise chronique en raison de l'instabilité des prix pratiqués sur le marché, consécutive au déséquilibre de l'offre et de la demande (GAO, 2012). Dans la zone sud, la PE enregistrée est meilleure (5,76), où la majeure partie des exploitations, soit près de 60% affichent une performance modérée. Alors que seulement une petite frange de 8% enregistre une faible PE ; malgré que la zone sud en souffre autant du problème climatique. En fait, ce résultat indique que le gradient pluviométrique n'a pas d'effet sur l'amélioration de la PE. Cette dernière est associée beaucoup plus au fonctionnement du système de production même.

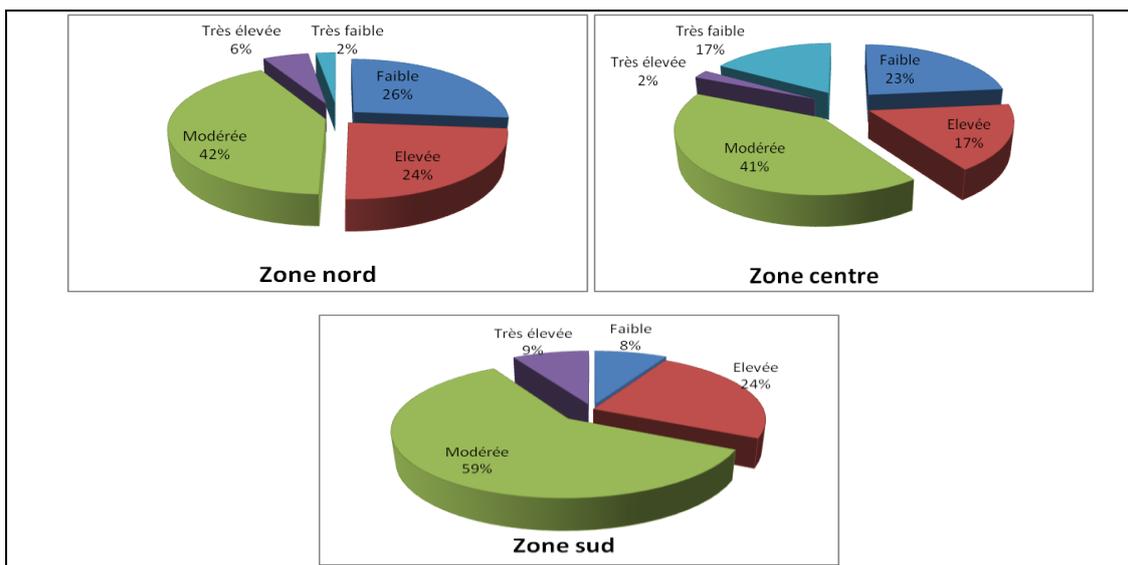


Figure 5.9 : Evaluation de la performance économique dans les trois zones d'étude

5.3.6.1 Impacts des changements de pratiques agricoles sur la PE

5.3.6.1.1 La zone nord

Les résultats obtenus montrent qu'il existe une association positive entre la PE et le modèle d'activité adopté, telle que la relation qui existe entre la PE et les deux activités agricoles (maraîchage et l'élevage). Les exploitations ayant conservé les anciennes pratiques à savoir : l'élevage bovin et le maraîchage, ont eu de bons résultats économiques, par contre les exploitations qui ont maintenu les plantations et les grandes cultures ont eu les plus faibles PE (fig. 5.10a). En outre, pour certaines exploitations, l'introduction de nouvelles pratiques agricoles a montré de bons résultats économiques, le cas du maraîchage et l'élevage bovin (fig. 5.10b). Relativement aux résultats obtenus, le modèle de développement proposé repose sur la consolidation du maraîchage et l'élevage bovin qui devront être traités de priorité, si bien que ces actions passent évidemment par des investissements structurants, tels que : les constructions et les aménagements et par la mise en valeur des terres ou bien par la conversion des superficies des céréales associées avec une faible PE vers une sole allouée au maraîchage. Ces recommandations ne peuvent en aucun cas négliger l'attachement des agriculteurs à leurs traditions, leur paysage et leurs cultures humaines. Toutefois, une vision de développement doit être élaborée dans un contexte durable et pas seulement économique.

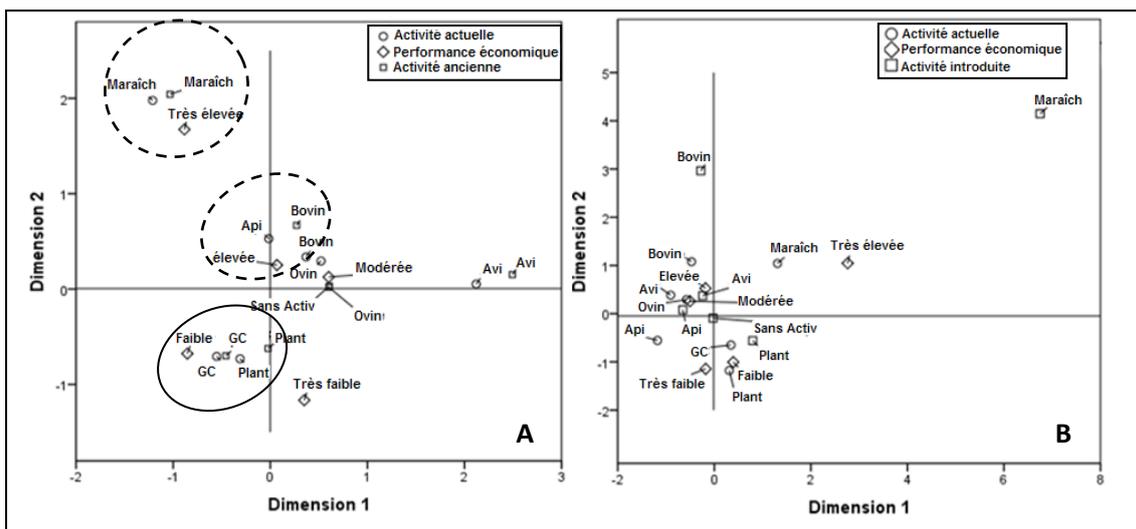


Figure 5.10 : (A) Association entre la PE et les transitions des anciennes activités (zone nord), (B) Association entre la PE et les activités introduites (zone nord).

Nb : les formations discontinues (en pointillé) dénotent les associations à PE élevée, les formations en lignes continues dénotent les associations à PE faible.

5.3.6.1.2 La zone centre

Dans la zone centre, une association positive est à signaler entre la PE élevée et l'adoption du maraîchage en tant qu'activité dominante. En effet, les exploitations ayant conservé cette activité ont eu de bons résultats économiques, par contre, les exploitations qui ont conservé de grandes cultures en association avec l'élevage ovin ont eu les plus faibles PE (fig. 5.11a.). Toutefois, l'incorporation de l'élevage avicole dans le système de production a eu de bons profits économiques (fig. 5.11b).

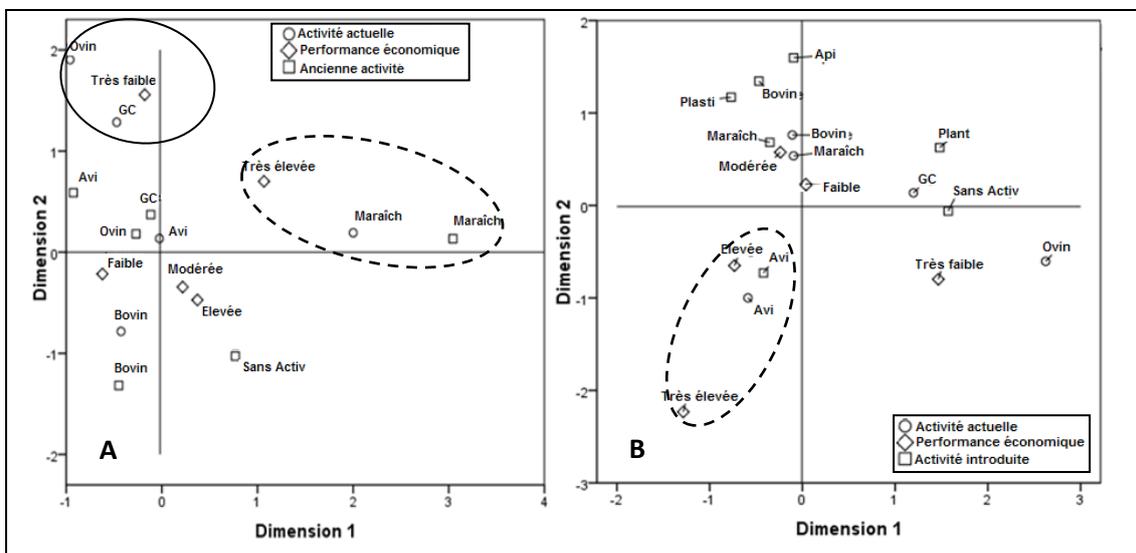


Figure 5.11 : (A) Association entre la PE et les transitions des anciennes activités (zone centre), (B) Association entre la PE les activités introduites (zone centre).

5.3.6.1.3 La zone sud

Dans la zone sud, une bonne PE est associée avec plusieurs activités agricoles. En effet, il est difficile de dégager une série d'activité spécifique. Globalement, la conservation de ces activités agit positivement sur la PE. Toutefois, les exploitations ayant conservé les grandes cultures et les plantations ont eu de faibles résultats économiques (fig. 5.12a). Cependant, l'incorporation de l'élevage bovin et les cultures maraîchères dans le système de production a eu de bons retombés économiques (fig. 5.12b).

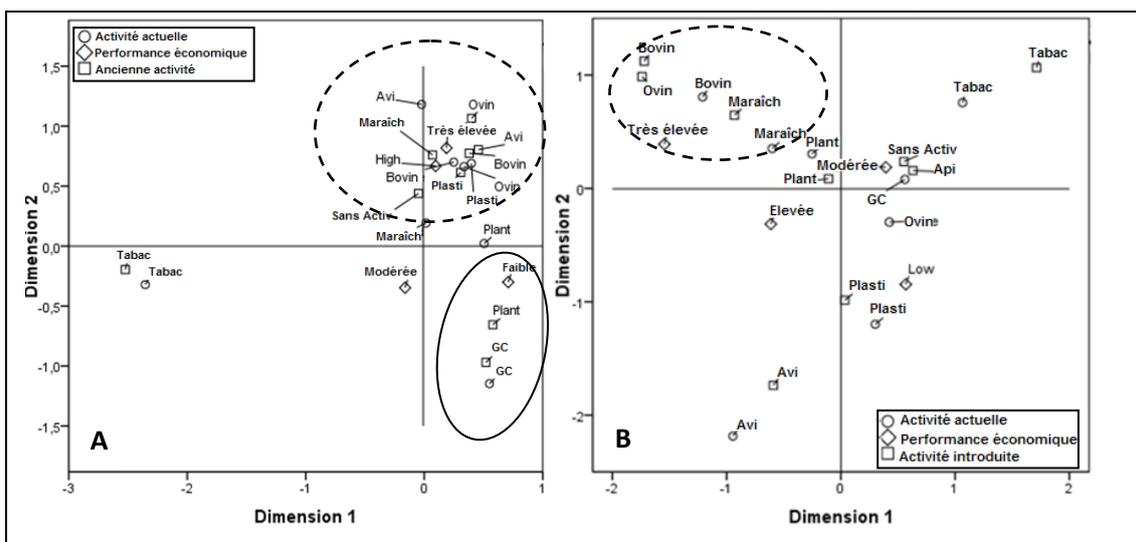


Figure 5.12 : (A) Association entre la PE et les transitions des anciennes activités (zone sud), (B) Association entre la PE et les activités introduites (zone sud).

Nb : les formations discontinues (en pointillé) dénotent les associations à PE élevée, les formations en lignes continues dénotent les associations à PE faible.

5.3.7 Impact climatique sur la répartition géographique des pratiques agricoles.

5.3.7.1 Répartition des typologies et leur transition selon la zone d'étude

L'analyse des pratiques agricoles dans les trois zones d'étude a dégagé trois typologies à différentes transitions : la zone nord se caractérise par la dominance des plantations, l'apiculture et les grandes cultures (fig. 5.13). Ce pattern est bien entendu biaisé par les anciennes pratiques. En effet, la typologie actuelle de la zone nord n'a pas subi de grandes variations par rapport à l'ancienne typologie. Par contre, la zone centre présente des changements de pratiques, où l'élevage ovin ne s'y présente plus comme activité dominante, alors que l'aviculture s'installe comme activité dominante en concurrence avec l'élevage bovin

(Tableau 5.3). La zone sud se caractérise par deux activités spécifiques à savoir : la plasticulture et la culture du tabac, ces deux pratiques sont localisées dans les communes de Bir Hadada et Rasfa respectivement. En Algérie, la plasticulture a connu un essor considérable depuis les années quatre vingt (MADR, 2001), elle pourra désormais concurrencer les cultures en plein champs. Par ailleurs, l'activité agricole est plus attractive en matière d'emploi dans la zone sud par rapport aux autres zones, elle attire d'avantage des personnes (demandeurs d'emploi et investisseurs) en dehors du secteur agricole (fig. 5.13).

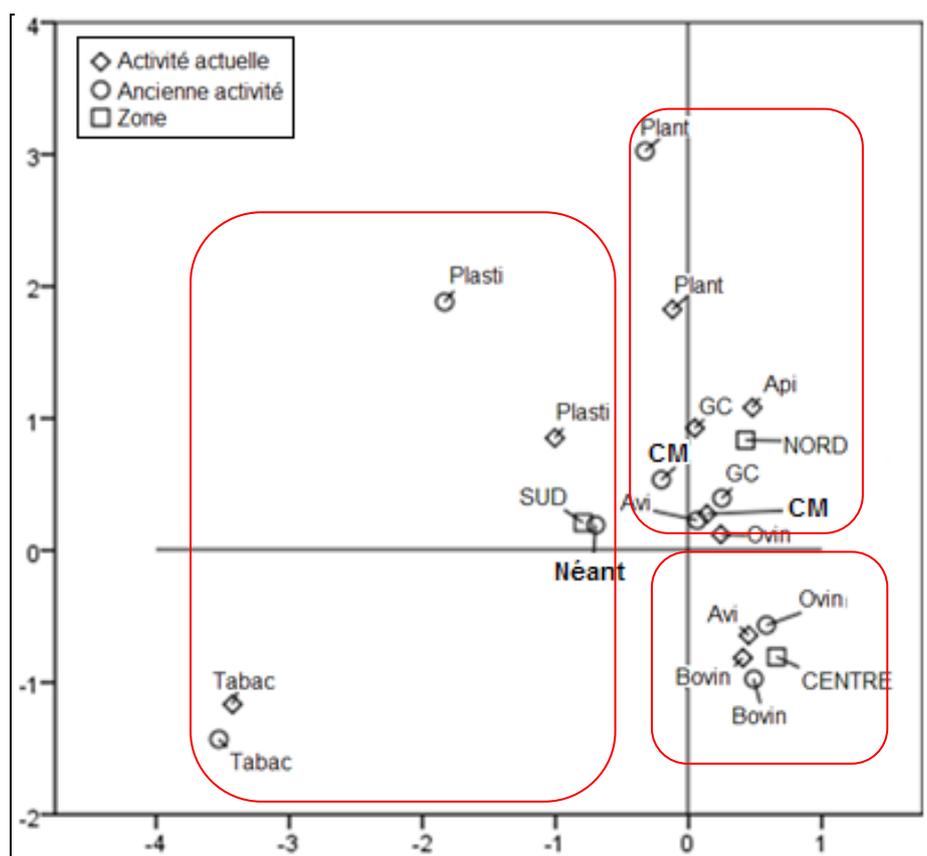


Figure 5.13 Répartition des pratiques agricoles dominantes dans la région d'étude

Tableau 5.3 Descriptif et allocation des activités agricoles dans la zone d'étude

		Zone d'étude					
		Centre		Nord		Sud	
		Effectif	%	Effectif	%	Effectif	%
Activité ancienne	<i>Avi</i>	6	3,2%	8	6,4%	13	5,8%
	<i>Bovin</i>	29	15,4%	13	10,4%	17	7,6%
	<i>CM</i>	12	6,4%	15	12,0%	21	9,4%
	<i>Cult_indust</i>	0	0,0%	0	0,0%	25	11,2%
	<i>GC</i>	84	44,7%	57	45,6%	78	34,8%
	<i>Néant</i>	7	3,7%	4	3,2%	44	19,6%
	<i>Ovin</i>	50	26,6%	26	20,8%	21	9,4%
	<i>Plant</i>	0	0,0%	2	1,6%	3	1,3%
	<i>Plasti</i>	0	0,0%	0	0,0%	2	0,9%
Activité dominante	<i>Api</i>	0	0,0%	4	3,2%	0	0,0%
	<i>Avi</i>	64	34,0%	13	10,4%	18	8,0%
	<i>Bovin</i>	71	37,8%	21	16,8%	45	20,1%
	<i>CM</i>	25	13,3%	13	10,4%	13	5,8%
	<i>Cult_indust</i>	0	0,0%	0	0,0%	29	12,9%
	<i>GC</i>	18	9,6%	44	35,2%	65	29,0%
	<i>Ovin</i>	10	5,3%	17	13,6%	20	8,9%
	<i>Plant</i>	0	0,0%	13	10,4%	12	5,4%
	<i>Plasti</i>	0	0,0%	0	0,0%	22	9,8%
Activité introduite	<i>Api</i>	1	0,5%	30	24,0%	10	4,5%
	<i>Avi</i>	83	44,1%	4	3,2%	26	11,6%
	<i>Bovin</i>	19	10,1%	3	2,4%	24	10,7%
	<i>CM</i>	44	23,4%	1	0,8%	7	3,1%
	<i>Cult_indust</i>	0	0,0%	0	0,0%	6	2,7%
	<i>GC</i>	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%
	<i>Néant</i>	34	18,1%	64	51,2%	98	43,8%
	<i>Ovin</i>	0	0,0%	0	0,0%	3	1,3%
	<i>Plant</i>	5	2,7%	21	16,8%	27	12,1%
<i>Plasti</i>	2	1,1%	2	1,6%	23	10,3%	

5.3.7.2 Impacts climatiques sur les pratiques agricoles

L'agriculture est parmi l'ensemble des activités humaines, une de celles qui est la plus directement influencée par le climat (SEGUIN, 2010). Le changement climatique est plus perceptible par les agriculteurs plutôt que d'autres gens, du fait, qu'ils sont plus concernés par la variation climatique qui affecte directement leurs récoltes. Une ACM a été réalisée pour démontrer les causes et les

conditions du changement de pratiques agricoles dans le Sétifois. Le modèle issu de l'ACM explique 67,8% d'inertie totale, répartie sur les deux axes, soit 45,38% et 22,36% pour le premier et le deuxième axe respectivement (Tableau 5.4).

