

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE

المدرسة الوطنية العليا للفلاحة
ECOLE NATIONALE SUPERIEURE AGRONOMIQUE

Thèse de Doctorat

Présentée par :

FAR Zahir

En vue de l'obtention du diplôme de Doctorat en Sciences

Spécialité : Sciences Agronomiques

Les élevages bovins de la région semi-aride de Sétif face au changement climatique : Impacts et flexibilité

Soutenue publiquement le 17/11/2016

Membres du Jury :

GHOZLANE Fayçal, Professeur, ENSA, Alger (président)

IKHLEF Hacène, Professeur, ENSA, Alger (Directeur de thèse)

ARBOUCHE Fodil, Professeur, Université d'Adrar (Examineur)

BENHOUHOU Salima, Professeur, ENSA, Alger (Examineur)

FENNI Mohamed, Professeur, Université de Sétif -1- (Examineur)

ZAIDI Farid, Professeur, Université de Béjaia (Examineur)

*A mon passé : Mes Parents. "Que Dieu, le Tout
Puissant leur accorde Sa Sainte Miséricorde et les
accueille en Son Vaste Paradis"*

A mon présent : Ma Chère Femme

*A mon futur : mes petits adorables Mohamed Siradj
et Wissal*

A toute ma famille

*A la mémoire du défunt Aziz ZEMOUDJ qui nous
a quitté à l'âge des fleurs*

Remerciements

"La reconnaissance est la mémoire du cœur"

Hans Christian Andersen

Personne ne conteste que la rédaction d'une thèse soit difficile, mais se retrouver devant ses remerciements c'est aussi difficile. Alors j'adresse un grand Merci à toutes les personnes qui ont cru en moi et qui m'ont permis d'arriver au bout de cette thèse.

Tout d'abord, je tiens à exprimer mes plus vifs remerciements au Pr. IKHLEF Hacène, mon directeur de thèse, pour la confiance qu'il m'a accordé en acceptant d'encadrer ce travail, pour ses multiples conseils et pour toutes les années qu'il a consacré à diriger cette recherche. J'aimerais également lui dire à quel point j'ai apprécié sa grande disponibilité et ses qualités d'un grand maître au travail. Enfin, j'ai été extrêmement sensible à ses qualités humaines d'écoute et de compréhension tout au long de ce travail de doctorat.

Mes plus sincères remerciements vont également aux membres du jury, qui m'ont honoré de faire figurer leur noms dans ce modeste travail en acceptant de contribuer à celui-ci par leurs débats, leurs critiques et leurs conseils :

Pr. GHOZLANE Fayçal (ENSA d'Alger) qui m'a fait l'honneur de présider le Jury, pour ses encouragements et pour avoir contribué à me transmettre les premiers ABC en zootechnie (lui et tous les enseignants du département des Productions Animales).

Pr. FENNI Mohamed (Université de sétif -1-) qui a accepté d'examiner ce travail, pour ses encouragements et pour ses aides sur le plan pédagogique.

Pr. ARBOUCHE Fodil (Université d'Adrar) qui, malgré son éloignement, a accepté d'examiner ce travail et de nous faire profiter de son expérience.

Pr. BENHOUHOU Salima (ENSA d'Alger) qui a accepté d'examiner ce travail et de nous faire profiter de ses connaissances.

Pr. ZAIDI Farid (Université de Béjaia) qui a accepté d'examiner et d'enrichir ce modeste travail et de nous faire profiter de ses idées.

Evidemment, ma thèse n'aurait pas lieu d'être sans la participation de nombreuses personnes. Que chacune soit ici remerciée. Merci aux étudiants que j'ai encadré et qui ont participé à l'élaboration du répertoire de la base de données initiale : Guerra Larem, BOUCHAIB Chérif, KHERBOUCHE Nouara, FOUGHALI Asma, REBAI Samiha, KHENNICHE Fatima, OUZANE Samra, GHOMIDH Fouzia, BELKHIRI Ardjouna et MEZITI Yasmina. Merci au personnel de la DSA de Sétif, aux vétérinaires et aux collecteurs de lait pour leur collaboration et leur appui sur terrain. Un grand Merci est adressé aussi aux éleveurs qui m'ont bien accueilli, qui ont supporté ma curiosité maintes fois lors des enquêtes et avec qui j'ai eu le plaisir de travailler : les FILLALIS, les STATRAS, les ALTIS, les SALHIS, les SEMCHEDDINES, les ZIDANES, les LOUNISSIS, les KERARICHIS, les LASLADJS, les CHOUFENES, les BOUDJELLELS, les GUENIFIS, les MARZOUGHIS, les GUIDOUMS, les TABETS, les DOUS, le FELLAHIS, les DEMBRIS, les LAAMACHES, les LEKHDARI, les KORICHIS et les LAHREACHES.

Je remercie vivement le professeur Toufik MADANI son appui et sa gentillesse. Je tiens à remercier également mes collègues pour leur soutien, leur encouragement et leur gentillesse : Aïssa MEREDAF, Abdelhamid BAA, Abdennour BIR, Charafeddine MOUFFOK, Farid DJALLEL, Abdelkrim MEBARKIA, Amar ROUABHI, Achour MENNANI, Abdelhamid MAKHLOUF, Mohamed Ridha AÏSSAOUI, Leghel TOUAZI et tous le personnel du département des Sciences Agronomiques (Université de Sétif -1-).

Je pense adresser aussi un grand merci à mes amis pour leur soutien : Abderrahmane, Adel, Riadh, Elhadi, Boulaïd, Yazid, Mohamed et Kamel.

J'adresse un remerciement particulier à mes frères et à ma sœur avec qui j'ai toujours partagé le bien et le mal dans la vie.

Enfin, j'adresse un remerciement spécial à ma femme qui a pu m'assurer un environnement idéal de travail, qui a pu tolérer mes colères, mes ennuis et mon éloignement et qui a pu surveiller mes deux petits enfants toute seule lors de mes absences.

SOMMAIRE

| | |
|--|----------|
| INTRODUCTION GENERALE | 1 |
| SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE..... | 3 |
| INTRODUCTION..... | 3 |
| CHAPITRE I. LE CHANGEMENT CLIMATIQUE DANS LE MONDE | 4 |
| 1. Histoire du changement climatique..... | 4 |
| 1.1. Genèse du discours sur le changement climatique | 4 |
| 1.2. Emergence de la problématique et début d'inquiétude..... | 4 |
| 1.3. Le Groupe d'Experts Intergouvernemental sur l'Evolution du climat (GIEC) | 5 |
| 1.4. Les dates marquantes des négociations pour le climat..... | 6 |
| La Convention-cadre (1992) | 6 |
| Le Protocole de Kyoto (1997) | 6 |
| La Feuille de route de Bali (2007) | 7 |
| La Conférence de Copenhague : COP 15/CMP 5 (2009) | 7 |
| La Conférence de Cancún : COP 16/CMP 6 (2010) | 7 |
| La Conférence de Durban : COP 17 (2011) | 7 |
| L'amendement de Doha (2012) | 8 |
| Les accords de Paris (2015) | 8 |
| 2. Le doute autour du changement climatique | 8 |
| 3. Les indicateurs de l'évolution climatique | 10 |
| 4. Les facteurs d'évolution du climat | 11 |
| 4.1. L'augmentation des concentrations atmosphériques des gaz à effet de serre | 11 |
| 4.2. La radiation du Soleil | 12 |
| 4.3. Les cycles d'activité du Soleil..... | 12 |
| 5. Scénarios possibles de l'évolution du climat | 13 |
| 5.1. Température | 14 |
| 5.2. Cycle de l'eau | 14 |
| 5.3. Qualité de l'air | 15 |
| 5.4. L'océan | 15 |
| 5.5. La cryosphère | 15 |
| 5.6. Le niveau des mers | 16 |

| | |
|--|-----------|
| 5.7. Le cycle du carbone et l'acidification de l'océan | 16 |
| CHAPITRE II. LE CHANGEMENT CLIMATIQUE EN ALGERIE | 18 |
| 1. Bilan et projections du changement climatique en Algérie | 18 |
| 2. Les effets du changement climatique | 20 |
| 2.1. Les effets du changement climatique sur les ressources en eau | 20 |
| 2.2. Les effets du changement climatique sur les sols et les écosystèmes | 21 |
| 2.3. Les effets du changement climatique sur la santé publique | 22 |
| 2.4. Les effets du changement climatique sur le secteur agricole | 23 |
| 3. Stratégies d'adaptation aux changements climatiques en Algérie | 25 |
| 3.1. Stratégie Nationale d'adaptation aux changements climatiques | 25 |
| 3.2. Adaptation de l'agriculture aux changements climatiques..... | 26 |
| 3.3. Adaptation de l'élevage aux changements climatiques..... | 27 |
| 3.4. Contraintes liées à l'adaptation | 28 |
| CHAPITRE III. LE CONCEPT DE FLEXIBILITE DES SYSTEMES D'ELEVAGE.. | 30 |
| 1. Application des concepts d'adaptation et de flexibilité à la dynamique des systèmes | 30 |
| 2. Définitions de la flexibilité..... | 32 |
| 3. Les formes de flexibilité..... | 33 |
| CONCLUSION..... | 34 |
| PARTIE EXPERIMENTALE | 35 |
| CHAPITRE I. PROBLEMATIQUE ET METHODOLOGIE DE RECHERCHE | 35 |
| 1. Problématique de recherche | 35 |
| 2. Méthodologie générale de recherche..... | 41 |
| 2.1. Objectifs de recherche..... | 41 |
| 2.2. Protocole de recherche | 42 |
| CHAPITRE II. LE CADRE D'ETUDE | 45 |
| 1. Localisation géographique de la région d'étude | 45 |
| 2. Caractères agropédoclimatiques..... | 46 |
| 2.1. Relief..... | 46 |
| 2.2. Sol | 47 |
| 2.3. Ressources en eau..... | 47 |

| | |
|--|-----------|
| 2.4. Climat..... | 48 |
| 2.5. Végétation | 49 |
| 3. Secteur agricole | 49 |
| 3.1. Les productions végétales | 50 |
| 3.2. Les productions animales..... | 51 |
| CHAPITRE III. TYPOLOGIE DES SYSTEMES D'ELEVAGES BOVINS DE LA REGION SEMI-ARIDE DE SETIF | 53 |
| 1. Introduction..... | 53 |
| 2. Matériel et méthodes | 53 |
| 2.1. Collecte des données | 53 |
| 2.2. Outils d'analyse..... | 54 |
| 3. Résultats et discussion..... | 55 |
| 3.1. Caractéristiques générales des exploitations étudiées | 55 |
| 3.2. Résultats de l'analyse en composantes principales (ACP) | 57 |
| 3.3. Les types d'élevages identifiés..... | 59 |
| 4. Conclusion..... | 64 |
| CHAPITRE IV. PERCEPTION DU CHANGEMENT CLIMATIQUE DANS LA REGION DE SETIF..... | 66 |
| 1. Introduction..... | 66 |
| 2. Matériel et méthodes | 67 |
| 2.1. Evolution du climat | 67 |
| 2.1.1. Sources des données climatiques | 67 |
| 2.1.2. Méthodologie | 67 |
| 2.1.2.1. Extraction des données archivées | 67 |
| 2.1.2.2. Calculs statistiques..... | 70 |
| 2.2. Perception des changements climatiques par les éleveurs | 70 |
| 2.2.1. Choix des éleveurs enquêtés | 70 |
| 2.2.2. Déroulement des enquêtes | 71 |
| 2.2.3. Méthode d'analyse | 72 |
| 3. Résultats et discussion..... | 73 |
| 3.1. Evolution du climat dans la région de Sétif entre 1930-1960 et 1982-2012 | 73 |
| 3.1.1. Evolution de la pluviométrie..... | 73 |

| | |
|---|-----------|
| 3.1.1.1. Pluviométrie annuelle | 73 |
| 3.1.1.2. Pluviométrie saisonnière..... | 73 |
| 3.1.1.3. Pluviométrie mensuelle | 76 |
| 3.1.2. Evolution des températures..... | 79 |
| 3.1.2.1. Températures annuelles | 79 |
| 3.1.2.2. Températures saisonnières..... | 81 |
| 3.1.2.3. Températures mensuelles..... | 83 |
| 3.1.3. Evolution du diagramme ombrothermique | 88 |
| 3.2. Perception du changement climatique par les éleveurs | 89 |
| 3.2.1. Perception du changement de la pluviométrie et de l'enneigement..... | 89 |
| 3.2.2. Perception du changement de la température et de la sécheresse | 91 |
| 3.2.3. Perception du changement agroenvironnemental | 92 |
| 3.2.4. Typologie des perceptions du changement climatique | 94 |
| 4. Conclusion..... | 96 |
| CHAPITRE V. IMPACT DES VARIATIONS CLIMATIQUES SUR L'ELEVAGE BOVIN..... | 98 |
| 1. Introduction | 98 |
| 2. Matériel et méthodes | 98 |
| 2.1. Sources des données | 98 |
| 2.2. Calculs et traitements statistiques | 99 |
| 2.2.1. Calculs de l'Autonomie aliment | 99 |
| 2.2.2. Calculs des prix de revient..... | 100 |
| 2.2.3. Traitements statistiques..... | 101 |
| 3. Résultats et discussion..... | 101 |
| 3.1. Impact des variations climatiques sur l'autonomie alimentaire | 101 |
| 3.1.1. Autonomie alimentaire totale..... | 101 |
| 3.1.2. Autonomie en fourrages..... | 103 |
| 3.1.3. Autonomie en concentrés..... | 105 |
| 3.2. Impact des variations climatiques sur les coûts de production | 107 |
| 3.2.1. Evolution des charges de production | 107 |
| 3.2.2. Structure des charges de production | 108 |
| 3.2.3. Evolution du prix de revient du lait | 112 |

| | |
|---|------------|
| 3.2.4. Evolution du prix de revient de la viande | 113 |
| 4. Conclusion..... | 115 |
| CHAPITRE VI. STRATEGIES D’ADAPTATION DES ELEVEURS ET FLEXIBILITE DES SYSTEMES D’ELEVAGE FACE AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES DANS LA REGION DE SETIF | 116 |
| 1. Introduction | 116 |
| 2. Matériel et méthodes | 117 |
| 2.1. Objectifs de l’étude..... | 117 |
| 2.2. Sources des données et méthodologie de l’étude..... | 118 |
| Résultats et discussion..... | 119 |
| 3.1. Les réponses adaptatives des éleveurs face aux changements climatiques..... | 119 |
| 3.1.1. Stocks de sécurité alimentaire et achat des aliments..... | 119 |
| 3.1.2. Déprimage des céréales et pâturage de la jachère..... | 119 |
| 3.1.3. Irrigation et gestion des apports d’eau | 121 |
| 3.1.4. Gestion de la reproduction | 121 |
| 3.1.5. Diversité des productions..... | 122 |
| 3.1.6. Achats et ventes d’animaux | 123 |
| 3.1.7. Réduction des coûts de production | 123 |
| 3.1.8. Augmentation des surfaces de pâturages | 124 |
| 3.1.9. La pluriactivité..... | 125 |
| 3.2. Les sources de la flexibilité des exploitations face aux changements climatiques | 126 |
| 3.2.1. La flexibilité du système laitier..... | 126 |
| 3.2.2. La flexibilité des systèmes mixtes et du système diversifié..... | 127 |
| 3.2.3. La flexibilité du système allaitant | 128 |
| 3.2.4. La flexibilité du système engraisseur..... | 129 |
| 3.3. Les tendances de rapport aux changements et les logiques des mesures d’adaptation | 130 |
| 3.3.1. La tendance « Agir sur »..... | 131 |
| 3.3.2. La tendance « Faire avec »..... | 132 |
| 4. Conclusion..... | 133 |
| CONCLUSION GENERALE | 135 |
| REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES..... | 138 |
| ANNEXES..... | 156 |

Liste des Figures

| | |
|--|-----------|
| Figure 01 : Projections relatives au réchauffement à la surface du globe, selon plusieurs scénarios climatiques..... | 13 |
| Figure 02 : Séries chronologiques simulées à partir de plusieurs modèles CMIP5 de 1950 à 2100 pour l'évolution de la température annuelle moyenne du globe en surface par rapport à la période 1986-2005..... | 14 |
| Figure 03 : Projections de l'élévation du niveau des mers au cours du 21 ^{ème} siècle par rapport à la période 1986-2005..... | 16 |
| Figure 04 : Séries chronologiques simulées à partir de plusieurs modèles CMIP5 de 1950 à 2100 pour le pH moyen de la surface de l'océan à l'échelle mondiale..... | 17 |
| Figure 05 : Evolution des températures moyennes annuelles de l'Algérie (1901-2000)..... | 18 |
| Figure 06 : Evolution des totaux annuels de précipitations de l'Algérie (1901-2000)..... | 19 |
| Figure 07 : Evolution de l'isoline 200 mm en l'Algérie..... | 19 |
| Figure 08 : Le cycle adaptatif d'un système socio-économique..... | 30 |
| Figure 09 : Réponse dynamique d'un système à une perturbation..... | 31 |
| Figure 10 : Modalités d'adaptation d'un système à une contrainte..... | 32 |
| Figure 10.a : Modalités des réponses des systèmes à une perturbation..... | 32 |
| Figure 10.b : Modalités des réponses dynamiques d'un système perturbé..... | 32 |
| Figure 11 : Schéma directeur de la démarche méthodologique générale..... | 44 |
| Figure 12 : Cadre de la région d'étude..... | 45 |
| Figure 13 : Carte de relief de la wilaya de Sétif..... | 46 |
| Figure 14 : Répartition des exploitations et de la SAU en fonction de la taille de l'exploitation dans la wilaya de Sétif..... | 50 |
| Figure 15 : Projection des variables sur le plan principal F1xF2 de l'ACP..... | 59 |
| Figure 16 : Projection des types d'élevage sur le plan principal défini par l'ACP..... | 64 |
| Figure 17 : Exemple d'extrait mensuel : Bulletin climatologique mensuel correspondant au mois de Mars 1943 extrait de la base de données NOAA-USA..... | 68 |
| Figure 18 : Exemple d'extrait journalier : Bulletin climatologique journalier correspondant au 1 ^{er} janvier 1930 extrait de la base de données NOAA-USA..... | 69 |
| Figure 19 : Exemple d'extrait de vérification : Carte des courbes isohyètes correspondant au mois de Décembre 1947 extraite de la base de données NOAA-USA..... | 69 |

| | |
|---|-----------|
| Figure 20 : Evolution de la pluviométrie annuelle de 1930 à 1960 et de 1982 à 2012 dans la région de Sétif | 73 |
| Figure 21 : Histogrammes de la pluviométrie moyenne saisonnière de la série 1930-1960 et de la série 1982-2012 | 74 |
| Figure 22 : Evolution de la pluviométrie saisonnière de 1930 à 1960 et de 1982 à 2012 dans la région de Sétif | 75 |
| Figure 22.a : Evolution de la pluviométrie de la saison hivernale (séries : 1930-1960 et 1982-2012)..... | 75 |
| Figure 22.b : Evolution de la pluviométrie printanière (séries : 1930-1960 et 1982-2012) .. | 75 |
| Figure 22.c : Evolution de la pluviométrie de la saison estivale (séries : 1930-1960 et 1982-2012)..... | 75 |
| Figure 22.d : Evolution de la pluviométrie automnale (séries : 1930-1960 et 1982-2012)... | 75 |
| Figure 23 : Répartition de la pluviométrie et des différences mensuelles entre les deux séries de l'étude (1930-1960 et 1282-2012) sur l'année | 76 |
| Figure 23.a : Courbes de distribution de la pluviométrie (séries : 1930-1960 et 1982-2012) | 76 |
| Figure 23.b : Histogrammes des différences mensuelles des précipitations entre 1930-1960 et 1982-2012 | 76 |
| Figure 24 : Evolution de la pluviométrie du mois le plus pluvieux et du mois le plus sec de l'année (séries : 1930-1960 et 1982-2012)..... | 77 |
| Figure 24.a : Evolution de la pluviométrie des mois de Janvier (séries : 1930-1960 et 1982-2012)..... | 77 |
| Figure 24.b : Evolution de la pluviométrie des mois de Juillet (séries : 1930-1960 et 1982-2012)..... | 77 |
| Figure 25 : Evolution des températures moyennes annuelles de 1930 à 1960 et de 1982 à 2012 dans la région de Sétif | 80 |
| Figure 26 : Evolution des températures maximales annuelles de 1930 à 1960 et de 1982 à 2012 dans la région de Sétif | 80 |
| Figure 27 : Evolution des températures minimales annuelles de 1930 à 1960 et de 1982 à 2012 dans la région de Sétif | 81 |
| Figure 28 : Histogrammes des températures saisonnières moyennes, maximales et minimales | 83 |
| Figure 28.a : Températures saisonnières moyennes | 83 |
| Figure 28.b : Températures saisonnières maximales | 83 |
| Figure 28.c : Températures saisonnières minimales | 83 |

| | |
|--|-----------|
| Figure 29 : Courbes de distribution de la température moyenne, maximale et minimale dans la région de Sétif (séries : 1930-1960 et 1982-2012)..... | 83 |
| Figure 29.a : Courbes de distribution des températures moyennes mensuelles..... | 83 |
| Figure 29.b : Courbes de distribution des températures maximales mensuelles | 83 |
| Figure 29.c : Courbes de distribution de températures minimales mensuelles | 83 |
| Figure 30 : Histogrammes des différences mensuelles des températures moyennes, maximales et minimales entre la période 1930-1960 et la période 1982-2012 dans la région de Sétif..... | 84 |
| Figure 30.a : Histogrammes des différences des températures moyennes mensuelles | 84 |
| Figure 30.b : Histogrammes des différences des températures maximales mensuelles | 84 |
| Figure 30.c : Histogrammes des différences des températures minimales mensuelles..... | 84 |
| Figure 31 : Evolution des températures moyennes, maximales et minimales de la série du mois le plus chaud de l'année dans la région de Sétif (périodes : 1930-1960 et 1982-2012)..... | 87 |
| Figure 31.a : Evolution des températures moyennes du mois de juillet | 87 |
| Figure 31.b : Evolution des températures maximales du mois de juillet..... | 87 |
| Figure 31.c : Evolution des températures minimales du mois de juillet | 87 |
| Figure 32 : Evolution du diagramme ombrothermique de la région de Sétif entre 1930-1960 et 1982-2012..... | 88 |
| Figure 32.a : Diagramme ombro- thermique de la région de Sétif (série 1930-1960)..... | 88 |
| Figure 32.b : Diagramme ombro- thermique de la région de Sétif (série 1982-2012) | 88 |
| Figure 32.c : Assemblage des diagrammes ombrothermiques..... | 88 |
| Figure 33 : Barres des niveaux de perception des changements de la pluviosité et de l'enneigement par les éleveurs | 90 |
| Figure 34 : Barres des niveaux de perception des changements de la température et de la sécheresse par les éleveurs | 92 |
| Figure 35 : Barres des niveaux de perception des indicateurs agroenvironnementaux relatifs aux changements climatiques par les éleveurs | 93 |
| Figure 36 : Distributions des perceptions des éleveurs, des systèmes d'élevage et des classes d'âge sur le plan F1xF2 de L'AFC..... | 96 |
| Figure 37 : Diagrammes ombrothermiques de la région de Sétif en 2011 et en 2012 | 99 |
| Figure 37.a : Diagramme ombrothermique de l'année normale (2011) | 99 |
| Figure 37.b : Diagramme ombrothermique de l'année sèche (2012) | 99 |

| | |
|--|------------|
| Figure 38 : Histogrammes de l'autonomie alimentaire de la matière sèche (MS) par système de production en année normale et en année sèche..... | 103 |
| Figure 39 : Histogramme de l'autonomie fourragère de la matière sèche par système de production..... | 105 |
| Figure 40 : Histogramme de l'autonomie en concentrés (MS) par système de production .. | 107 |
| Figure 41 : Histogrammes des valeurs moyennes des charges de production (Séries : Année normale ; Année sèche)..... | 108 |
| Figure 42 : Contribution des différents postes de dépenses aux charges totales de production | 109 |
| Figure 42.a : Contribution des dépenses à la charge totale de production en année normale (2011)..... | 109 |
| Figure 42.b : Contribution des dépenses à la charge totale de production en année sèche (2012)..... | 109 |
| Figure 43 : Histogrammes de l'évolution des contributions des dépenses à la charge totale de production entre l'année normale et l'année sèche selon le système d'élevage | 111 |
| Figure 43.a : Evolution des contributions des dépenses à la charge totale de production (Système Laitier) | 111 |
| Figure 43.b : Evolution des contributions des dépenses à la charge totale de production (Système Mixte Laitier) | 111 |
| Figure 43.c : Evolution des contributions des dépenses à la charge totale de production (Système Diversifié) | 111 |
| Figure 43.d : Evolution des contributions des dépenses à la charge totale de production (Système Mixte Viande) | 111 |
| Figure 43.e : Evolution des contributions des dépenses à la charge totale de production (Système Allaitant) | 111 |
| Figure 43.f : Evolution des contributions des dépenses à la charge totale de production (Système Engraisseeur) | 111 |
| Figure 44 : Différences des charges de production entre une année sèche (2012) et une année ordinaire (2011)..... | 124 |

Liste des tableaux

| | |
|---|-----------|
| Tableau 01 : Emissions cumulées de CO ₂ pour la période 2012-2100 compatibles avec les concentrations atmosphériques simulées pour les RCP par les modèles de système Terre | 17 |
| Tableau 02 : Caractéristiques des projections climatiques sur l'Algérie aux horizons 2020 et 2050... | 20 |
| Tableau 03 : Effets directs et indirects des changements climatiques sur les écosystèmes.... | 22 |
| Tableau 04 : Impacts directs et indirects du changement climatique sur les systèmes de production animale | 25 |
| Tableau 05 : Répartition des terres agricoles dans la wilaya de Sétif (compagne agricole 2012-2013) | 51 |
| Tableau 06 : Répartition des cultures et productions végétales de la wilaya de Sétif (compagne agricole 2012-2013)..... | 51 |
| Tableau 07 : Effectifs des différentes espèces animales élevées dans la wilaya de Sétif (compagne agricole 2012-2013)..... | 52 |
| Tableau 08 : Variables retenues pour l'Analyse en Composantes Principales (ACP) | 54 |
| Tableau 09 : Caractéristiques générales des exploitations étudiées..... | 57 |
| Tableau 10 : Contribution des variables aux axes F1 et F2 de l'ACP..... | 58 |
| Tableau 11 : Caractéristiques des groupes issus de la typologie des systèmes d'élevage | 63 |
| Tableau 12 : Distribution du nombre d'éleveurs de l'échantillon d'enquête "Perception" par système d'élevage identifié | 71 |
| Tableau 13 : Les formes de changements climatiques retenues pour l'étude de la perception..... | 72 |
| Tableau 14 : Pluviométrie moyenne saisonnière et annuelle..... | 74 |
| Tableau 15 : Pluviométrie moyenne mensuelle | 78 |
| Tableau 16 : Valeurs moyennes annuelles des températures moyennes, maximales et minimales... | 79 |
| Tableau 17 : Valeurs moyennes des températures saisonnières moyennes et annuelles | 82 |
| Tableau 18 : Valeurs moyennes des températures saisonnières maximales et annuelles | 82 |
| Tableau 19 : Valeurs moyennes des températures saisonnières minimales et annuelles..... | 82 |
| Tableau 20 : Températures moyennes mensuelles..... | 85 |
| Tableau 21 : Températures maximales mensuelles | 85 |
| Tableau 22 : Températures minimales mensuelles | 86 |
| Tableau 23 : Niveaux de perception des changements de la pluviosité et de l'enneigement par les éleveurs | 90 |

| | |
|---|------------|
| Tableau 24 : Niveaux de perception des changements de la température et de la sécheresse par les éleveurs | 91 |
| Tableau 25 : Niveaux de perception des changements de la température et de la sécheresse par les éleveurs | 93 |
| Tableau 26 : Valeurs propres et pourcentage de variance | 94 |
| Tableau 27 : Contributions des points-lignes aux axes F1 et F2 | 94 |
| Tableau 28 : Contributions des points-colonnes aux axes F1 et F2..... | 95 |
| Tableau 29 : Valeurs moyennes de l'autonomie alimentaire selon les variations climatiques | 102 |
| Tableau 30 : Valeurs moyennes de l'autonomie fourragère selon les variations climatiques | 104 |
| Tableau 31 : Valeurs moyennes de l'autonomie en concentrés selon les variations climatiques | 106 |
| Tableau 32 : Valeurs moyennes des contributions des différents postes de dépenses aux charges totales de production selon le système d'élevage | 110 |
| Tableau 33 : Valeurs moyennes du prix de revient du lait durant une année normale et une année sèche..... | 113 |
| Tableau 34 : Valeurs moyennes du prix de revient de la viande | 114 |
| Tableau 35 : Distribution du nombre d'éleveurs de l'échantillon d'enquête "Adaptation" par système d'élevage identifié | 118 |
| Tableau 36 : Inventaire des réponses adaptatives des éleveurs face aux changements climatiques | 126 |

Liste des abréviations

ACP : Analyse en Composantes Principales

AFC : Analyse Factorielle des Correspondances

AMOC : circulation méridienne océanique de retournement de l'Arctique

ANBT : Agence Nationale des Barrages et des Transferts

ANDI : Agence Nationale de Développement de l'Investissement

ANRH : Agence National des Ressources Hydrauliques

BA : Brune de l'Atlas

CCNUCC : Convention-Cadre des Nations Unies sur les changements climatiques

CEA/AN : Commission Economique des Nations Unies pour l'Afrique – Bureau pour l'Afrique du Nord.