Tableau 5.4. Récapitulatif du modèle issu de l'ACM

Dimension	Alpha de Cronbach	Variance expliquée		
		Total (valeur propre)	Inertie	% de variance expliquée
1	0,70	2,27	0,454	45,38
2	0,13	1,12	0,224	22,36
Total		3,39	0,678	

Dans la partie exposée plus haut, qui traite de la pluviométrie régionale, nous avons démontré que la zone nord est la plus touchée par la baisse des précipitations annuelles au cours des quarante dernières années. Tandis que, la zone centre souffre d'un faible niveau pluviométrique et d'autant plus pour la zone sud. Cependant, les variations pluviométriques dans la partie centre et sud n'ont pas été aussi significatives. Toutefois, les réflexions des agriculteurs suggèrent d'autres résultats (fig. 5.14). Dans la zone nord, les agriculteurs sont moins perceptibles du changement climatique et moins affectés par la baisse de la nappe. Ceci est probablement dû à la baisse pluviométrique qui n'a pas encore arrivé à un seuil critique qui pourra nuire d'une façon significative l'activité agricole. Selon les déclarations des agriculteurs, les contraintes majeures de l'agriculture s'y présentent sous l'ordre anthropique, telles que : l'isolement, le manque de moyens de production, l'insécurité, la difficulté du relief, le peu de rentabilité économique, etc. Dans la zone centre et la zone sud, le changement climatique et la baisse de la nappe sont plus perceptibles. Du fait que les deux zones en souffrent depuis longtemps des phases chroniques de baisse pluviométrique, ce qui a été démontré auparavant. Dans la zone centre, la sécheresse se présente comme la raison la plus fréquente pour laquelle les agriculteurs abandonnent l'agriculture. Dans le même contexte, la nappe accuse une forte baisse, ce qui laisse suggérer que l'agriculture dans la zone centre est la plus sensible aux aléas climatiques. Les transformations de pratiques vers l'intensification des cultures et l'élevage témoignent le risque qui pèse sur les traditions culturelles menées en pluviale. À cet effet, l'Etat doit se prémunir de

son rôle qui réside dans la préservation des activités agricoles et la protection de l'agriculteur. Dans la zone sud, la nappe accuse une baisse moyenne de l'ordre de 15m à 50m, quoique le niveau annuel de pluviosité soit aussi faible que celui de la zone centre. Il est à signaler que quelques communes du sud, côtoyant le massif de Boutaleb telles que : la commune de Rasfa et Ouled Tebene enregistrent un bon niveau hydrogéologique. Eventuellement, ceci a influencé la moyenne globale de la région sud. Les formes d'adaptation à la sécheresse dans la zone sud se présentent en techniques ou modes d'irrigation moins consommateurs d'eau (la plasticulture) et par le biais de la maximisation des cultures intensives (Amigues *et al.*, 2006; Brisson et Levraut, 2010). Ainsi, les agriculteurs optent pour l'élevage intensif pour minimiser le recours aux ressources hydriques. Selon les avis des agriculteurs, l'activité agricole dans la zone sud ne présente aucune contrainte majeure, au contraire, elle devient un secteur attractif pour l'investissement et source de richesse et de création d'emploi, notamment pour les activités de l'élevage.

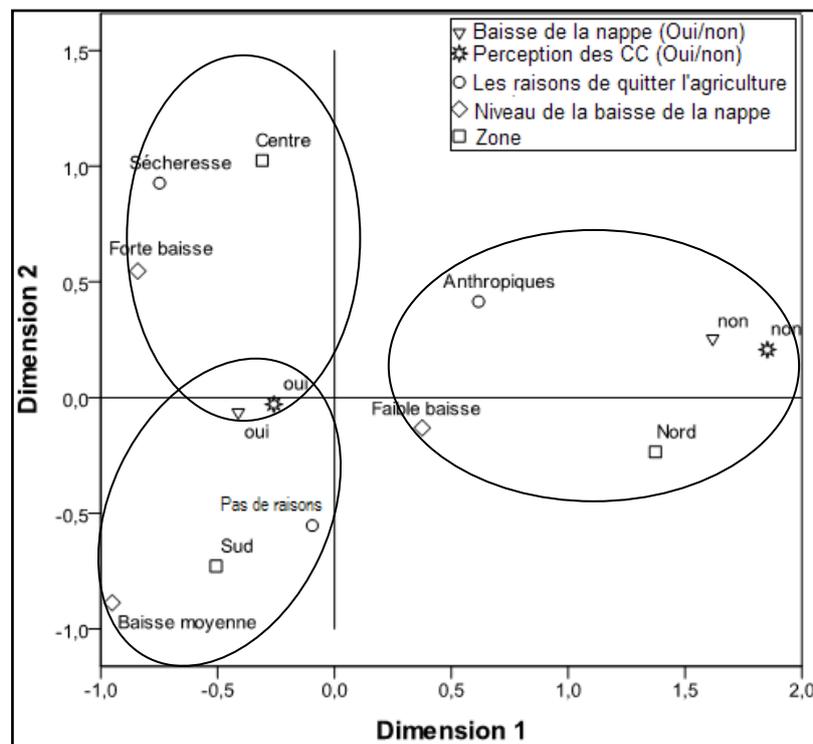


Figure 5.14 Perception des changements climatiques et les contraintes majeures de l'agriculture dans la région de Sétif

D'une façon générale et d'après les résultats obtenus dans ce chapitre et le troisième chapitre, la zone d'étude coure une tendance certaine au changement climatique. S'agissant de la variabilité pluviométrique, elle dépend d'un gradient géographique plus restreint, allant du sud vers le nord. Par ailleurs, la variabilité thermique est plus importante et concerne une étendue géographique plus généralisée. Ce sondage nous a permis de découvrir que les changements climatiques sont fortement médiatisés et souvent stéréotypés par les agriculteurs. Toutefois, certain nombre d'entre eux sont réellement conscients et sentent les effets de ces changements sur leur agriculture et sur les rendements. Comme le soulignent Agoumi *et al.*, (1999) relativement à la région du Maghreb. Le processus du changement climatique devrait se traduire par une diminution de la production agricole selon un gradient Nord-Sud liée à une plus grande demande en eau et accentuée par la dégradation des sols et la réduction de la durée des saisons de développement des cultures. Ces effets négatifs sur les rendements et la production devraient toucher la majorité des cultures et notamment les céréales et les légumes (Rosenzweig *et al.*, 1997). La majorité de nos agriculteurs ne se considèrent ni acteurs ni responsables du changement climatique. Leurs comportement actuel vis-à-vis de ces variations est de tactique mais pas encore dans un cadre durable. Leurs actions manquent de réflexion et de souci sur leurs ressources vitales telles que : l'eau, l'environnement et la santé.

5.4 CONCLUSION GENERALE

Des changements climatiques régionaux commencent à se ressentir et à avoir un effet sur les milieux et l'environnement humain, en particulier sur les pratiques agricoles mais les mesures d'adaptation et les facteurs non climatiques qui ont des impacts sur les productions, les rendent encore difficiles à cerner (GIEC, 2007b). Le secteur agricole possède une relation particulière au changement climatique. En effet, de par les émissions des GES qu'elle produit, l'agriculture participe à l'évolution du climat, elle contribue à travers sa capacité de stockage du carbone à atténuer la variation climatique. Les évolutions climatiques et leurs impacts prévus indiquent que les productions agricoles subiront d'importantes modifications (SEGUIN, 2010). L'importance de l'étude découle de la place économique et agricole de la région de Sétif, que malgré sa position principale dans l'économie nationale, les études qui y traitent du fonctionnement du système de production agricole, demeurent insuffisantes en rapport avec les attentes souhaitées et les imprévus menaçant la stabilité de l'agriculture locale. Les changements climatiques sont d'ordre universel, que notre région ne devrait pas être épargnée. La problématique traitée est plutôt émergente. En effet, elle constitue l'une des thématiques les plus insistantes, à travers laquelle, nous essayons de pointer le phénomène des changements climatiques et son impact sur l'agriculture locale. En fait, dans de telles situations, où le degré d'incertitude du devenir climatique et agricole s'amplifie, la prise de décision devient aussi difficile. Dans ce cadre de perception, les études de cas présentées dans ce document, mettent en évidence un zonage spécifique de pratiques agricoles relativement à l'impact climatique. Ceci pourra faire l'objet d'un outil d'aide à la décision pour les décideurs et les confectionneurs des programmes étatiques de développement agricole. Les perspectives de l'étude semblent prometteuses, ses résultats peuvent être valorisés non seulement à l'échelle régionale mais aussi bien à l'échelle nationale.

Le traitement des pratiques agricoles montre que le modèle de transformation agricole opte pour l'élevage et l'intensification des cultures au détriment des cultures traditionnelles. En effet, cette transition est due à la contrainte

climatique qui pèse beaucoup plus sur la région centre et sud. Cependant, la zone nord présente un modèle de transition « conservatif » plus adapté et plus réussi, avec la préservation du maraîchage et les plantations. À cet effet, le changement de pratique n'a pas eu d'effets positifs sur la performance économique des exploitations. Cependant, les orientations et l'autocritique relevées dans ce document sont d'ordre technique ; la problématique est traitée dans un cadre général, en perspective, il serait mieux d'affiner les recherches en filières d'activité ; particulièrement les filières stratégiques telles que : les filières des céréales, lait, viande, etc. En effet, l'utilisation des modèles climatiques généraux et/ou locaux serait d'une utilité certaine dans ce genre de recherche. Malheureusement, ces outils ne nous ont pas été abordables, du fait, qu'ils ont à leur stade initial d'élaboration, notamment pour l'Afrique et l'Algérie. Ces outils permettent une prédiction du climat futur à des degrés de fiabilité relativement acceptable. Ceci aura certainement un impact sur les stratégies de la sécurité alimentaire et les politiques nationales de développement. En outre, l'utilisation des systèmes d'information géographique (SIG) et la télédétection, vont permettre une finesse d'analyse à l'échelle spatiale et à l'échelle filière d'activité. Comme tout travail de recherche, le présent travail n'a pas échappé à des insuffisances et des obstacles. En effet, les objectifs tracés a priori ont été réalisés avec cependant des résultats inattendus. Toutefois, une partie de l'information recueillie des sondages n'a pas été valorisée, du fait, qu'elle émet un faible signal d'importance par rapport à d'autres aspects. Les informations socioéconomiques collectées auprès des agriculteurs sont subjectives et pourront être biaisées par des facteurs incontrôlables, ce qui pourra influencer les résultats des analyses. En effet, il aura été plus mesuré d'élargir l'échantillon afin de minimiser le risque d'erreur des informations (improvisées) et quelques fois injustes de la part des agriculteurs enquêtés. Parmi les obstacles rencontrés au cours de la réalisation de cette thèse : se présente la collecte des données climatiques. Malheureusement, cet accès à l'information n'est pas à la portée de tous les chercheurs, c'était grâce à des relations personnelles que nous avons réussi à collecter les données utilisées dans ce document. À cet effet, nous allons annexer à la fin du document, toutes les données utilisées, pour qu'elles soient à la

disposition de tous les chercheurs en la matière. Par ailleurs, les résultats les plus pertinents d'un point de vue régional ; résident dans l'élaboration d'une carte pluviométrique issue des données spatiales et temporelles consistantes, le deuxième résultat met en exergue l'évolution climatique durant la période contemporaine (1981-2012), où la série des températures accuse une augmentation significative à partir de 1996. Malgré que les précipitations présentent un gradient nord-est/sud-ouest sur l'ensemble de la région, mais elles restent homogènes durant la période d'étude.

Références bibliographiques

- 1- Abbas K., 1996. Eléments de situation des productions animales et du secteur avicole en Algérie,
- 2- Abbas K., Abdelguerfi-Laouar M, Madani T, Mebarkia A, Abdelguerfi A, 2005. Rôle et usage des prairies naturelles en zone semi-aride d'altitude en Algérie. Fourrages, 183, 475-479.
- 3- Abbas K., Madani T., 2005. Place des systèmes de production animale en zone semi-aride algérienne : transformation et tendances dans la région de Sétif. 12ème journée 3R Rencontres Recherches Ruminants.
- 4- Adéoti R., Coulibaly O., Tamò M., 2002. Facteurs affectant l'adoption des nouvelles technologies d'élevage *Vigna unguiculata* en Afrique de l'Ouest. Bulletin de la Recherche Agronomique du Bénin(36) : 19-32. www.fidafrique.net/IMG/pdf/Adeoti_36_2002.pdf
- 5- Afshin A., 2010. The impact of climate change on canadian agriculture: a Ricardian approach, PHD thesis, Department of Bioresource Policy, Business and Economics, University of Saskatchewan. 180pp
- 6- Agoumi S., Yacoubi F., Sayouti M., Chikri, 1999, Changements climatiques et ressources en eau, Hydrogéologie appliquée, 12(11), pp.163-182.
- 7- Alexandersson H., 1986. A homogeneity test applied to precipitation data. Journal of Climatology 6: 661-675.
- 8- Amigues J.P., Debaeke P., Itier B., Lemaire G., Seguin B., Tardieu F., Thomas A., 2006. Sécheresse et agriculture: réduire la vulnérabilité de l'agriculture à un risque accru de manque d'eau, Expertise scientifique collective. INRA, Paris, p. 72.
- 9- Anonyme, 2008. Conférence sur l'eau pour l'agriculture et l'énergie en Afrique: les défis du changement climatique. Rapport d'investissement par pays « ALGERIE ». Sirte, Jamahiriya arabe libyenne, 15-17 décembre 2008.
- 10- Anseur O., 2009. Usages et besoins en information des agriculteurs en Algérie. Thèse de doctorat en Sciences de l'information et de la communication. Université Lumière Lyon 2. p233
- 11- Ayman F., 2006. Assessment of Impacts, Adaptation, and Vulnerability to Climate Change in North Africa : Food production and Water resources, AIACC project AF 90, Central Laboratory for Agricultural Climate (CLAC)/Agriculture Research Centre (ARC), Egypt, 148 p.
- 12- Baldy C., 1974. Etude fréquentielle du climat. Influence sur la production des zones céréalières en Algérie. Document MARA, pp. 52.
- 13- Banque mondiale, 2009. World Development Report 2010: Development and Climate Change, disponible à: <http://siteresources.worldbank.org/INTWDR2010/Resources/5287678-1226014527953/WDR10-Full-Text.pdf> (consulté le 13-05-2013)

- 14-Bary Lenger A., Evrard R., Gathy P., 1979. La forêt Vaillant-Carmane S. Impri. Liège, 611p.
- 15-Bedrani S., Chehat F., Ababsa S., 2001. L'agriculture algérienne en 2000: Révolution tranquille: Le PNDA. Alger. INRA (prospective agricole N°1).
- 16-Benabadji N., Bouazza M., 2000. Quelques Modifications Climatiques Intervenues dans le Sud-Ouest de l'Oranie (Algérie Occidentale) Rev. Energ. Ren. Vol.3. 117-125.
- 17-Bendahmane S., Aissani H., 2001. Les perspectives de développement de la céréaliculture algérienne, dans le cadre du plan national de développement agricole et tentative de délimitation de leur impact sur la sécurité alimentaire. Thèse d'ingénieur : Institut National de la Planification et de la Statistique (Algérie).
- 18-Benniou R., Brinis L., 2006. Diversité des exploitations agricoles en région semi-aride algérienne. Sécheresse vol. 17, n° 3.
- 19-Benniou R. & Aubry C., 2010. Economic Analysis of the Farms Activities in Semi-arid Areas of Algerian Est. World Journal of Fungal and Plant Biology 1, 21-31.
- 20-Berranen H., 2007. La Formation agricole en Algérie : Problématique et prise en charge des nouveaux besoins. Premières rencontres euro-méditerranéennes de l'enseignement agricole public. 15 au 17 décembre 2007 . SAINT-RÉMY-DE-PROVENCE France
- 21-Berrayah M., 2009. Analyse de la dynamique des systèmes et approche d'aménagement intégré en zones de montagnes. Cas des montagnes des Trara. Thèse de Magister. Université de Tlemcen 28,24p
- 22-Bessaoud O., 2004. L'agriculture et la paysannerie en Algérie : Les grands handicaps. Communication au Symposium - Etat des savoirs en sciences sociales et humaines. CRASC-Oran.
- 23-Bessaoud O. 2006. La stratégie de développement rural en Algérie. In : Chassany J.P. (ed.), Pellissier J.-P. (ed.). Politiques de développement rural durable en Méditerranée dans le cadre de la politique de voisinage de l'Union Européenne. Montpellier : CIHEAM, 2006. p. 79-89 (Options Méditerranéennes : Série A. Séminaires Méditerranéens; n. 71)
- 24-Bouchaib F., Djibo Donguey M., Jouve A-M., 2011. Le développement du mode de faire valoir indirect informel en Algérie. Cas du secteur public dans la Mitidja Ouest. In : Elloumi M. (ed.), Jouve A.- M. (ed.), Napoléone C. (ed.), Paoli J.C. (ed.). Régulation foncière et protection des terres agricoles en Méditerranée. Montpellier : CIHEAM, 2011. p. 103-113 (Options Méditerranéennes : Série B. Etudes et Recherches; n. 66)
- 25-Bouchetata T-B., (2006). Analyse des agro-systèmes en zone tellienne et conception d'une base de données Mascara – Algérie. CIHEAM-IAMM Institut Agronomique Méditerranéen de Montpellier. Série « Master of Science » n°80 .168 P

- 26-Boudjenouia A., Fleury A., Tacherift A., 2008. L'agriculture périurbaine à Sétif (Algérie) : quel avenir face à la croissance urbaine ?, *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.*, volume 12 (2008) numéro 1 : 23-30
- 27-Boudjenouia A., Fleury A., Tacherift A., 2006. L'élevage périurbain de Sétif : une activité agricole très liée à la ville. *New Medit N.* 2/2006
- 28-Boukemmoum H., Boucheloukh N., 2011. Etudes des pratiques agricoles dans la zone montagneuse de Sétif. Mémoire d'Ingénieur d'Etat en Sciences Agronomiques, Université Ferhat. ABBAS-Sétif.
- 29-Bounechada M., Fenni M., 2012. Les Alticinae (Coleoptera, Chrysomelidae) de la région de Sétif : Un moyen de lutte biologique contre les mauvaises herbes des cultures. *Agriculture N°3*.
- 30-Bourenane N., 1991. Agriculture et alimentation en Algérie : entre les contraintes historiques et les perspectives futures. In : Bedrani S. (ed.), Campagne P. (ed.). *Choix technologiques, risques et sécurité dans les agricultures méditerranéennes*. Montpellier : CIHEAM, 1991. p. 145-157 (Options Méditerranéennes : Série A. Séminaires Méditerranéens; n. 21).
- 31-Bozarlan H., 2005. Cent mots pour dire la violence dans le monde musulman, *Maisonneuve & Larose*, 2005, p. 141
- 32- Brenner T., 2000. "The evolution of localised industrial clusters: Identifying the processes of self-organisation", *Papers on Economics and Evolution*, 11, Max Planck Institute.
- 33-Brisson N. and Levrault F. 2010. Livre vert du projet CLIMATOR. Changement climatique, agriculture et forêt en France : simulations d'impacts sur les principales espèces. ADEME-INRA, Angers.
- 34-Brooks N. and Adger W. N., 2003. Country level risk measures of climate-related natural disasters and implications for adaptation to climate change. *Tyndall Centre Working Paper 26*. Norwich: Tyndall Centre for Climate Change Research. 26pp.
- 35-Brussel S.E.C., 2009. Adapting to climate changes: the challenge for European agriculture and rural areas. Commission of the European communities. Commission working staff working document accompanying the white paper No. 147.
- 36-Capillon A., 1993. Typologie des exploitations agricoles. Contribution à l'étude régionale des problèmes techniques, Thèse de Doctorat de l'INA-PG, Tome I, institut National Agronomique Paris -Grignon, France.
- 37-Capot-REY R., 1953. *Le Sahara français*. 564 p., 22 fig., 12 pl., PUF, Paris.
- 38-CENEAP, (Centre national d'études et d'analyses pour la population et le développement), 2011. Quelles politiques de sécurité alimentaire pour l'Algérie à l'horizon 2025 : Défis et enjeux. Séminaire sur la Sécurité Alimentaire. Alger 12-13 février. 2011.

- 39-CENEAP, 2013, Présentation de la Wilaya de Sétif « Synthèse ». Disponible à http://www.ceneap.com.dz/Pdf/SETIF_%20Synthese.pdf (consulté le 26-05-2013)
- 40-Ceresta, 1986. Aide-mémoire pratique des techniques statistiques pour ingénieurs et techniciens supérieurs. Revue de statistique appliquée, vol. XXXIV numéro spécial.
- 41-Chassany J.P., 1994. Emergence et adaptation de formes de développement local : analyse de quelques expériences observées en moyenne montagne. CIHEAM, 1994. p. 87-95 (Cahiers Options Méditerranéennes; n. 3)
- 42-Chatfield C., 1989. The analysis of time series. An introduction. Fourth edition. Chapman and Hall. 241 p.
- 43-Chiu T., Fang D., Chen J., Wang Y., Jeris C., 2001. A robust and scalable clustering algorithm for mixed type attributes in large database environment. In: Proceedings of the 7th ACM SIGKDD international conference in knowledge discovery and data mining, Association for Computing Machinery, San Francisco, CA, pp 263-268
- 44-Ciais Ph., Reichstein M., Viovy N., Granier A., Ogée J., Allard V., Aubinet M., Buchmann N., Bernhofer C., Carrara A., Chevallier F., De Noblet N., Friend A.D., Friedlingstein P., Grünwald T., Heinesch B., Keronen P., Knohl A., Krinner G., Loustau D., Manca G., Matteucci G., Miglietta F., Ourcival J.M., Papale D., Pilegaard K., Rambal S., Seufert G., Soussana J.F., Sanz M.J., Schulze E.D., Vesala T., Valentini R., 2005. Europe-wide reduction in primary productivity caused by the heat and drought in 2003. Nature 437, 529-533.
- 45-Cicognani, M. & Berchtold, A., 2010. Imputation des données manquantes : Comparaison de différentes approches. 42èmes Journées de Statistique, Inria- 24 Jun 2010.
- 46-Colson F., Jacquet F., Rider A., 1998. Aides directes et extensification de la production. Modélisation des effets d'un découplage des aides sur des exploitations bovines en pays de la Loire. Paris, Économie rurale, n°247, 1998/9, p. 21-30.
- 47-Cristofini B., 1985. La petite région vue à travers le tissu de ses exploitations. INRA, Etudes et Recherches sur les Systèmes Agraires et le Développement, 6 : 1-48.
- 48-D'Aléo J., Watts A., 2010. Surface temperature records: policy-driven deception? Science & public policy institute. pp208
- 49-Dagnelie P., 1970. Théorie et Méthodes Statistiques. Vol 2. Les presses agronomiques de Gembloux. 451 p.
- 50-Dixon A.G. & Gibbon D., 2001. Global Farming Systems Study: Challenges and Priorities 2030. Synthesis and global overview, FAO, pp: 64.

- 51-Djenane A., 1997. Reformes économiques et agriculture en Algérie. Thèse de doctorat d'Etat es sciences économiques. Université Ferhat ABBAS. P260
- 52-Dore M.H.I, 2005. Climate change and changes in global precipitation patterns: What do we know? *Environment International* 31 (2005) 1167 – 1181
- 53-Dorsouma, A et Requier-Desjardins, M., 2008. Variabilité climatique, désertification et biodiversité en Afrique : s'adapter, une approche intégrée, *La revue électronique en sciences de l'environnement*, Volume 8 N°1
- 54-D'Souza G., Cyphers D., Phipps T., 1993. Factors affecting the adoption of sustainable agricultural practices. *Agricultural and Resource Economics Review* 22 : 159-65.
- 55-Dumont R., 1949. « Evolution récente et perspectives de l'agriculture Nord-africaine ». Institut observation économique. Etude spéciale n°3. Paris. 32 p.
- 56-El Kolli N, Mokhneche S, 2012. Etude des pratiques agricoles dans la zone semi aride (cas du sud de la wilaya de Sétif). Mémoire d'ingénieur d'Etat en Sciences Agronomiques . Université Ferhat ABBAS-Sétif.
- 57-Elleithy K., 2010. *Advanced Techniques in Computing Sciences and Software Engineering*. New York, NY: Springer.
- 58-Emberger L., 1930. La végétation de la région méditerranéenne. Essai de classification des groupements végétaux. *Rev. Gén. de Botan.*, 42, 641, 662, 705, 721, Paris.
- 59-FAO, 2002. Diagnostic participatif des contraintes et des potentialités pour la gestion des sols et des éléments nutritifs. AGL/MISC/30/2000
- 60-FEKI M., DOUGUEDROIT A., 2003. Relations entre rendements du blé dur et Précipitations en Tunisie. Publication de l'Association Internationale de Climatologie, Vol. 15, 2003
- 61-Fenni M., 1992. Contribution à l'étude des groupements méssicoles des hautes plaines Sétifiennes. Thèse de magister. Université de Sétif. pp5-7
- 62-Filippa M., 2003. La formation et la transformation des systèmes productifs locaux : les spécificités des filières agroalimentaires. *Les Cahiers de l'Association Tiers Monde*, juin n° 18.
- 63-GAO (Groupe avicole ouest), 2012. Réflexion Sur La Filière Avicole, document de synthèse disponible à : www.gaoravio.com/.../Réflexion%20GAO%20sur%20la%20filiale%20avicole%202012.pdf
- 64- Garcia-Acosta S., Clavel-Chaplon F., 1999. Gestion des données manquantes, aberrantes et incohérentes dans l'étude de cohorte E3N. *Revue d'épidémiologie et de santé publique* 1999;47(6):515-23
- 65-Garofoli G., 1993. Economic Development, Organisation of Production and Territory, in *Revue d'Economie Industrielle*, n°64, 2°trimestre, pp. 22-37.

- 66-Garofoli G., 1994. « Développement endogène et rôle des acteurs locaux : un défi pour la théorie du développement », in Nouveaux dynamismes industriels en économie du développement, publication de l'IREPD, série Actes de colloques, Grenoble, pp. 493-499.
- 67-George, D., Mallery, P., 2003. SPSS for Windows step by step: A simple guide and reference. 11.0 Update (4th ed.). Boston: Allyn & Bacon.
- 68-Ghenim A.N., Megnounif A., 2013. Ampleur de la sécheresse dans le bassin d'alimentation du barrage de Meffrouche (Nord-Ouest de l'Algérie). *Physio-Géo - Géographie Physique et Environnement* vol. IIV, p. 35-49.
- 69-GIEC, 1990. *Climate Change: The IPCC Scientific Assessment* [Houghton, J.T., G.J. Jenkins, and J.J. Ephraums (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, USA.
- 70-GIEC, 2001. *Climate change: The scientific basis. Contribution of working Group 1 to the third assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)*, University Press, Cambridge
- 71-GIEC, 2007a. *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor and H.L. Miller (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, USA.
- 72-GIEC, 2007b. *Bilan 2007 des changements climatiques. Contribution des Groupes I, II et III au quatrième Rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat*, Genève, Suisse, p. 103.
- 73-Gilly J.P., 1990. *Groupes et nouveaux espaces productifs : le cas de Matra-espace à Toulouse*. Communication au colloque ASRDLF, Saint-Étienne, France
- 74-Gsell S., 1913. *Histoire ancienne de l'Afrique du Nord, t. I, Les conditions du développement historique. Les temps primitifs. La colonisation phénicienne et l'Empire de Carthage*, Paris, 544 p
- 75-Habibi A., Chekired-Bouras F.Z., Mouhouche B., 2008. *Analyse de la mise en œuvre du plan national de développement agricole dans la première tranche du périmètre de la Mitidja Ouest, Algérie*, Actes du quatrième atelier régional du projet Sirma, Mostaganem, Algérie. http://hal.cirad.fr/docs/00/36/64/83/PDF/18_Hadibi.pdf (consulté le 27-07-2012)
- 76-Hafsi M., Hadji A., Semcheddine N., Rouabhi A., Djekoun A., 2009. *Selection for greater agronomic water use efficiency in wheat using carbon isotope discrimination in Algeria*. *Sci. Technol.* 29, 63-71.

- 77-Haid, Z., 2012. La politique d'attractivité des IDE en Algérie : Cas de la banque BNP PARIBAS. Thèse de Magister en Sciences économiques. Université de Tlemcen. p242.
- 78-Halitim A., 1988. Sols des régions arides. OPU. Alger. 284 p.
- 79-Hann J, 1882, Handbuch der Klimatologie, Wien. In Douguédroit A. 2005. La « Révolution scientifique » de la climatologie pendant la seconde moitié du XXème siècle : le paradigme de l'état du « système climatique ». Annales de l'Association internationale de Climatologie, Vol 2.
- 80-Hubert P., Carbonnel J.P., Chaouche A., 1989. Segmentation des séries hydrométéorologiques. Application à des séries de précipitations et de débits de l'Afrique de l'Ouest. Journal of Hydrology, vol. 110, pp 349-367.
- 81-IFPRI, (International Food Policy Research Institute). 2009. Changement climatique : Impact sur l'agriculture et coûts de l'adaptation. Rapport
- 82-Iglesias A., Ward M., Rosenzweig C., 2003. Water availability for agriculture under climate change: understanding adaptation strategies in the Mediterranean
- 83-Imache A., Bouarfa S., Dionnet M., Kemmoun H., Hartani T., Ouzri B., 2008. Les arrangements de proximité sur les terres publiques : un choix délibéré ou une « question de survie » pour l'agriculture irriguée en Algérie. Acte du quatrième atelier régional du projet SIRMA, Mostaganem Algérie.
- 84-Jagtap S., 2007. Managing vulnerability to extreme weather and climate events: Implications for agriculture and food security in Africa. Proceedings of the International Conference on Climate Change and Economic Sustainability held at Nnamdi Azikiwe University, Enugu, Nigeria. 12-14 June 2007.
- 85-Jones P.G and Thornton P.K., 2002. Croppers to livestock keepers: Livelihood transition to 2010 in Africa due to climate change. Global Environmental Change, World Health Organization, Geneva, Switzerland.
- 86-Jones, P G and Thornton, P K., 2003.The potential impacts of climate change in tropical agriculture: the case of maize in Africa and Latin America in 2055. Global Environmental Change 13, 51-59.
- 87-Kaabeche M., 1990. Les groupements végétaux de la région de Boussaada, (Algérie), essai de synthèse sur la végétation steppique du Maghreb. Mémoire de doctorat en sciences. Université de Paris – sud, Centre d'ORSAY. Paris. 104 p.
- 88-Kaiser H.M and Drennen, T., 1993. Agricultural Dimensions of Global Climate Change. St. Lucie: St. Lucie Press.
- 89-Kateb K., 2004 . La statistique coloniale en Algérie (1830-1962). Courrier des statistiques n° 112, décembre 2004.
- 90-Kebbab B., Kebaili M., 2010. Etudes des pratiques agricoles : cas de la zone sud-est de la wilaya de Sétif. Mémoire d'ingénieur d'Etat en Agronomie. Université Ferhat. ABBAS-Sétif. P68

- 91-Kendall S.M., Stuart A., 1943. The advanced theory of statistics. Charles Griffin Londres. 2ème volume, 690 p, 3ème volume, 585 p. dans l'édition de 1977.
- 92-Khanal R.C., 2009. Climate change and organic agriculture. The journal of agriculture and environment, vol. 10, pp 100-110.
- 93-Kouassi A.M., kouame K.F., koffi Y.B., dje K.B., paturel J.E., oulare S., 2010. Analyse de la variabilité climatique et de ses influences sur les régimes pluviométriques saisonniers en Afrique de l'Ouest: cas du bassin versant du N'zi (Bandama) en Côte d'Ivoire. Revue Européenne de Géographie (Cybergéo),
- 94-Lahmar R., 1993. Intensification céréalière dans Hautes Plaines Sétifiennes. Quelques résultats. Cahiers Options Méditerranéennes, vol. 2, n° 1, pp. 93-97.
- 95-Lamb H.H., 1972. Climate: Past, Present, and Future. Vol.1, Fundamentals and Climate Now, Methuen and Co., 613 pp.
- 96-Laoubi K., Melkhir B. and Masahiro Y., 2010. Citrus farming in Algeria: Farmers' behavior towards research and extension agenda, African Journal of Agricultural Research Vol. 5(15), pp. 1993-2001
- 97-Le Coz J., 1991. L'Algérie. Décennie 1980 : les étapes de la désocialisation. Montpellier : Université Paul Valéry-URA-CNRS. 92 p. (coll. Espace rural, n. 24).
- 98-Le houérou H.N., 1959. Recherches écologiques et floristiques sur la végétation de la Tunisie méridionale. 510 p., 54 tabl., 4 cartes, 2 fasc., 1 pochette Mém. H. S. Inst. Rech. Sah. Univ., Alger.
- 99-Le Houérou H.N., 1992. Vegetation and land-use in the Mediterranean bassin by the year 2050 : A prospective study, In Jeftic L., Milliman J.D, Sestini G. (eds), Climatic Change and the Mediterranean, Vol 1, Unep.
- 100-Lebourgeois F., Granier A., Breda N., 2001. Une analyse des changements climatiques régionaux en France entre 1956 et 1997. Réflexions en terme de conséquences pour les écosystèmes forestiers. Ann For Sci 58 (7):733-754
- 101-Leunda, P.M., Oscoz, J, Miranda, R., Arino, A.H., 2009. Longitudinal and seasonal variation of the benthic macro invertebrate community and biotic indices in an undisturbed Pyrenean river. Ecological indicators 9 (2009) 52-63
- 102-Lovelock J., 2006. The Revenge of Gaia. Allen Lane, London.
- 103-MADR (ministère de l'agriculture et de développement rural), 2001. Recensement Général de l'Agriculture. Rapport général des résultats définitifs. Direction des statistiques agricoles et des systèmes d'information. Disponible au : www.minagri.dz/pdf/RGA%20rapport%20general.pdf
- 104-MADR, 2013. Statistiques agricoles. Direction des Services Agricoles de la Wilaya de Sétif.

- 105-Malmberg A., Maskell P., 2001. The elusive concept of localization economics-Towards a knowledge-based theory of spatial clustering. Paper presented at the AAG Annual Conference, New York, Feb 27-March 3, 2001
- 106-Mark W.R., Mandy E., Gary Y., Lan B., Saleemul H and Rowena V.S., 2008. Climate change and agriculture: Threats and opportunities. Federal Ministry for Economic Cooperation and Development, Germany.
- 107-MATE (Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement), 2010. Seconde communication de l'Algérie sur les changements climatiques à la CCNUCC. Alger 2010
- 108-MATE, 2008. Annuaire statistique. (Direction de la Planification et de l'Aménagement du Territoire de la Wilaya de Sétif) Edition 2009
- 109-MATE, 2003. Evaluation des besoins en matière de renforcement des capacités Nécessaires à l'évaluation et la réduction des risques menaçant Les éléments de la diversité biologique en Algérie. Plan d'Action et Stratégie Nationale sur la Biodiversité. Projet ALG/97/G31. TOME VII.
- 110-MATE, 2001. Elaboration de la stratégie et du plan national des changements climatiques, Projet national ALG/98/G31 Projet national, Direction générale de l'environnement, Mars 2001, 155 p.
- 111-Mebarki A., Laborde J.P., 2010. Bases D'information et Cartographie des Bilans Hydriques de L'Algérie du Nord. International Network Environmental Management Conflicts, Santa Catarina – Brasil, 1(1), pp. 90-97
- 112-Meddi H., Meddi M., 2007. Variabilité Spatiale Et Temporelle des Précipitations du Nord-Ouest de L'Algérie. Geographia Technica, no.2, 2007
- 113-Medejerab A., Henia L., 2011. Variations spatio-temporelles de la sécheresse Climatique en Algérie nord-occidentale. Courrier du Savoir. N°11, pp.71-79
- 114-Mendelsohn R and Schlesinger M., 1999. "Climate Response Functions." *Ambio* 28(4): 362-366.
- 115-Ming Kang H & Yusof F., 2012. Homogeneity Tests on Daily Rainfall Series in Peninsular Malaysia. *Int. J. Contemp. Math. Sciences*, Vol. 7, 2012, no. 1, 9 – 22
- 116-Mooi E., Sarstedt M., 2011. A Concise Guide to Market Research the Process, Data, and Methods Using IBM SPSS Statistics. Berlin; New York: Springer.
- 117-Mortimore, M., 1998. Roots in the African dust: sustaining the sub-Saharan drylands. Cambridge: Cambridge University Press.
- 118-Naili M., 2009. Evolutions et adaptation nécessaire du secteur agricole en Algérie, les notes d'analyse du CIHEAM, N°52 septembre 2009
- 119-NCDC, 2012. Global Surface Temperature Anomalies, National Oceanic and Atmospheric Administration. <http://www.ncdc.noaa.gov/cmb-faq/anomalies.php>
- 120-Nedjraoui D., 2003. Les mécanismes de suivi de la désertification en Algérie proposition d'un dispositif national de surveillance écologique à long terme. Doc. OSS, 37 P.