CENEAP : Centre National d'Etudes et d'Analyses pour la Population et le développement

CH₄ : Méthane

CHA : Classification Ascendante Hiérarchique

CIRAD : Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement

CMP : Conférence des Parties agissant comme réunion des Parties au Protocole de Kyoto

CNI : Communication Nationale Initiale

CO₂ : Dioxyde de carbone

COP : Conférences des Parties

CRMA : Caisse Régionale de Mutualité Agricole

Da : Dinar Algérien

DA : Durée d'allaitement

DSA : Direction des Services Agricoles

E-T : Ecart type

FAO : Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture

FEM : Fonds pour l'Environnement Mondial

GES : Gaz à effet de Serre

GIEC : Groupe d'experts Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat (IPCC en anglais)

GT d'éq. CO₂ : Gigatonnes d'équivalent CO₂

GtC : *Gigatonne de Carbone*

GtCO₂ : *Gigatonne de Dioxyde de Carbone*

ha : hectare

IFPRI : Institut International de Recherche sur les Politiques Alimentaires

INRA : Institut Nationale de Recherches Agronomiques

Kg : Kilogramme

km² : kilomètre au carré

km³ : kilomètre au cube

L : litre

m : mètre

MADR : Ministère de l'Agriculture et de Développement Rural

MAT : Matière Azotée Totale

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

Max : Maximum

MCG : Modèles de Circulation Générale

Min : Minimum

mm : millimètre

MO : Main d'Œuvre

Moy : Moyenne

MRE : Ministère des ressources en eau

MS : Matière Sèche

N₂O : Oxyde nitreux

NASA: National Aeronautic and Space Administration

NOAA-USA: American National Oceanic and Atmospheric Administration

O₃ : Ozone

OCDE : Organisation de coopération et de développement économiques

OF : Offre fourragère

OMM : Organisation Météorologique Mondiale

OMS : Organisation Mondiale de la Santé

ONA : Office National d'Assainissement

ONG : Organisations Non Gouvernementales

ONM : Office National de Météorologie

ONU : Organisation des Nations Unies

OSS : Observatoire du Sahara et du Sahel

P : Précipitations

PDI : Protéines Digestibles dans l'Intestin

pH : Potentiel hydrogène (mesure de l'acidité)

PNDA : Plan National de Développement Agricole

PNDAR : Plan National de Développement Agricole et Rural

PNUD : le Programme des Nations Unies pour le Développement

PNUE : Programme des Nations Unies pour l'environnement
PRL : Prix de Revient d'un litre de lait
PRV : Prix de revient d'un kilogramme de viande
PVL : Prix de référence vente du lait
PVR : Prix de Vente de Référence
PVV : Prix de référence vente de la viande
Qx : Quintaux
RCP : profils représentatifs d'évolution des concentrations
Rdts : Rendements
RGA : Recensement Général Agricole
SAT : Surface Agricole Totale
SAU : Surface agricole utile
SC : Surface cultivée
SCN : Seconde Communication Nationale
SFP : Surface fourragère principale
SI : Surface irriguée
SMIG : Salaire Minimum Interprofessionnel Garanti
SPSS : Statistical Package for Social Sciences
T : Températures
UF : Unité Fourragère
UGB : Unité de Gros Bétail
UGBT : Effectif total des animaux
UKHI : UKHI: United Kingdom Meteorological Office High Resolution
UNESCO : Organisation des Nations Unies pour l'éducation, la science et la culture
UNU-EHS : United Nations University - Institute for Environment and Human security
USD : Dollar des Etats-Unis
UTH : Unité de Travail Humaine
% : pour cent
 α : Alpha
 Ω : Oméga
° : degré
°C : degré Celsius

INTRODUCTION GENERALE

INTRODUCTION GENERALE

Aujourd'hui, rares sont les scientifiques qui doutent encore du changement climatique. La plupart pensent que le processus du réchauffement de l'atmosphère s'accélère et que ses conséquences sont inquiétantes : l'eau des océans se réchauffe, les glaciers fondent, le niveau des mers s'élève et les zones littorales habitées pourraient être inondées. Les régions agricoles vont se déplacer, les fluctuations du climat vont s'amplifier, avec, pour conséquence, des tempêtes plus violentes (Epstein, 2000).

Les répercussions du changement climatique sur l'agriculture sont de plus en plus lourdes dans toutes les régions du monde. Alors que la demande de produits alimentaires, de fourrages, de fibres et de combustibles ne cesse d'augmenter, les changements climatiques risquent de dégrader irrémédiablement le stock de ressources naturelles dont dépend l'agriculture. Les phénomènes météorologiques extrêmes (inondations et sécheresses) se multiplient et leur fréquence et leur gravité risquent d'augmenter, ce qui aura des conséquences graves pour la production agricole et forestière et la sécurité alimentaire.

Plusieurs conférences internationales ont eu lieu pour débattre cette thématique et nombreuses sont les conventions signées pour lutter contre les effets néfastes du changement climatique. La réaction humaine peut être résumée en deux tendances principales : la prédiction des scénarios évolutifs du climat au futur et l'évaluation de son impact et, en parallèle, la mise en place de mesures pour la réduction des émissions de gaz à effet de serre pouvant avoir un impact du fait de l'inertie du système climatique. Cependant, comme les changements climatiques se poursuivront inévitablement, il est impératif de prendre des mesures d'adaptation et de promouvoir le développement durable pour y faire face. Les planifications des adaptations doivent tenir compte des conditions locales concernant les vulnérabilités, les risques, les ressources naturelles disponibles et le contexte socio-économique (FAO, 2014).

L'Algérie qui est un pays soumis à un climat difficile (majoritairement aride et semi-aride) ressent fortement les effets du changement climatique. En plus du réchauffement élevé de plus de 1,5°C (Chabane, 2012), causant des sécheresses prolongées, le pays connaît des poches de sécheresse récurrentes, des pluies tardives et irrégulières et des inondations dévastatrices ces dernières années à l'exemple de celles de Bab El Oued en 2001 et celles de Ghardaïa et Béchar en 2008. Les projections climatiques de l'avenir indiquent que le pays va

éventuellement subir encore plus de variations importantes des hausses des températures et des baisses conséquentes des précipitations.

La poursuite de ces phénomènes affectera inévitablement plusieurs secteurs socio-économiques du pays comme le tourisme, la santé et l'agriculture. Celle-ci semble être la plus sensible du fait de sa forte dépendance du climat où les systèmes pluviaux dominent encore puisque seulement 11% de la SAU nationale sont irriguées (MATE., 2010). Or, si les changements climatiques fragilisent notre agriculture (réduction des rendements, maladies, volatilité des prix), la dépendance alimentaire s'imposera davantage pendant que des efforts importants sont fournis pour promouvoir la production locale et atteindre les objectifs de souveraineté alimentaire du pays.

L'élevage bovin apparaît comme un exemple qui illustre clairement la vulnérabilité aux changements climatiques. De tels événements peuvent conduire non seulement à la réduction des productions mais aussi au risque élevé des maladies et à la faible disponibilité alimentaire notamment les fourrages dont l'animal dépend fortement. Ainsi, des surcoûts de production insupportables peuvent être induits et la durabilité de l'élevage sera soumise à des menaces et à beaucoup d'incertitudes. Il convient alors de s'interroger sur l'adaptation des éleveurs face aux évolutions de leur environnement et à la façon dont ceux-ci conçoivent ce qu'il faut changer dans la conduite de leurs systèmes d'élevage.

Ce travail vise, par conséquent, à caractériser les stratégies d'adaptation qui peuvent être développées par les éleveurs du bovin dans la région de Sétif face à un climat qui change. Il convient de ce fait de s'interroger, d'une part, sur les répercussions du phénomène sur cette activité et, d'autre part, sur la capacité des éleveurs à concevoir des solutions efficaces. Il est utile donc d'examiner comment ceux-ci réagissent face à de telles situations pour maintenir la pérennité de leurs systèmes de production.

Les concepts théoriques utilisés, en l'occurrence la notion de changement climatique et ses effets dans le monde et en Algérie, les stratégies d'adaptation, la réponse adaptative et la flexibilité des systèmes d'élevage seront développés dans une première partie qui est consacrée à une synthèse bibliographique. Puis, dans une deuxième partie, nous aborderons le cadre d'étude et la méthodologie mise en œuvre ; ensuite, nous présenterons et discuterons les résultats obtenus. Nous achèverons notre travail par une conclusion.

SYNTHESE
BIBLIOGRAPHIQUE

Introduction

INTRODUCTION

Tout comme la désertification, le développement durable, les ressources naturelles et la biodiversité, le changement climatique est, aujourd'hui, l'un des thèmes les plus abordés par la communauté scientifique en science de la nature. Pavé et *al.* (1998) classent les changements climatiques au premier rang parmi les 11 groupes de problèmes prioritaires avec 11,5% de thèmes qui préoccupent les scientifiques.

Par définition, les changements climatiques désignent une variation statistiquement significative de l'état moyen du climat ou de sa variabilité persistant pendant de longues périodes (généralement, pendant des décennies ou plus). Les changements climatiques peuvent être dus à des processus internes naturels ou à des forçages externes, ou à des changements anthropiques persistants de la composition de l'atmosphère ou de l'affectation des terres (GIEC., 2001). On note que la Convention-cadre des Nations unies sur les changements climatiques (CCNUCC., 1992), dans son Article 1, définit « changements climatiques » comme étant des « changements de climat qui sont attribués directement ou indirectement à une activité humaine altérant la composition de l'atmosphère mondiale et qui viennent s'ajouter à la variabilité naturelle du climat observée au cours de périodes comparables ».

Chapitre I.

Le changement climatique dans le monde

CHAPITRE I. LE CHANGEMENT CLIMATIQUE DANS LE MONDE

1. Histoire du changement climatique

Si la prise de conscience d'un climat qui change et de ses impacts sur le devenir de la planète et de l'humanité est récente, le discours sur le changement climatique est ancien. Dans cette rubrique, nous présentons les grands événements marquants l'histoire de ce phénomène.

1.1. Genèse du discours sur le changement climatique

Symboliquement, le discours sur le réchauffement climatique commence en 1824. Cette année-là, l'ingénieur Sadi Carnot publie ses *Réflexions sur la puissance motrice du feu et sur les machines propres à développer cette puissance*. C'est le principe de Carnot, appelé par Clausius, en 1865, la loi de l'entropie, qui bouleverse la science classique et démontre la faillite écologique de la conception mécaniste de la science économique qui ignore les échanges réels avec l'environnement et notre appartenance à la Biosphère (Grinevald, 1990).

C'est en 1824 également que le physicien Joseph Fourier publie ses « *Remarques générales sur les températures du globe terrestre et des espaces planétaires* ». Comme Carnot, Fourier traduit le bouleversement écologique et anthropologique de la révolution industrielle : « *L'établissement et le progrès des sociétés humaines, l'action des forces naturelles, peuvent changer notablement et dans de vastes contrées l'état de la surface du sol, la distribution des eaux et les grands mouvements de l'air. De tels effets sont propres à faire varier, dans le cours de plusieurs siècles, le degré de la chaleur moyenne* ». Fourier, premier scientifique à théoriser l'effet de serre, conclut : « *la température est augmentée par l'interposition de l'atmosphère parce que la chaleur trouve moins d'obstacle pour pénétrer l'air, étant à l'état de lumière, qu'elle n'en trouve pour repasser dans l'air lorsqu'elle est convertie en chaleur obscure.* » (Dufresne, 2006 ; Jacques et Le Treut., 2014).

Ces idées sont reprises en 1861 par John Tyndall qui désigne la vapeur d'eau et le gaz carbonique comme responsables de l'effet de serre. Après, Svante Arrhenius généralise ces idées en 1896. Selon ses calculs, en l'absence de CO₂, la température au sol serait de 15°C inférieure à ce qu'elle est (Jacques et Le Treut., 2014). Par contre, l'augmentation du double du volume de CO₂ actuel devrait permettre de gagner 4°C (Grinevald et Urgelli., 2000). Arrhenius jugeait que cela serait bénéfique pour l'humanité (Mouhot, 2012).

1.2. Emergence de la problématique et début d'inquiétude

Depuis les résultats d'Arrhenius (1859-1927), les travaux sur les reconstitutions des climats du passé, la modélisation du climat et les problématiques sur le changement

climatique anthropogène se multiplient : L-T De Bort en 1902, L-F Richardson en 1920, Wladimir Köppen et Alfred Wegener en 1924, G.S. Callendar en 1938, Maurice Ewing en 1947, Julius Charney et John Von Neumann en 1950, Hans Suess en 1950, etc. (Grinevald, 1990). Mais au cours de la première moitié du XX^e siècle, la plupart des scientifiques ne pensaient pas qu'une augmentation de la concentration de CO₂ entraînerait un réchauffement climatique planétaire. Ce n'est qu'en 1957 que des scientifiques américains (Gilbert Plass, Roger Revelle et Hans Suess), inquiets de l'accumulation de CO₂ dans l'atmosphère, tirèrent pour la première fois la sonnette d'alarme en signalant que l'homme était en train de conduire une expérience inédite à grande échelle sur l'atmosphère. Dans le même temps (1957), David Keeling découvre scientifiquement l'augmentation industrielle de 25% du CO₂ atmosphérique (Rochas, 2011). Mais l'heure n'était pas encore à l'alarmisme. Le mouvement écologiste ne commencera à acquérir une certaine visibilité que dans les années 1960 (Mouhot, 2012).

Les années 1980 constituent une décennie riche d'évènement alors que l'effet de serre fait pour la première fois la une du *New York Times* en 1981. Il faut dire qu'entre-temps, le trou de la couche d'ozone, très médiatisé à l'époque, montre que l'homme peut avoir un impact sur l'atmosphère plus important qu'il ne l'imaginait. Mais l'effet de serre ne devient véritablement un sujet d'inquiétude pour l'opinion publique qu'en 1988. En juin de cette année-là, James Hansen, un climatologue de la NASA affirme devant le congrès américain qu'il est certain à 99 % que le climat se réchauffe et que les hommes en sont responsables. Son témoignage fait grand bruit et les écologistes commencent à s'inquiéter partout dans le monde (Jacques et Le Treut., 2014 ; Mouhot, 2012 ; Grinevald et Urgelli., 2000).

En 1988, suivant les recommandations du rapport Brundtland et le protocole de Montréal (1987), une conférence intitulée "L'atmosphère en évolution : implications pour la sécurité du globe" a été tenue à Toronto. A l'issue de cette conférence, les scientifiques recommandent de réduire les émissions de CO₂ de 20% par rapport à leur niveau de 1988 d'ici l'an 2005. C'est aussi en 1988 que les pays membres de l'OMM et du PNUE décident de mettre en place un mécanisme intergouvernemental pour étudier le changement climatique en tant que phénomène socio-politique, et non plus seulement en tant que phénomène climatique (CCNUCC., 2001).

1.3. Le Groupe d'Experts Intergouvernemental sur l'Evolution du climat (GIEC)

En réponse aux questions et aux inquiétudes sur le climat, l'Organisation météorologique mondiale (OMM) et le Programme des Nations Unies pour l'environnement (PNUE) ont créé, en 1988, le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat.

Ce groupe a pour mandat d'évaluer, sans parti pris et de façon méthodique, claire et objective, les meilleures informations d'ordre scientifique, technique et socio-économique à ce sujet dont on peut disposer à l'échelle du globe (GIEC., 2004). Le GIEC produit principalement des rapports d'évaluation (5 rapports : 1990, 1995, 2001, 2007 et 2014) dans lesquels il confirme les informations scientifiques sur lesquelles étaient fondées les préoccupations relatives à l'évolution du climat, et il fournit la matière de départ des négociations lors des différentes conférences (scénario d'évolution, conséquences, adaptation et vulnérabilité). Le GIEC produit aussi des rapports spéciaux, des directives sur les méthodes à appliquer et des documents techniques. Chacun de ces rapports contient un résumé à l'intention des décideurs faisant le point sur les connaissances relatives aux questions traitées (GIEC., 2014).

1.4. Les dates marquantes des négociations pour le climat

Depuis la création du GIEC en 1988, la question du réchauffement climatique global fait irruption sur la scène internationale tant scientifique que géopolitique et médiatique (Dahan, 2007). Plusieurs conférences des parties (COP) ont tenté de mettre en œuvre des accords permettant de lutter contre les effets liés aux changements climatiques :

La Convention-cadre (1992)

L'adoption de la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques (CCNUCC) 1992 constitue la première réponse politique internationale formelle à la menace du réchauffement climatique. Cette convention établit un cadre d'action pour stabiliser les concentrations de gaz à effet de serre à un niveau qui empêche toute perturbation dangereuse du système climatique. Entrée en vigueur en 1994, la CCNUCC a été ratifiée par 195 pays. L'année suivante (1995) et lors de la première Conférence des Parties (COP1) qui s'est déroulée à Berlin, les Parties réunies ont surtout cherché à renforcer la Convention. Ainsi, aucun accord concret n'est signé (Carpenter, 2012).

Le Protocole de Kyoto (1997)

La troisième conférence (COP3) aboutit au célèbre Protocole de Kyoto. Celui-ci entre en vigueur le 16 février 2005, et contraint les pays développés à une baisse moyenne de 5,2% de leurs émissions de gaz à effet de serre durant la période 2008-2012, par rapport à 1990, avec des objectifs de réduction spécifiques pour chaque pays. Le dialogue de la convention s'est poursuivi jusqu'à la COP13 (Carpenter, 2012 ; Messak et Nezzar Kebaili., 2007).

La Feuille de route de Bali (2007)

Organisées conjointement en décembre 2007 à Bali, en Indonésie, les COP13 et CMP3 se sont soldées par l'adoption de la « Feuille de route de Bali » qui prévoit deux voies de négociation pour faire progresser les discussions concernant les changements climatiques : la voie de négociations au titre du protocole de Kyoto et la voie de la Convention. Cette dernière a abouti à un document appelé le « Plan d'action de Bali ». Il est axé sur quatre piliers principaux, à savoir : l'atténuation des effets du changement climatique, l'adaptation à ces changements, l'élaboration et le transfert de technologies et enfin la question du financement. La Feuille de route de Bali établissait une date butoir : décembre 2009 (Carpenter, 2012).

La Conférence de Copenhague : COP 15/CMP 5 (2009)

La conférence des Parties (COP15) de Copenhague devrait déboucher sur de nouveaux engagements des Parties et ainsi à la renégociation du protocole de Kyoto, conclu en 1997. Au lieu de cela, les négociations ont abouti sur une simple déclaration. Dans cette déclaration, les pays promettent la mise en place du Fonds vert pour le climat, sans en dessiner réellement les contours. Fustigée par de nombreux experts, cette déclaration est restée dans les mémoires comme un véritable échec (Carpenter, 2012 ; Williams, 2014 ; ONU., 2014).

La Conférence de Cancún : COP 16/CMP 6 (2010)

Les Accords de Cancún, signés à l'occasion de la COP16, incorporent les décisions prises dans le cadre des deux voies de négociation. Dans le cadre des discussions au titre de la Convention, les Parties réunies ont reconnu la nécessité de réduire de manière drastique les émissions globales de GES, en vue de limiter à 2°C la hausse de la température moyenne globale. Elles ont, par ailleurs, convenu d'envisager le renforcement de l'objectif global à long terme (en fixant celui-ci à 1,5°C) lors d'un réexamen des objectifs devant avoir lieu d'ici 2015 (Carpenter, 2012 ; Williams, 2014). Suivant ces accords, les Parties ont officialisé leur engagement dans le cadre de l'effort collectif le plus important que le monde n'ait jamais vu pour réduire les émissions de manière solidairement responsable (ONU., 2014).

La Conférence de Durban : COP 17 (2011)

En 2011, les dirigeants du monde entier se réunissent à Durban en Afrique du Sud dans le cadre de la 17^{ème} conférence des Parties. Un accord est conclu sur le prolongement du protocole de Kyoto à partir de janvier 2013 jusqu'en 2017 ou 2020. Les bases du Fonds vert sont éclaircies bien que non élucidées complètement et, la plateforme de Durban voit le jour.

Cette dernière vise à donner un cadre juridique concernant les engagements climatiques des pays. L'adoption de ce nouvel accord a été fixée pour 2015 (Carpenter, 2012).

L'amendement de Doha (2012)

Lors de la 18^{ème} conférence qui s'est tenue à Doha, au Qatar en 2012 (COP18/CMP8), les gouvernements ont consolidé les gains des négociations sur l'évolution du climat et ont ouvert la voie au relèvement des ambitions et au redoublement des efforts à tous les niveaux. L'amendement de Doha comprenait les mesures suivantes: i) de nouveaux engagements pour les Parties visées au titre du Protocole de Kyoto qui ont accepté de prendre des engagements pour une deuxième période allant de 2013 à 2020, ii) une liste révisée des gaz à effet de serre sur laquelle les Parties feraient rapport au cours de la deuxième période d'engagement, iii) et des amendements à plusieurs articles du Protocole de Kyoto (ONU., 2014).

Les accords de Paris (2015)

L'Accord de Paris a été conclu le 12 décembre 2015 lors de la 21^{ème} Conférence des parties (COP21). Plus de 165 pays sont attendus à la cérémonie de signature de cet accord prévu le 22 avril 2016 au siège de l'ONU, à New York.

L'objectif principal de l'accord de Paris figure dans son 2^{ème} article : *Contenir l'élévation de la température moyenne de la planète nettement en dessous de 2 °C par rapport aux niveaux préindustriels et poursuivre l'action menée pour limiter l'élévation des températures à 1,5 °C par rapport aux niveaux préindustriels*. L'accord endosse le concept de « responsabilités communes mais différenciées » entre les pays développés et les pays en développement ; il insiste sur l'adaptation au changement climatique et il intègre le volet financier en mettant en œuvre une obligation pour les pays développés d'appuyer les pays en développement dans leurs efforts d'atténuation et d'adaptation (CCNUCC., 2015).

En contre point des aspects positifs, beaucoup d'observateurs s'inquiètent sur plusieurs questions telles que les agrocarburants, l'économie verte, les puits de carbone, les réfugiés environnementaux, les droits de l'homme et la justice climatique (Vanwerter, 2015 ; Damian et al. 2015 ; Buffet, 2015).

2. Le doute autour du changement climatique

Sur plus de 20 ans de « lutte organisée » contre la science du climat, les climatologues et les scientifiques du GIEC (GREEN PEACE., 2010), les opposants au diagnostic d'un réchauffement de la planète principalement dû aux activités humaines se sont mobilisés avec

une vigueur renouvelée. Ces derniers regroupent une grande variété de profils, de réseaux, de motivations et d'objectifs : ils sont alors désignés par les vocables « sceptique », « climato-sceptique », « négateur » ou même « négationniste » dans un contexte extrêmement polarisé entre les partisans et les détracteurs des conclusions du Groupe intergouvernemental d'experts sur le climat (GIEC ou IPCC) (Taithe, 2014).

Selon plusieurs auteurs (Marbaix et *al.*, 2006 ; Shanahan, 2007 ; Bastien, 2014 et Taithe, 2014), les hypothèses semées par les climato-sceptiques – et pour quelques travaux publiés même dans des revues à comité de lecture-, sont soutenues principalement par les grandes compagnes du tabac et l'industrie des combustibles fossiles. Extrêmement bien financées et bien organisées, ces dernières s'appuient sur les médias, les organismes écrans et les groupes de réflexion pour nier la dangerosité de leurs produits et discréditer le corpus scientifique qui va à l'encontre des intérêts des industriels.

En effet, le changement climatique est un processus complexe. Son analyse mobilise une multitude de disciplines scientifiques : climatologie, météorologie, hydrologie, géomorphologie, océanographie, agronomie, etc. Malgré le concours de l'ensemble de ces disciplines, l'existence d'incertitudes dues à cette complexité, aux limites des sciences et connaissances actuelles conjuguées à un processus imparfait de diffusion des informations, produit et entretient une part de doute qui, en politique, peut rapidement être interprété de faiblesse voire d'incompétence. Or, c'est bien aux décideurs politiques qui « ont besoin de pouvoir justifier leur décision et de mesurer les risques encourus » (Zaccai et *al.*, 2012) qu'il appartient de soutenir le processus d'élaboration de solutions visant à répondre aux problèmes soulevés par les scientifiques du GIEC. Cette traduction politique constitue le ressort du débat autour de l'existence du changement climatique et de ses conséquences (Bastien, 2014).

En fait, les défenseurs du GIEC (Epstein, 2000 ; Oreskes, 2004 ; Mann, 2010 ; Hamilton, 2012 ; Magnan, 2013 et plusieurs autres) confirment que l'évaluation scientifique de cet organisme onusien répond à un processus solide et rigoureux, et constitue sans doute la plus grande initiative scientifique jamais organisée. Des milliers de scientifiques issus de centaines d'instituts de recherche du monde entier y apportent leur contribution. Les rapports qu'ils publient constituent les guides plus fiables dont on dispose actuellement sur la science du climat. Ces scientifiques concluent que le dérèglement du climat est une réalité. Il est induit par les activités humaines et aura des conséquences catastrophiques.

3. Les indicateurs de l'évolution climatique

- **L'augmentation de la température de surface sur la terre** est de $0,8 \pm 0,2$ °C depuis 1870. Elle reste notablement différente pour les deux hémisphères : plus forte au Nord et plus forte aux hautes latitudes. Une variabilité entre continents est également observée. Enfin, une forte modulation sur des périodes annuelles et multi-décennales est également constatée, avec deux périodes de plus forte augmentation (approximativement de 1910 à 1940 et de 1975 à 2000) encadrées par des périodes de stagnation ou de décroissance (Chapron et *al.*, 2010).

- **La température des océans**, mesurée depuis les années 1950 par les bateaux de commerce ou les navires océanographiques (jusque vers 700 m de profondeur) et plus récemment par le système de bouées profilantes agro, montre une augmentation moyenne globale depuis quelques décennies. Le contenu d'énergie thermique de l'océan a donc aussi augmenté, surtout depuis le début des années 1980. Ce réchauffement n'est pas uniforme. Il présente une importante variété régionale avec d'importantes oscillations pluriannuelles, voire décennales (GIEC., 2007b).

- **La réduction de la surface des glaces océaniques arctiques.** La banquise, dont la fonte ne contribue pas à l'élévation du niveau des océans, est un autre indicateur fort de l'accélération de l'évolution du climat : de 8,5 millions de km² stable dans la période 1950-1975, la surface des glaces de mer a connu une décroissance très rapide jusqu'à 5,5 millions de km² en 2010 (Chapron et *al.*, 2010).

- **Le recul des glaciers continentaux** est observé de façon quasi généralisée depuis 3 à 4 décennies, avec une nette augmentation au cours des 20 dernières années (Chapron et *al.*, 2010).

- **Les calottes polaires de l'Antarctique et du Groenland** ont un bilan total de masse négatif depuis une dizaine d'années. Si quelques régions élevées de l'intérieur des calottes, en particulier Antarctique, s'épaississent un peu par suite de précipitations neigeuses accrues, la perte de masse domine. Celle-ci s'effectue dans les zones côtières du Groenland et de l'Antarctique de l'Ouest par écoulement très rapide de certains glaciers vers l'océan et décharge d'icebergs. On pense que le réchauffement des eaux océaniques dans ces régions est la cause majeure des instabilités dynamiques observées (GIEC., 2007b).

- **Le niveau moyen annuel des océans** sur toute la planète s'est élevé à un rythme de 0,7 mm/an entre 1870 et 1930 et d'environ 1,7 mm/an après 1930. Depuis 1992, la hausse du niveau moyen global de la mer est de l'ordre de 3,4 mm/an. A cette élévation moyenne se superposent des oscillations pluriannuelles, liées à la variabilité naturelle du système

climatique. Depuis le début des années 1990, les contributions climatiques à cette élévation sont approximativement dues, pour un tiers à la dilatation de l'océan, consécutive au réchauffement et, pour les deux autres tiers, aux glaces continentales - à parts quasi égales, fonte des calottes polaires du Groenland et de l'Antarctique d'une part, et fonte des glaciers continentaux d'autre part (GIEC., 2007b).

- **Les indicateurs biologiques** tels que les déplacements de populations animales terrestres ou marines et l'évolution des dates d'activités agricoles saisonnières montrent aussi la survenue d'un réchauffement climatique. Bien que difficiles à quantifier, ces éléments sont importants et ont des conséquences dans de nombreux domaines d'activités professionnelles où ils sont largement pris en compte (Chapron et *al.*, 2010).

4. Les facteurs d'évolution du climat

4.1. L'augmentation des concentrations atmosphériques des gaz à effet de serre

Autres que la vapeur d'eau qui se recycle rapidement et en permanence, l'augmentation des concentrations atmosphériques des gaz à effet de serre est un élément très important qui doit être observé avec précision sur plusieurs décennies pour donner lieu à une interprétation fiable. Selon Chapron et *al.* (2010) :

La concentration du dioxyde de carbone (CO₂) augmente continûment depuis le milieu du XIX^e siècle, en raison principalement des activités industrielles, passant de 280 ppm vers 1870 à 388 ppm en 2009. Le taux de croissance mesuré depuis 1970 est environ 500 fois plus élevé que celui observé en moyenne sur les 5 000 dernières années. Les études isotopiques montrent que l'origine de cette augmentation est due pour plus de la moitié à la combustion des combustibles fossiles ; le reste aux déboisements massifs et pour une faible part à la production de ciment.

La concentration du méthane (CH₄) dû notamment aux fermentations diverses (zones humides, ruminants, déchets domestiques, biomasse, ...), aux fuites de gaz naturels et à la fonte du pergélisol, s'est accrue de 140 % sur la même période. Elle semble cependant stabilisée depuis 2000.

La concentration du protoxyde d'azote (N₂O) dû en grande partie aux activités agricoles (dont la biodégradation des nitrates agricoles dans les milieux souterrains anoxiques) a augmenté de 20 % sur la même période.

L'augmentation de l'effet de serre induit pour l'ensemble de ces trois composants est de $2,3 \text{ W/m}^2$.

4.2. La radiation du Soleil

La radiation solaire reçue par la Terre hors de l'atmosphère à une latitude donnée en été ou en hiver dépend de la luminosité du Soleil et de la distance de la Terre au Soleil, et de l'orientation de l'axe de rotation de la Terre. Ces derniers paramètres varient à l'échelle de dizaines de milliers d'années en raison de perturbations gravitationnelles exercées par la Lune et les autres planètes. Les périodes associées (20 000 ans, 40 000 ans, 100 000 ans) se retrouvent dans les cycles glaciaires-interglaciaires du Quaternaire et dans les données sédimentaires plus anciennes. Les variations de radiation saisonnières ou en latitude qu'elles induisent sont importantes, alors que les variations moyennes annuelles calculées sur la surface totale de la Terre sont faibles. L'énergie totale rayonnée par le Soleil est dominée par la partie visible du spectre et a très peu varié au XX^{ème} siècle si on fait la moyenne sur les cycles d'activité de 11 ans. La variation relative de cette énergie durant ces cycles est de l'ordre du millième. Le forçage correspondant, de l'ordre de $0,2 \text{ W/m}^2$, est 10 fois plus faible que celui dû à l'augmentation de l'effet de serre lié aux activités humaines (GIEC., 2007b).

4.3. Les cycles d'activité du Soleil

Les cycles d'activité du soleil affectent principalement la partie ultraviolette du spectre solaire, mais aussi le vent solaire et les rayons cosmiques qui subissent de fortes variations de leur amplitude pendant le cycle solaire ainsi que sur des périodes de plusieurs décennies. L'une de ces variations se manifeste par le « Minimum de Maunder » qui a vu, pendant plus de 50 ans, une très faible activité solaire révélée par l'absence quasi totale de taches solaires (ca 1645-1715). Cette observation coïncide approximativement avec les phases les plus marquées du Petit âge glaciaire. Il est intéressant de noter que le minimum solaire récent est le plus long depuis 40 ans. L'activité solaire sur cette période montre, pour plusieurs indicateurs, une diminution aussi bien des minimas que des maximas ; le minimum actuel correspondant à une absence de taches solaires pendant 266 jours, situation inédite depuis plus de 40 ans (Chapron et *al.*, 2010 ; Jacques et Le Treut., 2014).

L'irradiance mesurée depuis l'espace a diminué de 0,02 % entre l'avant dernier et le dernier cycle solaire, tandis que les indicateurs climatiques ont montré un réchauffement sur cette période de 40 ans. L'activité du Soleil ne peut donc être le facteur dominant de ce réchauffement, même si des corrélations entre l'activité solaire et certaines variations à court

terme de la température terrestre ont été mises en évidence, qui pourraient être le signe d'un couplage. Tous les mécanismes de transmission et d'amplification du forçage solaire, et en particulier de l'activité solaire, ne sont pas encore bien compris. Il faut noter que si le cycle de 11 ans de l'activité du Soleil tendait à diminuer d'intensité, comme cela a été le cas dans le passé, un ralentissement graduel du réchauffement global pourrait se produire (Chapron et al., 2010).

5. Scénarios possibles de l'évolution du climat

Afin d'anticiper et de préparer l'avenir, le GIEC (2007a) a élaboré plusieurs scénarios d'évolution des tendances climatiques pour le 21^{ème} siècle : A1, A2, B1, B2 et le scénario médian A1B. Les scénarios proposés sont composés de tendances climatiques couplées avec des composantes socio-économiques. Les scénarios A2, B1 et A1B correspondent aux scénarios les plus couramment employés (figure 01). A gauche, les courbes en trait plein correspondent aux moyennes mondiales du réchauffement en surface (par rapport à la période 1980-1999). La courbe rose correspond au cas où les concentrations se maintiendraient aux niveaux de 2000 (aucune augmentation de GES). Les barres au milieu de la figure indiquent les valeurs les plus probables (zone foncée) et les fourchettes probables d'augmentation de la température à la surface du globe selon les scénarios SRES de référence pour la période 2090 par rapport à 1980-1999. A droite, l'évolution projetée de la température en surface pour le début et la fin du 21^{ème} siècle par rapport à la période 1980-1999 selon les projections moyennes obtenues à l'aide de plusieurs modèles pour les scénarios A2, A1B et B1 pour les décennies 2020-2029 et 2090-2099.

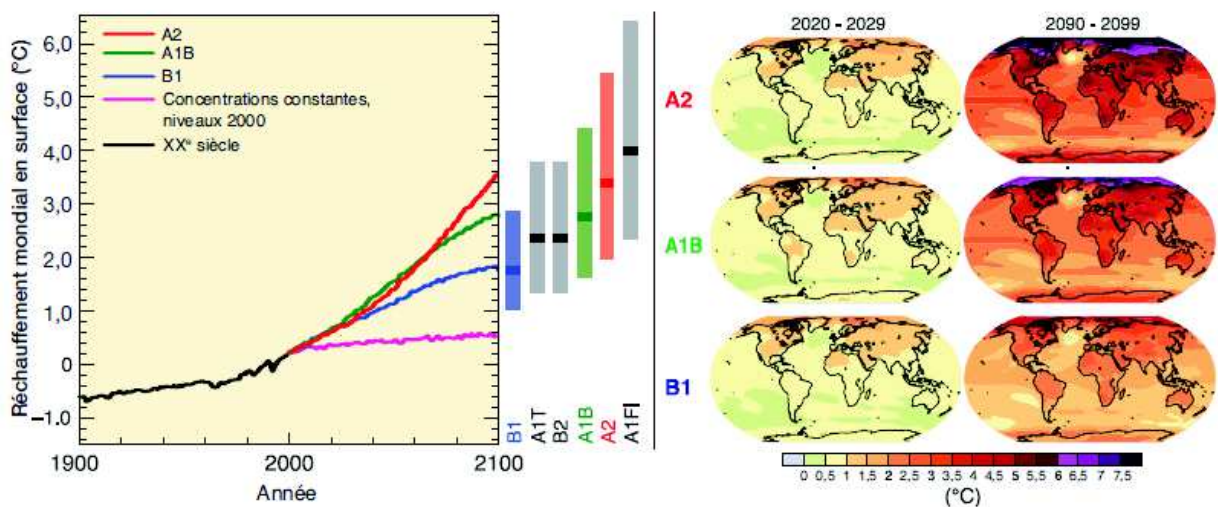


Figure 01 : Projections relatives au réchauffement à la surface du globe, selon plusieurs scénarios climatiques (GIEC, 2007b).

Un nouvel ensemble de scénarios dont les profils représentent l'évolution des concentrations (RCP) a été utilisé pour simuler les projections des changements au sein du système climatique. Les résultats qui en découlent (GIEC, 2013) confirment ceux publiés par le même organisme en 2007.

5.1. Température

Le changement de la température moyenne à la surface du globe pour la période 2016–2035 relativement à 1986–2005 sera *probablement* compris entre 0,3 °C et 0,7 °C. Ce changement pour la période 2081-2100, relativement à 1986–2005, sera *probablement* dans les plages allant de 0,3 °C à 4,8 °C selon les scénarios RCP. L'Arctique se réchauffera plus rapidement que l'ensemble du globe et le réchauffement moyen sera plus important à la surface des continents qu'à la surface des océans. Un réchauffement au-delà de 2 °C est *probable* pour les scénarios RCP6,0 et RCP8,5. Mais, il est *improbable* que le réchauffement dépasse 4 °C (figure 02).

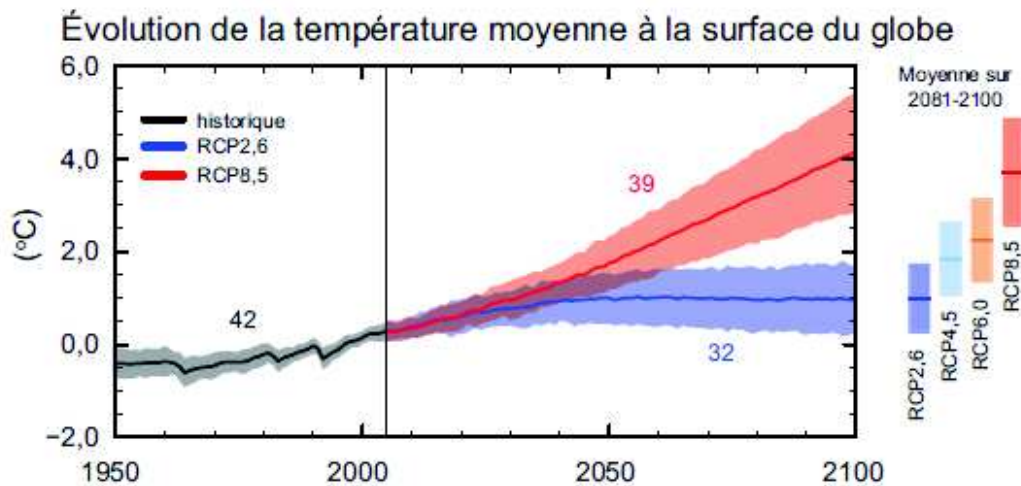


Figure 02 : Séries chronologiques simulées à partir de plusieurs modèles CMIP5 de 1950 à 2100 pour l'évolution de la température annuelle moyenne du globe en surface par rapport à la période 1986-2005 (GIEC, 2013).

5.2. Cycle de l'eau

Plusieurs auteurs (GIEC, 2007b ; IFPRI, 2009 ; Chapron et *al.*, 2010 ; GIEC, 2013) affirment que les changements concernant le cycle mondial de l'eau en réponse au réchauffement au cours du 21^{ème} siècle ne seront pas uniformes. Le contraste des précipitations entre régions humides et régions sèches ainsi qu'entre saisons humides et saisons sèches augmentera, bien qu'il puisse exister des exceptions régionales. La moyenne annuelle des précipitations augmentera *probablement* dans les hautes latitudes et l'océan

Pacifique équatorial d'ici la fin de ce siècle dans le cas du RCP8,5. Dans de nombreuses régions de moyennes latitudes et dans les régions subtropicales arides, les précipitations diminueront *probablement*, tandis que dans de nombreuses régions humides de moyennes latitudes, les précipitations moyennes augmenteront *probablement* d'ici la fin de ce siècle dans le cas du RCP8,5 (GIEC, 2013).

5.3. Qualité de l'air

La gamme des projections de qualité de l'air (ozone et PM_{2,5}¹⁷ dans les basses couches atmosphériques) est essentiellement déterminée par les émissions (dont le CH₄), plutôt que par le changement climatique physique. Le GIEC (2013) affirme qu'en moyenne globale, le réchauffement diminue la concentration de fond de l'ozone en surface. Des concentrations élevées en CH₄ peuvent retarder cette diminution, ce qui augmente la concentration de fond de l'ozone d'environ 25 % des niveaux actuels en moyenne vers l'année 2100.

5.4. L'océan

Selon le GIEC (2013), l'océan continuera à se réchauffer au cours du 21^{ème} siècle à l'échelle mondiale. De la chaleur sera absorbée à la surface et pénétrera jusqu'à l'océan profond, perturbant la circulation océanique. Les estimations les plus probables sur les cent premiers mètres sont d'environ 0,6 °C à 2,0 °C et d'environ 0,3 °C à 0,6 °C à une profondeur d'environ 1 000 m vers la fin du 21^{ème} siècle. Selon les scénarios pris en compte, il est *très improbable* que la circulation méridienne océanique de retournement de l'Arctique (AMOC) subisse une transition brutale ou s'effondre au cours du 21^{ème} siècle. Cependant, un effondrement après le XXI^e siècle suite à un réchauffement important et prolongé ne peut être exclu.

5.5. La cryosphère

Selon le GIEC (2013), il est *très probable* qu'au cours du 21^{ème} siècle, l'étendue et l'épaisseur de la banquise arctique continueront à diminuer. Vers la fin du 21^{ème} siècle, cette diminution est comprise pour septembre, entre 43 et 94% et pour février, entre 8 et 34%. De même, l'étendue du manteau neigeux de l'hémisphère Nord diminuera au printemps, au fur et à mesure de l'augmentation de la température moyenne à la surface du globe. À l'échelle mondiale, les glaciers continueront de perdre de leur volume.

5.6. Le niveau des mers

Le niveau moyen mondial des mers continuera à s'élever au cours du 21^{ème} siècle (figure 02). L'élévation moyenne du niveau des mers pour la période 2081-2100 par rapport à 1986-2005 sera probablement comprise entre 0,26 et 0,82 m (degré de confiance moyen). Pour 2100, l'élévation du niveau des mers est comprise entre 0,52 et 0,98 m, avec un rythme moyen de 8 à 15 mm an⁻¹ (tableau 01). Cette élévation ne sera pas uniforme. Il est très probable que le niveau des mers augmentera sur plus de 95 % environ de la surface des océans. Selon les projections, environ 70 % des littoraux du monde vont connaître un changement du niveau des mers proche de l'élévation moyenne (GIEC, 2013).

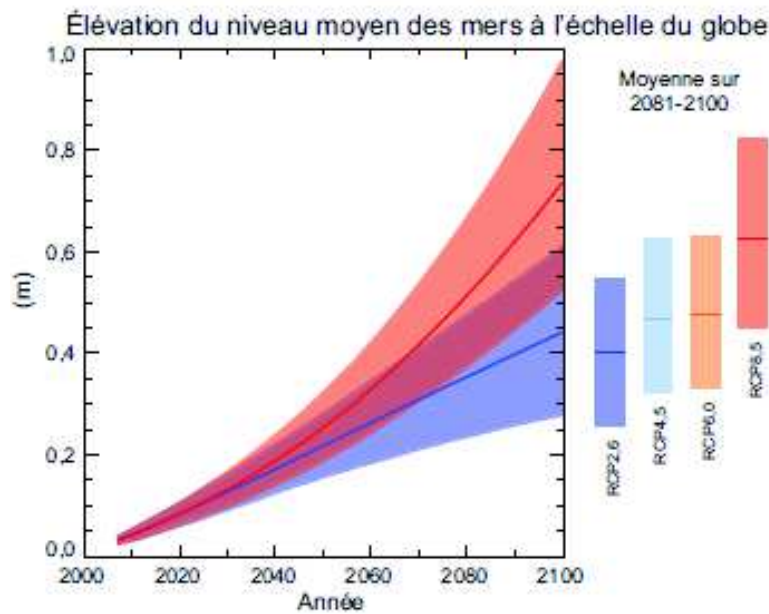


Figure 03 : Projections de l'élévation du niveau des mers au cours du 21^{ème} siècle par rapport à la période 1986-2005 (GIEC, 2013).

5.7. Le cycle du carbone et l'acidification de l'océan

Le changement climatique affectera les processus liés au cycle du carbone ce qui amplifiera l'accroissement du CO₂ atmosphérique. L'absorption de CO₂ anthropique par l'océan va continuer jusqu'en 2100. Selon les scénarios RCP, les émissions cumulées de CO₂ pour la période 2012-2100 sont comprises entre 140 et 1910 GtC (GIEC, 2013) (tableau 01).

Tableau 01 : Emissions cumulées de CO₂ pour la période 2012-2100 compatibles avec les concentrations atmosphériques simulées pour les RCP par les modèles de système Terre (GIEC, 2013).

| Scénario | Emissions cumulées de CO ₂ pour 2012-2100 | | | |
|----------|--|-------------|---------------------|-------------|
| | GtC* | | GtCO ₂ * | |
| | Moyenne | Plage | Moyenne | Plage |
| RCP2,6 | 270 | 140 à 410 | 990 | 510 à 1505 |
| RCP4,5 | 780 | 595 à 1005 | 2 860 | 2180 à 3690 |
| RCP6,0 | 1 060 | 840 à 1250 | 3 885 | 3080 à 4585 |
| RCP8,5 | 1 685 | 1415 à 1910 | 6 180 | 5185 à 7005 |

* 1 gigatonne de Carbone (GtC) = 10¹⁵ grammes de Carbone (gC). Cela correspond à 3,667 GtCO₂.

Les projections de modèles de système Terre indiquent une augmentation de l'acidification des océans pour tous les RCP. Les intervalles de la baisse correspondante du pH de l'océan de surface vers la fin du 21^{ème} siècle sont de 0,06 à 0,32 (figure 04).

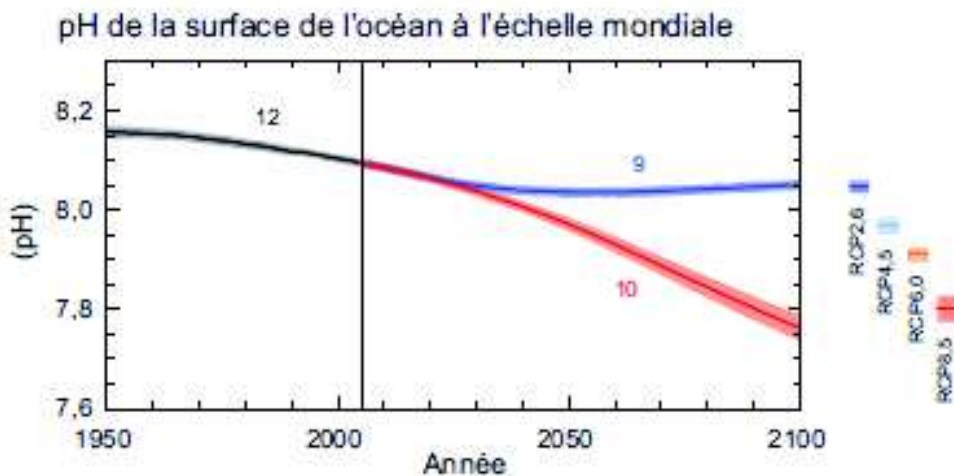


Figure 04 : Séries chronologiques simulées à partir de plusieurs modèles CMIP5 de 1950 à 2100 pour le pH moyen de la surface de l'océan à l'échelle mondiale (GIEC, 2013).

Chapitre II.

Le changement climatique en Algérie

CHAPITRE II. LE CHANGEMENT CLIMATIQUE EN ALGERIE

1. Bilan et projections du changement climatique en Algérie

De nombreuses études réalisées sur le changement climatique en Algérie (MATE, 2001 ; Djellouli, 2007 ; Tabet-Aoul, 2008 ; Nedjraoui et *al.*, 2009 ; Dakiche, 2011 ; Chabane, 2012 ; Belala et Hirche, 2013 ; Nichane et Khelil, 2014) confirment que le pays a subi un réchauffement climatique accompagné d'une baisse sensible des précipitations.

La hausse des températures au 20^{ème} siècle s'est située entre 1,5° et 2°C en Algérie, soit plus du double de la hausse moyenne planétaire soit 0,74°C (Tabet-Aoul, 2008 ; Chabane, 2012). Les températures annuelles oscillent entre 21,5°C (1916) et 23,5°C (1985). Les années les plus froides sont respectivement 1917, 1925, 1974 et 1976, et les années les plus chaudes sont 1945, 1954, 1985, 1988 et 1997 (figure 05).

L'évolution récente du climat montre une augmentation des températures moyennes annuelles estimée entre 0,5°C (Boucherf, 2007 ; Saci, 2007) et 1,6°C (Matari et *al.*, 2007). L'examen de l'évolution des températures a mis en évidence une hausse de température moyenne sur l'ensemble du pays au cours des saisons d'hiver et d'automne, mais aussi, une hausse nette des températures minimales et maximales sur l'ensemble du nord du pays (Tabet-Aoul, 2008).

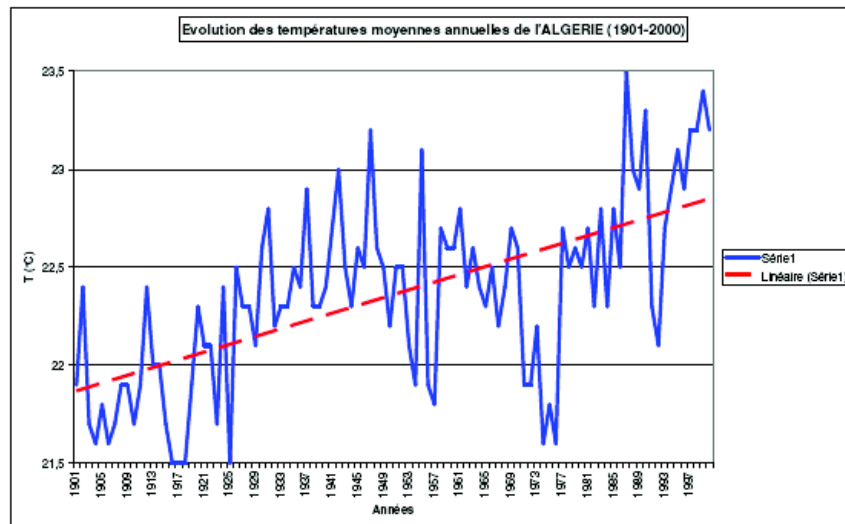


Figure 05. Evolution des températures moyennes annuelles de l'Algérie (1901-2000) (Abderrahmani, 2014)

Quant à la baisse de la pluviométrie au 20^{ème} siècle, elle varie entre 10% et 20% (Boucherf, 2007 ; Tabet-Aoul, 2008 ; Chabane, 2012). Ce déficit est beaucoup plus prononcé pour la région Ouest (20%) que pour la région Centre (13%) et la région Est du pays (12%). Pour certaines stations, la réduction des précipitations peut s'échelonner entre 20 et 40%

(Djellouli, 2007). Les précipitations annuelles oscillent entre 128 mm (1901) et 59 mm (1984) (Abderrahmani, 2014) avec des années pluvieuses (1901, 1957 et 1976) et des années plus sèches (1914, 1926, 1938, 1984 et 1999-2000) (figure 06)

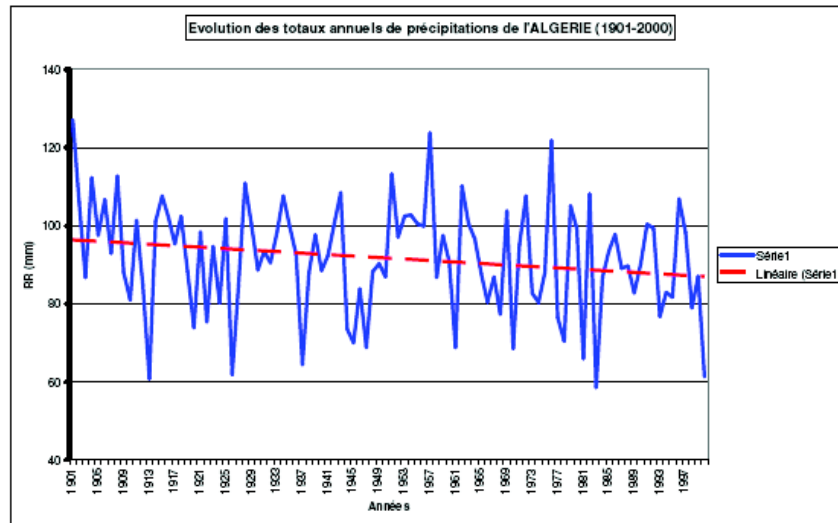


Figure 06. Evolution des totaux annuels de précipitations de l'Algérie (1901-2000) (Abderrahmani, 2014)

Nedjraoui *et al.* (2009) et Dakiche (2011) confirment la tendance à l'aridité des zones semi-arides et des zones steppiques (figure 07). Le déficit pluviométrique est compris entre 17 et 27% ; la variation interannuelle des précipitations est importante et la sécheresse est plus prononcée notamment au niveau des steppes occidentales avec l'augmentation des saisons sèches de 2 mois. Le risque de la désertification étant trop élevé.

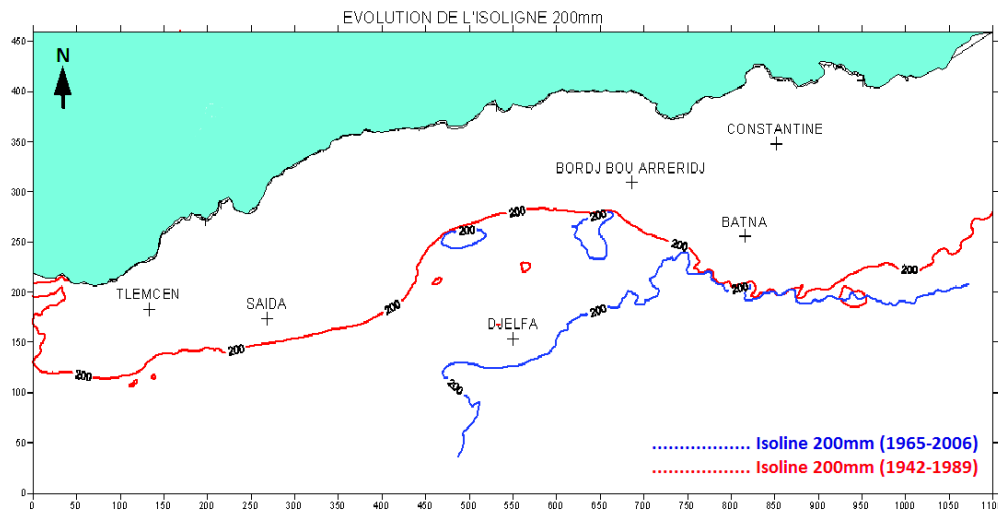


Figure 07. Evolution de l'isoline 200mm en l'Algérie (Dakiche, 2011).

Les projections futures du climat en Algérie, élaborées par les modèles de circulation générale (MCG), révèlent en moyenne une augmentation de température de 1°C et une

diminution des précipitations de l'ordre de 10% à l'horizon 2020 (Tabet-Aoul, 2008) et plus que le double de ces valeurs à l'horizon 2050, soit une augmentation des températures de 2° à 3°C et une chute des précipitations de 10 à 30% (Chabane, 2012).

Les données de projections climatiques saisonnières sur l'Algérie à l'horizon 2020 et 2050 obtenues par le modèle UKHI (United Kingdom Meteorological Office High Resolution) en utilisant le scénario « IS92A », montrent la même tendance avec des étés et des automnes plus chauds et des hivers moins pluvieux (MATE., 2010). Le printemps sera une saison moins clémente (tableau 02).

Tableau 02. Caractéristiques des projections climatiques sur l'Algérie aux horizons 2020 et 2050 (MATE, 2010).

| Saison | Paramètre climatique | 2020 | | 2050 | |
|-----------|----------------------|------|------|------|------|
| | | Bas | Haut | Bas | Haut |
| Automne | T °C (+) | 0,8 | 1,1 | 1,2 | 2,2 |
| | P % (-) | 6 | 8 | 10 | 15 |
| Hiver | T °C (+) | 0,65 | 0,8 | 0,95 | 1,6 |
| | P % (-) | 10 | 10 | 16 | 16 |
| Printemps | T °C (+) | 0,85 | 0,95 | 1,25 | 1,9 |
| | P % (-) | 5 | 9 | 10 | 20 |
| Eté | T °C (+) | 0,85 | 1,05 | 1,25 | 2,1 |
| | P % (-) | 8 | 13 | 15 | 22 |

2. Les effets du changement climatique

Les tendances à la hausse des températures et à la baisse des précipitations affectent inévitablement les composantes environnementales surtout les ressources en eau, et les écosystèmes. Aussi, elles affectent la santé publique et menacent le secteur de l'agriculture et de l'élevage.

2.1. Les effets du changement climatique sur les ressources en eau

D'après Chabane (2012), une augmentation des températures de 0,5 à 1°C induira une baisse des précipitations qui induira à son tour un déficit des eaux de surface de l'ordre de 10 à 30%. Cette raréfaction hydrique se conjuguera vraisemblablement avec une croissance des besoins de plus en plus forte. Le secteur agricole sera le plus affecté vu que des parts importantes des ressources hydriques lui sont consacrées. En 2000, les ressources en eau prélevées ont été estimées à 6,074 km³, dont 3,938 km³ destinés à l'irrigation (65 %), 1,335 km³ aux usages domestiques (22 %) et 0,801km³ à l'industrie (13 %).

De plus, la sécheresse intense et persistante observée en Algérie durant les 30 dernières années a eu un impact négatif se traduisant par de faibles régimes d'écoulement des cours d'eau, une faible retenue des eaux de surface dans les barrages, une diminution des

réserves des nappes aquifères, une chute du niveau des nappes phréatiques (< 20 m), une diminution des surfaces irrigables, des disfonctionnements de l'assainissement suite à l'insuffisance des régimes hydriques et une élévation des risques d'inondation (Nichane et Khelil, 2014). Cela a entraîné des conséquences graves sur l'ensemble des activités socio-économiques du pays (Gueroudj, 2007).

2.2. Les effets du changement climatique sur les sols et les écosystèmes

L'impact notable du changement climatique est la dégradation accélérée des sols par l'érosion hydrique et éolienne et par la salinisation en raison à la fois d'une plus forte évaporation et d'une baisse des pluies. Ces deux facteurs contribuent également, à divers degrés à la limitation de la ressource en eau, à la déperdition des terres fertiles, la dégradation des forêts, des zones naturelles et pastorales (Abderrahmani, 2014).

Le processus de changement climatique se traduira par un déplacement vers le Nord des étages bioclimatiques méditerranéens conduisant à une remontée des zones arides et désertiques (Kadik, 1983).

Les changements climatiques et une déposition plus grande de matières nutritives en provenance de l'atmosphère vont affecter directement les sols, la production végétale, la structure et la composition des espèces. L'occurrence des phénomènes extrêmes comme les inondations, les sécheresses et les vagues de chaleur risquent d'avoir des effets destructeurs sur les écosystèmes terrestres. L'élévation du niveau de la mer comme une conséquence directe des changements climatiques aura de profonds effets sur les écosystèmes côtiers. Les changements climatiques laissent présager des modifications de grande ampleur affectant les écosystèmes, les communautés biologiques, les populations tant dans leur composition que dans leur fonctionnement. Ils exercent un rôle primordial sur la distribution des flores et des faunes et modifient aussi les régimes de sélection, donc la réponse adaptative des organismes (MATE, 2003). Le tableau 03 résume les effets directs et indirects des changements climatiques sur les écosystèmes.