- 121-Nkamleu G.B., Coulibaly O., 2000. Le choix des méthodes de lutte contre les pestes dans les plantations de cacao et de café au Cameroun. *Economie Rurale* 259 : 75-85.
- 122-Nwafor J.C., 2007. Global climate change: The driver of multiple causes of flood intensity in Sub-Saharan Africa. Paper presented at the International Conference on Climate Change and Economic Sustainability held at Nnamdi Azikiwe University, Enugu, Nigeria, 12-14 June 2007.
- 123-ONS (office National des Statistiques), 2010. Emploi & chômage au 4ème trimestre 2010. http://www.ons.dz/IMG/pdf/emploi_chomage_2010.pdf (consulté le 22-02-2013)
- 124-Osty P.L., 1978. L'exploitation agricole vue comme un système. *Bull. Tech. Inf. Agric.* 326: 43-49.
- 125-Parry M., Fischer C., Livermore M., Rosenzweig C. and Iglesias A., 1999. Climate change and world food security: A new assessment. *Global Environmental Change*, 9: S51-S67.
- 126-Pettitt A.N., 1979. A non-parametric approach to the change-point problem. *Applied Statistics*, 28, n°2, pp 126-135.
- 127-Peyrache-Gadeau V., 1995. Dynamiques différenciées des économies territoriales : Apports des analyses en termes de districts industriels et de milieux innovateurs, Grenoble, Université Pierre Mendès-France, Thèse
- 128-Pradeep & Shane, 2003. Climate Change and Agriculture - A Review of Impacts and Adaptations. *The world bank*, Washington, D.C. 20433, U.S.A. p106
- 129-Prévost, L., 1999. Contraintes liées au développement agricole en Afrique sub-saharienne. CIRAD
- 130-Quezel P., 1965. La végétation du Sahara du Tchad à la Mauritanie. 333 p. Fischer, Stuttgart.
- 131-Ramade F., 1984. *Elément d'écologie fondamentale*. Ed. Mc Grawhill. Paris. 397p
- 132-Rosenzweig C., Tubiello F.N., 1997. Impacts of global climate change on Mediterranean : current methodologies and future directions, *Mitigation, adaptation and Strategies for Global Climate Change*, vol 1, pp 219- 232.
- 133-Rosenzweig C., Tubiello F.N., Goldberg R., Mills E. and Bloomfield J., 2002. "Increased Crop Damage in the U.S. from Excess Precipitation under Climate Change." *Global Environmental Change: Human Dimensions and Policy* 12(3): 197-202.
- 134-Rouabhi A., Hafsi M., Kebiche M., 2012. Assessment Of The Relationship Between The Typology And Economic Performance Of Farms: A Case Study For A Rural Area Of Province Setif, Algeria. *AEB*, 6(8): 2259-2268.
- 135-Rousset N., Arrus R. 2006. "L'agriculture du Maghreb au défi du changement climatique : quelles stratégies d'adaptation face à la raréfaction des ressources hydriques?", Communication à WATMED 3, 3ème Conférence internationale sur les Ressources en Eau dans le Bassin Méditerranéen, Tripoli (Liban), 1 -3 novembre 2006.
- 136-Salarijazi M., Akhond-Ali AM., Adib A., Daneshkhah A., 2012. Trend and change-point detection for the annual stream-flow series of the Karun River at the Ahvaz
- 137-Salhi S., Imache A., Tonneau JP., Ferfera MY., 2012. Les déterminants de l'adoption du système d'irrigation par goutte-à-goutte par les

- agriculteurs algériens de la plaine de la Mitidja. *CahAgric* 21 : 417-26. doi : 10.1684/agr.2012.0598
- 138-Sang N. and Birnie R., 2008. Spatial sampling and public opinion in environmental management: a case study of the Yt han catchment. *Land Use Policy*, 25: 30-42.
- 139-Sauvage, Ch., 1963. Étages bioclimatiques. 44 p., 1 graph. H. T., 1 carte coul. 1/2 000 000 in « Atlas Géographique du Maroc ». Comité Nat de Géogr du Maroc.
- 140-Seguín B., 2010. Le changement climatique: conséquences pour l'agriculture et la forêt. *Rayonnement du CNRS*, N°54, pp. 36-47.
- 141-Seltzer P., 1946. Le climat de l'Algérie. Imprimerie « LA TYPO-LITHO ». Alger. 219p.
- 142-Skouri M. 1994. Les ressources physiques de la région méditerranéenne. In : Dupuy B. (comp.) Dupuy B. (collab.). *Equilibre alimentaire, agriculture et environnement en Méditerranée*. Montpellier : CIHEAM, 1994. p. 15-30 (Options Méditerranéennes : Série A. Séminaires Méditerranéens; n. 24)
- 143-Souidi Z., Hamimed A., Donze F., Seddini A., Mederbal K., 2010. Estimation de l'évapotranspiration d'un couvert forestier en Algérie par télédétection. *Revue Télédétection*, vol. 9, n° 3-4, p. 164-181.
- 144-Stainforth D.A., Aina T., Christensen C., Collins M., Faull N., Frame D.J., Kettleborough J.A., Knight S., Martin A., Murphy J.M., Piani C., Sexton D., Smith L.A., Spicer R.A., Thorpe A.J and Allen M.R., 2006. Uncertainty in predictions of the climate response to rising levels of greenhouse gases. *Nature* 433, 403-406.
- 145-Starkweather, J., Herrington R., 2013. Research and Statistical Support. Categorical Principal Components Analysis (CATPCA) with Optimal Scaling. Disponible sur : http://www.unt.edu/rss/class/ion/SPSS_SC/Module9/M9_CATPCA/SPSS_M9_CATPCA.htm dernière mise à jour le 05-11-2012 (consulté le 12-02-2013)
- 146-Tan P-N, Steinbach M, Kumar V, 2006. *Introduction to Data Mining*. Boston, MA; London: Pearson Addison Wesley.
- 147-Thomas D.S. G. and Twyman C., 2005. Equity and justice in climate change adaptation amongst natural-resource-dependent societies. *Global Environmental Change* 15, 115-124.
- 148-Tir K., 2008. Climagramme d'Emberger : Analyse et correction dans quelques stations météorologiques. Thèse de magister. Université Mentouri .Constantine.44p
- 149-Tittonell P., Vanlauwe B., Leffelaar P.A., Rowe E.C and Giller K.E., 2005. Exploring diversity in soil fertility management of smallholder farms in western Kenya: I. Variability at region and farm scale. *Agriculture, Ecosystems, Environment*, 110: 149-165.
- 150-Toth J., 1987. Effets des facteurs d'environnement sur l'accroissement du cèdre de l'Atlas. *Bull soc et nat. Vaucluse*, pp13-449.
- 151-Toubal Boumaza O., 1986. *Phytoécologie, biogéographie et dynamique des principaux groupements végétaux du massif de l'Edough (Algérie Nord orientale)*. Thèse de Doctorat. université Sci.tech. Medic. Grenoble, France, 111p.

- 152-Tounsi M., 1995. Industrialisation et sécurité alimentaire en Algérie, options Méditerranéennes: sécurité alimentaire en Méditerranée, (26) :61-69.
- 153-Vincent K., 2004. Creating an index of social vulnerability to climate change for Africa. Tyndall Centre for Climate Change Research, Working Paper 56.
- 154-Waldo S.L.C., 2010. Modélisation du bilan hydrique à pas de temps mensuel pour l'évaluation de l'impact du changement climatique dans le bassin Amazonien du Pérou. Thèse de Doctorat. Univ Toulouse. 33p.
- 155-Wilcox B.P., Breshears D.D., Seyfried M.S., 2003. Rangelands, Water Balance on. Encyclopedia of Water Science DOI: 10.1081/E-EWS 120010097. Marcel Dekker, Inc. 270 Madison Avenue, New York, 10016.
- 156-Willmott C.J. and Matsuura K., 2001. Terrestrial Air Temperature and Precipitation: Monthly and Annual Time Series (1950 - 1999), http://climate.geog.udel.edu/~climate/html_pages/README.ghcn_ts2.html.
- 157-Willmott C.J., Rowe C.M. and Mintz Y., 1985. Climatology of the terrestrial seasonal water cycle. Journal of Climatology, 5, 589-606.
- 158-Wisner B., Blaikie P., Cannon T. and Davis I., 2004. At risk: natural hazards; people's vulnerability and disasters. 2nd Edition. London: Routledge.
- 159-WMO, 1966. Climatic change, by a working group of the Commission for Climatology. World Meteorological Organization, WMO 195, TP 100, Tech. Note n°79 : 78 p.
- 160-Wreford A., Moran D., and Adger N., 2010. Climate Change and Agriculture: Impacts, Adaptation and Mitigation, OECD, Paris.
- 161-Yagouti A., Boulet G., Vescovi G., 2006. Homogénéisation des séries de températures et analyses de la variabilité spatio-temporelle des ces séries au Québec méridional. Projet-MENV-7. Rapport N°4.
- 162-Zoghbi, S., 1992. La vulgarisation de la culture du pois chiche dans la wilaya de Sétif. Cahiers Options Méditerranéennes, Vol. 2, n° 1

Annexe

Tableau A.1 : Questionnaire entretenu face à face avec le chef d'exploitation

Questionnaire

N° :

Subdivision :

Date :

Commune :

Adresse de l'exploitation (lieu dit) :

1. Le statut juridique (Eai, privé, membre EAC, locataire, sans terre, Promoteur, précisez.....)
2. Superficie de l'exploitation SAT..... (ha) SAU (ha)
(Irrigué..... (ha), non irrigué..... (ha)),
3. Nombre des ressources hydriques disponibles : (forage.....), (puits.....), (Oued.....)
4. Profondeur de pompage (m) (forage.....), (puits.....),
5. Les cultures (superficie / classement par importance éco (score de 1 à 10)) :
[plantation (.....ha) /], [GC(.....ha) /], [prairie(.....ha) /],
[maraîchage(.....ha) /], [Plasticulture (.....nombre de serres) /]
6. L'élevage (nombre de têtes / classement par importance éco (.....)) :
[**Bovins** nb têtes (.....)/.....], [**Ovins** nb têtes (.....)/.....],
[**Caprins** nb têtes (.....)/.....], [**apiculture** nb ruche (.....)/.....]
[**Aviculture** nb poussin, (1- ponte (.....)/..... 2- chair (.....) /.....)]
7. Classement des spéculations par importance économique : 1^{ère}, 2^{ème}, 3^{ème},
1^{ère} :
2^{èm} :
3^{ème} :
8. Avez-vous adhéré aux programmes d'aide de l'Etat ? (Oui, Non)
9. Matériel agricole (suffisant ou insuffisant) : (Oui, Non)..... **évaluez** (0-10).....
10. Depuis quand pratiquez-vous l'agriculture ?
11. Avez-vous choisi l'agriculture ? (Oui, Non).....
12. Quelles sont les spéculations nouvellement introduites depuis (2000-2010) (pourquoi) ?
1^{ère} Pourquoi ?.....
2^{èm} Pourquoi ?.....
3^{ème} Pourquoi ?.....

13. Quelles sont les anciennes spéculations (avant 2000) ?
- 1^{ère}
- 2^{èm}
- 3^{ème}
14. Voulez-vous changer l'activité agricole actuelle? (Oui, Non)
- (Si oui, indiquez l'activité désirée!)*
15. L'activité agricole actuelle est- elle rentable ? **évaluez** (0-10)
16. Exercez vous une autre activité non agricole ? (Oui, Non)
17. Est ce vous connaissez des gents qui ont quitté l'agriculture (Oui, Non)
- (Si oui, Pour quelle raisons (pourquoi)?)*
18. Avez-vous fait un investissement pour améliorer l'exploitation ? (Oui, Non).....
19. Avez-vous introduit des techniques pour préserver l'eau? (*goutte à goutte*) (Oui, Non)
20. L'exploitation a-t-elle subit un morcellement ? (Oui, Non).....
- (Si oui, depuis quand ?).....)*
21. Sentez- vous un changement de climat ou sécheresse? (Oui, Non).....
- (Si oui, depuis quand ?).....)*
22. le niveau de la nappe a-t-il changé ? (Oui, Non)
- (Si oui, de combien.....(m) et depuis quand ?.....)*
23. évaluez la performance économique de votre exploitation **évaluez** (0-10).....

§§§§§§§§§§§§§§§§

Âge :

Niveau d'instruction :.....

X

Nom et prénom
Stagiaire

Tableau A.2 Modalités et types de variables engagées dans l'analyse de la typologie

Catégorie	Variables	Modalité
L'environnement socio-économique	Commune [nominal]	
	Age de l'agriculteur [score: 1 à 3] [Ordinale]	1 [jeune âge<30 ans] ; 2 [30<âge moyen<50 ans] ; 3 [âge avancé>50 ans]
	Niveau d'instruction [score: 1 à 5] [Ordinale]	1[sans instruction] ; 2[primaire] 3[moyen] ; 4[secondaire]; 5 [universitaire]
	La performance économique [score: 1 à 5] [Ordinale]	1[très faible] ; 2[faible] ; 3[moyenne] 4[élevée] ; 5[très élevée]
	Expérience professionnelle [score:1 à 3] [Ordinale]	1[Courte expérience<10ans] ; 2[Moyenne expérience] ; 3[Longue expérience>=20ans]
Transformation des pratiques agricoles	Ancienne activité [nominale]	Grande culture Fourrages Plantation Plasticulture Maraîchage irriguée Elevage bovin Elevage ovin Aviculture chaire Aviculture ponte Apiculture
	Activité dominante [nominale]	Idem
	Activité introduite [nominale]	Idem
	Investissement agricole sur les fonds propres [binaire]	[Oui (1), Non (0)]
	Adhésion au programme d'aide [binaire]	[Oui (1), Non (0)]
	Intention de l'agriculteur à abandonner l'activité agricole [binaire]	[Oui (1), Non (0)]
	Raisons possibles d'abandonner l'activité agricole [nominale]	-Climatiques -Anthropiques
Structure du système de culture	Superficie agricole totale [numérique]	
	Superficie agricole utilisé [numérique]	
	Superficie des grandes cultures (céréales) [numérique]	
	Superficie de plantation [numérique]	
	Superficie de maraîchage irriguée [numérique]	
	Plasticulture (nombre de serres) [numérique]	
	Superficie fourragère [numérique]	
Structure du système d'élevage	Elevage bovin [nombre de tête]	
	Elevage ovin [nombre de tête]	
	Elevage caprin [nombre de tête]	
	Aviculture ponte [nombre de poussin]	
	Aviculture chair [nombre de poussin]	
	Apiculture [nombre de ruche]	
Ressources hydriques	Nombre de forages	
	Profondeur de pompage de forages [numérique]	
	Nombre de puits	
	Profondeur de pompage de puits [numérique]	
	Superficie irriguée [numérique]	
	Superficie non irriguée [numérique]	
	Baisse de niveaux des forages [score: 1 à 5]	NC (non concerné) ; 1[T.faible <=5] ; 2[faible<=10m] ; 3[moyenne<=15m] 4[élevée<=20m] ; 5[très élevée>20m]

Tableau A.3 : Stations pluviométriques engagées dans l'étude de la pluviométrie locale

Station	longitude	latitude	Pluviométrie Annuelle (mm) 1970-2011	Affiliation
Ain Abessa	5,29	36,30	556,55	ANRH
Ain Arnat	5,31	36,18	338,57	ANRH
Ain Azel	5,51	35,81	283,75	ONM
Ain el Kebira	5,50	36,36	629,93	ONM
Ain Oulmène	5,39	35,91	270,07	ONM
Ain Roua	5,18	36,33	546,50	ONM
Ain Taghrout	5,07	36,12	327,80	ONM
Ain Zada	5,20	36,16	326,27	ONM
Amoucha	5,41	36,38	613,23	ONM
Beida Bordj	5,66	35,88	287,95	ONM
Beni Aziz	5,64	36,46	815,30	ONM
Beni Fouda	5,60	36,28	425,57	ONM
Béni Ourthilane	4,85	36,44	462,00	ONM
Bir el Arch	5,83	36,12	312,43	ANRH
Birkasdali	5,02	36,14	391,23	ANRH
Bordj Ghdir	4,89	35,90	383,33	ANRH
Bordj Zemoura	4,84	36,26	443,23	ONM
Bouandas	5,10	36,49	718,43	ONM
Bougaa	5,08	36,33	405,67	ONM
Bouhira	5,28	36,21	391,67	ONM
El Eulma	5,68	36,15	403,67	ONM
El Hamadia	4,74	35,97	287,80	ONM
El Ouricia	5,40	36,28	486,70	ONM
Fermatou	5,39	36,22	404,73	ANRH
Guellal	5,32	36,04	346,00	ONM
Guenzet	4,83	36,31	462,33	ONM
Khelil	5,02	36,17	302,57	ONM
Maghraoua	5,09	36,28	382,35	ONM
Mahouane	5,34	36,26	369,33	ONM
Maoklene	5,07	36,39	502,03	ONM
Medjana	4,66	36,13	263,95	ONM
Megress	5,35	36,33	520,75	ONM
Ouled Mosli	5,12	36,10	241,05	ONM
Ouled Tebbène	5,10	35,81	373,53	ONM

Suite du tableau A.3

Station	longitude	latitude	Pluviométrie annuelle (mm) 1970-2011	Affiliation
Ras el ma	5,52	36,12	356,93	ONM
Ras el oued	5,03	35,94	310,93	ONM
Rasfa	5,24	35,78	280,03	ONM
Salah bey	5,28	35,85	272,13	ONM
Sétif	5,41	36,18	400,85	ONM
Sidi Embarek	4,91	36,10	315,10	ONM
Tixter	5,08	36,04	237,75	ONM
Tizi N'béchar	5,35	36,43	622,55	ONM
Cheddia	5,81	36,74	1129,67	ANRH
Chelghoum Laid	6,16	36,16	363,57	ANRH
Erraguene	5,58	36,58	1261,33	ANRH
Fedj Mzala	5,93	36,40	470,00	ANRH
Merouana	5,91	35,63	344,00	ANRH
Texena	5,78	36,66	1132,67	ANRH
BBA	4,79	36,06	355,59	ONM
Bejaia	5,07	36,71	765,27	ONM

Tableau A.4 : Pluviométrie mensuelle de la station de Sétif (1981-2012)

Année	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept	Oct	Nov	Déc
1981	16,3	17,5	28,9	20,7	12,7	40,5	0,6	38,1	48,2	23,2	5,1	51,9
1982	88,9	38	60,1	70	101,5	22,8	0,7	23	24,3	49,4	38,7	45,8
1983	5,6	15,1	19,1	20,8	20,8	6,1	13	28,3	0	22,8	24	24,5
1984	77,3	105,4	22,3	48,4	24,8	10,9	0,6	4,2	7,6	103,8	16,2	101,6
1985	46,8	19,4	88,8	40,8	57,5	0,9	16,8	0	39,1	35,1	29,6	36
1986	39,7	33,2	64,8	25,6	36,8	17,9	8,3	11,5	47,2	48,7	51,3	47,3
1987	22,3	71,7	15,6	12,7	44,2	8,8	29,4	8,8	5,4	29,1	39,6	32,4
1988	23,7	11,9	42	41,5	52,8	37,3	10,8	0	28,8	5,4	37,4	133
1989	23,7	34,3	25,2	60,4	52,2	72,7	12,3	24,1	47,9	24,4	11,6	14,2
1990	35,2	2,1	23,3	49,9	65,6	30,4	10,5	13,9	35,8	4,2	74,1	52,8
1991	6,5	39,9	56,5	28,3	80,5	11,5	9,8	3,2	26,6	88,6	29,3	20,5
1992	34,4	34,8	32,4	66,5	73,2	19,7	38	1,5	69,8	16,1	35,1	83,7
1993	26,4	41,5	28,5	12,5	62,8	1,5	0,7	18,6	28,4	4,3	54,5	40,2
1994	25,7	32	21,1	23,8	2,7	0	9,5	3,5	77,3	55	5,6	16,4
1995	94	25,7	63	41,9	3,7	61,8	0	3	44,5	37,1	22,3	25,4
1996	62	92,4	47,9	52,9	69,2	22,9	9,1	18,1	18,8	9,2	10,7	29,7
1997	32,4	7,7	4,5	37,3	20,3	20,8	10,5	26,2	84,5	45,1	69,4	43,7
1998	9,6	39,7	13,1	52	101,2	19,4	0,8	11,9	120	16,5	57,9	23,2
1999	65,3	15,9	19,4	8,4	4,3	25,4	0	4,9	85,5	50,1	23,4	81,9
2000	5,9	5,7	21,5	28,8	61,9	20,3	0	23,9	39,4	47,3	15,2	61,3
2001	79	20,1	8,6	13,2	19,3	0	0	4	47,2	14,4	37,1	8,4
2002	22,7	24	29,5	8,8	24,2	1,5	44,3	33,8	4,3	10,1	100,1	67,4
2003	115,8	29	37,6	63,2	43,8	59,4	13,7	22,4	30	69,5	14	86,5
2004	42,5	18,8	34,1	68,8	73,6	16,7	0,7	32,6	17,4	37,4	50,2	101,3
2005	28	39,8	18	50,6	2,2	35,9	20	8,7	26,9	22,7	68,7	52,3
2006	61,8	37	9,8	42,4	88	7,4	37,8	3,2	52	1	9,1	45
2007	10,2	25	101,8	88,6	28,2	30	7,6	1	79,5	25,3	16,5	6
2008	10	19,3	48,9	21,3	75,8	15,2	54,5	19,8	44,6	42,4	42,4	27
2009	69,3	41,3	27,5	77,5	3,4	6,8	4,7	18,4	78,6	13,1	28,8	33,6
2010	36,2	46,5	44,7	52,1	67,4	17,8	3	23,8	3,4	45,2	47,8	20
2011	13,3	121	33	73,8	33,8	17,4	6	10,4	15,2	39,8	32,6	19,4
2012	44,8	53,8	14,2	86,2	6,6	16,4	1,6	14,8	16,4	26,8	76,4	9,6