Tableau 03. Effets directs et indirects des changements climatiques sur les écosystèmes (MATE, 2003).

| Effets directs | Effets indirects |
|---|--|
| Changement de la croissance des espèces | Changement dans l'abondance des espèces |
| Changement de la décomposition organique | Changement de la structure des écosystèmes |
| Changement de la distribution des écosystèmes | Changement des cycles géo-biochimiques |
| | Changement des régimes de perturbation |
| | Changement de compétitivité entre espèces |
| | Changement des fonctions des écosystèmes |

2.3. Les effets du changement climatique sur la santé publique

Le réchauffement à l'échelle mondiale entraîne des menaces directes pour la santé en causant davantage de tempêtes, d'inondations, de sécheresses et d'incendies graves qui désorganiseront l'approvisionnement en eau et en nourriture et les services médicaux et autres. L'élévation des températures modifiera la répartition et accroîtra l'incidence de différentes maladies infectieuses à transmission vectorielle et d'origine alimentaire ou hydrique. La dégradation de la qualité de l'air, due notamment à la pollution par l'ozone, fait augmenter la prévalence de l'asthme et des infections respiratoires ainsi que le nombre des hospitalisations et des jours de travail et de scolarité perdus. L'utilisation croissante de combustibles fossiles pour faire face à une demande toujours plus grande d'énergie aura tendance à accroître l'incidence de ces maladies liées à la pollution de l'air et le nombre de décès prématurés, tous âges et causes confondus. La fréquence et l'intensité accrues des vagues de chaleur feront augmenter la mortalité et l'incidence du stress thermique et des coups de chaleur (OMS, 2008).

En Algérie les données relatives à l'effet du changement climatique sur la santé humaine ne sont pas comptabilisées séparément. Toutefois, Laïd (2010) expose divers signes significatifs qui montrent que cet effet se produit déjà :

- Les inondations ont occasionné d'importants dégâts humains et matériels ;
- La pollution de l'air ambiant (dont les coûts sont estimés à 15 000 000 USD/an) ;
- Les maladies transmises par l'eau et les aliments (fièvre typhoïde, diarrhée chez l'enfant) ;
- Les maladies vectorielles et les maladies transmises par les rongeurs à l'exemple du paludisme et de la Leishmaniose cutanée. Cette dernière touche aujourd'hui la quasi-totalité des wilayas atteignant le chiffre record de 25 511 cas en 2005 ;
- Les maladies mentales (liées au stress, post-traumatique) résultant des inondations ;

- Les maladies nutritionnelles (avitaminose...) et les maladies infectieuses en accroissement (bilharziose...) ou émergentes (maladie de Lyme, fièvre de la vallée du rift,...).

2.4. Les effets du changement climatique sur le secteur agricole

Les changements climatiques, du fait de l'augmentation prononcée de températures, de la baisse significative des précipitations et des sécheresses plus fréquentes et intenses, ne permettent pas la régénération du couvert végétal et constitueront une menace grave pour le secteur agricole. Le processus de changement climatique se traduirait également par une chute des rendements agricoles. Des études (Chabane, 2012) affirment que l'augmentation des températures et de leur variabilité implique un décalage et une réduction des périodes de croissance, ainsi qu'une accélération de la dégradation des sols et de la perte de terres productives. De ce fait, la production agricole accusera des réductions moyennes des rendements des céréales de 5,7% à près de 14%. Le changement climatique induira également des baisses de rendements des productions des légumes de 10 à 30 % à l'horizon 2030.

Des études concernant le littoral et l'agriculture des pays du Maghreb (Agoumi, 2003) ont permis de mettre en évidence les risques suivants :

- Altération de la dynamique côtière avec des effets sur les recharges des eaux ;
- Erosion de certaines franges côtières entraînant une grande dégradation des sols ;
- Pertes de terres au profit des eaux marines en particulier certaines îles et marais ;
- Intrusion des eaux marines dans les terres et salification des eaux côtières ;
- Changements dans les productions agricoles et aquatiques le long du littoral ;
- Fragilisation socio-économique des zones côtières liée à la fréquence élevée d'inondations, d'érosions des terres.
- Déficit de rendements des cultures pluviales pouvant atteindre 50 % durant 2000-2020 ;
- Risque de non dormance de certaines espèces arboricoles ;
- Activités agricoles en zones côtières réduites en relation avec la salification des nappes.

Quant au secteur de l'élevage, selon toute probabilité, certains de ces impacts seront plus marqués pour les systèmes de pâture en zones arides et semi-arides, particulièrement sous des latitudes basses (Hoffman et Vogel, 2008). Le changement climatique aura de très larges répercussions sur la production animale en raison de son incidence sur l'alimentation du bétail et sa productivité. La hausse des températures et la diminution des précipitations entraînent une diminution du rendement des terres de parcours et contribuent à leur dégradation. La hausse des températures a également pour effet de réduire les quantités ingérées par les animaux et d'abaisser les taux de conversion alimentaire (Rowlinson, 2008).

La diminution des précipitations et la fréquence accrue des sécheresses entraîneront une baisse de la productivité primaire des parcours, avec un risque de surpâturage et de dégradation des sols; elles pourraient aggraver l'insécurité alimentaire et être à l'origine de conflits pour l'accès à des ressources raréfiées. Les données montrent également que la période de croissance végétale pourrait se raccourcir sur de nombreux pâturages, en particulier en Afrique subsaharienne. La probabilité d'événements climatiques extrêmes devrait augmenter.

Dans les systèmes de production hors pâturages qui se caractérisent par le confinement des animaux, souvent dans des bâtiments climatisés, le changement climatique devrait avoir peu d'impacts directs et des effets principalement indirects (tableau 04). La diminution des rendements agricoles et la concurrence accrue d'autres secteurs auront probablement pour effet d'entraîner à la hausse le prix des céréales et des tourteaux oléagineux qui sont les principales sources d'alimentation animale dans ces systèmes (OCDE-FAO, 2008). La mise en œuvre de programmes et politiques de réduction de la consommation énergétique favorisant l'énergie propre pourrait aussi entraîner une hausse des prix de l'énergie. Enfin, le réchauffement climatique risque aussi d'augmenter le coût du refroidissement des animaux.

Le changement climatique jouera un rôle significatif dans la propagation des maladies à transmission vectorielle et des parasites animaux, lesquels auront des répercussions infiniment plus graves pour les hommes et les femmes les plus vulnérables engagés dans le secteur de l'élevage. Avec la hausse des températures et la variabilité accrue des précipitations, de nouvelles maladies risquent d'apparaître ou des maladies connues toucher des régions jusque-là préservées. De plus, le changement climatique pourrait favoriser le développement de nouveaux mécanismes de transmission et de nouvelles espèces hôtes. Tous les pays seront vraisemblablement affectés par l'incidence accrue des maladies animales mais les pays pauvres sont particulièrement vulnérables face à l'émergence de nouvelles maladies du fait des faibles moyens de leurs services vétérinaires.

Le changement climatique peut-il être bénéfique pour l'élevage? Il se peut que le réchauffement des températures ait des effets positifs sur l'élevage, mais cela dépendra largement du lieu et du moment où se produiront ces changements. Le relèvement des températures en hiver, par exemple, peut réduire le stress lié au froid du bétail élevé en plein air. Il peut par ailleurs entraîner une diminution des besoins énergétiques des animaux et réduire les besoins en chauffage dans les bâtiments d'élevage.

Tableau 04. Impacts directs et indirects du changement climatique sur les systèmes de production animale (FAO, 2009).

| | Pâturage | Autres systèmes que le pâturage |
|-------------------|---|--|
| Impacts directs | <ul style="list-style-type: none"> • Augmentation de la fréquence des événements météorologiques extrêmes • Augmentation de la fréquence et de l'ampleur des sécheresses et des inondations • Pertes de productivité (stress physiologique) dues à la hausse de la température • Évolution de la disponibilité de l'eau (peut augmenter ou baisser, selon la région) | <ul style="list-style-type: none"> • Évolution de la disponibilité de l'eau (peut augmenter ou baisser, selon la région) • Augmentation de la fréquence des événements météorologiques extrêmes (impact moins précis que pour les systèmes extensifs) |
| Impacts indirects | <ul style="list-style-type: none"> • Évolutions agro-écologiques et transformation des écosystèmes entraînant : <ul style="list-style-type: none"> - une altération de la qualité et de la quantité du fourrage - des évolutions au niveau des interactions hôte-pathogène entraînant une incidence accrue des maladies naissantes - des épidémies de maladies | <ul style="list-style-type: none"> • Augmentation des prix des ressources, par exemple, les aliments, l'eau et l'énergie • Épidémies de maladies • Augmentation du coût des logements pour animaux, par exemple les systèmes de refroidissement |

3. Stratégies d'adaptation aux changements climatiques en Algérie

3.1. Stratégie Nationale d'adaptation aux changements climatiques

La plupart des pays ont bien compris que le changement climatique constituait un défi supplémentaire dont il fallait désormais tenir compte dans leurs efforts de développement. C'est ainsi qu'avec l'appui de leurs partenaires techniques et financiers, ils multiplient les actions visant d'une part, à mieux comprendre le phénomène et ses impacts ainsi que les différents niveaux de vulnérabilité (sectoriel, régional, zones sensibles, populations vulnérables) et, d'autre part, à établir des stratégies ciblées et intégrées dans leurs politiques de développement socio-économiques (CEA/AN, 2011).

Confrontés à la menace climatique, l'Algérie a élaboré des stratégies pour réduire ou limiter les effets néfastes du changement climatique. La première Communication Nationale Initiale (CNI) a été présentée, en 2001, dans le cadre de la Conférence des Parties de la Convention Cadre des Nations Unies pour les Changements Climatiques (CCNUCC). Cette Communication Nationale intègre les données et les informations relatives aux modifications du climat sur son territoire. Les mesures d'adaptation se situent à trois niveaux : i) niveau technique en modifiant les pratiques d'exploitation dans les secteurs directement touchés par les changements climatiques, ii) niveau réglementaire pour protéger les écosystèmes naturels

et, iii) niveau socio-économique impliquant l'adaptation de ses systèmes dans un concept de développement durable (MATE, 2001).

Dans le cadre de l'élaboration de la Seconde Communication Nationale (SCN) qui portera un accent particulier sur les inventaires de Gaz à effet de Serre (GES), l'évaluation des impacts potentiels des changements climatiques, les options d'adaptation à ces changements et la mise à jour des mesures d'atténuation des émissions de GES, le Programme des Nations Unies pour le Développement (PNUD) s'est chargé du suivi du projet et de l'évaluation de la gestion des fonds alloués afin d'assurer sa bonne application (Chabane, 2012). Ainsi, plusieurs objectifs à réaliser ont été définis (MATE, 2010) :

- améliorer la qualité des données et informations rapportées dans le cadre de la CNI avec une forte implication et une participation active de tous les acteurs à l'échelle nationale ;
- renforcer la prise en compte du changement climatique dans la politique nationale de développement ;
- réaliser des inventaires des GES au niveau de tous les secteurs concernés (énergie, industrie, agriculture, déchets, ressources hydriques, forêts).

3.2. Adaptation de l'agriculture aux changements climatiques

Selon Abderrahmani (2014), on peut limiter les effets négatifs des changements climatiques en s'adaptant, au niveau local, aux nouvelles conditions de culture. On distingue deux types d'adaptation possible (Rosenzweig et Parry, 1994) : celles que l'agriculteur peut mettre en œuvre lui-même (niveau 1) et celles qui nécessitent des investissements dans les infrastructures de recherche, de développement, d'aménagement (niveau 2) qui ne seraient facilement accessibles qu'aux pays développés.

Parmi les adaptations possibles au niveau 1, l'agriculteur peut modifier les dates de semis pour les cultures annuelles. Des semis plus précoces peuvent en effet permettre à des cultures d'hiver d'échapper à des périodes estivales dangereuses et à des cultures de printemps d'allonger leur cycle végétatif.

Quant aux adaptations de niveau 2, elles comprennent entre autres la sélection variétale (de géotypes adaptés en termes de longueur de cycle ou d'efficacité photosynthétique). Cependant, ces adaptations de niveau supérieur ne sont pas à la portée immédiate du monde agricole et leur aboutissement nécessite des efforts soutenus de recherche et par suite d'importants moyens financiers.

Il est également possible de s'adapter en déplaçant géographiquement les zones de production. Le réchauffement observé équivaut, sur le siècle, à un déplacement vers le nord de l'ordre de 180 km ou en altitude de l'ordre de 150 mètres. Les effets étant très différents d'une région à une autre et d'un pays à l'autre (Abderrahmani, 2014).

Dans ce sens, la Communication nationale initiale (MATE, 2001) et la seconde communication nationale à la CCNUCC (MATE, 2010) préconisent des mesures d'adaptation de l'agriculture aux changements climatiques. Ces mesures concernent la gouvernance dans la gestion des ressources naturelles (eau et sol), l'adaptation des pratiques et des calendriers agricoles au contexte du changement climatique, la maîtrise et la mise en œuvre des avancées scientifiques et techniques (sélection et amélioration génétiques, lutte contre la désertification, conservation du sol, aménagement du territoire,...etc.) et le renforcement des capacités humaines pour assurer la mise en œuvre des mesures choisies.

3.3. Adaptation de l'élevage aux changements climatiques

Peut-on rendre le secteur de l'élevage moins vulnérable aux effets du réchauffement climatique ? De grandes stratégies apparaissent. La première s'appuie sur l'alimentation du bétail. Elle vise à limiter les fluctuations de productivité, d'une part, en sélectionnant des espèces fourragères plus résistantes pour les prairies temporaires et, d'autre part, en améliorant la gestion du pâturage des prairies permanentes. Une deuxième stratégie consiste à développer des programmes de sélection pour rendre les animaux moins sensibles aux conditions d'élevage difficiles (chaleur, restriction hydrique ou alimentaire). Une troisième voie d'adaptation repose sur la maîtrise des risques sanitaires qui tendent à augmenter avec le réchauffement. Il faut anticiper les changements de répartition géographique des agents pathogènes et limiter leurs conséquences sur les élevages (Mottet et *al.*, 2015).

En Algérie, le plan d'action national relatif aux changements climatiques (MATE, 2001) envisage dans ce cadre, des actions pour protéger, améliorer et développer les élevages bovins, ovins, caprins, camelins et équins. Les actions à entreprendre sont axées principalement sur le renforcement des structures spécialisées, l'orientation du choix des espèces vers les races moins exigeantes à nourrir, mieux adaptées aux croisements et résistantes aux variabilités climatiques, la préservation des femelles reproductrices, le développement des cultures fourragères moins exigeantes en eau et résistantes aux climats rudes et l'amélioration des performances de production et des services liés à la santé animale.

3.4. Contraintes liées à l'adaptation

De nombreuses contraintes limitent la mise en œuvre des activités liées à l'adaptation en Algérie. Malgré les efforts consentis et les stratégies adoptées, le rapport sur les risques du monde (World Risk Report 2014), publié par l'université des nations unies (UNU-EHS., 2014) classe l'Algérie au 60^{ème} rang des pays à forts risques notamment des changements climatiques avec un indice global de 7,63%, une exposition aux risques de 15,82%, une vulnérabilité de 48,24% et surtout, un manque de capacités d'adaptation de 73,76%.

L'Observatoire du Sahara et du Sahel (OSS., 2007) identifie les contraintes suivantes en Afrique du Nord :

- *Manque de données (76,67%)* : dans la plupart des cas, les données sont collectées strictement dans le cadre de projets précis, ce qui pose le problème de la durabilité du processus de collecte de données. Encore, les réseaux nationaux d'observation et de collecte couvrent une partie limitée du territoire national. Les données existantes ne sont pas très fiables, suffisantes et précises pour permettre de qualifier les changements climatiques et identifier les seuils d'alerte. Quant aux références scientifiques, le fait qu'elles existent essentiellement en anglais pose un problème pour les pays du Maghreb qui ont le français et l'arabe comme langues de travail.
- *Insuffisance de l'expertise (76%)* : cette insuffisance se traduit par une faible formation des agents qui, en général, ont un profil de formation classique (agronomie, hydrologie, sociologie, économie, etc.), mais aussi par un manque de ressources qualifiées.
- *Faiblesse des ressources financières (76%)* : la quasi-totalité des institutions consultées, hormis les ONG, s'appuient sur les subventions de l'Etat pour réaliser leurs activités. En général, les subventions de l'Etat sont très limitées, le recours à des ressources extérieures mobilisées dans le cadre des projets est une option envisagée.
- *Faible sensibilisation des décideurs politiques (56,67%)* : malgré les fréquentes alertes lancées au niveau international, les décideurs politiques de l'Afrique en général, et ceux de l'Afrique du Nord en particulier ne sont pas encore entièrement sensibles à la nécessité de s'adapter convenablement face aux impacts négatifs des changements climatiques.
- *Faible valorisation des travaux de recherche (56%)* : il existe peu de travaux de recherche sur l'adaptation aux changements climatiques en Afrique du Nord, en raison notamment de la nouveauté de la thématique mais aussi du fait que la recherche ne constitue pas encore une priorité.

- *Manque de moyens de recherche (46,67%)* : les instituts et centres de recherche déplorent la faiblesse de moyens de recherche (équipements de terrain, matériels de laboratoire, outils de mesure et d'observation, etc.). Il existe également dans la région une déconnexion entre les universités, les chercheurs et le monde du développement.
- *Faiblesses institutionnelles (43,33%)* : il n'y a pas en Afrique du Nord d'institutions spécialisées sur les changements climatiques et l'adaptation. Quant aux institutions existantes, elles coopèrent peu entre elles.
- *Absence de cadre législatif et/ou réglementaire (40%)* : dans chacun des pays de la région, des législations relatives aux questions environnementales existent. Cependant, il se pose comme partout en Afrique un réel problème de mise en œuvre. En effet, lorsque le cadre législatif existe, son application fait défaut parce qu'il est insuffisamment accompagné de moyens de mise en œuvre et de contrôle.

On note également dans la région une faible implication des ONG alors que celles-ci déploient des efforts remarquables auprès des communautés locales. De même, le secteur privé est quasiment absent dans le domaine de l'adaptation, comme dans celui de l'environnement, des domaines qui ne revêtent pas a priori de grands intérêts économiques et financiers.

Chapitre III.

Le concept de flexibilité des systèmes d'élevage

CHAPITRE III. LE CONCEPT DE FLEXIBILITE DES SYSTEMES D'ELEVAGE

1. Application des concepts d'adaptation et de flexibilité à la dynamique des systèmes

La notion de flexibilité est employée dans de nombreuses disciplines scientifiques comme la physique, l'économie, la sociologie et la biologie. Elle est le plus souvent accompagnée des notions de rigidité, d'élasticité et de plasticité pour qualifier la réaction à une contrainte. Son application au système revient à l'écologue Holling (1973) qui considérait que la mise en dynamique d'un système inclut des chocs brutaux qui peuvent remettre en cause son existence et qui font partie de tout un ensemble de perturbations quasi permanentes avec lesquels le système doit composer. Deux éléments se dégagent :

- l'adaptation vue comme une capacité à faire face à des perturbations permanentes et de nature variée,
- les acteurs, pour gérer les changements de court terme, intègrent des éléments d'une vision à long terme, laquelle inclut l'idée de préserver des capacités d'adaptation dans un contexte incertain.

Holling (2001) a proposé un cadre général de représentation de la dynamique d'un système socio-écologique qui regroupe ces deux idées. La dynamique est représentée par un enchaînement de cycles qualifiés d'adaptatifs (figure 1). Chaque cycle est composé de phases successives au cours desquelles le système subit soit des perturbations modérées associées à une maîtrise croissante du système avec l'expérience, soit des chocs nécessitant de reconfigurer le système. Si cette reconfiguration échoue, le système s'effondre.

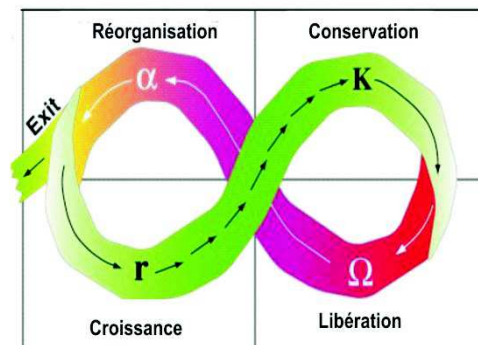


Figure 08: Le cycle adaptatif d'un système socio-économique¹ (Holling, 2001).

¹ Il faut lire le schéma comme un grand 8 de foire. r à K : une situation qui change peu ou lentement, avec des perturbations modérées. L'apprentissage permet une capacité de contrôle et de maîtrise croissante.

K à Ω : choc. Libération des ressources.

Ω à α : mobilisation du potentiel (ressources, capital) pour réorganiser le système.

Après α : Exit (échec) ou reprise d'un cycle nouveau.

La réponse adaptative d'un système à une perturbation s'observe au niveau de l'état et/ou de la fonctionnalité du système considéré (figure 09). Au début, le système est sur sa trajectoire d'équilibre. Ensuite, une perturbation plus ou moins soudaine et intense entraîne, après un certain délai, la réponse du système considéré. L'amplitude de cette réponse dépend de l'intensité de la perturbation et du degré de résistance du système à celle-ci. Cette amplitude de réponse est parfois évaluée relativement à l'intensité de la perturbation, en termes de niveau d'élasticité. Dans la phase suivante, le système tend à revenir sur sa trajectoire initiale ou sur une nouvelle trajectoire. Les modalités de ce retour (vitesse de retour, degré de celui-ci...) déterminent la capacité de récupération ou de régénération du système, appelée résilience dans sa définition la plus fréquente (Sauvant et Martin, 2010).

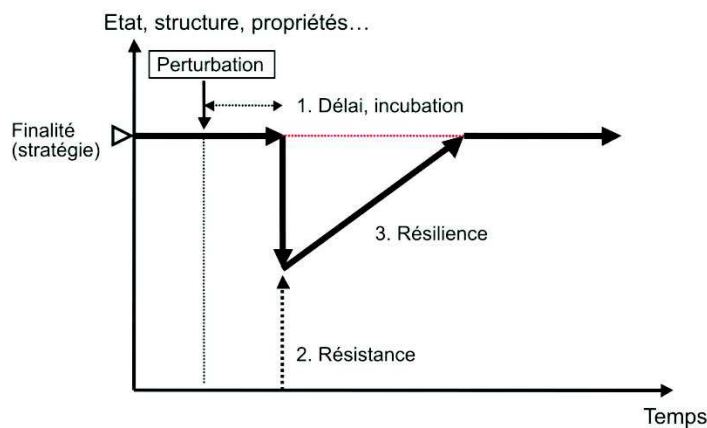


Figure 09 : Réponse dynamique d'un système à une perturbation (Sauvant et Martin, 2010).

La réponse adaptative des systèmes aux perturbations s'exprime selon différentes modalités (figures 10.a et 10.b). Elle peut consister à :

- résister ; on parle alors de systèmes rigides. Ces systèmes ne s'adaptent pas aux contraintes externes. Ils ne déforment pas leur structure et ne modifient pas leur finalité... jusqu'à la rupture éventuelle.
- se déformer ; on parle alors de systèmes élastiques ou flexibles. Les systèmes élastiques s'adaptent en modifiant transitoirement leur structure, leur résilience étant donc égale à leur déformation maximale. Généralement, leur finalité n'est pas modifiée ; on parle alors de stabilité téléonomique. L'homéostasie traduit les propriétés élastiques des êtres vivants. Les adaptations tactiques des systèmes traduisent également souvent des propriétés élastiques. Quant aux systèmes flexibles, ils s'adaptent aux perturbations grâce à leur capacité à modifier

soit leur structure tout en gardant la même finalité, soit leur finalité tout en conservant leur structure. La flexibilité implique généralement l'idée d'une gamme de formes possibles.

– se transformer ; on parle alors de systèmes plastiques. Ils s'adaptent grâce à leur capacité à modifier leur structure et à se refinaliser par rapport à un nouvel objectif. La plasticité se caractérise ainsi par la faculté de prendre forme et la capacité de changer de forme.

Sauvant et Martin (2010) considèrent d'une façon générale que la capacité d'adaptation confère une certaine stabilité (de structure, de fonctionnalité, de finalité...) face aux changements et aux perturbations. Walker et *al.* (2004) soulignent pour les systèmes écologiques l'importance de la boucle de retour, et en particulier la gestion flexible qui est nécessaire pour conserver les ressources critiques (gestion adaptative) et l'évolution des règles qui influent sur la résilience au cours de l'auto-organisation (gouvernance adaptative).

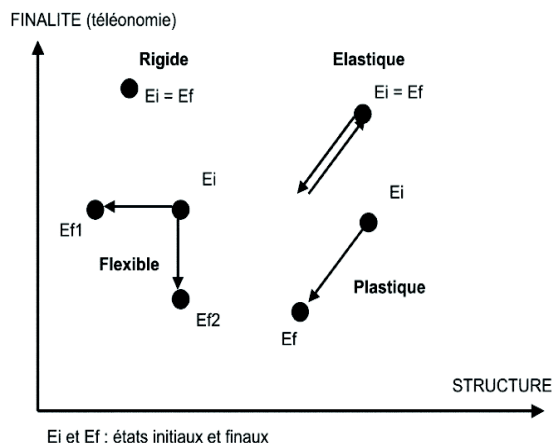


Figure 10.a : Modalités des réponses des systèmes à une perturbation (Alcaras et Lacroux, 1999).

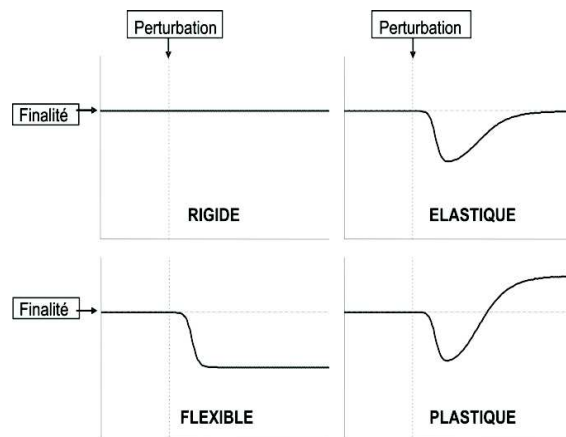


Figure 10.b : Modalités des réponses dynamiques d'un système perturbé (Sauvant et Martin, 2010).

Figure 10 : Modalités d'adaptation d'un système à une contrainte.

2. Définitions de la flexibilité

La flexibilité est un concept des sciences de gestion et de l'économie industrielle (Chia et Marchenay, 2008). Elle renvoie à l'image « *du roseau qui plie mais ne rompt pas* » (Dedieu et Ingrand, 2010).

La flexibilité se définit comme étant « *la capacité à s'adapter, à s'accommoder aux circonstances et à maintenir une cohérence par rapport à l'environnement que l'entreprise doit affronter* » (Reix, 1997). Elle traduit aussi la capacité à apprendre (Cohendet et Lierena, 1999) et l'aptitude à préserver ou créer des options (Foulque, 1999) pour faire face aux incertitudes.

Pour Astigarraga *et al.* (2008), la flexibilité est l'ensemble « *des procédures qui permettent d'accroître la capacité de contrôle sur l'environnement, de diminuer la sensibilité du système à son environnement* ». Cette définition considère le degré de pro-activité du système information-décision pour anticiper et réagir à l'occurrence d'aléas (Dedieu et Ingrand, 2010). Ces auteurs précisent en outre que la flexibilité est une propriété qui n'est pas mesurable en soi, mais qui dépend du contexte (le type d'aléas pris en compte) et des buts recherchés.

3. Les formes de flexibilités

Il existe plusieurs formes de flexibilité :

La flexibilité stratégique renvoie au choix à long terme et à la capacité à modifier l'entreprise (structure, ressources, compétences) pour s'adapter aux évolutions de l'environnement ou pour devancer des transformations. *La flexibilité opérationnelle* concerne plutôt des décisions d'ajustement prises au cours du cycle de production (Tarondeau, 1999). Elle comprend la flexibilité de produit, de processus ou d'organisation.

La flexibilité statique est définie quant à elle comme l'existence de potentialités fixées à l'avance, permettant de faire face à des événements plus ou moins susceptibles de se produire. Elle se différencie de *la flexibilité dynamique* caractérisée par la capacité de l'entreprise à gérer en temps réel son adéquation à l'environnement (Chia et Marchesnay, 2008).

La flexibilité interne se définit par des facteurs qui dépendent du fonctionnement interne de l'entreprise. Au contraire, *la flexibilité est externe* quand ces facteurs sont liés à des réseaux de relation externes à l'entreprise (Chia, 2004).

Enfin, *la flexibilité relationnelle*, évoquée par Chia (2008), est la capacité à développer des actions collectives afin de dépasser les limites de l'action individuelle à travers des alliances durables, de coopérations ou de participation à un réseau.

Conclusion

CONCLUSION

Le climat a changé ; il évolue et continuera à changer d'avantage. Cela constitue une préoccupation majeure pour le monde entier du fait des risques et des incertitudes liés à ce phénomène. Tous les pays doivent non seulement mettre en œuvre des stratégies d'adaptation locales mais aussi coopérer efficacement à l'échelle internationale pour pouvoir atténuer les impacts du changement climatique. Certes, les pays développés sont beaucoup plus impliqués dans cette situation et doivent assurer un appui technique et financier aux pays du Sud qui, pour la plupart, souffrent des conditions climatiques difficiles et des retards socio-économiques.

L'Algérie est considérée comme vulnérable aux effets des changements climatiques. Elle fait partie des zones arides et semi-arides exposées aux sécheresses chroniques et aux risques majeurs qui en résultent sur les ressources naturelles, sur le secteur agricole et par conséquent, sur la souveraineté alimentaire et la santé publique du pays.