Tableau A.5 : Température moyennes mensuelle de la station de Sétif (1981-2012)

Année	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept	Oct	Nov	Déc
1981	3	5,3	11,5	12,7	17,2	22,2	23,1	23,4	20,3	16,9	9,6	7
1982	6,1	5,8	7,6	10,3	15,4	23,8	27,9	25,2	20,4	14,2	9	4
1983	5,5	5,1	8	13,1	16,6	22,2	27,3	25	21,2	15,3	11	5,9
1984	5,2	3,9	6,4	12,1	13,5	21,4	26,7	23,9	19,6	12,5	10,2	5,6
1985	2,9	9,6	6,1	12,4	14,4	23,6	27,5	25,1	20,2	14,5	10,4	6,5
1986	4,1	5,4	7,5	10	18,9	21,1	24,4	26,4	20,4	14,9	8,8	4,6
1987	4	5,3	7,8	13,4	14,8	22,2	25,7	27,3	23,4	17,8	8,6	8,4
1988	6,9	5,9	7,9	13	17,6	20,8	27,5	26,5	19,7	17,7	10,4	4,5
1989	5	6,4	10,4	10,1	16,6	19,6	25,2	25,8	20,6	15,4	11,7	9,4
1990	5,4	10,4	9,8	10,5	15,9	23,8	24,1	23,5	23,4	16,9	9,5	3,7
1991	4,8	4,4	9	8,8	12,1	20,6	25,7	25,3	21	14,1	8,8	4,6
1992	4,2	6	7,2	9,8	15,5	18,3	22,8	25,5	21,5	15	11,6	6,2
1993	5,1	4,4	7,3	11,2	16,5	23,3	26	26	19,9	16,4	9,3	6,6
1994	5,5	6,8	11,1	9,3	20,3	22,9	27,3	28,5	21	14,9	11,2	6,6
1995	3,8	8,5	7,7	10,2	17,6	21,2	26,2	24,2	19,2	15,7	10,1	7,8
1996	7,1	4,3	8,4	10,7	15,3	18,9	24,6	25,4	18,1	13,6	10,4	7,6
1997	6,6	8,9	9,2	11,9	19,2	24,5	25,8	24,5	19,9	15,2	9,7	6,7
1998	6,1	7,5	8,9	12,4	14,9	23,3	27	25,2	21,4	13,6	9,3	5,3
1999	6,2	4,2	8,8	13	21	24,5	25,5	28,6	21,9	18	8,7	5,7
2000	4,1	7,8	10,7	13,6	19,8	22,3	26,9	26,1	21,4	13,6	10,3	8
2001	5,9	5,8	13,3	12,1	16,6	24	27,5	26,7	21	19,9	9,3	5,5
2002	5,8	7,9	10,5	13	18,1	24,7	25,5	24,1	20,2	16,9	9,9	7
2003	4,6	3,9	9	12,7	17,1	24,3	28,5	26,6	20	16,4	10,2	5
2004	5,5	8,2	9,8	10,6	13,2	21,7	25,9	26,6	20,5	18,4	8,4	5,7
2005	3,5	2,8	9,8	12,2	19,7	23,2	27,6	24,5	19,9	16,4	9,5	4,7
2006	3,6	4,8	9,9	14,8	19,4	23,9	26,3	24,7	19,7	18,4	11,2	6,6
2007	7,7	7,6	7,6	11,9	16,5	23,6	26,4	26,2	20,4	15,4	8,6	5,3
2008	6,8	7,5	8,6	12,9	17,3	21,5	27,3	26,3	20,8	14,9	14,9	8,1
2009	5,1	4,6	8,6	9,2	18	23,6	28,7	26,2	19,4	15,1	11,2	7,9
2010	6,1	7,3	9,9	12,9	14,2	21,4	26,8	25,8	20,4	15,2	9,4	6,4
2011	6,2	5,1	8,5	13,9	16,2	21,1	26,2	26,6	22,1	14,8	10,6	6,4
2012	5,20	2,20	9,60	11,50	18,20	26,10	27,90	28,90	21,40	17,10	11,40	6,60

Tableau A.6 : Température maximales mensuelle de la station de Sétif (1981-2012)

Année	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept	Oct	Nov	Déc
1981	6,6	9,7	17,1	18,8	24,2	29,4	30,6	30,1	27,1	23	15,3	11,5
1982	10,3	10,3	13	15,1	20,4	30,5	34,9	32,5	27	19,5	12,8	7,4
1983	11,4	10,3	13,3	19,7	22,9	29,3	34,4	32,4	28,1	21,5	15,5	10,3
1984	9,3	7,5	11,5	17,8	19,4	28,6	34,3	31,1	26,3	17	15	9
1985	6,5	15	10,6	18	19,9	31	34,7	32,4	26,8	20,1	15,2	11,1
1986	8,4	10,1	12	15,9	25,6	28,4	31,7	34,2	26,9	19,5	12,9	8,2
1987	8,4	9,7	12,8	19,4	21,2	29,4	32,8	34,3	30,3	23,8	12,8	12,8
1988	11,2	11,5	13	19,3	24,1	27,9	34,9	33,8	26,2	23,7	14,6	8,3
1989	9,6	11,2	16,5	15,5	23,6	25,9	32,2	32,8	27	21,2	17	14,3
1990	9,2	17,2	15,6	16,3	21,1	31,1	31,3	30,6	30,3	22,9	13,6	7
1991	9,5	9	13,6	13,7	18,5	27	33,3	32,6	27,8	18,9	14,1	9
1992	8,6	11,6	12	14,9	21,2	25,1	30,1	33	28,9	21,2	16,8	10,6
1993	10,5	8,7	12,8	17,4	22,9	31,4	33,4	33,2	26,3	22,1	13,5	11,2
1994	9,6	12,2	16,8	15,2	27,8	30	34,6	35,8	27,1	19,8	16,6	11,8
1995	7,6	14,3	12,5	16,4	24,6	28,2	33,6	31,2	25,9	21,5	15,3	12,3
1996	11,1	8,3	13,3	15,9	20,9	25,5	31,5	32,6	24,8	19,9	15,7	12,1
1997	10,4	14,4	15,5	17,5	25,6	31,7	32,9	31	25,2	19,9	13,5	10,6
1998	10,4	12,4	14,3	18,1	19,9	29,8	34,1	31,8	27,5	19	13,8	9,3
1999	9,7	8	14	19,2	27,4	31,3	32,6	35,4	28	23	12,5	9,4
2000	9,1	13,6	16,5	19,5	26,2	28,8	33,9	32,8	27,7	18,6	15,2	12,6
2001	10,3	11,1	18,9	17,8	22,6	30,9	34,6	33,3	27,1	26,1	13,8	10,2
2002	11,2	14,1	16,3	19,1	25	31,6	32,7	31	26,5	22,9	13,8	11,3
2003	8	8,1	14,7	17,7	23,5	30,7	35,5	33,4	26,1	21	14,8	9
2004	10,2	14	15,4	15,7	18,8	28,4	33,5	34,2	27,4	24,5	12,9	9,3
2005	8,2	6,8	15,2	17,6	26,9	30,4	35,1	31,8	26,3	22,5	14,5	8,6
2006	7,6	9,3	15,9	20,9	25,7	30,7	33,4	32,3	26,2	24,8	16,5	10,5
2007	13,5	12,5	12,4	16,4	22,5	30,8	33,7	33,3	27,4	20,5	13,7	9,8
2008	12,3	13,2	14	19,2	23,2	28,2	34,7	33,7	26,9	20	20	12,4
2009	8,9	9,4	13,9	14,2	24,7	31,1	36,4	33,2	25	20,9	17,2	12,5
2010	10,3	12	15,1	18,8	20	28,8	34,2	33,3	26,8	20,9	13,8	11,5
2011	11,1	9,6	13,3	19,7	22	27,3	33,5	34	29,2	20,4	15	10,8
2012	10,2	6,3	14,8	16,6	25,1	33,4	35,1	35,8	27,7	23,1	16,4	11,8

Tableau A.7 : Température minimales mensuelle de la station de Sétif (1981-2012)

Année	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept	Oct	Nov	Déc
1981	-0,1	2	6,6	7,8	11	15,5	16,5	17,7	14,8	11,9	5,1	3,7
1982	2,7	2,3	3,2	6	11	17,6	20,9	18,9	15,4	9,9	5,9	1
1983	0,5	0,9	3,4	7,3	10,7	15,5	20,3	18,5	15,4	10,6	7,3	2,1
1984	1,7	0,4	2,2	7,3	8,2	14,7	19,5	17,7	13,9	8,9	6,2	2,7
1985	-0,2	5,2	2,2	7,2	9,3	16,9	20,7	18,5	15	9,9	6,9	2,8
1986	0,8	1,8	3,5	5,1	12,5	14,6	17,2	19,6	14,8	11,2	5,4	1,7
1987	0,3	1,8	3,7	8,1	9,2	15,4	19,6	20,9	17,7	13,2	5,2	4,9
1988	3,6	1,4	3,5	7,5	11,9	15,2	20,8	20	14,3	12,7	6,8	1,2
1989	1,2	2,3	5,4	5,2	10,6	13,6	18,7	20	15,7	10,7	7,7	5,6
1990	2,6	4,6	5,2	6	11,5	17,5	17,6	17,6	17,9	12,2	6,4	0,9
1991	1,1	0,9	5	4,8	6,3	14,6	18,6	18,5	15,7	10,3	4,6	1
1992	0,4	1,4	3,4	5,2	9,7	12	16,2	19	15,7	10	7,5	2,8
1993	0,7	1,3	2,6	5,8	10,8	16,5	19,1	19,8	14,7	11,8	5,8	2,7
1994	2,2	2,3	6,1	4,1	13,5	16,4	20,3	22	16,5	11,3	6,8	2,5
1995	0,8	3,9	3,4	4,6	11,6	14,8	19,5	18	14,2	11,2	5,9	4,6
1996	3,8	1,3	4,2	6,5	9,8	13,1	18,2	19,3	12,8	8,5	5,8	4
1997	3,2	4	3,5	6,8	13,4	18,4	19,5	19	15,2	11,5	6,5	3,6
1998	2,4	3,2	4,3	7,1	10,3	17	20,2	19,5	16,4	9	5,4	1,9
1999	2,8	0,4	4,3	7,2	15	18,4	19,1	22,6	16,6	14,1	5,4	2,2
2000	-0,2	3,1	5,7	8,1	14,3	16,6	20,7	20,3	16,4	9,7	6,3	4,2
2001	2,7	1,9	8,3	7	11,4	17,5	21	20,8	15,8	14,8	5,8	1,7
2002	1,7	3,2	5,6	7,8	11,9	18,1	19	18,5	14,7	11,8	6,8	3,6
2003	2	0,7	4,9	8,3	11,7	17,9	21,9	20,8	15,5	12,9	6,7	2
2004	1,9	3,7	5,4	6,2	8,4	15,4	19,6	20,6	15,1	13,5	4,8	2,9
2005	-0,7	-0,5	5,6	7,6	13	17	20,7	18,6	14,7	12	5,7	1,9
2006	0,7	0,9	5	9,8	14,6	17,8	20,3	18,4	14,8	13,6	7,1	3,6
2007	3,2	3,8	3,7	8,4	11,1	17,4	19,7	20,2	15,4	11,7	4,7	2
2008	2,2	3,2	4	7,6	12,4	15,4	20,7	20,2	16,4	11,3	11,3	4,9
2009	2,3	1,1	4	5	12,2	16,2	21,6	19,8	15	10,4	6,7	4,3
2010	2,7	3,7	5,6	8,1	9,3	15,1	20,1	19,5	15,3	11	6,3	2,3
2011	2,4	1,2	4,6	8,6	10,6	15,4	19,3	19,7	16,1	10,5	7,1	2,7
2012	1	-1,5	5,3	6,9	11,6	19,2	21,2	22,3	16,1	12,2	7,5	2,4

Tableau A.8 : Pluviométrie mensuelle de la station de BBA (1981-2008)

Année	Janv	Fev	Mars	Avr	Mai	Jui	Juill	Aout	Sept	Oct	Nov	Déc
1981	15,9	58,4	27	33,6	14,3	24	1,7	17,5	18,8	24	3,8	39,6
1982	60,1	22,3	54,6	63	72,6	14,7	1,1	10,7	24,2	69,7	76,4	46
1983	1	23,2	13,6	39,3	19,2	3	2,3	26,7	0	10,8	15,7	10,8
1984	52,3	50,6	20	28,6	25,4	7,3	8,8	11,4	12,5	59,1	22	43,4
1985	40,3	22,1	60,9	22,7	50,5	1,1	2,6	0	94,5	33,5	28,6	24,7
1986	29,2	46	109,5	17,1	32,7	18,6	0	3,1	24,9	36,1	24,1	64,2
1987	22,5	45,5	21,9	10,9	35,6	18	29	3,1	15,2	29,7	54,1	23,1
1988	19,5	7,9	34,3	28,8	38,1	23,5	0	0,2	21,6	16,4	45,5	83,2
1989	11,2	22	11	81,7	11,6	28,9	5,9	34,3	43	12,9	25,4	20,7
1990	37,1	0,9	34,9	71,1	91,9	31,4	23,1	18,7	20	2,2	49,2	43,7
1991	5	34	63,2	25,8	41,4	7	28,1	17,7	72,5	72,3	18,6	13,6
1992	46,5	25,3	49,1	47,2	83	29,9	38,4	1,1	27,7	18,7	27,6	60
1993	18,4	24	31	12,5	44,2	4,5	7,4	10,7	51	29,7	39,9	18,3
1994	13,8	35,4	10,1	14,1	2,9	2,5	1,8	4,7	140	86,4	3,8	12
1995	113,6	18,6	73,5	18,9	5,4	28,8	3,5	3,5	69,9	12,1	17,6	18,5
1996	40,8	72,9	35,4	50,8	75	18,2	6,9	20,5	23,6	7,2	10,1	35,8
1997	41,2	6,6	3,2	47,7	39,9	21,5	1,4	17,8	53,7	28,3	63,1	18,9
1998	8,7	19,3	9,6	53,6	91,1	4,8	4	14	62	4,7	25	16,2
1999	65,3	16,3	24,6	2,4	9,2	11,4	4,1	11,5	95,1	25,8	16,6	72,3
2000	1	0,3	11	10,4	45,2	17,9	0,1	22,8	40,9	21,7	13,2	36,7
2001	75,9	14,5	4,2	16,9	18,2	1,1	0,2	2,3	89,3	10,6	21,3	3,7
2002	18,4	21,5	10,6	19,8	2,8	4,6	3,1	52,3	14	17,6	80,7	48,6
2003	122,1	31,5	14,1	84,5	18,5	54,1	6,3	25,9	12	68,3	16,8	97,3
2004	21,7	13,1	36,4	67,3	92,2	56,3	6,5	28,6	37,9	24,6	49,6	95,8
2005	42,2	35,1	13,3	43,3	4,8	41,3	4	5	37,4	27,5	59,5	29,2
2006	36,5	31,4	6,9	33,1	106	4,6	12,8	2,7	54,7	2,8	16,4	27,2
2007	22,2	81,8	177,0	235,4	22,6	33,1	0,7	4,3	77,3	36,0	18,0	6,9
2008	5,8	24,8	28,3	14,5	51,5	29,1	46,3	16,4	40,7	63,1	23,1	47,4

Tableau A.9 : Température moyenne mensuelle de la station de BBA (1981-2008)

Année	Janv	Fev	Mars	Avr	Mai	Jui	Juill	Aout	Sept	Oct	Nov	Déc
1981	3,6	5,7	11,6	12,9	17,6	22,7	23,8	23,8	20,6	16,7	9,1	7,8
1982	6,5	6,4	8,4	10,7	16,1	24,8	28,2	25,8	21	14,5	9,2	4,7
1963	5	5,4	8,3	13,2	16,7	22,6	27,2	25,1	21,3	15,4	11,4	6,2
1984	5,7	4,8	7,2	12,9	14,2	22,1	26,9	24,2	20	13	10,1	5,6
1985	3,6	9,5	6,7	12,6	15,1	24,4	28,2	25,5	20,2	14,7	11	6,5
1986	4,9	6,2	7,9	10,7	19,5	21,8	24,8	26,9	20,5	15,2	9	5
1987	4,6	6,2	8,6	14	15,8	23	26,4	27,3	23,4	18,1	9	8,5
1988	7,5	6,6	8,6	13,5	18,2	21,9	28	26,9	20,4	17,2	10,6	4,8
1989	4,6	6,6	10,9	10,8	17,2	20,5	25,8	26,5	21	15,9	12	9,7
1990	5,9	10,6	10,4	11,3	16,5	24,4	24,7	24,2	24,1	17,4	10,2	4,5
1991	5,3	5,3	9,9	9,9	13,4	22	26,7	25,8	21,7	14,7	9,1	5,2
1992	4,8	6,3	8,1	11,1	16,5	19,1	23,6	26,1	22,2	15,7	11,9	6,9
1993	5,3	5,3	8,4	12,3	17,7	24,3	26,8	27	20,5	17	9,6	7
1994	6,3	7,6	11,5	10,5	21,2	24	28,1	29,3	21,4	15,6	11,8	7,1
1995	5,2	9,6	8,6	11	18,7	22,3	26,9	24,9	20,1	16,5	11,2	8,8
1996	8,1	5,6	9,6	12,3	16,3	20,1	25,6	26,1	19,1	14,4	11,2	8,4
1997	7,4	9,9	10,2	12,9	19,8	25,4	27	25,5	20,8	16,1	10,6	7,6
1998	6,7	8,3	10	13,6	16	24,4	28,1	26,3	22,5	14,3	10,4	6
1999	6,6	5,2	9,8	14,4	21,8	25,4	26,8	30,2	22,8	19,2	9,5	6,3
2000	4,7	8,4	11,9	14,9	21,1	23,9	28,4	27,6	22,4	14,5	11,3	8,6
2001	6,8	6,8	14,6	13,3	17,7	25,4	28,7	28	22,3	20,6	10,1	6,1
2002	6,3	8,7	11,6	14	19,1	25,6	26,9	25,1	21,1	17,4	10,9	8,2
2003	5,7	5,1	10,4	13,8	18,4	25,3	29,8	27,5	21,4	17,6	11,3	6,1
2004	6,5	9,1	11,1	11,9	14,2	22,7	27	27,6	21,6	18,9	9,2	6,6
2005	4	4,1	11	13,6	21,1	24,4	29	25,8	20,5	16,8	9,9	5,5
2006	4,3	5,6	10,9	16,2	20,2	24,7	27,1	25,5	20,3	19,2	11,9	6,8
2007	7,7	8,5	8,54	12,6	17,4	24,3	27,3	26,6	21	16,2	9,02	6
2008	6,9	8,1	9,79	14	18,1	22,3	28,3	27,3	22	15,5	8,81	5,5

Tableau A.10 : Température minimale mensuelle de la station de BBA (1981-2008)

Année	Janv	Fev	Mars	Avr	Mai	Jui	Juill	Aout	Sept	Oct	Nov	Déc
1981	-0,03	1,6	5,6	7,2	10,3	14,9	16,1	16,4	13,4	10,3	3,2	3,5
1982	2,1	2,1	2,8	5,4	10,8	16,7	18,7	18	15	9,3	6	1,5
1983	-0,9	1,1	2,9	6,6	9,7	14,8	18,5	17,4	14,5	9,7	7,2	1,7
1984	1,7	1	2	7	8,1	14,8	18,6	17,1	13,6	8,7	5,7	2,3
1985	0,3	4,7	2,1	5,9	8,7	16,4	19,7	17,6	13,8	9,2	7,2	2,5
1986	1	2,2	3,4	4,7	12,3	14,3	16,4	19,2	14,1	10,5	4,4	1,5
1987	0,6	2,3	3,4	7,7	9,1	15,4	19,4	19,3	16,7	12,8	5,5	4,6
1988	3,9	1,6	3,3	7	11,7	15,6	20,4	19,5	14,3	11,8	6,6	1,2
1989	0,1	1,9	5,1	5,8	10,5	13,8	18,5	20	15,7	10,6	7,4	5,9
1990	2,8	4,3	5,4	6,5	11,5	17,5	17,9	17,4	17,8	11,8	6,8	1,6
1991	0,8	1,7	5,6	4,9	7	15,4	18,9	18,4	16	10,7	4,9	1
1992	0,7	1,4	4,1	6,4	11	12,4	17	18,7	15,8	10,7	7,2	3,3
1993	0,2	1,3	3,1	6,1	11,6	17,2	19,8	20,5	15	12,4	6,1	2,7
1994	2,6	2,2	5,2	4,6	13,3	16,8	19,8	22,2	16,2	11,5	6,8	2,2
1995	1,4	4,4	3,4	4,8	11,9	15,7	19,8	18,2	14,7	11,5	6,6	5,3
1996	4,7	2,5	5,2	7,9	10,5	14,3	19	19,8	13,7	9,3	6,7	5
1997	4,4	4,6	4,6	7,6	13,6	19	20,6	19,6	15,9	12	7,3	4,3
1998	3,1	4	4,9	8,1	11	17,7	21,4	19,9	17,2	9,3	6,4	2,3
1999	3,2	1,5	5	8,3	15,3	19,3	20,2	24,1	17,3	14,7	6	3,2
2000	0,2	3,1	6,2	8,8	14,6	17,5	21,9	20,9	16,8	10,2	7,1	4,3
2001	3,5	2,4	9,3	7,8	12,4	18,3	22,1	21,5	17	15,1	6	2,3
2002	2	3	5,9	8,2	12,7	18,8	20,4	19,1	15,5	12	7,4	4,7
2003	2,8	1,4	5,6	8,5	12,1	18,7	23,3	21,3	16,5	13,7	7,9	2,9
2004	2,4	4,1	6,1	7,1	9,3	15,9	20,4	21,2	16	13,7	4,7	3,4
2005	-0,7	0,1	5,9	8,2	13,8	17,9	21,8	18,3	13,9	11,1	5,4	1,9
2006	0,4	1,2	5,1	9,7	14,3	17,6	19,1	17,4	14,2	13,4	6,9	3,2
2007	2,27	3,91	3,67	7,99	11	16,62	19,08	19,4	14,9	11,7	4,54	1,7
2008	1,69	2,9	4,119	6,777	12,21	14,88	20,5	19,18	16,3	10,8	4,54	2

Tableau A.11 : Température maximale mensuelle de la station de BBA (1981-2008)

Année	Janv	Fev	Mars	Avr	Mai	Jui	Juill	Aout	Sept	Oct	Nov	Déc
1981	7,9	10	17,5	18,7	24,5	30,4	31,6	31,1	28,7	23,6	16	12,1
1982	11,2	11,7	14,2	16	21,7	31,8	35,8	33,5	28	19,8	13,1	8,2
1983	12,1	10,4	14,1	19,9	23,2	30	34,7	33,1	28,3	22	16,3	11,4
1984	9,9	9,1	12,7	18,8	20	29,1	34,9	31,7	26,7	18	15,1	9,6
1985	7,4	15,2	11,6	19	21,2	31,8	35,8	33,3	27,5	20,9	15,1	11,5
1986	9,3	10,5	12,7	16,4	26,6	29,2	32,3	34,8	27,6	20,4	13,9	9,1
1987	9,5	10,3	13,8	20,6	22,1	30	33,3	34,6	30,5	23,6	13,1	13,4
1988	11,4	11,8	14,1	19,6	24,5	28,6	35,1	34	26,9	23,3	14,8	9
1989	10,1	11,8	17,1	16	23,8	26,8	32,9	33,5	27	21,8	16,9	13,8
1990	9,4	17,2	15,9	16,2	21,2	31,1	31,3	31	30,6	23,3	13,8	7,9
1991	10,1	9,3	14,1	14,9	19,6	28,6	33,9	33	27,3	18,8	13,9	9,6
1992	9,1	11,8	12,4	16	22,1	25	30,3	33,3	29,1	20,9	17,1	10,8
1993	11,2	9,4	13,6	17,8	23,9	31,8	33,6	33,6	26,3	22	13,6	11,6
1994	10	12,4	17,6	16	28,1	30,7	35,3	36,1	26,9	20,1	16,9	12,3
1995	9,1	15	13,1	16,9	25,1	29	34	31,6	26,1	22,1	15,8	12,5
1996	11,6	9,3	14,1	16,8	21,6	26,1	31,8	32,8	25,2	20,5	16,1	12,3
1997	10,9	15,2	16,4	18,2	25,7	32,2	33,7	32,1	26,1	21,1	14,2	11,5
1998	10,9	13,5	15,8	19,2	20,8	30,5	35	32,8	28,4	19,6	14,8	10,3
1999	10,6	9,1	15	20,5	27,9	32,4	33,6	36,3	28,7	24	13,3	9,7
2000	10,2	14,3	17,3	20,4	27,4	29,7	34,6	33,6	28,3	19,3	15,7	13,1
2001	10,5	11,6	19,8	19,1	23,3	31,9	35,4	34,2	27,8	26,4	14,8	11,1
2002	11,3	14,9	17,3	19,8	25,6	32,4	33,9	31,9	27,3	23,3	14,8	12,2
2003	8,8	9	15,5	18,9	25,1	32,1	36,4	34,3	27,4	21,9	15,4	9,7
2004	11,2	14,7	16,7	17	19,5	29,1	33,9	34,8	28,3	24,7	14,1	10,4
2005	9,7	8,3	16,5	19,3	28	31,5	36,4	34,1	28,1	23,8	15,6	10
2006	9,8	10,8	17,9	23,5	27,8	32,5	36,3	34,6	28,3	26,9	18,4	11,5
2007	14,7	14,3	14,3	18,5	24,9	32,7	36,3	35,3	29,2	22,4	15,2	11,8
2008	13,7	15,1	16,7	22,0	25,1	31,0	36,7	36,1	28,4	21,5	14,3	10,0

Tableau A.12 : Pluviométrie mensuelle de la station de Batna (1981-2008)

Année	Janv	Fev	Mars	Avr	Mai	Jui	Juill	Aout	Sept	Oct	Nov	Déc
1981	4	33	30	12	5	20	0	12	41	25	1	17
1982	22	29	35	78	33	57	0	16	50	38	94	16
1983	0	19	22	6	6	15	1	9	43	15	9	13
1984	43	95	19	26	2	14	0	17	8	73	9	41
1985	52	16	86	19	80	1	0	0	80	54	49	25
1986	41	18	110	17	9	5	1	5	57	40	22	31
1987	20	36	15	14	25	11	90	1	10	22	23	61
1988	4	5	16	23	15	36	1	7	21	3	23	52
1989	50,5	5,3	7,3	12,9	1,7	32,7	45,9	15,6	0	2,4	74,4	14
1990	6	43	33,8	58	48	12,1	0	86	53	5	25	45
1991	5,3	22,5	73,5	47,4	30,5	14,4	10,3	2,6	6,1	54,5	14,8	18,4
1992	28,2	22,7	42,7	21,3	81,7	18,3	37,5	22,1	51	6	60,3	53,3
1993	10,5	35,5	17,3	2,6	45,5	0	1,2	4,7	5,5	14,2	13	38
1994	34,6	13,6	37,3	17,6	8,5	0	5,4	12,7	23,6	33,6	13,8	14,8
1995	45,5	15,7	31,2	18,9	9,1	36,6	2,9	24,6	60,6	10,1	4,2	24,2
1996	76,2	84,4	60,7	47,3	41,4	23,2	6,5	14,4	14,8	6,4	3,7	14,7
1997	23	12,2	14,5	46,8	6,1	27,9	11,2	8,2	61,9	63,7	57	46,5
1998	4,5	26,3	22,3	50,8	46,3	7,1	0,1	14,1	31,6	14,1	34,7	17,5
1999	41,8	8,3	28,9	17,7	6,2	4,3	6,9	7,9	65,6	15,9	31,5	73,5
2000	4,8	4,7	35,9	7,1	116,8	26,4	0	11,6	48,4	6	9,6	21,5
2001	28,8	5,9	6	18,8	59,6	0,3	2,8	4,6	62,1	5,8	29,2	6,2
2002	8	9,2	14,7	25,4	8,9	3,7	19,8	70,9	4,7	22,5	66,6	32,6
2003	115,4	31,4	23	97,2	27,6	14,8	2,7	6,7	44,1	81,6	14,1	44,4
2004	26,5	10,8	57	43,3	98	59,4	8,6	13,7	45,8	19,9	96,9	116,9
2005	16,4	43,4	20	37,2	3,6	14,1	4,5	29,6	17,7	17,1	20,8	27,6
2006	62,3	42,5	5,8	71,9	92,8	10,9	4,8	3	22,1	1,9	18,8	40,6
2007	13,9	24,9	38,7	32,5	17,6	2,1	0	12	81,6	23,4	10,1	37
2008	6,9	2,3	39,3	3,3	107	21,5	18,8	32,8	49,2	36,4	15,3	15,6

Tableau A.13 : Température moyenne mensuelle de la station de Batna (1981-2008)

Année	Janv	Fev	Mars	Avr	Mai	Jui	Juill	Aout	Sept	Oct	Nov	Déc
1981	3.4	5.3	11.5	12.8	18.0	22.9	24.0	23.6	20.1	16.5	8.8	7.7
1982	6.5	6.4	8.2	10.3	16.0	23.8	27.9	25.7	21.0	14.4	9.1	4.7
1983	4.7	5.3	8.1	13.8	17.6	22.3	26.8	26.0	21.0	14.8	11.0	5.9
1984	5.8	4.7	7.3	13.0	15.6	22.3	26.2	24.3	20.0	12.9	10.1	5.7
1985	3.4	9.2	6.6	13.0	15.2	24.4	27.3	25.1	19.8	14.3	11.1	6.3
1986	4.7	6.0	7.7	10.8	19.0	21.7	24.6	26.4	20.5	14.8	8.7	5.1
1987	4.4	6.0	8.5	14.2	16.1	23.2	26.1	26.9	22.9	17.9	9.1	8.3
1988	7.7	6.5	8.2	13.6	19.4	22.2	27.4	26.1	20.2	17.5	11.2	4.5
1989	3.5	7.0	10.9	12.0	17.6	20.5	25.1	26.2	22.0	16.2	12.9	10.5
1990	6.3	8.1	10.1	12.2	17.1	24.6	24.4	22.7	23.9	17.6	11.1	4.5
1991	4.1	5.6	10.9	10.1	13.4	21.8	25.7	24.7	22.0	15.8	9.5	4.6
1992	3.7	5.7	8.5	10.9	15.6	19.9	22.9	24.8	21.9	17.1	10.9	6.9
1993	3.3	5.0	7.7	11.8	17.7	24.1	26.3	25.9	21.6	18.1	10.1	6.4
1994	6.7	7.7	10.6	10.8	21.0	23.2	25.9	27.7	22.9	16.3	11.1	6.5
1995	5.0	8.9	8.5	11.3	18.7	22.6	26.4	24.1	20.5	15.7	10.5	9.2
1996	8.6	6.2	9.8	11.9	16.8	20.0	25.4	26.2	19.1	13.7	11.5	9.5
1997	7.5	8.1	8.5	12.3	20.3	25.9	26.6	25.3	20.4	15.8	11.1	7.4
1998	5.7	7.0	8.6	14.2	16.6	24.0	27.1	25.4	22.6	14.1	9.9	4.9
1999	6.2	4.9	9.3	13.9	21.8	25.6	25.9	29.2	23.2	18.7	9.9	6.5
2000	3.1	6.8	11.0	15.3	20.4	22.8	27.2	26.1	21.7	15.3	11.1	7.7
2001	6.9	6.3	15.2	12.8	18.5	24.4	27.8	26.7	21.7	19.9	10.2	5.5
2002	4.7	7.6	11.3	14.6	19.0	24.9	26.4	25.0	21.0	16.8	11.6	7.9
2003	5.9	5.8	9.9	13.9	18.0	24.9	28.9	27.0	21.0	18.6	11.1	5.9
2004	5.6	8.0	10.2	11.7	15.2	21.4	25.7	27.5	20.5	17.5	9.0	6.7
2005	3.4	4.2	10.8	13.4	19.9	23.9	28.1	25.5	21.2	16.8	10.7	6.0
2006	4,5	6,3	10,9	15,7	20,1	24,7	26,5	25,8	20,4	18,6	11,2	6,8
2007	6,6	8,4	8,8	13,5	17,8	25,4	27,1	26,9	21,1	16,6	9,4	5,4
2008	6,4	7,7	9,7	14,5	19,1	22,6	28,2	26,6	22	16	9,3	5,6

Tableau A.14 : Température minimale mensuelle de la station de Batna (1981-2008)

Année	Janv	Fev	Mars	Avr	Mai	Jui	Juill	Aout	Sept	Oct	Nov	Déc
1981	-0.3	1.2	5.6	6.8	9.9	14.9	16.6	16.2	13.5	9.5	2.6	3.5
1982	1.9	1.9	2.7	5.8	10.6	15.8	19.1	17.7	14.5	9.5	5.6	1.4
1983	-1.5	0.2	2.8	6.3	10.3	14.4	17.3	17.7	13.9	9.1	6.5	1.7
1884	1.5	0.4	1.9	6.7	8.4	14.8	17.1	17.5	13.0	8.8	4.9	1.5
1985	-0.3	3.4	2.0	6.5	8.8	16.0	18.6	16.9	13.0	8.9	6.6	2.4
1986	1.1	1.2	2.9	4.0	11.2	13.6	15.8	18.0	13.8	10.6	4.5	1.7
1987	-0.1	1.5	3.7	6.9	9.6	15.3	19.5	18.9	15.6	11.7	4.9	3.6
1988	3.3	0.9	3.2	7.0	12.5	15.5	19.3	18.5	12.4	9.7	6.2	0.5
1989	-2.1	0.3	2.9	5.1	8.8	12.9	16.3	18.2	15.2	9.7	6.2	4.4
1990	2.2	0.4	3.7	5.9	10.9	15.9	15.8	15.3	16.2	10.1	6.6	0.3
1991	-1.3	0.6	4.9	4.7	5.5	13.4	15.5	15.0	14.4	10.7	3.4	-1.0
1992	-2.1	-0.9	3.2	4.2	8.2	12.0	14.1	15.2	13.4	9.9	5.0	1.2
1993	-2.9	0.1	1.0	3.3	9.8	14.9	17.4	17.0	13.7	11.4	4.3	0.8
1994	2.0	0.8	2.8	3.9	11.7	14.3	15.8	18.5	16.4	10.4	3.6	0.0
1995	-0.3	1.4	1.5	3.1	9.4	14.4	16.7	15.7	14.0	9.0	3.7	4.2
1996	3.6	1.8	3.7	5.9	9.3	12.1	16.3	17.7	11.3	6.0	4.7	3.5
1997	2.5	0.4	-0.1	4.9	11.1	16.8	17.9	17.4	14.1	10.1	6.3	2.0
1998	-0.5	0.3	0.9	6.6	9.9	14.8	17.5	17.2	15.6	7.6	4.1	-0.4
1999	1.4	-0.4	2.3	5.0	12.4	16.8	16.8	20.5	16.2	12.3	4.2	1.8
2000	-3.1	-1.0	2.7	6.9	12.8	14.8	17.8	16.6	14.4	9.0	4.1	1.4
2001	1.2	-1.0	5.9	4.6	11.9	14.8	18.1	17.8	15.4	12.6	4.9	-0.3
2002	-2.1	-0.3	4.0	7.9	10.4	14.9	18.3	18.1	14.0	9.6	6.9	2.9
2003	1.7	1.0	3.5	7.2	10.0	14.9	18.6	17.6	14.2	13.0	5.7	0.7
2004	-0.3	0.3	2.6	4.6	8.4	12.5	16.0	18.3	13.2	10.6	4.1	2.9
2005	-2.4	-0.7	3.8	5.8	9.6	15.0	18.1	17.0	13.8	9.3	3.8	1.6
2006	0.2	0.8	2.9	7.9	12.8	15.4	16.8	16.6	12.5	10.2	4.2	2.4
2007	-0.4	2.5	3.0	7.5	8.6	16.4	16.5	18.0	14.0	10.7	3.2	-0.5
2008	0.0	0.1	2.7	5.4	11.8	14.3	19.1	17.5	14.9	10.5	3.6	0.7