L'agriculture algérienne déjà limitée (faible productivité des sols, retard de développement technique, baisse des rendements, dégradation des ressources naturelles, diminution du taux de couverture des besoins par la production locale), se révèle très sensible aux effets du changement climatique. Il convient donc de redéfinir la stratégie de production en intégrant des actions d'adaptation efficaces, en assurant un accompagnement continu et en introduisant le savoir-faire local et les progrès et innovations techniques issus de la recherche scientifique dans un contexte de développement durable.

PARTIE
EXPERIMENTALE

Chapitre I.

Problématique et méthodologie de recherche

CHAPITRE I. PROBLEMATIQUE ET METHODOLOGIE DE RECHERCHE

1. Problématique de recherche

Depuis l'indépendance de l'Algérie, plusieurs politiques agricoles se sont succédé mais celles-ci n'ont pas réussi à assurer l'autosuffisance alimentaire du pays. A partir de la période de crise pétrolière en 1986, le poids de la dépendance alimentaire se fait lourdement sentir (Omari et *al.*, 2012) et les autorités reconnaissent l'enlisement des réformes. Plus tard en 2000, le pays adopta le plan national de développement agricole (PNDA). Ce plan qui a été vite élargie au PNDAR (plan national de développement agricole et rural) en 2002 (Maghni, 2013), visait principalement la réduction de la dépendance alimentaire, l'amélioration de la compétitivité face à la concurrence internationale à travers le soutien actif aux différentes filières telles que les céréales, le lait, la pomme de terre et les viandes, et l'accompagnement des paysans dans le développement des milieux ruraux (MADR, 2006). Toutefois, si les augmentations de certaines productions agricoles au cours des dernières années sont le bienfait du PNDAR (Zouggar, 2007), ces augmentations sont très loin de suffire à couvrir significativement la demande alimentaire et les importations massives persistent pour nourrir la population (Bedrani et Chriet, 2012).

L'Algérie est aujourd'hui le premier importateur africain de denrées alimentaires avec 75% de ses besoins assurés par les importations (CENEAP., 2013). Elle est parmi les premiers consommateurs mondiaux de blé alors que sa production nationale ne couvre que 25% de ses besoins. De même pour le lait, 60% des besoins sont couverts par les importations (Si Youcef, 2013). Il est à remarquer que les importations laitières représentent en moyenne 17% des importations des biens alimentaires durant la période 2000/2012 (El Hassani, 2013). D'ailleurs l'Algérie est parmi les premiers importateurs au monde de poudre de lait.

L'élevage bovin qui représente 50% de la valeur ajoutée agricole (MADR, 2006) est considéré comme le premier fournisseur (local) du lait et le deuxième fournisseur de viande rouge après l'élevage ovin. Cependant, cette filière agricole demeure fragile avec de faibles productions aussi bien de viande que de lait. Le rythme de développement de l'élevage laitier demeure ralenti par une multitude d'handicaps :

- un élevage bovin encore dominé par le système extensif où la vulgarisation des techniques modernes fait défaut,

- une faible disponibilité des fourrages due à la concurrence des cultures de rente d'une part et aux conditions climatiques défavorables d'autre part,
- un matériel animal local de faible rendement et un autre importé mal adapté au contexte local et entravé aussi par le climat, ...etc.

La couverture des besoins en viande par la production locale est également déficitaire et ce, même si cette filière jouit d'un marché à forte rémunération et malgré sa croissance de 17% (Sadoud et Chehat, 2011) enregistrée en 20 ans. L'Algérie importe également de la viande pour corriger les prix internes élevés. Ainsi, le flux des importations de viande a nettement évolué, surtout depuis 1998 pour atteindre plus de 84 000 tonnes en 2004, sans pouvoir rééquilibrer les prix, et ce, tant que les besoins restent importants et les circuits de commercialisation du bétail peu efficaces (Kirat, 2007).

Cette dépendance résulte surtout de la faiblesse de l'agriculture algérienne que certains auteurs attribuent aux conditions historiques. Les paysans, fortement contrariés par les conquêtes, l'instabilité et la colonisation, se sont peu attachés à la terre et n'ont pas pu transmettre dans le temps long les savoir-faire acquis, ni s'ancrer dans leurs territoires (Bessaoud, 2004). Pour d'autres auteurs, la paysannerie algérienne manque de cohérence et de puissance nécessaires pour influencer les politiques économiques (Bedrani, 2008). Les réformes agraires visaient, sans y parvenir, à contenir les frustrations engendrées par la période révolutionnaire (Adair, 1983). Certains auteurs mettent en avant la radicalité des conflits autour des terres (Boudjenouia et *al.*, 2008). Seulement, tous s'accordent sur les conditions physiques et notamment climatiques défavorables et que la faiblesse du secteur agricole est significativement due en partie à celles-ci.

La superficie agricole utile (SAU) totale du pays ne représente que 3,54% de la superficie territoriale totale (MADR, 2011) et le ratio SAU a régressé davantage avec le temps passant de 1,1 ha/habitant en 1901 à 0,24 ha/habitant en 2008. De plus, les sols calcaires dominent sur plus de 75% de la SAU et les plaines fertiles et bien arrosées du Nord sont de surfaces restreintes (Nedjraoui, 2012).

Située dans une zone de transition, entre les régimes tempérés et subtropicaux, l'Algérie présente un climat de type méditerranéen, majoritairement aride et semi-aride, caractérisé par une longue période de sécheresse estivale variant de 3 à 4 mois sur le littoral,

de 5 à 6 mois au niveau des hautes plaines, et supérieure à 6 mois au niveau de l'Atlas saharien. Les précipitations accusent une grande variabilité annuelle et le niveau moyen de celles-ci est considéré comme l'un des plus faibles dans le bassin méditerranéen (Chabane, 2012). Avec ce climat qui se dégrade encore, en allant du littoral vers l'intérieur, on note l'importance relative accrue des pluies d'automne et de printemps, l'intervention des orages, l'accentuation des contrastes thermiques, les gels souvent tardifs et le sirocco qui prédominent en été. Les oueds importants connaissent un débit très irrégulier. Les oueds possèdent un fonctionnement qui comporte le sapement latéral des berges et un ruissellement actif sur les versants. Leur crue, rapide, emporte une charge solide considérable et l'érosion est forte (Abbas, 2008).

L'importance de l'irrégularité pluviométrique et la croissance de la demande en consommation d'eau accentuent le problème des disponibilités et maintiennent la pression dans la région. Les ressources potentielles en eau sont extrêmement limitées et inégalement réparties. En conséquence, le pays est caractérisé par un stress hydrique très fort et la situation est plus proche de la pénurie.

A toutes ces conditions physiques défavorables s'ajoute une menace : le changement climatique. Le réchauffement du système climatique est sans équivoque et, depuis les années 1950, beaucoup de changements observés sont sans précédent depuis des décennies, voire des millénaires. L'atmosphère et l'océan se sont réchauffés, la couverture de neige et de glace a diminué, le niveau des mers s'est élevé et les concentrations des gaz à effet de serre ont augmenté (GIEC., 2013).

En Algérie, le réchauffement climatique a engendré des effets trop importants. Si au niveau mondial la hausse des températures au XX^{ème} siècle a été de l'ordre de 0,74°C, celle sur l'Algérie s'est située entre 1,5° et 2°C, soit plus du double de la hausse moyenne planétaire. Quant à la baisse des précipitations enregistrées pour la même période, elle varie entre 10 et 20 % (Chabane, 2012).

De nombreuses études sur les variations possibles dans la région projettent une hausse des températures et des baisses de précipitations au futur. Cela induira, certes, un déficit en eau de surface alors que la croissance des besoins deviendra de plus en plus forte.

Le secteur agricole sera le plus fortement affecté avec en amont, la réduction des rendements des cultures et des élevages, la sensibilité des cultures et des animaux aux ravageurs et aux maladies, la dégradation des agro écosystèmes et la désertification aussi bien que la volatilité des prix des intrants et des moyens de production et, les impacts résultants en aval, dont ceux sur la sécurité alimentaire, les prix des productions et leur consommation et les impacts sur la consommation de calories par habitant et sur la malnutrition et la santé humaine. Selon l'Institut International de Recherche sur les Politiques Alimentaires (IFPRI., 2009), les effets biophysiques du changement climatique sur l'agriculture entraînent des changements dans la production et dans les prix, lesquels changements influent à leur tour sur le système économique au fur et à mesure que les agriculteurs et les autres acteurs du marché s'adaptent individuellement en modifiant le choix des cultures, l'utilisation des intrants, la production, la demande alimentaire, la consommation alimentaire et le commerce.

Enfin, les impacts du changement climatique sur les systèmes de production animale peuvent être selon la FAO (2009), des impacts directs qui se traduisent par des stress physiologiques et, des impacts indirects : une altération de la qualité et de la quantité du fourrage, des évolutions au niveau des interactions hôte-pathogène entraînant une incidence accrue des maladies naissantes, des épidémies, des augmentations des prix des ressources (aliments, eau et énergie) et des augmentations du coût des logements pour animaux.

La région de notre étude est la wilaya de Sétif. Elle possède un potentiel en sol assez important, une superficie agricole de 360.890 hectares dont 18.499 hectares de terres irriguées. Son agriculture repose essentiellement sur la céréaliculture localisée particulièrement dans les hautes plaines où on retrouve aussi des cultures maraîchères et fourragères. Par contre, l'arboriculture en général, constitue la richesse de la zone montagneuse (ANDI., 2013).

Cette région connaît un développement considérable de l'élevage bovin. Son effectif progresse régulièrement pour atteindre 135000 têtes en 2002 (MADR, 2003). Aujourd'hui, la wilaya de Sétif se classe au premier rang national avec 9,27% du cheptel bovin national. Bien que l'élevage ovin constitue une spéculation de base dans la région (Abbas et *al.*, 2002), le bovin s'est progressivement intégré dans les systèmes de production donnant lieu à une diversité animale importante. Une diversité qui touche aussi bien les systèmes de culture que les systèmes d'élevage où on note avec la présence marquée de l'association céréales-

élevages, l'existence de plusieurs sous orientations : céréaliculture et élevage ovin strict, petits ruminants et parcours, maraîchage et élevage bovin, polyculture et élevages ovin et bovin et élevage bovin strict avec une assez forte présence de l'élevage bovin laitier (Abbas et Madani., 2005).

En effet, l'activité agricole et celle de l'élevage sont diversifiées en fonction principalement du relief, des quantités de pluies reçues que de la disponibilité en eau souterraine qui déterminent le niveau des ressources alimentaires et les potentialités agricoles locales et par conséquent le système de production mis en place par l'exploitation.

Sétif est aussi une région semi-aride. Le climat de la région de Sétif est de type semi-aride continental avec des étés chauds et secs et des hivers rigoureux. Les précipitations sont faibles et irrégulières à la fois dans l'espace et dans le temps. Elles varient en fonction du niveau de l'aridité de plus de 600 mm dans le nord à moins de 300 mm dans le sud de la région. Durant la saison froide, la wilaya enregistre d'importantes chutes de neige bénéfiques aux cultures ainsi qu'une période de gelée qui persiste parfois jusqu'à 45 jours par an. Au cours de la saison printanière, les gelées tardives causent des ravages sur les hautes plaines et influent négativement sur la production agricole. Les vents de sirocco qui se manifestent pendant l'été ont également des effets néfastes sur les cultures.

La question principale

Aujourd'hui, la question du changement climatique et de son impact sur le développement de l'élevage bovin dans le territoire semi-aride se pose avec acuité. Dans cette optique, la réflexion sur les systèmes d'élevage bovin mis en place et leurs performances de production sous un climat qui change, ainsi que sur les pratiques développées par les éleveurs et les stratégies adoptées face aux incertitudes du climat s'impose et mérite d'être abordée.

La présente recherche se propose de cerner les éléments du changement climatique ainsi que de mettre en évidence l'importance de ce changement comme facteur agissant aussi bien sur l'efficacité des systèmes d'élevage bovin, de leur sensibilité et de leurs formes de flexibilité que sur le processus de prise de décisions des éleveurs, de leur niveau de conscience et de leurs réponses au phénomène. La question centrale à laquelle tente de répondre cette recherche est :

Quelles sont les stratégies adoptées par les éleveurs du bovin dans le pays semi-aride face au changement climatique pour des productions animales durables ?

L'hypothèse admise pour répondre à cette problématique est :

Les élevages bovins de la région semi-aride sont dotés d'une flexibilité considérable des systèmes de production. La diversité des espèces et des races animales exploitées permet aux éleveurs de changer la vocation principale de leur production en fonction des conditions climatiques, des disponibilités en ressources hydriques et par conséquent de l'offre alimentaire. Lors des sécheresses, les éleveurs placent le bovin à l'engrais en premier ordre en lui assurant une alimentation à base de concentré. Si les conditions climatiques sont favorables, l'opportunité tourne généralement autour de l'élevage mixte (lait-viande) profitant des disponibilités alimentaires offertes. Ainsi, orienter le système de production prioritairement vers le lait ou la viande, sera beaucoup plus prononcé selon la taille de l'exploitation, les disponibilités alimentaires, la capacité de stockage, le financement et les opportunités du marché.

Pour mener à bien notre étude et confirmer si non infirmer l'hypothèse de flexibilité des systèmes d'élevage bovin face aux changements climatiques, nous avons structuré la partie expérimentale en 6 chapitres :

- Dans ce premier chapitre, sont présentées la problématique de recherche et la méthodologie mise en œuvre.
- Le deuxième chapitre porte sur une présentation succincte du cadre d'étude.
- Dans le troisième chapitre, des enquêtes et des suivis devront cibler les élevages bovins de la région pour affiner une typologie des systèmes d'élevage, leur fonctionnement et leurs performances.
- Le quatrième chapitre s'intéressera à l'étude du changement climatique dans la région de Sétif à travers la valorisation des données disponibles de l'ONM d'une part, et l'évaluation du niveau de perception du changement climatique par les éleveurs, leur conscience et leurs interprétations d'autre part.

- Le cinquième chapitre tentera de mettre en évidence l'impact du changement climatique en amont sur la disponibilité alimentaire par l'analyse de l'autonomie alimentaire notamment l'autonomie fourragère et en aval sur les productions animales par l'analyse du prix de revient du lait et de la viande.

- Le sixième chapitre sera consacré à l'étude de la capacité d'adaptation des élevages bovins face aux changements du climat. Les amortisseurs existants en faveur des éleveurs aussi bien que les pistes d'actions possibles pourront déterminer les différentes formes de flexibilité selon deux tendances principales : " faire avec " ou bien " agir sur" le phénomène.

En fin, l'analyse comparée des résultats de l'approche expérimentale par rapport aux référentiels théoriques et aux études similaires menées sous des conditions climatiques comparables de la littérature existante permettrait de tirer les enseignements nécessaires et de proposer les pistes d'amélioration qui peuvent servir au développement durable de l'élevage bovin face aux incertitudes du climat.

2. Méthodologie générale de recherche

2.1. Objectifs de recherche

L'objectif principal de recherche est de mettre en évidence la capacité d'adaptation des systèmes d'élevage bovin face au changement climatique à travers l'étude de leur flexibilité suite aux réponses stratégiques et/ou opérationnelles adoptées par les éleveurs. D'autres objectifs suivant la démarche logique de recherche sont liés à l'étude des systèmes d'élevage bovins, à l'étude de la tendance du climat local et à l'impact des variations de celui-ci sur l'activité de l'élevage.

Il s'agit premièrement de déterminer, à travers une analyse typologique, les différents systèmes d'élevages bovins exercés dans la région de Sétif ainsi que leurs niveaux de spécialisation en lait ou en viande. Deuxièmement, l'étude du climat local permettra de confirmer l'hypothèse de son changement ou non grâce à la comparaison entre deux séries chronologiques de données climatiques, l'une ancienne, de 1930 à 1960 et l'autre, récente, de 1982 à 2012. L'étude permettra donc d'observer s'il s'agit d'une tendance vers l'aridité du climat de la région.

Le troisième objectif consiste à évaluer le niveau de perception du changement climatique par les éleveurs, à discerner les phénomènes du changement les plus perçus et à examiner si ces perceptions concordent avec les résultats de l'évolution du climat.

Enfin, il serait utile de déterminer à quel niveau une variation du climat, suite à la sécheresse, peut influencer l'autonomie alimentaire des élevages bovins ainsi que le prix de revient de leurs productions (lait et viande).

2.2. Protocole de recherche

Le protocole expérimental de ce travail s'appuie sur des enquêtes réalisées auprès des éleveurs de bovins de la région de Sétif, suivies d'enquêtes rétrospectives ciblant des exploitations issues du même échantillon du départ (Figure 11).

Dans une première étape, nous avons réalisé des enquêtes auprès de 148 exploitations agricoles pratiquant l'élevage bovin. L'échantillon est réparti sur toute la région d'étude de telle sorte à couvrir le maximum de situations possibles pour l'étude de la diversité des systèmes d'élevage bovins pratiqués. Le questionnaire d'enquête comprend une large série de questions relatives à la taille de l'exploitation, à la structure de l'atelier bovin, aux ressources alimentaires et aux résultats économiques de l'élevage bovin (Annexe 01). Après le dépouillement des données, une typologie a été dressée pour identifier les systèmes d'élevage bovin grâce à une analyse en composantes principales (ACP).

Une deuxième étape est consacrée à l'étude du climat local. Lors de cette étape, nous avons conduit deux travaux en même temps. Le premier travail porte sur l'évolution du climat local et le deuxième sur la perception du changement climatique par les éleveurs. Pour le premier travail, nous avons organisé deux séries de données climatiques (pluviométries, températures minimales, moyennes et maximales), l'une ancienne, de 1930 à 1960 et l'autre, récente de 1982 à 2012, en vue de leur comparaison. La série ancienne a été reconstituée à partir des bulletins climatologiques journaliers et mensuels archivés dans la bibliothèque centrale du "National Oceanic and Atmospheric Administration" (NOAA-USA., 2014). La série récente a été collectée auprès de la station de l'ONM de Sétif à Ain Sfiha (Annexe 02). En parallèle, pour le deuxième travail qui traite la notion des perceptions du changement climatique par les éleveurs, nous avons réalisé des enquêtes rétrospectives sur un échantillon de 80 éleveurs. L'investigation s'interroge sur 49 perceptions possibles du changement climatique. Elles concernent la pluviométrie, la neige, la température, l'humidité, le vent, la

sécheresse et l'agroenvironnement (Annexe 03). L'échantillon a été sélectionné à partir de la base de données valorisée lors de l'étude précédente sur les systèmes d'élevage bovin. Les 80 éleveurs ayant été choisis représentent tous les systèmes d'élevage issus de la typologie de façon homogène. Ensuite, les phénomènes les plus perçus du changement climatique ont été représentés. Egalement, une analyse factorielle des correspondances (AFC) a été réalisée sur les perceptions selon le système d'élevage et selon la catégorie d'âge des éleveurs enquêtés.

La troisième étape de ce travail est une évaluation de l'impact des variations climatiques sur l'élevage bovin. Pour se faire, nous avons comparé les performances réalisées lors d'une année sèche (2012) par rapport à une année ordinaire sur le plan climatique (2011). Les paramètres à examiner sont respectivement l'autonomie alimentaire et ses deux composantes (autonomie fourragère et autonomie en concentré), le prix de revient du lait et le prix de revient de la viande. Des enquêtes rétrospectives ont été effectuées auprès des éleveurs pour le calcul de chaque paramètre (Annexe 04). Ces enquêtes ont été adressées au même échantillon d'éleveurs enquêtés pour l'étude précédente sur la perception du changement climatique (soit 80 éleveurs) et ont été réalisées en même temps et lors des mêmes visites. Le choix de ces éleveurs repose sur les mêmes critères de choix précédents en plus de la capacité des éleveurs à référencier les informations déclarées aux années 2011 et 2012. Pour les besoins des différents calculs des charges totales et des produits, des prix de ventes (lait, viande) et d'achats (concentrés, fourrages, matières premières), des frais vétérinaires, des dépenses annexes, des dépenses immobilisées (amortissements) et des salaires ont pour référence l'année du déroulement des enquêtes (2013) (Annexe 05).

Dans la dernière étape, nous avons abordé le sujet de l'adaptation des élevages bovins face au changement climatique. Suivant cette problématique, nous avons organisé également des investigations auprès de 30 éleveurs pour déterminer les réponses des éleveurs face aux contraintes climatiques, analyser les réponses selon qu'elles soient opérationnelles ou stratégiques et examiner les logiques des rapports au changement selon deux tendances « Agir sur » et « Faire avec » la contrainte en question (Annexe 06). L'échantillon de l'étude a été sélectionné à partir du répertoire des éleveurs ayant fait l'objet des études précédentes (perception et impact du changement climatique). Parmi les 80 éleveurs enquêtés précédemment, 30 ont été retenus pour cette dernière enquête en fonction des systèmes d'élevage identifiés auparavant, soit 5 éleveurs par système.

| Etape | Sujet abordé | Objectifs | Outils | Année |
|-----------------|---|--|--|-------|
| Première étape | Systèmes d'élevage bovin | <ul style="list-style-type: none"> - Identifier les systèmes d'élevage bovin pratiqués dans la région ; - Déterminer les niveaux de spécialisation en lait et/ou en viande | <ul style="list-style-type: none"> - Enquête auprès de 148 élevages ; - Typologie (ACP) | 2009 |
| Deuxième étape | Evolution du climat local | <ul style="list-style-type: none"> - Confirmer l'avènement ou non du changement climatique ; - Déterminer les écarts de changement des pluies et des températures - Mettre en évidence la tendance d'évolution du climat local | <ul style="list-style-type: none"> - Analyse de 2 séries des données climatiques (30/60 et 82/2012) ; - Diagramme ombrothermique | 2013 |
| | Perception du changement climatique | <ul style="list-style-type: none"> - Evaluer les perceptions du Changement climatique par les éleveurs ; - Déterminer les formes du changement climatique les plus perçues ; - Comparer les perceptions des éleveurs avec les résultats de l'évolution du climat | <ul style="list-style-type: none"> - Enquête auprès de 80 élevages ; - Fréquences ; - Typologie (AFC) | |
| Troisième étape | Impact des variations climatiques sur l'élevage bovin | <ul style="list-style-type: none"> - Déterminer les niveaux des autonomies alimentaires, en fourrages et en concentrés ; - Déterminer les prix de revient du lait et de la viande ; - Comparer ces indicateurs (autonomie et prix de revient entre une année sèche et une année normale | <ul style="list-style-type: none"> - Enquête auprès de 80 élevages ; - Analyses ; - Comparaisons | 2013 |
| Quatrième étape | Adaptation des élevages bovins au changement climatique | <ul style="list-style-type: none"> - Déterminer les réponses adaptatives face au changement climatique ; - Déterminer la flexibilité opérationnelle et stratégique ; - Examiner les rapports aux changements des éleveurs | <ul style="list-style-type: none"> - Enquête auprès de 30 élevages ; - Analyses ; - Approches | 2014 |

Figure 11 : Schéma directeur de la démarche méthodologique générale

Chapitre II.

Le cadre d'étude

CHAPITRE II. LE CADRE D'ETUDE

1. Localisation géographique de la région d'étude

La wilaya de Sétif est située entre 35° à 36,5° de latitude nord et entre 5° à 6° de longitude Est. 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 le centre et le sud où émergent quelques mamelons dénudés de végétation. Composée de 60 communes et de 20 daïras, la wilaya de Sétif est classée en deuxième position après la capitale en terme de potentiel démographique (MATE, 2008). Située dans la région semi-aride de l'Est algérien, la région de Sétif a été depuis longtemps une région des céréales et de l'élevage. Elle occupe une position centrale et constitue un carrefour au milieu de six wilayas. Elle est limitée au Nord par les wilayas de Jijel et Bejaïa, à l'Est par la wilaya de Mila, à l'Ouest par la wilaya de Bordj Bou Arréridj et au Sud par les wilayas de Batna et Msila (figure 12).

Grâce au réseau de communication (routes nationales, autoroute Est-Ouest), Sétif est un passage obligatoire des flux venant de Sud vers le Nord et des mouvements entre l'Est et l'Ouest.

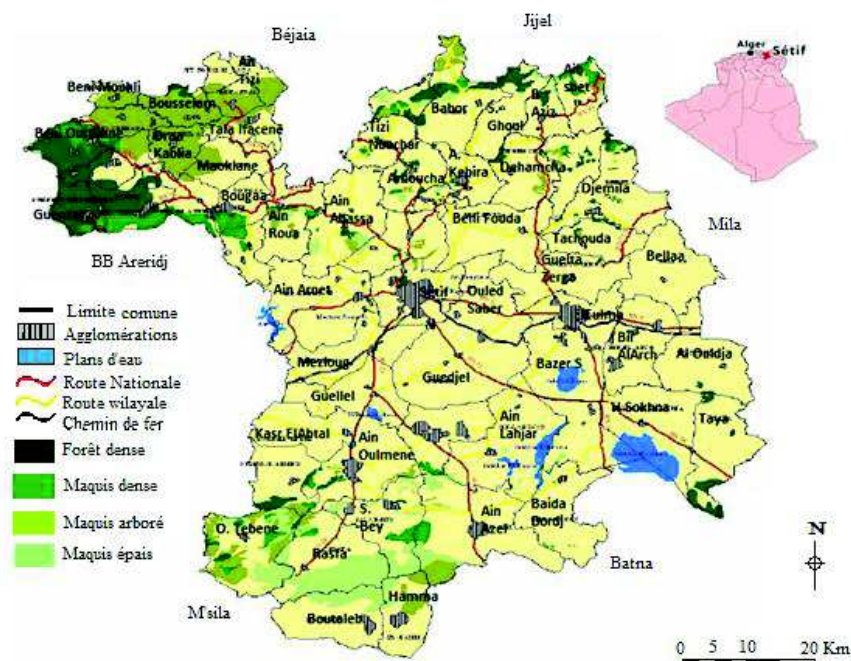


Figure 12 : Cadre de la région d'étude (source : CENEAP., 2008)

2. Caractères agropédoclimatiques

2.1. Relief

Le relief de la wilaya de Sétif est divisé en trois grandes zones (Figure 13) :

- Zone de montagnes : La région de Sétif est sillonnée par trois masses montagneuses. La première masse est constituée par les monts des « *Babor* » à l'extrême nord s'étendant sur une centaine de kilomètres carrés avec une altitude maximale avoisinant 2000m. La deuxième chaîne montagneuse se situe à une latitude inférieure, formée de Monts relativement éparses, allant de l'Est vers l'Ouest en passant par Djebel Tachouda, Megres, Laanini, Tafet, Guenzet et Zemoura pour rejoindre l'extrémité orientale de la chaîne de Bibans. La troisième chaîne montagneuse couvre une bonne partie du sud de la wilaya où l'altitude peut atteindre 1890m (cas des monts de Boutaleb). Les montagnes occupent 43% de la superficie de la wilaya.
- Zone des hautes plaines : C'est une immense étendue relativement plate dont l'altitude varie entre 900 et 1000m où l'on rencontre des mamelons montagneux : Djebel Youcef et Djebel Braou. Cette zone occupe 50% de la superficie de la wilaya.
- Zone de Sud : C'est une dépression de moins de 1000m d'altitude située dans le Sud et le Sud Est de la wilaya. Cette zone est pratiquement plate ; elle couvre une superficie de 7% de l'espace de la wilaya et se caractérise par la présence des « chotts ».

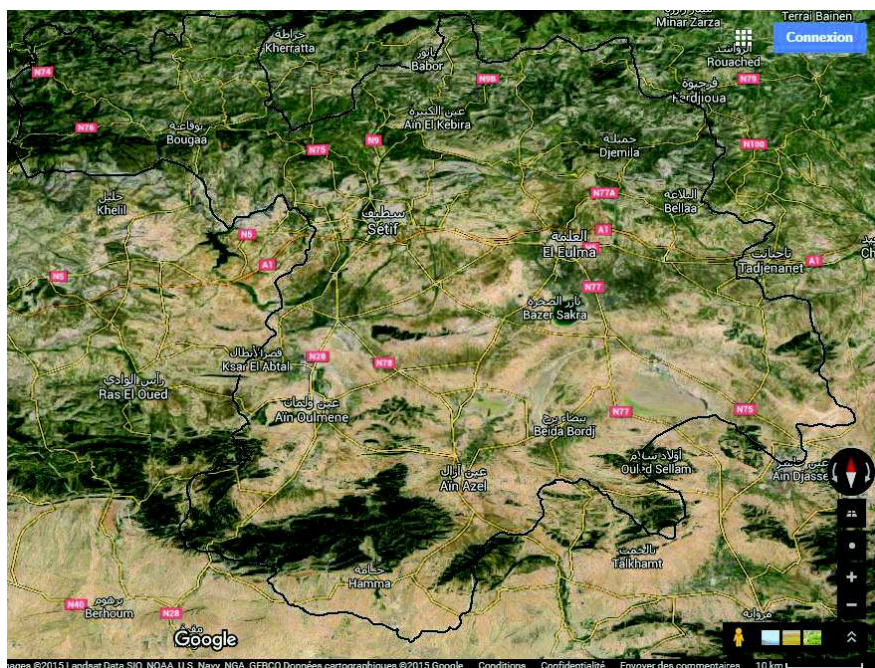


Figure 13 : Carte de relief de la wilaya de Sétif (retracée par l'auteur sur fond de carte Google Earth, 2015)

2.2. 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 ; 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 et comporte majoritairement des sols pas ou peu calcaires (Lahmar, 1993).

Les sols, 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 hydromorphes 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 aux parcelles travaillées d'énormes quantités de terre fine et en l'absence de pratiques appropriées qui respectent le potentiel édaphique tel que le mode du semis direct qui demeure très réduit dans la région malgré les campagnes de vulgarisation visant à le faire connaître aux agriculteurs (Rouabhi, 2014).

2.3. Ressources en eau

Les eaux superficielles existantes dans la région de Sétif sont insuffisantes. Leurs capacités d'accumulation superficielle annuelle est d'environ 29,6 millions de mètres cubes réparties sur trois barrages et 12 retenues collinaires. Ces réserves sont alimentées par un réseau d'oueds dont les principaux sont : Oued Bousselem qui constitue la principale source d'eau permanente et 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.

Les réservoirs des eaux souterraines mobilisent 93 millions de mètres cubes. Les nappes artésiennes et phréatiques au Nord se caractérisent par un débit médiocre. 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 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 Maouane 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 36 000 ha de périmètres irrigués des hautes plaines sétifiennes (MRE, 2008).

2.4. 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 qui se situe à peine à quelques dizaines de kilomètres à vol d'oiseau de la méditerranée, 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). Les zones Sud et Sud-Est où les précipitations annuelles ne dépassent pas les 300mm (Baldy, 1974) restent les moins arrosées. 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). 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.

2.5. 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 cèdre, le Sapin de Numidie et le Chêne vert et le Chêne-liège. La zone montagneuse est aussi une région où prolifèrent l'arboriculture pluviale notamment l'olivier et le figuier. 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 (Rouabhi, 2014).

3. Secteur agricole

Dans la région des hautes plaines de Sétif, l'agriculture s'articule principalement autour de la production céréalière et de l'élevage, tout en combinant d'autres spéculations agricoles. La diversité des systèmes de production est la résultante de la conjugaison des conditions physiques, climatiques et des facteurs structurels des unités agricoles qui induisent des formes d'organisation et des logiques de production diverses (Benniou et Brinis, 2006).

Selon le recensement général de l'agriculture (MADR., 2003), la wilaya de Sétif compte 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 (Figure 14). 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. Celle-ci est semblable à celle qui avait été héritée de la période coloniale (Bourenane, 1991).

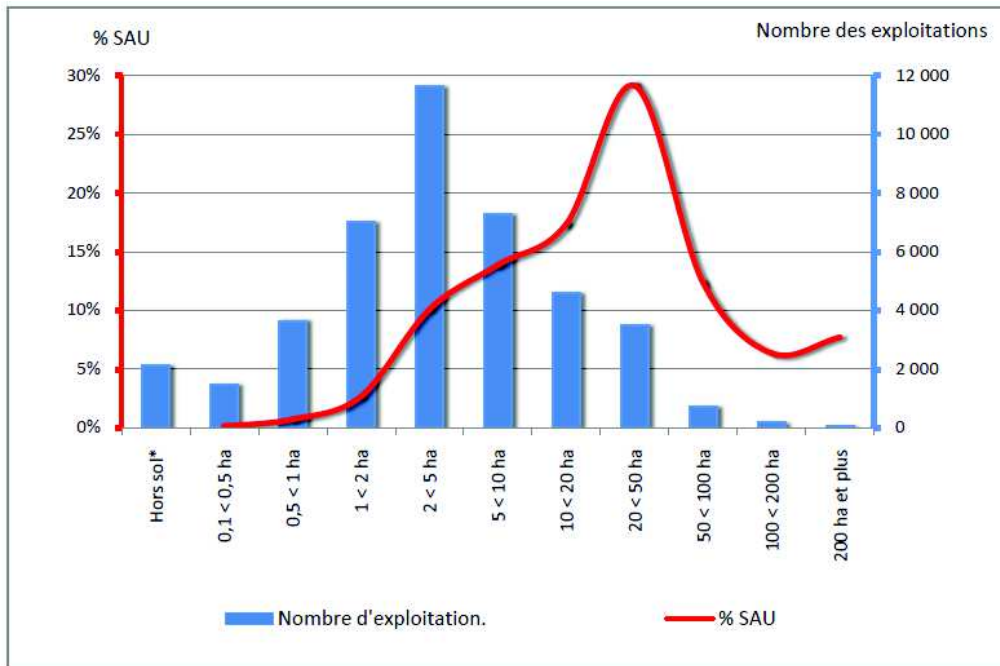


Figure 14 : Répartition des exploitations et de la SAU en fonction de la taille de l'exploitation dans la wilaya de Sétif (DSA de Sétif, 2011).

3.1. Les productions végétales

La superficie totale affectée à l'agriculture dans la wilaya de Sétif au cours de la campagne agricole 2012-2013 est de 557 084 ha dont plus de 65% de SAU (Tableau 05). En effet, les cultures annuelles occupent 220178 ha avec près de 12% de superficies irriguées.

La céréaliculture domine toujours les surfaces cultivées. Elle occupe presque 83,50% de la SAU (Tableau 06). Au cours de la campagne agricole 2013, la superficie réservée aux cultures céréalières était respectivement de 106 378 ha de blé dur, 23 685 ha de blé tendre, 47055 ha d'orge et 6560 ha d'avoine. Pour les cultures maraîchères, la superficie réservée était de 4,37% de la SAU. Par contre, les superficies des légumes secs et des cultures industrielles étaient inférieures à 0,5% pour chacune de ces spéculations végétales.

Tableau 05 : Répartition des terres agricoles dans la wilaya de Sétif (compagne agricole 2012-2013).

| Répartition des terres | | Superficies (ha) | |
|--|------------------------|---------------------|--------|
| Surface Agricole Utile (SAU) | Terres labourables | Cultures herbacées | 220178 |
| | Terres non labourables | Jachère | 110634 |
| | | Prairies naturelles | 1957 |
| | | Plantations | 30492 |
| | | Vignobles | 25 |
| Total SAU | | 363286 | |
| Dont SAU irriguée | | 26148 | |
| Pacages et parcours | | 55492 | |
| Terres improductives | | 41084 | |
| Forêts | | 97222 | |
| total des terres utilisées par l'agriculture | | 557084 | |

DSA de Sétif (2014)

Tableau 06 : Répartition des cultures et productions végétales de la wilaya de Sétif (compagne agricole 2012-2013).

| Spéculation | Superficie (ha) | % / SAU | Production (Q _x) |
|------------------------|-----------------|---------|------------------------------|
| Blé dur | 106378 | 51,25 | 1818421 |
| Blé tendre | 23685 | 10,76 | 422146 |
| Orge | 47055 | 21,37 | 746949 |
| Avoine | 6560 | 2,98 | 112485 |
| Total céréales | 183678 | 83,42 | 3100001 |
| Légumes secs | 768 | 0,35 | 7540 |
| Cultures industrielles | 930 | 0,42 | 17055 |
| Cultures maraichères | 9627 | 4,37 | 1724910 |
| Arboricultures | 12575 | 5,71 | 271100 |

DSA de Sétif (2014)

3.2. Les productions animales

La région de Sétif a connu ces dernières années une croissance progressive de l'élevage bovin grâce aux aides publics visant le développement de la production laitière et à l'attractivité qu'offre ce type d'investissement notamment la production de viande bovine. L'effectif bovin a enregistré une augmentation de l'ordre de 28% passant de 109 451 têtes en 2004 à 132 270 têtes en 2013 (Tableau 07).

Les vaches laitières représentent près de 58% de l'effectif total du cheptel bovin élevé. Le cheptel laitier importé pour la production laitière est beaucoup plus concentré dans les régions Centre et Sud de la wilaya qui détiennent la majeure partie des superficies consacrées aux fourrages conduits en irrigué. Aussi, d'importants centres de collecte et transformation du lait sont installés dans ces deux régions.

L'élevage ovin occupe la première place en termes d'effectif avec 518 191 têtes. Sa croissance est moins importante que celle de l'élevage bovin (15% entre 2004 et 2013). L'aviculture a connu pour sa part un progrès très important par rapport aux autres productions animales. Le poulet de chair passe de 6 millions en 2004 à près de 9 millions de sujets élevés en 2013. Quant à la poule pondeuse, son effectif s'élève à 2 244 713 sujets.

Tableau 07 : Effectifs des différentes espèces animales élevées dans la wilaya de Sétif (compagne agricole 2012-2013).

| Espèces | Effectifs (tête) | | Croît (%) |
|---------------------------|------------------|-----------|-----------|
| | 2004 | 2013 | |
| Ovins | 450 000 | 518 191 | 15,15 |
| Bovins | 109 450 | 132 270 | 27,86 |
| Dont Vaches laitières | 63 000 | 76 211 | 20,97 |
| Caprins | / | 83 262 | / |
| Equins | / | 9 078 | / |
| Poulet de chair et dindes | 6 075 000 | 8 957 371 | 47,45 |
| Poulet de ponte | / | 2 244 713 | / |
| Ruches | / | 63 883 | / |

DSA de Sétif (2014)

Chapitre III.

Typologie des systèmes d'élevages bovins de la région semi-aride de Sétif

CHAPITRE III. TYPOLOGIE DES SYSTEMES D'ELEVAGES BOVINS DE LA REGION SEMI-ARIDE DE SETIF

1. Introduction

La diversité des systèmes de production est souvent posée comme une question pratique de management du développement où les actions envisagées pour l'innovation sont d'autant plus efficaces qu'elles correspondent à des groupes d'exploitations homogènes. C'est aussi une question scientifique concernant la représentation de la réalité productive (Pluvinage et Moulin, 2007).

Le développement croissant de l'élevage bovin dans la région de Sétif contribue fortement à la diversité des systèmes de production. Plusieurs travaux confirment que cette diversité résulte également de la conjugaison des conditions physiques et climatiques et des facteurs structurels des unités agricoles qui induisent des formes d'organisation diverses (Benniou et Louhichi, 2006 ; Madani et Abbas, 2000 ; Benniou et Aubry, 2009 ; Far, 2007 ; Bir, 2008).

Quelles sont les stratégies de production adoptées par les éleveurs sous un climat défavorable et confrontés à plusieurs contraintes d'ordre socioéconomiques et agro écologiques ? Les éleveurs choisissent-ils de se spécialiser dans la production laitière, pour longtemps soutenue par les pouvoirs publics à travers les différents programmes de développement (PNDA, PNDAR et Renouveau Agricole) (MADR, 2012) ou s'engager dans la production de viande eu égard à l'attractivité d'un marché ambitieux ou bien encore préfèrent-ils préserver le caractère mixte (lait-viande) et diversifier leur système de production, voie qui présente selon Far et Yakhlef (2012) une flexibilité considérable face aux aléas climatiques et aux contraintes économiques ? Pour répondre à ces questions, ce travail tente en s'appuyant sur une typologie des systèmes d'élevage bovin qui ont émergé dans la région semi-aride de Sétif, de repérer le lien entre la disponibilité en ressources alimentaires notamment en fourrages, le système fourrager mis en œuvre et le degré de spécialisation en lait ou en viande de chaque type d'élevage.

2. Matériel et méthodes

2.1. Collecte des données

Des enquêtes ont été réalisées en 2009 auprès de 148 exploitations agricoles de la région semi-aride de Sétif pour recueillir les informations relatives à l'activité de l'élevage bovin. Ensuite, une typologie des systèmes d'élevage bovin a été élaborée à partir des données collectées. Elle a considéré les éléments définissant un système d'élevage à savoir la taille de

l'exploitation (SAU, UGBT et effectif bovin), la structure de l'atelier bovin (nombre de vaches laitières, nombre de taurillons et composition raciale), les ressources alimentaires mobilisées dans le processus productif (surfaces fourragères principales, prairies naturelles, cultures fourragères et jachères pâturées) et les résultats économiques de l'atelier bovin (vente du lait et vente des animaux) (Annexe 01).

Les critères de choix des exploitations enquêtées reposent sur :

- l'existence d'un élevage bovin au sein de l'exploitation,
- l'accessibilité et la disponibilité de l'information,
- et la répartition de l'échantillon sur l'ensemble de la région.

2.2. Outils d'analyse

Les analyses statistiques ont été effectuées par le logiciel SPSS 18.0. [2010]. Une analyse en composantes principales (ACP) d'un ensemble de dix (10) variables quantitatives discriminantes (Tableau 08) a été appliquée aux données. Enfin, une classification ascendante hiérarchique (CHA) a été effectuée afin d'identifier les classes d'élevages pour synthétiser la diversité des situations et des tendances observées.

La typologie d'élevage est un outil intéressant pour dresser un premier état des lieux du fonctionnement des exploitations agricoles bovines dans un contexte dominé par l'absence de références fiables et actualisées (pas de bases de données sur les performances des vaches étant donné la rareté du contrôle laitier). Par ailleurs, cet outil constitue aussi un moyen de cibler les interventions ultérieures du développement agricole en adaptant les mesures à chaque mode d'élevage dûment identifié (Sraïri, 2004).

Tableau 08 : Variables retenues pour l'Analyse en Composantes Principales (ACP).

| <i>Variables</i> | <i>Désignation</i> |
|------------------|--|
| UGBT | Effectif total des animaux (UGB) |
| BV | Effectif bovin (UGB) |
| VL | Nombre de vaches laitières (UGB) |
| PBV | Part des bovins (%) |
| SFP | Surface fourragère principale (Ha) |
| PPN | Part de la prairie naturelle (%) |
| OF | Offre fourragère (Ha/UGB bovine) |
| DA | Durée d'allaitement (mois) |
| QLVV | Quantité de lait vendue par vache et par an (litres) |
| VAV | Vente des animaux par vache (%) |

Les variables précédentes ont été déterminées comme suit :

- Effectif total des animaux élevés (UGBT) = Somme des effectifs des bovins, des ovins et des caprins convertis en UGB ;
- Part des bovins (PBV) = [Effectif bovin / Effectif total des animaux] x 100 (en %) ;
- Part de la prairie naturelle (PPN) = [Surface de la prairie naturelle / Surface fourragère principale] x100 (en %) ;
- Offre en fourrage (OF) = [Surface fourragère principale / Effectif bovin] (en Ha/UGB bovine) ;
- Vente d'animaux par vache (VAV) = Somme des ventes de taurillons, de génisses d'engraissement et des vaches de réforme exceptées les ventes précoces des veaux.

3. Résultats et discussion

3.1. Caractéristiques générales des exploitations étudiées

Les variables décrivant les exploitations de notre échantillon sont consignées dans le tableau 09. La surface agricole utile (SAU) des exploitations varie de 0 à 45 ha avec une moyenne de 22 ha. Ce sont les exploitations de petite taille qui prédominent puisque la SAU de 60% d'entre elles est inférieure à 20 ha. La taille des exploitations est fortement liée au statut juridique. Selon le dernier recensement agricole (RGA), plus de 72% des exploitations sont privées et 84% d'entre elles ne détiennent que moins de 20 ha (MADR, 2003).

Les surfaces cultivées sont en moyenne de 12 ha contre près de 3 ha laissés en jachère. Dans les régions méditerranéennes, généralement pourvues d'un potentiel hydrique médiocre, la jachère subsiste toujours ; elle représente 9% de l'offre fourragère (Abbas et Abdelguerfi., 2005) et joue un rôle non négligeable dans la complémentarité alimentaire surtout pour les ovins. Enfin, la part de la surface fourragère principale s'établit en moyenne à 7 ha soit 32% de la SAU. Les éleveurs se basent de plus en plus sur les cultures fourragères (69% de la SFP) alors que les prairies naturelles, destinées beaucoup plus au pâturage, représentent 31% de la SFP.

La taille des troupeaux, composés principalement de 83 % de bovins, de près de 16 % d'ovins et seulement de 1% de caprins est de l'ordre de 20UGB. Les élevages se caractérisent par l'association bovin/ovin dans 98 % des cas.

Le caractère traditionnel de l'association céréales – élevages (ovin et bovin) de la région des hautes plaines de Sétif est perçu comme le résultat de stratégies de durabilité des exploitations agricoles conjuguant adaptations structurelles et climatiques ce qui se traduit selon Benniou (2008) par le caractère extensif du système céréalier et fourrager peu mécanisé. Le caprin

pour sa part, n'est présent que dans 28 exploitations soit 2 % avec une taille réduite (0,18 UGB), soit l'équivalent de 1,43 têtes par exploitation. Celui-ci est exploité généralement dans les parcours sylvo- pastoraux au nord et les parcours marginaux au sud de la région des hautes plaines céréalières de Sétif.

L'atelier bovin est composé de 44 % de vaches laitières avoisinant 10 vaches en moyenne et variant de 3 vaches pour les petits élevages à 19 vaches dans les grandes étables. Les autres catégories bovines (génisses, vêles, taurillons et veaux) semblent avoir la même grandeur au sein des élevages étudiés avec pour chacune d'entre elles environ 14% de l'effectif bovin total, soit une moyenne de 3 têtes. Cependant, les écarts types des moyennes sont élevés (Tableau 09) ce qui montre une hétérogénéité importante et traduit une diversité des orientations possibles d'une exploitation à une autre. Cette tendance est proche des résultats obtenus par Far (2007) qui rapporte que les vaches laitières représentent 43% du troupeau bovin et les effectifs des génisses de renouvellement et des taurillons d'engraissement sont comparables avec en moyenne 10%. L'auteur explique cette structure par la vocation mixte (lait-viande) de l'élevage bovin dans la région des hautes plaines de Sétif.

Les résultats économiques relatifs à la vente du lait montre une faible quantité de lait vendue par vache et par an ; elle est en moyenne de l'ordre de $1760 \pm 1028,53$ litres. En effet, 8 exploitations ne vendent plus le lait et les autres réalisent des ventes allant de 305 à 3434 litres de lait par vache et par an.

La vente des animaux d'engraissement concerne principalement les taurillons et dans une moindre mesure les vaches de réforme et les génisses de boucherie surtout pendant les périodes de haute consommation de viande (mois de Ramadan, fêtes sacrées et mariages). La moyenne des ventes par vache réalisées par les étables étudiées se situent à $50,67 \pm 29,66$ %. Ces ventes varient de 0 % dans les étables de spécialisation laitière à plus de 100 % dans certaines étables d'engraissement.

Tableau 09 : Caractéristiques générales des exploitations étudiées.

| | Paramètre | Min | Moyenne (Ecart-type) | Max | % |
|----------------------------------|---------------------------------|----------|--------------------------|----------------|--------------------|
| Foncier | SAU (Ha) | 0 | 22,08 (19,53) | 145 | |
| | SI (Ha) | 0 | 5,22 (4,94) | 25 | 23,64 ^a |
| | SC (Ha) | 0 | 12,19 (13,94) | 90 | 55,21 ^a |
| | SFP (Ha) | 0 | 7,06 (4,28) | 19 | 31,97 ^a |
| | Jachère (Ha) | 0 | 2,84 (4,52) | 46 | 12,86 ^a |
| Espèces élevées | UGBT (UGB) | 8,95 | 19,84 (6,90) | 37,75 | |
| | BV (UGB) | 5,20 | 16,54 (6,39) | 33,25 | 83,37 ^b |
| | OV (UGB) | 0 | 3,11 (2,15) | 12 | 15,67 ^b |
| | CP (UGB) | 0 | 0,18 (0,49) | 3,15 | 0,95 ^b |
| Atelier bovin | Effectif bovin (UGB) | 5,2 | 16,54 (6,39) | 33,25 | |
| | Vaches laitières (Têtes) | 3 | 9,71 (3,79) | 19 | 43,89 ^c |
| | Génisses (Têtes) | 0 | 2,99 (2,13) | 9 | 13,52 ^c |
| | Vêles (Têtes) | 0 | 3,26 (2,02) | 9 | 14,74 ^c |
| | Veaux (Têtes) | 0 | 3,29 (1,86) | 8 | 14,87 ^c |
| | Taurillons (Têtes) | 0 | 2,87 (1,72) | 7 | 12,97 ^c |
| Résultats économiques | QLV (L/VL/an) | 0 | 1760,16 (1028,53) | 3433,75 | |
| | VAV (%) | 0 | 50,67 (29,66) | 166,67 | |

SAU : Surface agricole utile ; SI : Surface irriguée ; SC : Surface cultivée ; SFP : Surface fourragère principale (Ha) ; UGBT : Effectif total des animaux (UGB) ; BV : Effectif bovin (UGB) ; OV : Effectif ovin ; CP Effectif caprin ; QLVV : Quantité de lait vendue par vache et par an (Litres/vache /an) ; VAV : Vente des animaux par vache et par an (%).

^a : % par rapport à la SAU ; ^b : % par rapport à l'UGBT ; ^c : % par rapport au BV.

3.2. Résultats de l'analyse en composantes principales (ACP)

Les trois premiers axes factoriels cumulent 87,49% de la variabilité totale. L'axe F1 explique à lui seul 57,66% de l'information, l'axe F2 19,67% et l'axe F3 10,16% (Tableau 10). La projection des variables sur le plan principal F1xF2 est rapportée dans la figure 12.

Le premier axe (F1) est corrélé positivement aux variables traduisant la spécialisation laitière (VL : $r = 0,81$ et QLVV : $r = 0,87$) et négativement aux variables traduisant la production de viande (DA : $- 0,69$ et AVV : $r = - 0,81$). Il est également corrélé positivement aux variables exprimant l'offre en fourrages (SFP : $r = 0,95$ et OF : $r = 0,78$) ainsi qu'avec celles révélant le niveau de diversité des espèces exploitées (PBV : $r = 0,63$). Cet axe oppose les élevages laitiers aux élevages pratiquant l'engraissement. Il peut ainsi être considéré comme l'axe

déterminant l'orientation productive des élevages bovins. De plus, il illustre le niveau de diversification et celui de l'autonomie fourragère des fermes.

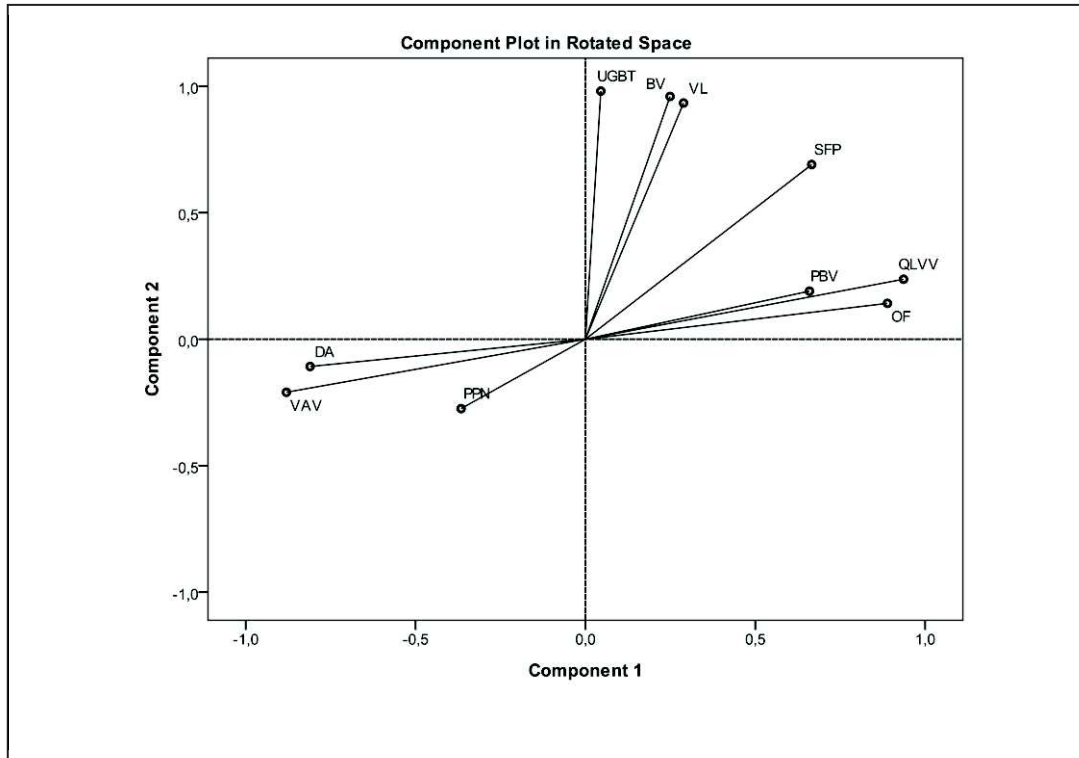
Le deuxième axe (F2) est corrélé positivement aux variables relatives à la taille du troupeau (UGBT : $r = 0,73$ et BV : $0,58$).

Le troisième axe F3 est corrélé à la variable exprimant le système fourrager pratiqué par les éleveurs (PPN : $r = 0,83$). Ce dernier axe peut être considéré comme l'axe distinguant les exploitations basées sur un système herbagé sur prairie naturelle des exploitations basées beaucoup plus sur la culture des fourrages (Figure 15).

Tableau 10 : Contribution des variables aux axes F1 et F2 de l'ACP.

| Axe | Définition de l'axe | | Proportion (%) | Variation cumulée (%) |
|-----|---------------------|---------------------|----------------|-----------------------|
| | Variable | Corrélation à l'axe | | |
| F1 | VL | 0,812 | 57,663 | |
| | PBV | 0,632 | | |
| | SFP | 0,952 | | |
| | OF | 0,780 | | |
| | DA | - 0,697 | | |
| | QLVV | 0,877 | | |
| | VAV | - 0,816 | | |
| F2 | UGBT | 0,733 | 19,672 | 77,334 |
| | BV | 0,588 | | |
| F3 | PPN | 0,830 | 10,159 | 87,494 |

UGBT : Effectif total des animaux (UGB) ; BV : Effectif bovin (UGB) ; VL : Nombre de vaches laitières (UGB) ; PBV : Part des bovins (%) ; SFP : Surface fourragère principale (Ha) ; OF : Offre fourragère (Ha SFP/UGB bovine) ; DA : Durée d'allaitement (Mois) ; PPN : Part de la prairie naturelle ; QLVV : Quantité de lait vendue par vache et par an (Litres/vache /an) ; AVV : Vente des animaux par vache et par an (%).



UGBT : Effectif total des animaux (UGB) ; BV : Effectif bovin (UGB) ; VL : Nombre de vaches laitières (UGB) ; PBV : Part des bovins (%) ; SFP : Surface fourragère principale (Ha) ; OF : Offre fourragère (Ha SFP/UGB bovine) ; DA : Durée d'allaitement (Mois) ; PPN : Part de la prairie naturelle ; QLTV : Quantité de lait vendue par vache et par an (Litres/vache /an) ; AVV : Vente des animaux par vache et par an (%).

Figure 15 : Projection des variables sur le plan principal F1xF2 de l'ACP.

3.3. Les types d'élevages identifiés

L'analyse en composantes principales (ACP), suivie d'une classification ascendante hiérarchique (CAH) ont permis d'identifier six (06) types d'élevages bovin à orientation mixte (lait- viande) majoritairement mais qui se spécialisent davantage selon la taille du troupeau, sa structure et sa composition raciale et selon l'offre alimentaire notamment en surfaces consacrées aux fourrages, le niveau de la production laitière et l'importance de l'atelier d'engraissement (Tableau 11 et Figure 16).

Type 1. Elevages laitiers

Le système laitier compte 23 exploitations soit 15,54% de l'échantillon étudié. Ces exploitations sont regroupées en valeurs positives sur l'axe F1 (Figure 16). Les troupeaux de taille moyenne (près de 17 UGB) sont presque exclusivement bovins. Ils sont composés de 61,86% de vaches laitières et dominés par les races exotiques notamment la Holstein et la Montbéliarde. Ces deux races sont reconnues comme de bonnes laitières. En France, la lactation de référence pour la Holstein et la Montbéliarde est respectivement de 10751 kg et 7924 kg (Institut de l'élevage/FCCEL., 2011).

L'offre fourragère est élevée. Près de 60 % de la SAU est consacrée aux fourrages (10,92 ha soit 0,65 ha SFP/UGB) soutenus par un système fourrager basé sur la culture fourragère en irrigué ; la part des prairies n'est que de 24,13% de la SFP.

Ces élevages réalisent un niveau de production laitière exprimé en quantité de lait vendue par vache et par an de l'ordre de 3234,22 l. C'est un niveau de production largement supérieur à la moyenne (1760,16 litres de lait) et au niveau de production obtenu par Mouffok (2007) dans la même région (2800 litres/ vache/ an). Cependant, il est relativement faible par rapport au niveau de production des races exploitées et par rapport à l'importance des surfaces fourragères offertes. Selon Sraïri (2004), des étables laitières similaires dans la région de Rabat- Salé au Maroc, enregistrent des rendements laitiers compris entre 3310 et 4231 kg de lait/vache. Dans le même pays, Boujenane et Aïssa (2008) rapportent une lactation de référence de 6239,1 kg pour la race Holstein et de 5616,9 kg de lait pour la race Montbéliarde.

Type 2. Elevages mixtes laitiers

Totalisant 36 exploitations (24,32 % de l'échantillon) projetées sur le plan F1 x F2 avec des valeurs majoritairement positives sur les deux axes, ce type représente, par rapport aux autres groupes, des troupeaux de grande taille soit en moyenne 26,05 UGB dont 23,40 UGB bovines avec une part de vaches laitières de 54,50 % dominée par la race Montbéliarde. Cette race est plus utilisée dans les élevages mixtes et dans les petits élevages laitiers alors qu'elle est associée à la Frisonne et à la Holstein dans les élevages orientés beaucoup plus vers la production laitière (Mouffok, 2007).

La surface fourragère principale est en moyenne de 11,42 ha avec une part de 34,27 % de la SAU soit près de 0,5 ha SFP/UGB. Ce sont des troupeaux orientés vers la production laitière. Les quantités de lait vendues atteignent 2675,78 litres par vache et par an. En parallèle, on note la présence d'un atelier d'engraissement des taurillons (16,62 % de l'effectif bovin total) associé à un élevage ovin de petite taille de l'ordre de 17,53 têtes en moyenne. Les ventes d'animaux sont de l'ordre de 31,45 %.