Tableau A.15 : Température maximale mensuelle de la station de Batna (1981-2008)

Année	Janv	Fev	Mars	Avr	Mai	Jui	Juill	Aout	Sept	Oct	Nov	Déc
1981	7.1	9.8	18.1	19.9	25.1	30.3	30.8	30.4	27.2	23.4	15.5	12.2
1982	11.5	11.5	13.9	15.6	21.7	30.6	34.9	32.8	27.5	19.8	13.0	8.2
1983	11.6	10.6	14.1	20.8	24.0	29.8	34.2	33.5	27.6	20.6	16.2	11.0
1984	10.4	8.7	12.7	19.0	22.1	29.2	33.8	31.3	26.5	17.0	15.8	10.2
1985	7.2	15.5	11.3	18.9	20.8	31.8	34.3	32.5	26.7	20.1	15.9	11.0
1986	8.7	10.9	12.4	16.9	25.5	29.0	32.1	34.0	27.1	20.5	13.4	9.2
1987	9.5	10.5	13.4	21.0	22.5	30.4	32.8	34.1	30.2	24.1	13.3	13.0
1988	12.1	12.1	14.3	20.2	26.3	28.9	35.5	33.7	27.8	25.5	16.3	9.8
1989	10.9	13.6	18.9	18.9	26.0	28.0	33.9	34.2	28.7	22.6	19.5	16.6
1990	10.3	18.2	16.7	17.9	23.2	31.9	33.0	30.9	31.5	25.4	15.9	9.4
1991	11.0	11.2	16.6	15.5	21.1	30.4	35.2	34.3	29.7	21.1	16.2	10.1
1992	10.2	12.9	13.7	17.5	23.0	27.8	31.6	34.5	30.3	24.2	18.4	12.5
1993	11.7	9.8	14.4	20.2	25.6	33.3	35.1	34.8	29.4	24.7	15.8	12.2
1994	11.4	14.5	18.1	17.6	30.3	32.1	36.0	36.9	29.4	22.2	18.6	13.0
1995	10.8	16.5	14.8	18.8	26.9	30.6	35.0	32.8	27.3	22.4	17.6	14.1
1996	13.5	10.5	15.4	17.8	23.7	27.3	33.3	35.1	27.0	21.9	18.4	15.0
1997	12.6	16.0	16.9	19.4	28.2	34.7	35.3	33.5	27.1	22.0	16.3	13.4
1998	12.6	14.6	16.7	21.0	23.2	32.3	36.1	34.1	30.3	21.7	15.9	11.3
1999	12.0	10.5	16.7	22.3	30.7	34.6	35.3	38.0	30.9	26.1	15.5	11.9
2000	10.8	15.5	18.9	23.1	28.5	31.0	36.3	35.1	30.1	22.0	18.5	15.1
2001	13.4	14.4	23.6	21.1	25.8	33.1	37.3	35.5	29.6	28.0	16.3	11.8
2002	12.8	16.2	18.7	21.6	27.5	33.9	34.9	32.9	28.4	24.7	16.5	13.6
2003	10.4	11.2	16.6	20.5	25.9	33.1	38.0	35.6	28.5	24.3	17.2	11.6
2004	12.5	16.2	18.1	18.5	21.6	29.7	34.9	36.7	29.0	27.4	14.5	11.2
2005	10.4	9.5	17.8	20.4	29.2	32.6	37.6	34.3	29.1	24.9	17.9	11.0
2006	9,7	12,1	19,4	23,7	27,8	32,7	35,6	34,6	28,7	27,3	18,8	12,1
2007	14,8	14,8	14,9	19,3	26,0	33,9	36,2	35,6	29,2	23,2	16,3	11,9
2008	13,7	15,3	16,8	22,7	26,4	30,5	37,1	35,8	29,2	22,3	15,1	11,4

Tableau A.16 : Pluviométrie mensuelle de la station de Constantine (1981-2008)

Année	Janv	Fev	Mars	Avr	Mai	Jui	Juill	Aout	Sept	Oct	Nov	Déc
1981	89,00	70,00	41,00	95,00	18,00	21,00	3,00	35,00	52,00	31,00	27,00	62,00
1982	86,00	73,00	100,00	65,00	46,00	15,00	4,00	6,00	18,00	63,00	83,00	104,00
1983	12,00	15,00	60,00	7,00	26,00	4,00	8,00	11,00	7,00	35,00	46,00	22,00
1984	132,00	164,00	31,00	44,00	10,00	11,00	0,00	3,00	24,00	115,00	6,00	328,00
1985	68,00	27,00	157,00	21,00	65,00	1,00	1,00	1,00	39,00	31,00	27,00	26,00
1986	99,00	29,00	90,00	30,00	9,00	24,00	3,00	6,00	38,00	43,00	79,00	108,00
1987	49,00	130,00	86,00	22,00	43,00	3,00	25,00	8,00	3,00	53,00	37,00	15,00
1988	67,00	47,00	63,00	37,00	41,00	56,60	14,00	3,00	32,00	4,00	18,00	130,00
1989	31,00	44,00	48,90	50,80	31,20	22,00	26,00	27,00	22,00	46,00	15,00	8,00
1990	56,00	0,00	23,30	33,90	27,00	12,00	2,00	26,00	21,30	10,00	115,00	100,00
1991	21,00	67,00	93,00	59,00	81,00	9,00	3,00	2,00	44,00	88,00	22,00	21,00
1992	52,80	33,20	49,50	134,50	97,30	10,70	17,30	10,30	20,60	22,90	116,10	192,80
1993	49,50	58,00	25,50	12,30	52,80	3,00	2,90	4,80	22,10	11,90	22,00	126,60
1994	66,10	87,50	18,10	78,80	6,00	0,00	0,30	2,00	28,80	90,60	24,00	49,40
1995	216,10	17,50	84,70	30,10	5,90	52,40	0,00	1,20	47,50	8,30	42,50	28,40
1996	88,00	181,00	54,00	67,00	62,00	42,00	21,00	15,00	15,00	10,00	26,00	47,00
1997	33,10	22,40	59,00	57,70	18,00	33,20	1,20	17,20	38,90	50,20	110,00	65,60
1998	36,40	52,70	37,40	70,80	49,60	18,30	0,00	8,90	75,20	32,60	135,30	53,10
1999	73,70	42,10	57,60	31,70	10,50	20,40	3,30	7,70	58,70	35,70	79,20	93,60
2000	17,40	19,10	14,30	32,90	84,40	43,60	0,00	15,70	18,40	38,30	31,70	57,70
2001	123,40	44,70	17,60	38,30	52,90	0,00	0,20	10,40	79,20	48,30	28,50	20,00
2002	23,50	53,30	18,20	31,80	17,00	4,50	19,40	24,00	22,30	26,80	134,70	109,70
2003	231,20	50,20	31,70	120,10	44,40	1,20	2,40	11,10	61,50	46,00	19,80	148,00
2004	87,20	11,50	66,40	47,50	66,20	29,70	0,60	12,90	24,50	30,40	142,90	181,20
2005	46,00	55,80	28,70	61,40	6,80	13,90	7,90	6,80	14,40	2,10	18,60	63,10
2006	78,90	50,30	33,40	14,70	83,80	3,60	0,90	18,60	26,20	10,00	19,10	118,80
2007	14,20	28,90	117,80	66,20	26,10	13,60	4,30	2,40	59,90	39,10	23,80	84,40
2008	9,90	8,70	72,60	23,10	58,20	5,80	11,30	33,90	38,80	21,00	37,60	27,00

Tableau A.17 : Température moyenne mensuelle station de Constantine (1981-2008)

Année	Janv	Fev	Mars	Avr	Mai	Jui	Juill	Aout	Sept	Oct	Nov	Déc
1981	4,5	6,9	11,8	13,8	17,4	21,4	22,9	23,7	21	17,6	10,2	9,4
1982	7,8	7,5	8,7	11,1	16,1	24,4	27,7	24,7	21	16	10,8	6,2
1983	5,2	6,7	9,1	13,8	17,6	22	27,3	24,6	21,4	15,8	12,5	7,7
1984	6,8	5,9	7,9	12,7	15,2	21,6	16	23,5	20,3	14,2	11,9	7
1985	5,3	10	7,7	13,3	15,4	23	27	24,7	20,1	15,7	12,5	7,8
1986	6,2	7,6	9	11,6	19,1	20,9	24,2	26,2	20,9	16,7	10,5	6,5
1987	6,1	7,1	8,6	13,6	14,8	21,7	25,7	27,2	23,9	19,2	10,7	9,6
1988	8,4	7	9,2	13,6	18,4	21,5	26,7	26	20,3	18,5	12	6
1989	5,8	7,8	11,3	12	16,6	20,5	25,5	26,2	21,4	16,1	13	10,9
1990	6,8	10,4	10,5	12,2	17,1	24,1	24,5	23,5	24,3	18,5	11,4	5,7
1991	5,9	6,1	10,8	9,9	12,9	20,7	25,5	25,4	22	16,1	10,4	5,8
1992	5,1	6,8	8,9	11,4	16	19,2	22,7	24,9	21,8	16,7	11,9	7,1
1993	5	5,8	8,6	12,3	17,3	22,6	25,4	26,2	21,7	17,8	10,9	7,8
1994	7,5	8,3	11,3	10,3	19,7	22,5	26,7	28,7	22,9	16,8	12,7	7,9
1995	5,9	9,7	9	11,2	18,2	21,9	25,9	24,5	20,7	16,7	11,5	10,1
1996	9,1	6,5	10,2	11,9	16,4	19,7	24,6	25,6	19,3	14,5	12,2	9,6
1997	8,3	9,1	9,1	12,3	19,9	24,9	25,5	25,3	21	16,7	11,7	8,3
1998	7,1	8,1	9,4	13,3	16,2	23,6	26,5	25,4	22,2	14,5	10	6,4
1999	7,1	5,5	10	13,3	21	24,2	25,4	28,8	23,1	19,3	10,4	7,5
2000	4,6	8,2	11,2	14,7	20,1	22,3	26,9	26,4	21,9	15,9	12,3	9,1
2001	8	7,4	14,3	12,4	17,2	23,8	27,1	26,3	21,6	20,2	10,9	6,6
2002	6,4	8,6	11,1	14	18,7	24,8	25,6	25	21,3	17,9	12,3	9,2
2003	7	6,3	10,5	14	17,7	25,3	28,4	27,4	20,9	18,6	12	6,8
2004	7,2	8,8	10,6	11,9	15,1	21,4	25,7	26,9	21	19,4	9,9	7,9
2005	4,6	4,7	10,8	13,2	19,2	23,9	26,8	24,7	21,1	17,8	11,8	7
2006	5,5	6,9	11,0	15,6	20,1	24,8	26,8	24,4	21,0	19,1	12,5	8,4
2007	8,3	9,4	9,0	13,4	17,0	23,2	26,2	25,9	21,2	16,9	9,9	6,8
2008	7,4	8,2	9,7	13,6	18,3	21,8	27,1	26,2	21,7	16,9	10,3	6,8

Tableau A.18 : Température maximale mensuelle station de Constantine (1981-2008)

Année	Janv	Fev	Mars	Avr	Mai	Jui	Juill	Aout	Sept	Oct	Nov	Déc
1981	8,1	11,8	18,2	20,7	25,1	28,7	30,8	31,7	28,7	25,1	16,9	14,7
1982	13,1	13	14,6	16,7	22,1	31,7	36,1	32,7	28,5	21,5	15,6	10,3
1983	11,8	12,6	15,2	21	25	30	35,6	32,8	28,9	22,4	17,3	12,8
1984	11,8	10,3	13,4	18,4	22,1	29,1	34,5	31	27,4	19,4	18,2	11,9
1985	9,5	16,4	12,6	19,8	21,5	30,8	35,2	33	27,6	22,1	18,1	13,5
1986	10,5	13	13,8	18,3	26,3	28,6	32,4	34,5	28	22,3	15,1	10,9
1987	11,2	11,9	13,7	20,1	20,8	29,6	33,6	35,8	32	26,4	15,7	14,9
1988	13,6	12,8	11,7	20,3	25,6	28,7	34,7	34,3	27,7	25,8	17	10,5
1989	11,6	13,4	17,6	18	23,3	27,4	33,4	33,7	28,1	21,9	19,1	16,7
1990	9,9	17,7	16,8	18,1	23,3	32,3	32,2	31,2	32	25,5	16	9,8
1991	11,2	10,6	16,3	15,2	19,6	28	32,7	33,8	29,3	21,4	16,3	10,6
1992	10,8	12,5	13,8	17,4	22,5	26,3	30,8	34	29,9	24,4	18	12,9
1993	11,5	10,4	14,6	19,5	24,4	30,7	33,7	34,4	29,3	24,8	16,6	13,2
1994	11,6	14,3	17,8	16,2	28	30,5	35,2	37,4	30	22,5	18,9	13,4
1995	10,1	15,6	14,6	18,1	26,1	29,7	34,3	32,2	27,7	23,6	17,5	15,1
1996	13,9	10,9	15,7	17,2	22,7	26,8	32,6	33,3	26,3	21	18,4	14,9
1997	13,3	14,8	15,5	18,4	27,9	33	33,8	33,2	27,7	22,8	16,6	13,1
1998	12,7	14,9	16	20,7	22,8	32,3	35,4	33,7	29,9	21,3	15,6	11,6
1999	12,4	10,2	16,2	20,5	29,4	32,2	33,4	37,3	30,7	26,4	15,5	12
2000	10,6	14,3	18	21,6	27,8	29,7	35,1	35,1	29,5	22	18,6	15,4
2001	13,5	13,6	21,4	19	24	32	35,9	34,7	29,1	27,7	16,1	11,9
2002	12,9	15,6	17,5	21	26,8	33,3	33,5	33,1	28,4	25,4	16,8	14
2003	11,1	11	16,5	19,8	24,7	33,4	37	35,7	27,6	24,1	17,8	11,8
2004	12,4	15,4	16,9	17,7	21,6	29	34	35,5	28,8	27,2	14,7	11,9
2005	9,9	8,9	16,9	19,3	27,3	31,4	34,7	32,5	28,4	25,4	18,3	11,9
2006	10,4	12,3	18,1	22,9	27,5	33,5	34,9	32,8	28,9	27,2	19,3	13,2
2007	15,1	15,1	14,7	19,0	24,4	31,3	35,0	34,5	28,9	23,1	16,1	12,1
2008	13,9	15,1	16,2	21,2	25,8	30,0	35,8	35,1	29,1	23,7	16,3	12,1

Tableau A.19 : Température minimale mensuelle station de Constantine (1981-2008)

Année	Janv	Fev	Mars	Avr	Mai	Jui	Juill	Aout	Sept	Oct	Nov	Déc
1981	1,2	2,9	6,6	8,1	10,4	14,7	15,8	16,7	14,4	11	4,5	5,3
1982	3,4	3	3,6	6,4	10,9	17	19	17,9	14,9	10,7	6,7	2,6
1983	-0,6	1,9	4,1	7,2	7,7	14,8	18,9	18	15	10,3	8,6	4
1984	3	2,2	3,3	7,5	9,1	14,5	17,6	17,2	13,8	10,2	7,1	3,3
1985	2	5,2	3,8	7,6	10,1	16,3	19,2	17,5	13,9	10,4	8,1	3,4
1986	2,7	3,5	4,8	5,7	12,3	14	16,7	19,1	14,8	12,4	6,9	3,2
1987	2,1	3,2	4,2	7,8	9,6	15,1	19,2	19,4	17,3	13,6	6,5	5,3
1988	4,4	2,4	4,3	8,1	12,3	15,7	19,8	19,2	14,4	12,5	7,9	2,6
1989	1,3	2,8	5,6	6,7	10,3	14,1	18,2	20	16,3	11,3	8,1	6,3
1990	3,5	4,2	5,4	7,4	12	17,1	17,6	17,1	17,5	13,1	8,1	2,5
1991	1,8	0,4	6	5,6	7	14,1	17,6	17,6	16,5	11,9	5,7	1,6
1992	0,6	1,9	5	6	9,9	12,8	15,6	17,4	10,3	10,9	7,3	3,2
1993	0,8	2,2	3,1	6,1	11,1	15,8	18,1	19,2	15,3	12,2	6,3	3,4
1994	4	3,6	5,4	5,2	12,4	15,1	18,5	21,1	17,6	12,5	7,6	3,5
1995	2,2	4,5	4	5,1	11,2	15,4	18,5	18,1	15,4	11,4	6,6	6,3
1996	5,4	3	5,6	7,4	10,6	13,5	17,2	19,1	13,7	9,1	6,9	5,2
1997	4,4	4,1	3,2	6,5	12,5	18	18,7	18,8	21,1	16,8	11,7	8,3
1998	2,7	2,5	3,7	7,1	10,8	15,5	18,1	18,6	16,3	9,3	5,7	2,3
1999	3	1,5	4,7	6,6	13,4	17,5	17,9	21,8	17,1	13,8	6,6	4
2000	-0,3	2,6	5	8,3	13,4	15,4	18,9	18,5	15,5	1,7	7	4
2001	3,7	2,2	8,2	6,3	11,5	15,6	19,1	19	16,1	14,1	6,8	2,5
2002	1,2	3,1	5,7	8,1	11,4	16,6	18,8	19	15,4	11,6	8,3	5,3
2003	3,8	2,6	5,6	8,6	11,6	17,4	20,1	19,7	15,6	14	7,2	2,6
2004	2,8	3	5	6,2	9,3	13,9	17,6	19,2	14,7	12,6	5,8	4,3
2005	0,1	0,9	5,6	7,6	11,1	16,1	19,1	17,3	14,8	11,7	6,6	3
2006	1,6	2,4	4,7	8,9	13,8	16,3	18,4	17,1	14,2	12,1	6,5	4,2
2007	2,4	4,2	3,9	8,1	9,3	15,4	17,2	18,1	14,7	11,9	4,6	2,7
2008	1,7	1,9	3,6	6,3	11,7	13,8	19,0	18,2	16,0	11,2	5,1	2,5

Tableau A.20 : Pluviométrie mensuelle de la station de Béjaia (1981-2008)