Types 3. Elevages diversifiés

Ce type d'élevage représente 11,5% de l'ensemble des élevages étudiés (17 exploitations). Avec des valeurs dispersées autour du centre du plan F1xF2, entre les deux systèmes mixtes, les exploitations de ce type sont très proches du système mixte à viande que du système mixte laitier. Elles se distinguent par la diversité des espèces (bovin, ovin et caprin) et des races bovines exploitées, par l'importance de l'élevage ovin (plus de 40 têtes) et de la jachère (5,12

ha). Les troupeaux totalisent 18,62 UGB en moyenne avec 11,56 UGB bovines soit une part de 62% dont 7,53 vaches laitières.

La surface fourragère principale est en moyenne de 5 ha et offre 0,44 ha/UGB aux bovins. Les éleveurs de ce système accordent plus d'importance au pâturage. En plus de la jachère pâturée notamment par les petits ruminants, le système fourrager est défini par un système herbagé avec plus de 41% de surfaces des prairies naturelles réservées aux pâturages et, au sein de 8 exploitations, par un système sylvo-pastoral rencontré au piémont des montagnes dans le Nord de la région.

Enfin, les résultats économiques de cette classe se situent à la moyenne par rapport aux autres classes ; la quantité moyenne de lait vendue par vache est de 1812,54 litres et la vente d'animaux est de 49% environ. Cependant, la production laitière de ce type est la plus variable et la plus dépendante des conditions climatiques. Lors des années pluvieuses, les surfaces offrent de bons pâturages et contribuent à l'augmentation des quantités de lait produites ; les ventes de lait s'allongent alors sur plus de 8 mois par an. A l'inverse, lors des années à faible pluviométrie, la production de lait chute et les éleveurs investissent beaucoup plus dans la production de viande.

Type 4. Elevages mixtes à viande

L'orientation mixte à viande est la plus marquée dans la région de Sétif. Ce type d'élevage regroupe 52 exploitations (35,13 % du nombre total d'exploitations) de taille moyenne (19,76 UGB). Elles sont proches du centre du plan principal F1xF2 avec des valeurs négatives sur l'axe F2.

Les troupeaux se composent de 80 % de bovins associés aux ovins d'une taille de 25 têtes. Les vaches laitières dominent à 58 % et l'atelier d'engraissement des taurillons représentent 25 % de l'effectif bovin total. Par conséquent, ces élevages dominés par la race Montbéliarde, sont d'une autonomie fourragère moyennement faible (0,3 ha SFP/UGB) assurée à 69 % par les cultures fourragères contre 31% de prairies naturelles. Le système fourrager est soutenu par la présence de la jachère (près de 3 ha soit 17% de la SAU) valorisée principalement par les ovins mais utilisée aussi par les bovins pendant les périodes de soudures alimentaires.

Les élevages se caractérisent par une vocation productive mixte (lait- viande) orientée plutôt vers la production de viande. Les ventes d'animaux par vache atteignent 61,35 % alors que la production laitière est limitée à 1043,72 litres de lait vendues par vache et par an. En effet, le lait est utilisé aussi pour l'allaitement des veaux durant plus de 4 mois.

Type 5. Elevages allaitants

Le type allaitant est le moins important des systèmes identifiés. Il comprend 8 exploitations représentant 5,4% de l'échantillon qui se concentrent avec des valeurs négatives sur les deux axes F1 et F2 du plan principal.

Ce système correspond aux éleveurs possédant en moyenne 16 UGB. Les bovins représentent plus de deux tiers des espèces de ruminants avec environ 7 vaches allaitantes et 4 à 6 têtes bovines engraisées ou vendues maigres entre taurillons et génisses de boucherie (les éleveurs gardent 1 à 2 génisses pour le renouvellement alors que le reste est destiné à la production de viande).

Chez tous les éleveurs, les bovins sont associés aux ovins avec en moyenne 30 têtes ovines. Les caprins sont présents chez 5 éleveurs mais leur nombre est plutôt réduit (5 à 12 têtes). Les élevages de ce type se caractérisent par un système fourrager herbagé plus ou moins autonome.

Ce sont des élevages qui se distinguent par l'absence de ventes du lait, un produit exceptionnellement réservé à l'allaitement des veaux durant presque 6 mois et à l'autoconsommation familiale. Le niveau de production laitière de la race prédominante (la brune de l'Atlas) est fort limité (Bouzebda-Afri et *al.*, 2005) ; elle oscille entre 900 et 1400 litres de lait pour une lactation de 4 à 6 mois (Yakhlef, 1989). Toutefois, cette race est exploitée pour des fins bouchères. Les ventes d'animaux par vache sont de l'ordre de 70%.

Types 6. Petits engraisseurs

Ce type est constitué de 12 exploitations soit 8,11% de l'ensemble des exploitations enquêtées. Elles sont projetées avec des valeurs négativement élevées sur les deux axes F1 et F2 du plan principal.

La taille du troupeau bovin est faible, de l'ordre de 10,58 UGB avec 4,75 vaches laitières seulement. Les races exploitées sont de type montbéliarde et de type croisé dans leur majorité. Toutefois, on rencontre le type local dans certains élevages. La surface fourragère principale est faible ; elle se situe en moyenne à 1,23 ha soit seulement 0,12 ha/UGB. On note ainsi que 6 exploitations de ce type d'élevage (50% de l'ensemble) ne disposent pas de terre (hors sol). De ce fait, la production du lait demeure faible et sa vente est secondaire. Celui-ci est surtout destiné à l'allaitement des veaux (durant environ 5 mois) et à l'autoconsommation. Les quantités de lait vendues par vache et par an par voie directe surtout aux voisins ne dépassent

pas ainsi les 400 litres. Ce type se base principalement sur l'engraissement des taurillons avec un atelier de 62 % de l'effectif bovin total. Les ventes d'animaux atteignent 120 % par vache et par an soit l'équivalent de 5,58 têtes en moyenne.

Ces résultats concordent avec ceux obtenus par Sraïri (2004) dans la région de Sidi Allal Tazi (Périmètre du Gharb) au Maroc où les éleveurs sans terre qui exploitent des troupeaux de petite taille de la race locale avec une SAU inférieure à 1 ha tirent profit de l'engraissement du bovin destiné à la commercialisation.

Tableau 11 : Caractéristiques des groupes issus de la typologie des systèmes d'élevage.

| Variable | Laitier | Mixte laitier | Diversifié | Mixte à viande | Allaitant | Petits engraisseurs |
|-------------|----------------|----------------|----------------|----------------|--------------|---------------------|
| Nombre | 23 | 36 | 17 | 52 | 8 | 12 |
| % | 15,54 | 24,32 | 11,49 | 35,13 | 5,40 | 8,11 |
| UGBT | 16,99 | 26,05 | 18,62 | 19,76 | 15,98 | 12,77 |
| BV | 16,73 | 23,40 | 11,56 | 15,81 | 11,44 | 10,58 |
| RD | H & M | M | M & BA | M | BA | C & BA |
| VL | 10,35 | 12,75 | 7,53 | 9,13 | 6,87 | 4,75 |
| PBV | 98,81 | 89,88 | 62,09 | 79,95 | 71,66 | 82,87 |
| SAU | 23,22 | 39,38 | 23,03 | 17,29 | 18,91 | 6,87 |
| JACH | 1,02 | 3,18 | 5,12 | 2,95 | 3,25 | 1,19 |
| SFP | 10,92 | 11,42 | 5,04 | 4,81 | 3,78 | 1,23 |
| PPN | 24,13 | 14,65 | 41,57 | 31,03 | 94,15 | 34,44 |
| OF | 0,65 | 0,48 | 0,44 | 0,30 | 0,33 | 0,12 |
| DA | 2,84 | 3,36 | 3,56 | 4,22 | 5,87 | 4,85 |
| QLVV | 3234,22 | 2675,78 | 1812,54 | 1043,72 | 0,00 | 391,83 |
| VAV | 10,57 | 31,45 | 48,86 | 61,35 | 69,59 | 120,36 |

UGBT : Effectif total des animaux (UGB) ; BV : Effectif bovin (UGB) ; RD : Race dominante ; H : Holstein ; M : Montbéliarde ; BA : Brune de l'Atlas ; C : Croisée ; VL : Nombre de vaches laitières (UGB) ; PBV : Part des bovins (%) ; SAU : Surface agricole utile (ha) ; JACH : Jachère (ha) ; SFP : Surface fourragère principale (ha) ; OF : Offre fourragère (ha SFP/UGB bovine) ; DA : Durée d'allaitement (Mois) ; PPN : Part de la prairie naturelle ; QLVV : Quantité de lait vendue par vache et par an (Litres/vache /an) ; AVV : Vente des animaux par vache et par an (%).

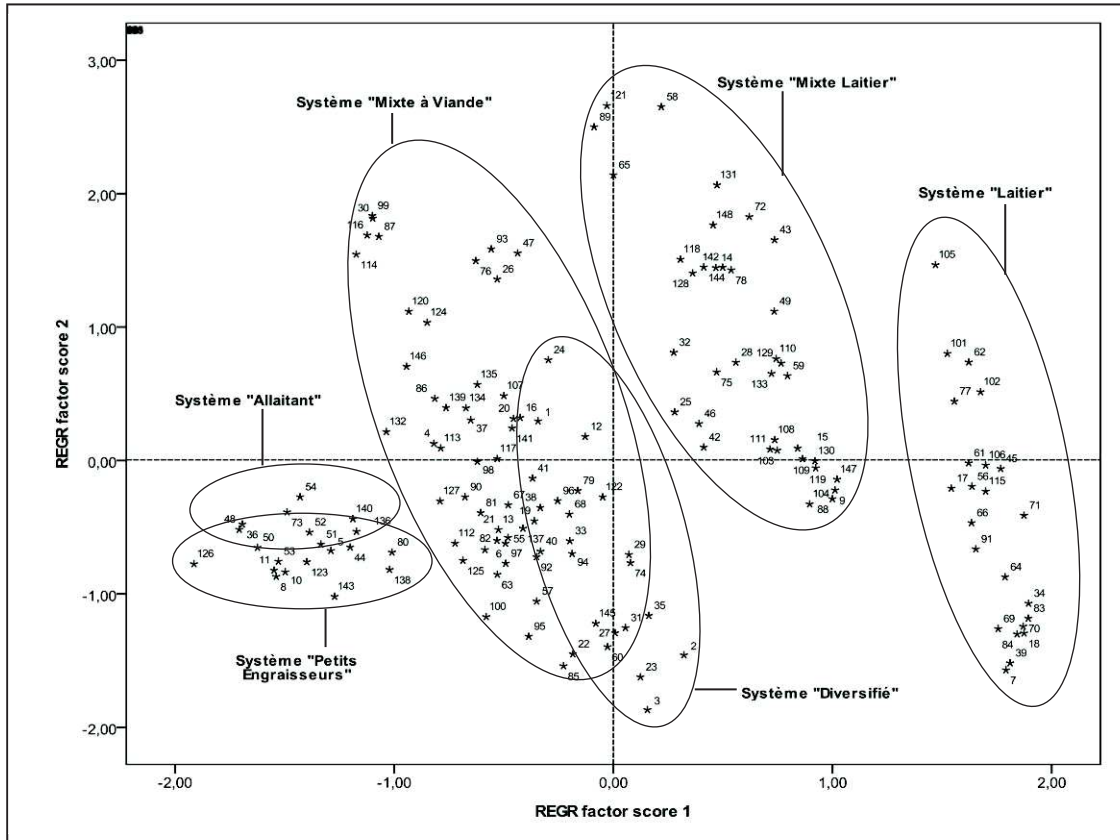


Figure 16 : Projection des types d'élevage sur le plan principal défini par l'ACP.

4. Conclusion

Cette étude qui porte sur 148 troupeaux confirme la tendance vers la diversification des élevages du bovin dans la région semi-aride de Sétif aussi bien sur le plan fonctionnel que sur le plan structural et organisationnel. Une nouvelle tendance qui contribue fortement à la durabilité des productions animales mais aussi à l'adaptabilité et à la résistance de l'exploitation agricole face aux retournements des marchés et aux contraintes économiques et climatiques.

L'orientation productive du système de production bovine est définie d'une part, par les pratiques d'élevage (alimentation, atelier d'engraissement, ventes des animaux, élevages des femelles et intégration des races exotiques) et, d'autre part, par la disponibilité alimentaire elle-même déterminée par l'importance du foncier et la disponibilité en ressources hydriques notamment souterraines.

Six types d'élevage bovin se dégagent de l'analyse en composantes principales (ACP). Exceptés le deuxième et le sixième type dont les troupeaux sont respectivement de grande et de petite taille, les autres types d'élevages détiennent des troupeaux de taille moyenne mais

adoptent des stratégies différentes. Le premier type, spécialisé dans la production laitière se caractérise par la forte présence de vaches laitières dominées par les races exotiques, par une autonomie fourragère élevée et par un système fourrager basé sur les cultures en irrigué alors que les types "mixte à viande" et "diversifié" accordent plus d'importance à la production de viande et cheminent des itinéraires techniques proches. Toutefois, au sein des exploitations de type "diversifié", l'élevage ovin et la jachère sont les plus importants. Quant au type "allaitant", il détient des animaux de race locale et se caractérise par un système herbagé sur prairie naturelle. Les éleveurs de ce type ne vendent pas le lait ; ils le destinent aux veaux et à l'autoconsommation familiale. Les troupeaux ayant une taille importante sont de type "mixte laitier". Cette orientation est dictée surtout par l'importance des moyens de production. Enfin, un dernier type, celui des petits engraisseurs se caractérise par la faible dimension foncière et la pratique de l'engraissement du bovin pour la commercialisation.

En outre, la mixité de l'élevage bovin est caractéristique dans plus de 70% des exploitations enquêtées. Il semble que l'éleveur de la région de Sétif préfère ne pas s'aventurer dans la spécialisation surtout laitière. Ainsi, la diversité des élevages et notamment des productions peuvent être au centre des stratégies des éleveurs pour faire durer cette activité économique face à l'incertitude du climat et du marché.

Chapitre IV.

Perception du changement climatique dans
la région de Sétif

CHAPITRE IV. PERCEPTION DU CHANGEMENT CLIMATIQUE DANS LA REGION DE SETIF

1. Introduction

Au sens étroit du terme, le vocable climat désigne en général le « temps moyen », ou plus précisément une description statistique en termes de moyennes et de variabilité de grandeurs pertinentes sur des périodes allant de quelques mois à des milliers ou des millions d'années. La période type est de 30 ans d'après la définition de l'Organisation Météorologique Mondiale (OMM). Ces grandeurs pertinentes sont le plus souvent des variables de surface telles que la température, les précipitations et le vent. Au sens large du terme, ce vocable désigne l'état du système climatique, y compris une description statistique de celui-ci (GIEC, 2013b).

Les régimes pluviométriques sont le plus souvent associés aux températures pour caractériser le climat d'une région donnée. Ces deux paramètres écologiques fondamentaux sont considérés comme facteurs climatiques vitaux. Les températures accompagnant des déficits de précipitations annuelles provoquent des sécheresses responsables d'une réduction estimée à 30% de la production primaire brute des écosystèmes terrestres dans certaines régions (Ciais et *al.*, 2005).

Du fait de l'importance de la superficie de l'Algérie, tous les bioclimats méditerranéen sont représentés depuis le per humide au Nord jusqu'au per aride au Sud. Toutefois, le pays est considéré comme ayant un climat semi-aride à aride. Ces deux étages bioclimatiques couvrent plus de 90% du territoire national (Emberger, 1950 ; Nedjraoui, 2003). Ce climat est caractérisé par un déficit hydrique et une variabilité importante des paramètres climatiques d'une année à une autre.

La région de Sétif présente un climat semi-aride. Les pluies sont faibles et oscillent entre 400 et 600mm/an alors que l'amplitude thermique et l'évapotranspiration sont importantes.

Ce chapitre vise à étudier l'évolution et la variabilité du climat local de la région à travers l'analyse et la comparaison de deux séries chronologiques différentes ; celle du temps passé entre 1930 et 1960 et celle de la période récente de 1982 à 2012. L'objectif étant d'apporter des éléments de connaissance sur l'hypothèse du changement climatique de la

région de Sétif. Entre autres, le climat semi-aride d'une telle région soumise à l'influence des aléas climatiques a-t-il subi des modifications au fil des années ? Assistons-nous à une probable tendance vers l'aridité de la région ?

La deuxième partie de ce chapitre abordera la question de la perception du changement climatique par les éleveurs. Pour Van Den Ban (1994), et avant même d'étudier les stratégies développées par les paysans en réponse aux changements climatiques, la connaissance de la perception humaine est essentielle. Il se dégage selon Agossou *et al.* (2012) qu'il y a une relation de dépendance qui lie les stratégies d'adaptation à la perception : toutes les mesures que nous développons pour résoudre un problème sont donc fonction de l'idée que nous faisons de ce problème, de notre perception du problème et de la manière dont nous ressentons le dit problème. La question soulevée ici est de connaître comment les éleveurs perçoivent le changement climatique pour bien comprendre comment ils réagissent face à ce phénomène. Les niveaux de perception des éleveurs qui en résultent concordent-ils avec les résultats de l'évolution du climat en question ?

2. Matériel et méthodes

2.1. Evolution du climat

2.1.1. Sources des données climatiques

Les données climatiques collectées concernent les précipitations et les températures minimales, maximales et moyennes sur deux périodes espacées dans le temps. Chaque période s'étale sur une série continue de 30 ans pour mieux caractériser le climat en respectant les normes de l'OMM.

Les données relatives à l'ancienne période allant de 1930 à 1960 ont été extraites de la base de données de la bibliothèque centrale du "National Oceanic and Atmospheric Administration" (NOAA-USA). Des bulletins climatologiques journaliers et mensuels sont disponibles en accès libre online sur le lien :

http://docs.lib.noaa.gov/rescue/data_rescue_algeria.html.

Les données relatives à la période récente (1982-2012) ont pour origine la station de l'ONM de Sétif à Ain Sfiha (Annexe 02). Cette station est représentative ; elle se situe à la périphérie de la ville de Sétif au centre de la région d'étude.

2.1.2. Méthodologie

2.1.2.1. Extraction des données archivées

La préparation des données statistiques pour l'ancienne période a connu plusieurs étapes. Après l'extraction des archives sous format PDF des bulletins mensuels, les extraits des données ont subi une transformation numérique sous le tableur Excel puis elles ont été préparées pour les traitements statistiques ultérieurs (Figure17). Une vérification est ensuite effectuée sur toutes les données qui présentent des anomalies.

Le bulletin mensuel est l'origine principale des extraits. Toutefois, les données manquantes ont été extraites des bulletins journaliers (Figure 18). Cette opération a pris énormément de temps en raison de l'extraction donnée par donnée et jour par jour puis la transformation des données des journaux en valeurs mensuelles. Certaines données manquantes ou illisibles ont fait l'objet de vérification des cartes des courbes isohyètes correspondantes (Figure 19) et des données climatiques des stations de régions du même bioclimat (stations de Constantine, de Batna et de Bordj Bou Arreridj).

Pour la série des données de la période contemporaine, les informations recueillies ont fait l'objet d'un dépouillement pour être organisées par la suite sous le tableur Excel en vue des traitements statistiques.

INSTITUT DE METÉOROLOGIE ET DE PHYSIQUE DU GLOBE DE L'ALGÉRIE

ALGÉRIE DU NORD - MOIS DE MARS 1943..

| Stations | ALTITUDE (m) | Pression (mb) | | | Température | | | | | | HUMIDITÉ RELATIVE | | | NÉBULOSITÉ | | | VENT | | PLUIES (normales 1941-1960) | | | | | PHÉNOMÈNES D'ORDRE LOCAL | | | | | | | | | | | | | |
|----------------|--------------|---------------|--------|--------|-------------|------|------|---------|------|------|-------------------|------|------|------------|-----|-----|------|-----|-----------------------------|-------|-----------|----------------|------|--------------------------|----------------------------|------|-----------------------------|--|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| | | 7° | 13° | 18° | 7° | 13° | 18° | MINIMUM | | | MAXIMUM | | | 7° | 13° | 18° | 7° | 13° | 18° | Force | Direction | Totaux du mois | | | Totaux du mois par Station | | | | | | | | | | | | |
| | | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm | | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm |
| Oran | 11 | 1014.2 | 1015.9 | 1015.6 | 13.5 | 17.6 | 15.6 | 12.1 | 9.2 | 7 | 16.7 | 25.6 | 2 | 78 | 68 | 78 | 5.2 | 4.6 | 3.8 | 2.6 | NE | 113 | 2.97 | 9 | 503 | 1.53 | 68 | Σ Les 2 et 3; 11; j de 8. | | | | | | | | | |
| Cap Ténès | 189 | 992.6 | 992.6 | 992.3 | 12.2 | 14.4 | 13.1 | 10.9 | 7.6 | 12 | 15.9 | 23.6 | 3 | 84 | 78 | 82 | 7.0 | 7.3 | 6.6 | 2.3 | E | 114 | 5.00 | 18 | 574 | 1.43 | 74 | T Les 10 et 14; A Les 10; Σ Les 23 et 24; 2; j de 8. | | | | | | | | | |
| Alger | 59 | 1008.4 | 1008.2 | 1008.0 | 12.9 | 16.2 | 14.0 | 11.4 | 7.9 | 11 | 17.3 | 24.0 | 3 | 79 | 68 | 77 | 7.9 | 6.5 | 5.6 | 1.3 | NE | 147 | 1.96 | 16 | 591 | 0.88 | 88 | T Les 10; A Les 9; Σ Les 3 et 24; 16; j de 8; 6; j de 8. | | | | | | | | | |
| La Calle | 10 | 1012.5 | 1012.3 | 1012.4 | 12.1 | 17.4 | 14.6 | 11.1 | 8.2 | 3 | 18.4 | 27.5 | 25 | 81 | 58 | 67 | 5.7 | 5.1 | 5.4 | 1.0 | NW | 80 | 1.00 | 16 | 650 | 0.81 | 88 | Rég. 11. | | | | | | | | | |
| Tlemcen | 810 | 922.3 | 922.4 | 922.0 | 9.9 | 14.2 | 13.1 | 7.2 | 4.2 | 10 | 14.6 | 22.0 | 24 | 67 | 32 | 35 | 4.6 | 4.7 | 5.3 | 1.6 | SW | 91 | 1.10 | 12 | 489 | 1.04 | 55 | T Les 20; 6; j de 1; 9; j de 1; 2; j de 1. | | | | | | | | | |
| Sidi bel Abbès | 496 | 958.6 | 957.1 | 957.2 | " | " | " | " | " | " | " | " | " | " | " | " | 4.7 | 4.6 | 3.7 | 1.0 | N | 80 | 1.86 | 12 | 348 | 1.16 | 56 | R Les 5; A Les 5 et 26; 6; j de gelée; 6; j de 1. | | | | | | | | | |
| Ain el Hadjar | 1000 | 899.2 | 899.2 | 898.8 | 4.3 | 12.0 | 9.6 | 3.2 | -3.0 | 11 | 18.6 | 20.0 | 3.20 | 58 | 66 | 75 | 5.3 | 4.0 | 4.6 | 1.7 | S | 122 | " | 17 | 407 | " | 81 | R Les 5; A Les 5 et 26; 6; j de gelée; 6; j de 1. | | | | | | | | | |
| Mascara | 590 | 946.8 | 946.7 | 945.8 | 6.4 | 15.4 | 11.9 | 7.5 | 2.4 | 10 | 17.5 | 23.6 | 23 | 92 | 68 | 78 | 6.5 | 6.4 | 4.3 | 1.1 | N | 128 | 2.12 | 12 | 495 | 1.16 | 60 | R Les 10; T Les 26; 3; j de 1; 6; j de 1; 1; j de 1. | | | | | | | | | |
| Relizane | 81 | 1009.4 | 1007.9 | 1007.6 | " | " | " | 6.6 | 2.0 | 10 | 19.0 | 26.5 | 20 | " | " | " | 5.5 | 5.7 | 5.4 | 0.9 | NW | 86 | 2.16 | 15 | 297 | 1.04 | 84 | R Les 10; T Les 26; 3; j de 1; 6; j de 1; 1; j de 1. | | | | | | | | | |
| Orléansville | 112 | 1001.4 | 1001.1 | 999.8 | 8.0 | 15.9 | 17.1 | 6.0 | 1.0 | 10 | 19.0 | 26.5 | 20 | " | " | " | 8.4 | 7.4 | 7.4 | 2.9 | S | 146 | 5.57 | 12 | " | " | " | Σ Les 23, 24; 1; j de 1. | | | | | | | | | |
| Aumale | 905 | 915.6 | 915.1 | 914.5 | 5.8 | 11.8 | 10.5 | 4.2 | -1.0 | 20 | 18.2 | 20.1 | 25 | 92 | 79 | 78 | 5.7 | 6.3 | 6.8 | 1.3 | N | 100 | 1.85 | 16 | 313 | 0.50 | 69 | R Les 26; 3; j de gelée; 3; j de 1; 2; j de 1; 1. | | | | | | | | | |
| Fort National | 942 | 905.4 | 905.6 | 905.9 | 7.4 | 9.8 | 8.3 | 3.4 | 1.5 | 10 | 11.4 | 19.5 | 25 | " | " | " | 5.5 | 6.1 | 5.2 | 2.9 | W | 276 | 2.19 | 16 | 803 | 0.92 | 61 | R Les 5 et 27; Σ Les 25 et 26; 9; j de 1. | | | | | | | | | |
| Tizi Ouzou | 222 | 969.4 | 968.0 | 968.0 | 9.6 | 16.0 | 14.7 | 3.4 | 4.8 | 20 | 17.0 | 25.8 | 25 | 90 | 68 | 69 | 6.4 | 7.4 | 5.9 | 0.1 | NW | " | " | 18 | " | " | 87 | T Les 5 et 11; 12; j de 1; Σ Les 24; 1; j de 1. | | | | | | | | | |
| Sétif | 1081 | 895.0 | 894.4 | 894.3 | 6.2 | 12.1 | 8.2 | 3.8 | 0.5 | 8 | 13.2 | 20.1 | 27 | 34 | 61 | 83 | 5.0 | 6.9 | 6.0 | " | " | 46 | 0.96 | 13 | " | " | " | R Les 6 et 21; 0; Les 6; A Les 21; 1; j de 1; 2; j de 1. | | | | | | | | | |
| Batna | 1031 | 897.4 | 897.1 | 897.0 | 4.3 | 13.5 | 8.3 | 1.8 | -3.5 | 5 | 15.7 | 24.2 | 26 | 76 | 60 | 84 | 3.0 | 4.0 | 3.8 | 2.7 | W | 38 | 0.79 | 11 | 293 | 1.25 | 64 | R Les 17 et 22; Σ Les 26 et 27; 10; j de gelée; 1; j de 1. | | | | | | | | | |
| Constantine | 624 | 943.0 | 941.9 | 941.0 | 6.9 | 13.9 | 6.1 | 2.4 | 13 | 15.1 | 24.6 | 25 | 87 | 69 | 76 | 4.2 | 4.8 | 5.5 | 3.5 | NE | 53 | " | 13 | 368 | " | 79 | R Les 5 et 6; A Les 5 et 6. | | | | | | | | | | |
| Goelma | 270 | 965.1 | 964.3 | 964.7 | 9.9 | 17.8 | 12.9 | 6.5 | 2.0 | 13 | 18.7 | 27.0 | 25 | 82 | 63 | 80 | 5.6 | 6.1 | 5.6 | 1.1 | N | 43 | 0.56 | 13 | 382 | 0.71 | 69 | R Les 11 et 26; Σ Les 29, 24, 25; 6; j de 1; 3. | | | | | | | | | |

Figure 17 : Exemple d'extrait mensuel : Bulletin climatologique mensuel correspondant au mois de mars 1943 extrait de la base de données NOAA-USA.