Année	Janv	Fev	Mars	Avr	Mai	Jui	Juill	Aout	Sept	Oct	Nov	Déc
1981	51,5	100	96,2	43,9	21,2	23,9	2,1	27	3,2	48,7	53,6	90,4
1982	299,3	100,2	54,1	51,7	74,4	0,8	0	39,4	23,6	108	122	226
1983	11	35,3	44,2	15	14	0	2	10	3	57	59	70
1984	221	189,7	90	26	60	9	1	4	17	263	6	215
1985	129,7	39	252,9	25	62,8	1	1	7,3	80	52	101	66,9
1986	81,5	81	176,3	36	13	22	4,5	5	37	114	136	220,7
1987	73	162	74	41	47	6	4	2	27	53	216	33
1988	40	94,7	69	56	45	50	0	2	61	1	142	207
1989	90,5	14	34	124	0	16	2	12	49,1	49	66	34
1990	123,9	1	44	58	85,8	17	9	3	3	38,3	72,2	296
1991	76	95	169	34	39	2	0	8	81	188	37	44,1
1992	160,6	53,3	115,1	125	47,6	37	3,4	0	3,1	31,8	52,5	260,4
1993	78,6	88	42,4	85,5	46,2	4,5	0	0	59,5	51,3	66,2	71
1994	55,3	81,7	0,8	55,4	8,4	2,1	0,2	0,6	132,9	73,6	18,2	149,4
1995	18,4	56,8	110,3	35,6	1,8	22,8	0,3	20	71,4	15,9	55,1	60,8
1996	105,7	220,4	58,9	118,3	43,9	38,8	9,6	4,1	37,6	47	95,1	54
1997	50,1	24,5	16,3	53,9	11,3	22,2	2,4	21,4	58,2	222,1	107,6	93
1998	16,1	79,6	60,7	95,4	160,3	3,3	0	10,2	45,9	81,4	184,7	129,3
1999	125,8	119,9	52,6	29,8	14,7	1,4	0,6	2,7	47,8	24,4	93,4	227,1
2000	72,9	21,7	13,9	27,3	53,7	5,3	1,4	0	13	76,5	30,9	65,6
2001	212	70,2	9,1	65,9	37,1	0	0	12,1	47,3	2,9	103,8	70,9
2002	68,8	103,6	57,5	18,1	23,5	4,37	107,5	28,1	61,7	36,1	193,2	203,1
2003	310	69	30,7	220,6	26,5	1	0	1,5	113,9	75,5	45,6	205,5
2004	147,9	54,6	86,9	110,4	69,9	26	0	5	18,8	30,4	177,7	128,4
2005	165,5	169,5	60,4	41,9	7,7	0	0,4	6,1	28,2	31,7	107,1	174,2
2006	126,8	141	47,9	17,3	53,3	4,8	1,2	20,4	35,3	21,3	13,3	132,7
2007	9,3	20,4	176,9	131,6	12,1	9,9	2,6	562,2	63,4	149	194,8	207
2008	6,1	20,3	120,3	37,4	66,1							

Tableau A.21 : Température moyenne mensuelle de la station de Béjaia (1981-2008)

Année	Janv	Fev	Mars	Avr	Mai	Jui	Juill	Aout	Sept	Oct	Nov	Déc
1981	9,6	10,9	14,1	15,4	17,7	20,7	22	23,4	23	20,2	14,1	14,4
1982	11,7	11,1	12,7	14,2	17,8	22,6	26,4	24,9	22,7	18,6	15,2	10,7
1983	8,9	10,1	12,9	15,7	18,3	21,8	27,5	24,8	24	20,2	17	12,3
1984	11,4	10,8	11,7	15,1	16,5	20,3	25,2	23,9	22,4	18	16,7	11,5
1985	10	13,9	11,8	15,7	17,5	22	24,9	24,6	22,8	19,4	16,9	12,7
1986	11	11,7	12,8	14,6	19,2	21,1	24	26,1	23,4	20,1	14,6	11
1987	10,7	11,6	12,7	15,7	17,1	21,6	25,1	26,3	25,5	22,2	15,3	13,8
1988	13,4	10,8	12,8	15,3	18,3	21,6	25,1	26,2	22	21,1	15,7	10,6
1989	9,9	12	14,1	15,1	17,7	21,5	25,1	26,6	23,5	19,6	16,4	15,5
1990	11,3	13,5	14,2	14,4	18,3	22,1	24,4	24,6	25,7	21,1	15,7	10,1
1991	9,9	10,3	14,2	13,3	15,8	21,2	24,5	25,5	24,5	19,3	14,1	10
1992	9,7	10,6	12,2	14,3	17,6	20,2	23,2	25	23,8	18,8	15,3	12,4
1993	9,3	10,1	12,2	14,7	18,5	22	24,3	25,5	22,3	19,8	14,2	11,9
1994	11,3	11,9	14	13,8	19,5	22	25,4	28,1	19,4	20,2	16,4	12,4
1995	16,4	13,7	13,2	14,4	19,4	21,6	24,4	25,5	22,4	20,1	16,6	14,8
1996	14,2	11,4	13,8	15,7	17,8	21,6	24,1	25,2	21,4	17,5	15,9	14,2
1997	13,2	12,3	12,8	15,3	19,8	23,2	24,1	25,6	23,8	20,1	16,3	13,1
1998	12,2	12,6	13,2	15,8	18	22,2	24,4	25,1	23,6	17,8	14,6	11
1999	11,2	9,6	13,6	15	19,7	22,9	24,8	27	24,5	22,1	14,6	11,9
2000	9	11,7	13,4	16,5	19,4	21,7	25,5	26	23,4	18,9	16,2	13,9
2001	12,9	11,3	16,9	15,3	17,7	23,1	24,7	25,7	23,2	22,6	14,7	10,7
2002	10,7	11,6	14	15,4	18,4	23,9	24,2	24,6	22,9	19,5	16,2	11,2
2003	11,3	10,5	13,8	15,6	18,2	24,6	24,6	27,9	23,5	20,5	15,9	11,6
2004	11,2	12,7	13,3	14,8	17	21,3	24,8	26,5	23,5	21,8	13,9	12,2
2005	8,2	9,1	12,7	15,6	19,2	22,7	25,4	25	22,8	20,4	15	11,1
2006	10,15	10,86	13,93	17,27	20,34	22,16	25,4	25,36	23,12	21,87	17,56	12,7
2007	12,12	14,04	12,99	16,08	19,36	22,29	24,59	26,12	22,87	19,6	14,22	11,14
2008	11,46	12,29	13,21	16,15	18,54							

Tableau A.22 : Température maximale mensuelle de la station de Béjaia (1981-2008)

Année	Janv	Fev	Mars	Avr	Mai	Jui	Juill	Aout	Sept	Oct	Nov	Déc
1981	14,5	15,7	19,1	19,9	23,3	24,7	26,3	27,7	27,9	26,1	20,2	19,6
1982	17,3	15,8	18	19	21,3	27,7	32,9	28,8	27,3	24	19,6	15
1983	16,2	15,9	18,3	21,5	23,7	26,7	32,9	28,4	29,3	25,2	22,2	17,5
1984	16,4	15,2	17,1	24,7	21,4	25,1	30,6	28,1	28	22,7	22,4	16
1985	14,5	19,5	16,4	20,5	21,5	25,7	29,4	29	27,1	25,3	21,9	18
1986	16,1	17,1	17,1	20,2	24	25,5	28,9	30,7	28,3	25	19,7	16,2
1987	16,1	16,8	17,5	20,9	21,4	25,9	28,9	31,9	31,1	27,9	20,6	19,1
1988	18,7	16,9	18,8	20,2	22,6	26	29,3	31,1	26,8	27,3	20,1	15,2
1989	15,6	17,6	19,2	20,3	21,9	26	29,8	30,7	27,8	24,4	21,8	21
1990	16	19,7	19,3	18,9	22,1	26,4	28,6	28,9	29,8	26,6	20,1	14,6
1991	15,4	15	19	17,8	20,8	25,7	28,9	30,5	29,1	24	19,8	15,8
1992	15,2	16,5	17,1	19,3	22	25	27,5	29,9	28,6	24,7	21,1	17,6
1993	16,1	14,9	17,5	19,8	23,5	26,2	29,3	29,7	26,8	24,7	18,9	17,5
1994	16,3	18,1	19	19,2	24,5	25,9	30,2	33,5	29,1	24,8	21,9	17,6
1995	21,9	19,5	18,4	19,9	24,8	25,6	28,5	30,3	27,3	25,6	22,2	20
1996	18,9	15,9	18,8	20	22,4	25,7	28,6	29,1	26,4	23,3	21,6	19,2
1997	18	17,9	18,7	20,4	24,1	28,3	28,1	30,2	28,1	25,1	21,1	18,3
1998	17,4	18,1	19	21,1	21,8	27,5	28,4	29,4	28,5	23,8	19,1	16,2
1999	15,9	14,7	19,2	20,2	25	26,9	29	31,5	29,3	27,8	19	16,6
2000	15,1	17,9	19,1	22,6	23,2	25,5	30,2	31,9	28,2	24,3	22,1	19,9
2001	18,3	17,5	23,1	20,5	21,8	27,7	29,4	30,3	27,3	28,8	20,2	16,3
2002	16,5	17,2	19,4	20,7	23,3	26	28	28,8	27,9	25,7	21,5	16
2003	15,6	14,8	18,8	19,6	21,9	30	31	33,3	28,3	25,1	21,4	16,3
2004	16,9	18,3	18	19,9	21,5	25,7	29,5	31,8	29,1	28,3	19,2	16,9
2005	13,9	13,6	17,3	20,3	24,3	27,6	29,9	29,8	28	26,1	20,5	16,5
2006	15,13	16,33	20,36	22,29	24,34	27,55	30,26	29,84	28,82	27,78	23,83	17,98
2007	18,56	19,57	18,41	20,27	24,82	26,44	29,11	31,07	27,41	24,1	19,65	16,23
2008	17,81	18,23	18,92	22,1	22,93							

Tableau A.23 : Température minimale mensuelle de la station de Béjaia (1981-2008)

Année	Janv	Fev	Mars	Avr	Mai	Jui	Juill	Aout	Sept	Oct	Nov	Déc
1980	6,7	7,8	8,3	8,8	12,3	15,7	17,5	20	18,6	13	11,7	6,1
1981	5,9	7,3	10,3	10,7	13,3	16,7	17,5	19,1	18,3	15,4	10,1	10
1982	8,2	7,5	8,2	10,1	14,6	18,2	21,2	20,9	18,6	14,4	11,9	7,5
1983	5	5,9	9	10,7	13,6	17,5	21,4	20,4	19,5	16,3	13,6	8,8
1984	7,9	7	7,8	13,7	11,7	15,6	20,3	19,8	17,7	14,4	12,6	8,8
1985	6,5	9,9	8,4	11,4	13,9	18,2	20,2	19,8	18,3	15	13,4	8,8
1986	7,3	7,7	9	9,8	14,4	16,5	18,8	21,9	18,9	16,4	11,4	7,7
1987	6,6	7,6	8,3	11,3	12,7	17,2	21,2	21,4	21,2	17,9	11,6	9,9
1988	9,4	6,5	7,6	10,6	14,2	17,4	21	21,7	17,5	16,5	12,4	7,2
1989	6,4	7,5	9,6	10,3	13,3	16,8	20,4	22,6	19,8	15,7	12,5	11,7
1990	8	8,7	9,8	10,2	14,7	18,2	19,9	20,1	21,4	16,8	12,2	7
1991	6,3	6,6	10,1	9,3	10,8	16,9	20	20,8	20,8	15,7	10,1	6,2
1992	5,9	6,5	8,5	10,1	13	15,4	19	19,9	19,4	14,4	11,8	8,8
1993	5,5	6,6	7,9	10,5	14,3	17,8	20,2	21,6	18,1	15,8	10,7	8,4
1994	7,7	7,5	9,3	9,2	14,9	17,6	20,5	23,7	20,6	17,2	12,4	8,8
1995	12,4	9,5	9	9,2	14,5	17,9	20	21,1	18,5	16	12,3	11,1
1996	10,4	7,9	9,8	12	13,4	17,4	19,9	21,4	17	13,4	11,5	10,5
1997	9,5	8	7,6	10,5	15,8	18,9	20,3	21,4	20	16,6	13	9,6
1998	8,6	8,7	8,6	11,2	14,5	17,9	20	20,9	19,7	13,3	11	7,3
1999	7,9	5,6	9,3	9,9	15,4	19,2	20,2	23,4	20,1	18,4	11,1	8,4
2000	5,2	7,3	9	11,2	15,6	17,5	21,4	21,5	19,2	15,1	11,9	9,5
2001	9	7,1	11,9	10,7	13,5	18,6	20,2	21,5	19,6	18,2	11,1	6,9
2002	7	7,6	9,4	10,6	13,5	18,9	20,5	20,8	18,4	15,2	12,3	7
2003	8,2	6,9	10	11,9	14,5	20	20,9	23,4	19,7	17,2	12,5	8,3
2004	7,6	8,9	9,7	10,5	13,1	17	20,7	22	19,4	17,4	10,7	9
2005	4,6	5,9	9,2	11,9	14,5	18	21,3	20,5	18,5	16,5	11,4	8
2006	6,87	7,18	9,28	13,1	17,25	18,11	20,5	21,01	18,54	17,17	13,5	9,40
2007	7,95	9,75	8,97	13,01	14,8	18,48	20,35	22,19	19	16,42	10,78	8,04
2008	7,28	8,12	9,12	11,16	15,06							

Tableau A.24 Abréviations des variables

Variable d'étude	Abréviations
Zone d'étude	<i>zone</i>
commune	<i>commune</i>
âge de l'exploitant	<i>Age</i>
Niveau d'instruction	<i>Niveau_instr</i>
Expérience professionnelle	<i>experience</i>
Superficie agricole totale	<i>SAT</i>
Superficie agricole utilisée	<i>SAU</i>
Superficie conduite en irrigué	<i>Sup_irrig</i>
Superficie conduite en sec	<i>Sup_non-irrig</i>
Nombre de forage par exploitation	<i>Nb_forage</i>
Profondeur de pompage forage	<i>Prof_pomp forage</i>
Nombre de puits par exploitation	<i>Nb_puits</i>
Profondeur de pompage puits	<i>Prof_pomppuits</i>
Grandes cultures	<i>GC</i>
cultures maraîchères	<i>CM</i>
Plantation	<i>Plant</i>
Cultures fourragères	<i>Fourrage</i>
Plasticulture	<i>Plasti</i>
Élevage bovin	<i>Bovin</i>
Élevage ovin	<i>Ovin</i>
Aviculture ponte	<i>Avi_ponte</i>
Aviculture chair	<i>Avi_chair</i>
Aviculture totale (ponte et chair)	<i>Avi</i>
Apiculture	<i>Api</i>
Activité dominante	<i>Activ_dom</i>
Activité introduite	<i>Activ_introd</i>
Activité ancienne	<i>Activ_anc</i>
Performance économique	<i>Perf_éco</i>
Adhésion au PNDA	<i>PNDA</i>
Morcellement parcellaire	<i>Morcel</i>
Investissement sur fonds propres	<i>Invest</i>
Exercice d'une autre activité non agricole	<i>exerc_autre activ</i>
Abandon de l'activité agricole	<i>QuitAgr</i>
Raisons de quitter l'activité agricole	<i>raison de quitte l'agr</i>
Perception du changement climatique	<i>CC</i>
Baisse de la nappe	<i>baisse_nappe</i>
Niveau de la baisse de la nappe pour les forages	<i>baisse_pomp_forag</i>

تحتل الزراعة في منطقة سطيف دورا هاما على الصعيدين الاجتماعي والاقتصادي، طالما تأثرت بالمنسوب السنوي المنخفض لهطول الأمطار، حيث أن المناخ شبه الجاف يعتبر جد متذبذب و بالتالي يعتبر محددا للربحية الزراعية و مؤثرا على فعالية صنع القرار داخل المستثمرة الفلاحية. إن توقعات بعض النماذج المناخية تشير إلى أن الجزائر ستعرف تغيرا مناخيا في المستقبل المنظور، مما قد يؤدي إلى سيناريوهات درامية لاسيما تأثيره السلبي المباشر على الزراعة، وبالتالي فقد حان الوقت للتفكير في كيفية التكيف والتخفيف من آثار تغير المناخ المستقبلي على الفلاحة. تحاول هذه الدراسة تحليل سلوك المزارعين إزاء تقلب المناخ المحلي وقدرتهم على نهج نشاطات فلاحية جديدة قادرة على ضمان ديمومة مزارعهم شملت العينة 537 مزارعة موزعة على ثلاثة مناطق جغرافية لمنطقة سطيف وهي : المنطقة الشمالية، المنطقة الوسطى والمنطقة الجنوبية. تحليل المناخ يؤكد النمط الانحداري لهطول الأمطار حسب الاتجاه "شمال / جنوب"، في حين تمت ملاحظة انحصار كبير لكمية التساقط بالمنطقة الشمالية، بينما حافظت المنطقة الوسطى والجنوبية تقريبا على نفس الكمية من الأمطار خلال السنوات الثلاثين الماضية. لقد سجلت درجات الحرارة المتوسطة والدنيا في مدينة سطيف زيادة تقارب درجة مئوية واحدة ابتداء من الفترة الممتدة بين سنتي 1996 و 1998. إن التغييرات الرئيسية الملاحظة في ممارسة مختلف النشاطات الفلاحية و التي تندرج في إطار التكيف مع التغييرات المناخية، تتمثل في تخلي بعض الفلاحين عن المحاصيل البعلية واعتماد تربية الدواجن و الأبقار والزراعة المكثفة و من هنا تجدر الإشارة إلى دور الدولة من خلال برامج التنمية الفلاحية في تعزيز التقنيات السقي الموفرة للمياه و التحكم في التحولات إلى الأنماط الإنتاجية المكثفة و خاصة في المناطق الأكثر تضررا من التغييرات المناخية.

الكلمات المفتاحية : التغيير المناخي, شبه جاف, مستثمرة فلاحية, برامج الدعم الفلاحي, سطيف

Résumé

Dans la région de Sétif, l'agriculture occupe un rôle très important sur le plan socioéconomique ; au fil des années elle a été souvent influencée par la faiblesse des précipitations annuelles, en effet, le climat semi aride local est très contraignant, son caractère imprédictible affecte aussi bien la rentabilité agricole que la prise de décision au sein de l'exploitation agricole. Selon certains modèles de prédiction climatique, le climat futur de l'Algérie sera exposé à des scénarios dramatiques. Ce qui aura des répercussions directes sur l'agriculture, de ce fait, il est temps de penser dès maintenant aux modalités d'adaptation et d'atténuations des effets des changements climatiques futurs sur l'agriculture. La présente étude expose comme problématique : l'analyse du comportement des agriculteurs vis-à-vis de la variabilité climatique locale et leur aptitude à entreprendre de nouvelles pratiques capables d'assurer la viabilité de leurs exploitations. L'échantillon comporte 537 exploitations réparties sur trois zones du Sétifois : la zone nord, la zone centre et la zone sud. L'analyse climatique confirme le pattern pluviométrique Nord/sud, cependant, la zone nord devient moins humide et les zones centre et sud maintiennent presque le même taux de pluviosité durant les trente dernières années. Alors que les températures moyennes et minimales de la ville de Sétif, enregistrent une hausse avoisinant 1°C à partir des années 1996 à 1998. Les majeures transformations des pratiques agricoles considérées dans la cadre d'adaptation, relèvent de l'abandon des cultures pluviales et l'adoption de l'élevage avicole et bovin et les cultures intensives. En effet, le rôle de l'Etat à travers les programmes de développement agricole ; consistera à promouvoir les techniques d'économie d'eau et à gérer la reconversion des pratiques agricoles vers les systèmes intensifs, notamment dans les zones touchées par le Changement climatique.

Mots clés : Changement Climatique, Semi-aride, Exploitation Agricole, PNDA, Sétif