METEOROLOGIQUE DE L'ALGERIE *Mars 15 Janvier 1930* 7h. Matin *21/6*

| STATIONS | Altitude en mètres | OBSERVATION DE 7 HEURES DU MATIN | | | | Dans les 24 heures | | Pluie du 31 ^{er} Sept au 1 ^{er} Jan au 11 ^h (millim.) | Pluie au 11 ^h (millim.) | PHÉNOMÈNES | | | | | |
|------------------|--------------------|--------------------------------------|-------------|----------------------|-------------|----------------------------------|--------------|--|------------------------------------|------------|----------------|-----------------------|-----|---|------------------|
| | | Pression à 0° ou au niveau de la mer | | Température de l'air | | Vent Direction et force de 0 à 9 | Etat du Ciel | | | | Etat de la Mer | Températures extrêmes | | | |
| | | Observation | diff en 24h | Observation | diff en 24h | | | | | | | max | min | millim. | millim. |
| Nemours | 4 | 10.2 | 3.8 | 10.8 | 3.0 | NNW 4 | couvert | Agitée | 19 | 9 | | 163 | | | |
| Beni-Saf | 3 | | | | | | | | | | | | | | |
| Oran | 53 | 21.7 | 2.8 | 12.3 | 1.5 | NNW 7 | couvert | Grosse | 16 | 13 | 24.0 | 24.0 | 145 | pluie brève de la nuit | |
| Mostaganem | 26 | | | | | | | | | | | | | | |
| Ténés | 59 | 18.2 | 3.3 | 11.0 | -1.0 | calme | pluie | Agitée | 14 | 7 | 42.0 | 42.0 | 192 | 10 ^h 30 de brève la nuit pluie | |
| Blida | 267 | 19.5 | 3.9 | 11.0 | -1.0 | calme | couvert | | 15 | 10 | 19.4 | 16.4 | 311 | pluie brève de la nuit | |
| Bouzareâ | 344 | 17.8 | 3.7 | 10.3 | -1.5 | NNW 1 | couvert | | 15 | 9 | 21.0 | 21.0 | 400 | pluie brève de la nuit | |
| Alger | 59 | 18.6 | 3.6 | 12.0 | -1.4 | NNW 3 | couvert | | 15 | 11 | 18.8 | 16.8 | 341 | pluie brève de la nuit | |
| Maison Carrée | 48 | 18.5 | 3.8 | 11.0 | -1.5 | NNW 2 | couvert | | 15 | 11 | 21.0 | 21.0 | 341 | pluie brève de la nuit | |
| Cap Carbon | 22.5 | 16.5 | 6.7 | 13.1 | 1.5 | SSE 2 | couvert | Agitée | 14 | 9 | 1.0 | 1.0 | 336 | 14 ^h 30 de la nuit pluie | |
| Philippeville | 73 | 16.5 | 6.7 | 13.1 | 1.5 | SSE 2 | couvert | Agitée | 14 | 9 | 1.0 | 1.0 | 336 | 14 ^h 30 de la nuit pluie | |
| Cap de Garde | 161 | 16.5 | 6.9 | 12.0 | 1.0 | NNW 2 | couvert | Agitée | 13 | 10 | 2.0 | 2.0 | 284 | pluie la nuit | |
| La Calle | 10 | | | | | | | | | | | | 480 | | |
| Bizerte | 9 | 19.2 | 5.3 | 10.8 | 13.6 | calme | couvert | Agitée | 15 | 10 | | | 244 | | |
| Tunis | 36 | | | | | | | | | | | | 151 | | |
| Sfax | 8 | 19.0 | 4.9 | 11.0 | 12.0 | calme | couvert | Agitée | 15 | 10 | | | 81 | | |
| Oudjda | 780 | 24.6 | 1.7 | 5.0 | 3.0 | calme | couvert | | 5 | 5 | 8.0 | 8.0 | 71 | 14 pluie | |
| Tlemcen | 808 | | | | | | | | | | | | 179 | | |
| Sidi Bel-Abbes | 978 | | | | | | | | | | | | | | |
| Saida | 860 | 81.7 | 1.6 | 5.8 | 1.8 | NNW 1 | couvert | | 11 | 5 | 5.2 | 5.2 | 188 | pluie brève | |
| Mascara | 390 | 19.1 | 5.2 | 8.2 | -1.0 | calme | pluie | | 11 | 7 | 21.0 | 21.0 | 169 | pluie brève de la nuit | |
| Orléansville | 73 | 15.9 | 4.4 | 10.0 | 0.4 | NNW 3 | couvert | | 11 | 9 | 4.2 | 4.2 | 79 | pluie | |
| Tiaret | 112 | 16.4 | 4.1 | 9.8 | 10.8 | NNW 1 | couvert | | 11 | 9 | 16.0 | 16.0 | 117 | pluie brève après midi et de la nuit | |
| Violar | 889 | 17.7 | 1.3 | 6.3 | 10.8 | NNW 2 | couvert | | 9 | 6 | 20.7 | 20.7 | 134 | 13-15 ^h de la nuit pluie | |
| Médeâ | 935 | 19.1 | 1.6 | 6.1 | 1.2 | NNW 1 | pluie | | 11 | 6 | 13.0 | 13.0 | 261 | 13-7 ^h pluie | |
| Annaba | 942 | | | | | | | | | | | | | | |
| Fort-National | 222 | 20.6 | 3.6 | 10.9 | 11.0 | NNW 1 | couvert | | 15 | 10 | 8.4 | 8.4 | 182 | pluie de la nuit | |
| Tizi-Ouzou | 915 | 17.7 | 1.0 | 9.9 | 10.6 | NNW 1 | couvert | | 15 | 10 | 2.0 | 2.0 | 215 | pluie de la nuit | |
| Bent Bou Aréridj | 1079 | 18.2 | 6.0 | 8.0 | 0.4 | NNW 3 | couvert | | 15 | 11 | 3.5 | 3.5 | 215 | pluie de la nuit | |
| Bumma | 1044 | 20.3 | 5.2 | 6.1 | 0.1 | NNW 2 | couvert | | 15 | 11 | 9 ^h | | | pluie de la nuit | |
| Constantine | 860 | | | | | | | | | | | | | | |
| Guelma | 208 | 16.1 | 7.2 | 9.5 | 12.2 | NNW 2 | couvert | | 19 | 7 | 9 ^h | | | 219 | pluie de la nuit |
| Tebessa | 863 | 19.4 | 7.6 | 8.0 | 13.0 | NNW 1 | couvert | | 17 | 7 | | | 90 | | |
| El Aricha | 1253 | | | | | | | | | | | | | | |

Figure 18 : Exemple d'extrait journalier : Bulletin climatologique journalier correspondant au 1^{er} janvier 1930 extrait de la base de données NOAA-USA.

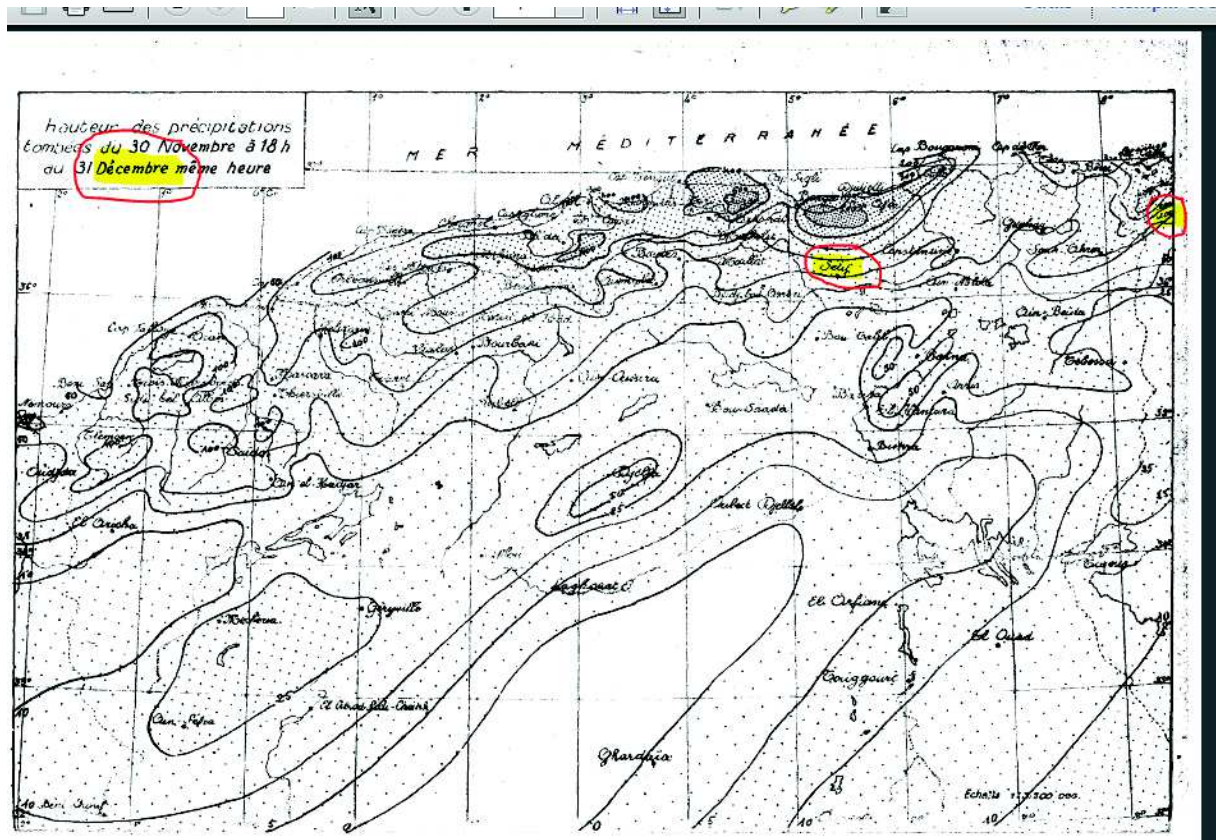


Figure 19 : Exemple d'extrait de vérification : Carte des courbes isohyètes correspondant au mois de décembre 1947 extraite de la base de données NOAA-USA.

2.1.2.2. Calculs statistiques

L'analyse descriptive des données a été réalisée par le logiciel Excel et a concerné les valeurs moyennes, les valeurs maximales, les valeurs minimales et l'écart type des précipitations et des températures moyennes, minimales et maximales des deux séries chronologiques.

Ensuite, une analyse de la variance a été effectuée sur ces données grâce au logiciel SPSS. Cette analyse a pour objectif la comparaison des moyennes des deux périodes par le test de Student aux seuils de 0,05 et de 0,01.

Des illustrations graphiques ont été également réalisées pour permettre de comparer au mieux les deux séries des données climatiques.

Enfin, les diagrammes ombrothermiques relatifs aux deux périodes ont été élaborés. Ces diagrammes vont servir à déterminer la zone humide et la zone sèche de l'année.

2.2. Perception des changements climatiques par les éleveurs

2.2.1. Choix des éleveurs enquêtés

Le choix des éleveurs enquêtés s'est appuyé sur la base de données des enquêtes déjà menées pour la réalisation de la typologie des élevages de bovin (chapitre 4). Parmi les 148 éleveurs concernés par la typologie, 80 éleveurs ont été sélectionnés pour une deuxième enquête (Annexe 03), en retenant les caractères typologiques identifiés auparavant. Afin de mener à bien cette étude, la sélection a été raisonnée dans le respect des critères de représentativité et d'homogénéité de l'échantillon des éleveurs ayant exprimés leur engagement d'assurer la continuité de nos enquêtes (Tableau 12).

Il est à noter que l'étude n'exclue aucune catégorie d'âge ; les éleveurs jeunes peuvent aussi percevoir les changements du climat puisqu'ils ont plusieurs sources pour l'apprendre à l'exemple des medias, du témoignage des ascendants et de leur propre expérience sur le terrain.

Tableau 12 : Distribution du nombre d'éleveurs de l'échantillon d'enquête "Perception" par système d'élevage identifié.

| Systeme | laitier | Mixte laitier | Diversifié | Mixte viande | Allaitant | Engraisseur | Total |
|---------------------------------------|---------|---------------|------------|--------------|-----------|-------------|-------|
| Enquête Typologie (nombre d'éleveurs) | 23 | 36 | 17 | 52 | 8 | 12 | 148 |
| Enquête Perception | | | | | | | |
| Nombre d'éleveurs | 15 | 20 | 12 | 17 | 7 | 9 | 80 |
| % /nbr d'éleveurs de la typologie | 65,22 | 55,56 | 70,59 | 32,70 | 87,5 | 75 | 54,05 |
| % /80 | 18,75 | 25 | 15 | 21 | 8,75 | 11,25 | 100 |

2.2.2. Déroulement des enquêtes

La collecte des données s'est déroulée en deux phases auprès de chaque éleveur : la phase d'introduction au sujet et de clarification conceptuelle du phénomène en question et la phase d'exploration approfondie et de collecte finale de données qualitatives et quantitatives à base de questionnaire individuel (Annexe 03). L'investigation comprend des questions ouvertes et d'autres dirigées permettant à l'interlocuteur de s'exprimer librement.

En fait, il a été question de s'interroger sur 39 formes possibles de changements climatiques réparties sur 07 paramètres : la pluviométrie, la neige, la température, l'humidité, le vent, la sécheresse et l'agroenvironnement.

Au final, 29 formes de changements ont été retenues pour l'étude. Elles concernent la perception des changements des pluies et des neiges, la perception des changements des températures et de l'ampleur de la sécheresse et la perception des changements agroenvironnementaux (Tableau 13).

Tableau 13 : Les formes de changements climatiques retenues pour l'étude de la perception.

| Paramètre | Nombre de perception | Forme de changement possible |
|--------------------|----------------------|--|
| Pluies | 07 | Retard des pluies |
| | | Prolongement des pluies |
| | | Arrêt précoce des pluies |
| | | Pluies de printemps tardives |
| | | Mauvaise répartition des pluies |
| | | Irrégularité des pluies |
| | | Inondation |
| Neiges | 04 | Enneigement tardif |
| | | Arrêt précoce de neiges |
| | | Faible quantité de neiges |
| | | Répartition aléatoire des intervalles |
| Températures | 06 | Excès de chaleur |
| | | T° estivales durant l'hiver |
| | | T° estivales durant le printemps |
| | | T° estivales durant l'automne |
| | | Restriction de la période de froid |
| | | Effet de serre |
| Sécheresse | 03 | Cyclicité de la Sécheresse |
| | | Prolongement de la sécheresse |
| | | Poches de sécheresse |
| Agro-environnement | 09 | Tarissement des puits |
| | | Assèchement des Oueds |
| | | Apparition d'espèces végétales inexistantes auparavant |
| | | Disparition d'espèces végétales existantes auparavant |
| | | Déforestation |
| | | Chute des Rendements |
| | | Apparition de maladies inconnues |
| | | Flétrissement précoce de végétaux |
| | | Aridité du sol |

2.2.3. Méthode d'analyse

Pour l'analyse des perceptions, les données qualitatives de fréquence relative à chaque forme de changement observée ont été converties en proportion (%). Des histogrammes illustratifs ont été représentés pour identifier au mieux les phénomènes climatiques les plus perçus.

L'analyse factorielle des correspondances (AFC) a été ensuite effectuée aux données pour dégager les groupes de perceptions selon le système d'élevage et selon la catégorie d'âge des éleveurs.

3. Résultats et discussion

3.1. Evolution du climat dans la région de Sétif entre 1930-1960 et 1982-2012

3.1.1. Evolution de la pluviométrie

3.1.1.1. Pluviométrie annuelle

Les valeurs moyennes de la pluviométrie annuelle sont de 493,57mm pour l'ancienne période contre 404,09mm pour la période récente, soit une différence de près de 90mm. L'analyse de la variance montre un effet hautement significatif aux seuils de 5% et de 1% (Tableau 14). Cette diminution de l'ordre de 18,11% s'avère parmi les plus indiquées au niveau national. Boucherf (2007) présente des reculs des précipitations de 22mm à Oran, de 5mm à Alger et de 105mm à Annaba entre la période 1931-1960 et la période 1961-1990.

Les variations interannuelles des précipitations sont relativement homogènes dans le passé (entre 340 et 632mm) mais beaucoup plus prononcées durant la période récente entre 200 et 585mm (Figure 20) avec un écart type important, soit 82,39.

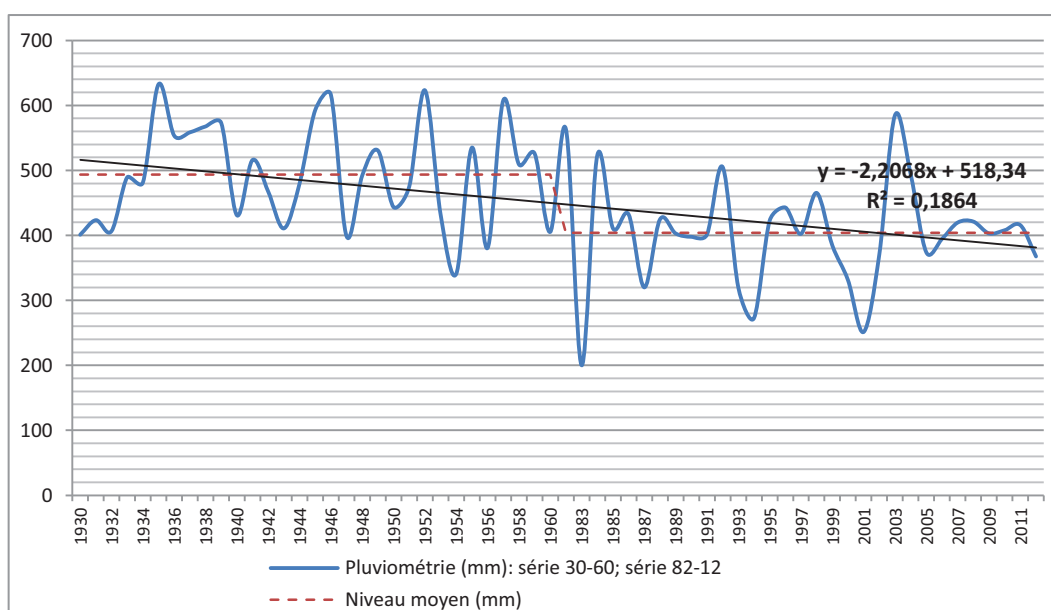


Figure 20 : Evolution de la pluviométrie annuelle de 1930 à 1960 et de 1982 à 2012 dans la région de Sétif.

3.1.1.2. Pluviométrie saisonnière

La comparaison des valeurs moyennes de la pluviométrie saisonnière entre les deux périodes étudiées montre des diminutions des précipitations de 56,15mm en hiver avec un effet hautement significatif, de 16,39mm au printemps avec un effet significatif et de 18,22mm en automne sans effet sur le plan statistique. Toutefois, on note une légère

augmentation en été, de l'ordre de 1,27mm. Cependant, la comparaison de la pluviométrie entre les saisons de la même période fait apparaître un décalage des pluies vers le printemps pour la période récente (124mm au printemps contre 122mm en hiver) alors que pour l'ancienne période, l'hiver est la saison la plus pluvieuse (Tableau 14 et Figure 18).

Tableau 14 : Pluviométrie moyenne saisonnière et annuelle (mm).

| Période | | Hiver | Printemps | Eté | Automne | Année |
|---------------------------------|-------------------|--------|-----------|-------|---------|--------|
| Ancienne période (1930-1960) | Max | 328 | 227 | 104 | 258,1 | 632,5 |
| | Moy | 178,44 | 140,52 | 44,91 | 129,70 | 493,57 |
| | Min | 105 | 66 | 6 | 64 | 340,8 |
| | E-T | 52,78 | 39,03 | 30,79 | 49,99 | 79,78 |
| Période récente (1982-2012) | Max | 284,3 | 231,6 | 109,1 | 199 | 584,9 |
| | Moy | 122,29 | 124,13 | 46,19 | 111,48 | 404,09 |
| | Min | 41,2 | 32,1 | 4 | 38,7 | 200,1 |
| | E-T | 53,89 | 51,38 | 24,08 | 35,73 | 82,39 |
| | Différence | -56,15 | -16,39 | 1,27 | -18,22 | -89,48 |
| Test S | (5%) | HS | S | NS | NS | HS |
| | (1%) | HS | S | NS | NS | HS |

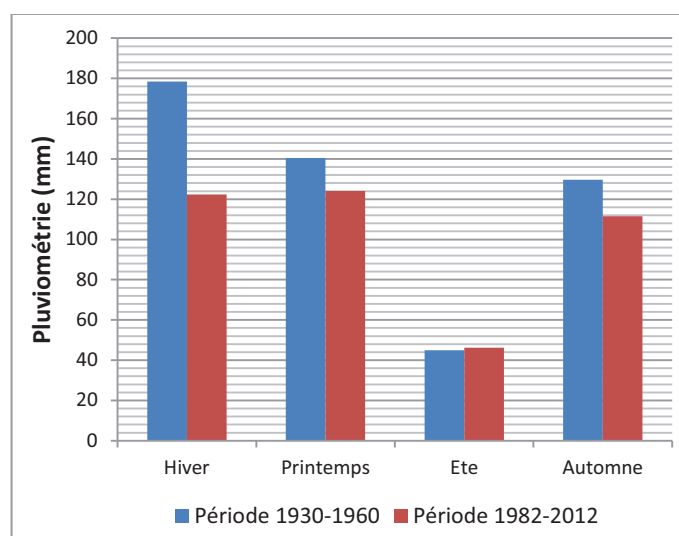


Figure 21 : Histogrammes de la pluviométrie moyenne saisonnière de la série 1930-1960 et de la série 1982-2012 (mm).

L'analyse des séries saisonnières de la pluviométrie indique des niveaux de variations différentes d'une saison à une autre. La saison d'hiver connaît une régression importante avec des variations plus ou moins faibles par rapport aux autres saisons surtout pour la série 1960-2012 (Figure 22.a). La saison de printemps affiche une régression moyenne et des variations interannuelles importantes pour les deux périodes analysées (Figure 22.b). Quant à la saison

estivale, elle présente un caractère aléatoire des variations interannuelles des pluies (Figure 22.c). Enfin, les pluies d'automne sont d'une régression moyenne et des variations interannuelles plus homogènes (Figure 22.d).

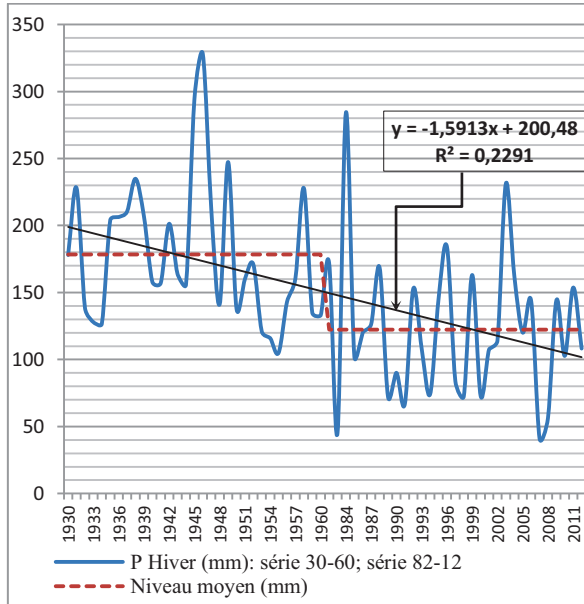


Figure 22.a : Evolution de la pluviométrie de la saison hivernale (séries : 1930-1960 et 1982-2012).

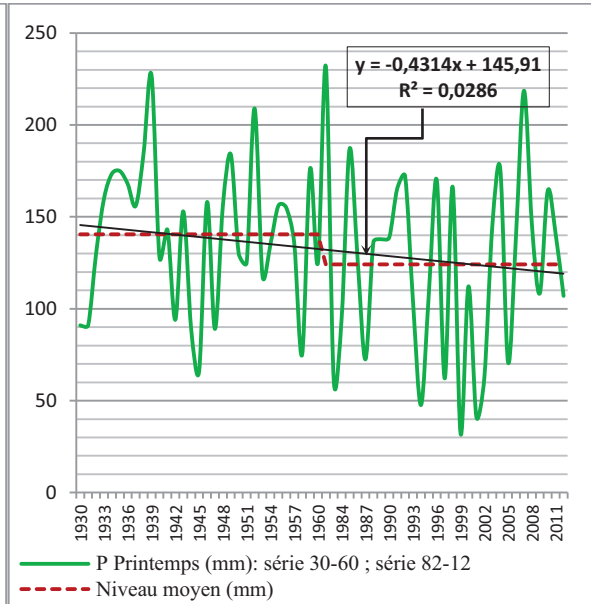


Figure 22.b : Evolution de la pluviométrie printanière (séries : 1930-1960 et 1982-2012).

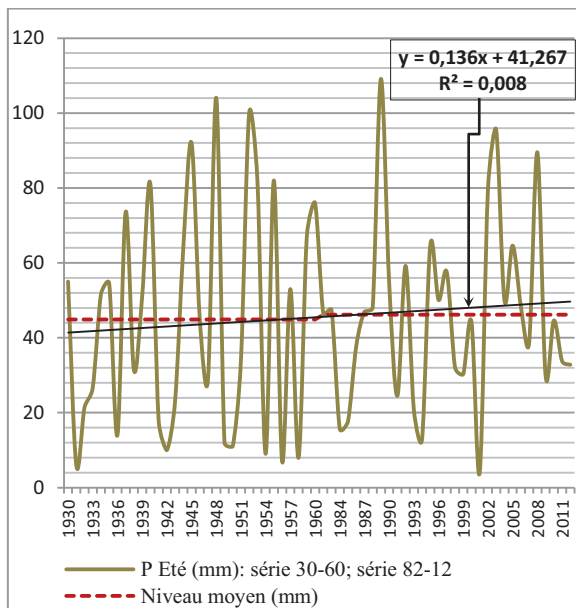


Figure 22.c : Evolution de la pluviométrie de la saison estivale (séries : 1930-1960 et 1982-2012).

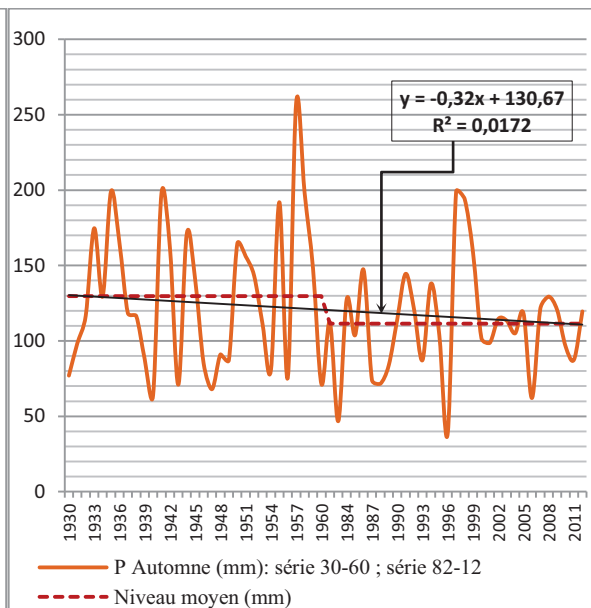


Figure 22.d : Evolution de la pluviométrie automnale (séries : 1930-1960 et 1982-2012).

Figure 22 : Evolution de la pluviométrie saisonnière de 1930 à 1960 et de 1982 à 2012 dans la région de Sétif.

3.1.1.3. Pluviométrie mensuelle

L'analyse de la pluviométrie mensuelle montre une diminution générale des valeurs moyennes. Le recul des pluies est beaucoup plus prononcé pendant les mois de l'hiver avec un effet significatif pour le mois de décembre (-18,80mm) et un effet hautement significatif au seuil de 1% pour le mois de janvier (-28,70mm). Toutefois, les mois de mai, de juillet et de septembre enregistrent quelques millimètres de pluies de plus. L'analyse de la variance aux seuils de 5% et de 1% pour ces mois, indique un effet non significatif pour le mois de mai et un effet significatif pour le mois de juillet (+5,87mm). L'effet étant hautement significatif pour le mois de septembre (Tableau 15 et Figure 23.b).

La superposition des courbes de distribution des pluies sur les mois de l'année des deux séries de l'étude fait apparaître une modification de forme (Figure 23.a). Par rapport à la série ancienne, les cumuls mensuels de la période récente affichent des hauteurs de pluies raccourcies et une tendance vers les pluies tardives du printemps. Le mois de mai est le mois le plus arrosé de l'année avec 45,23mm. Ceux de décembre et de janvier cumulent respectivement 44,84 et 40,61mm.

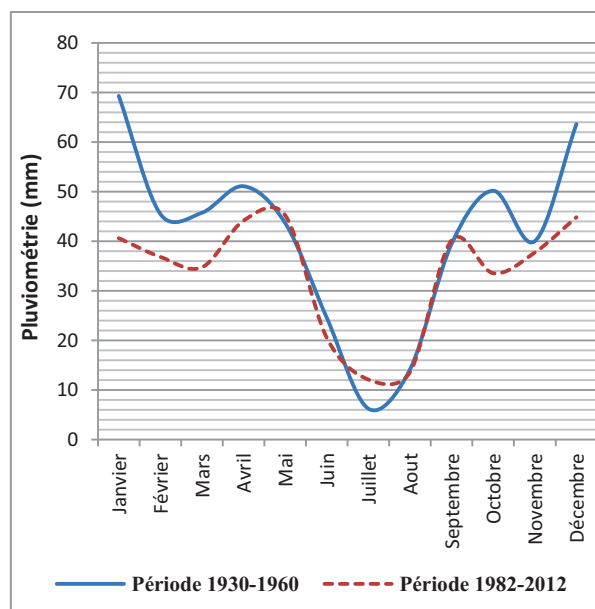


Figure 23.a : Courbes de distribution de la pluviométrie (séries : 1930-1960 et 1982-2012).

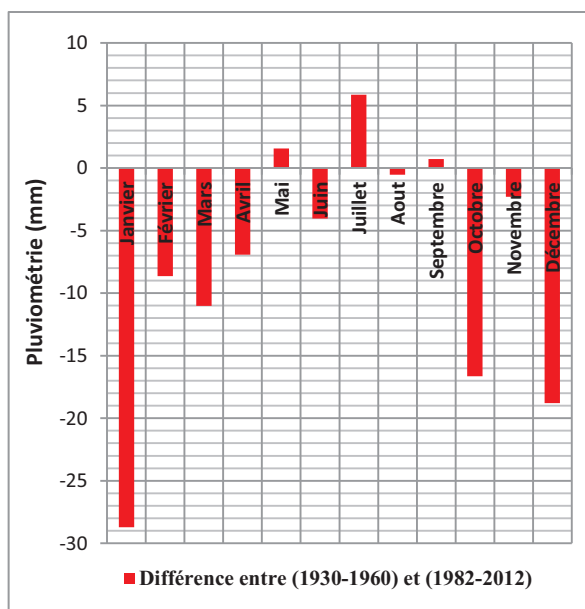


Figure 23.b : Histogrammes des différences mensuelles des précipitations entre 1930-1960 et 1982-2012.

Figure 23 : Répartition de la pluviométrie et des différences mensuelles entre les deux séries de l'étude (1930-1960 et 1982-2012) sur l'année.

L'analyse de l'évolution des pluies de la série des mois de janvier (mois le plus arrosé) (janvier) montre une régression importante de la courbe de tendance. L'ancienne période enregistre une variabilité interannuelle élevée par rapport à la période récente (Figure 24.a).

Pour la série des mois de juillet (mois le plus sec de l'année), la courbe de tendance est plutôt progressive (Figure 24.b). L'évolution interannuelle de la pluviométrie de ce mois illustre bien l'effet aléatoire qui caractérise les précipitations estivales aussi bien pour l'ancienne période que pour la récente. Les cumuls de pluies varient entre 0 et 54,5mm avec un écart type de 14,3 (Tableau 15).

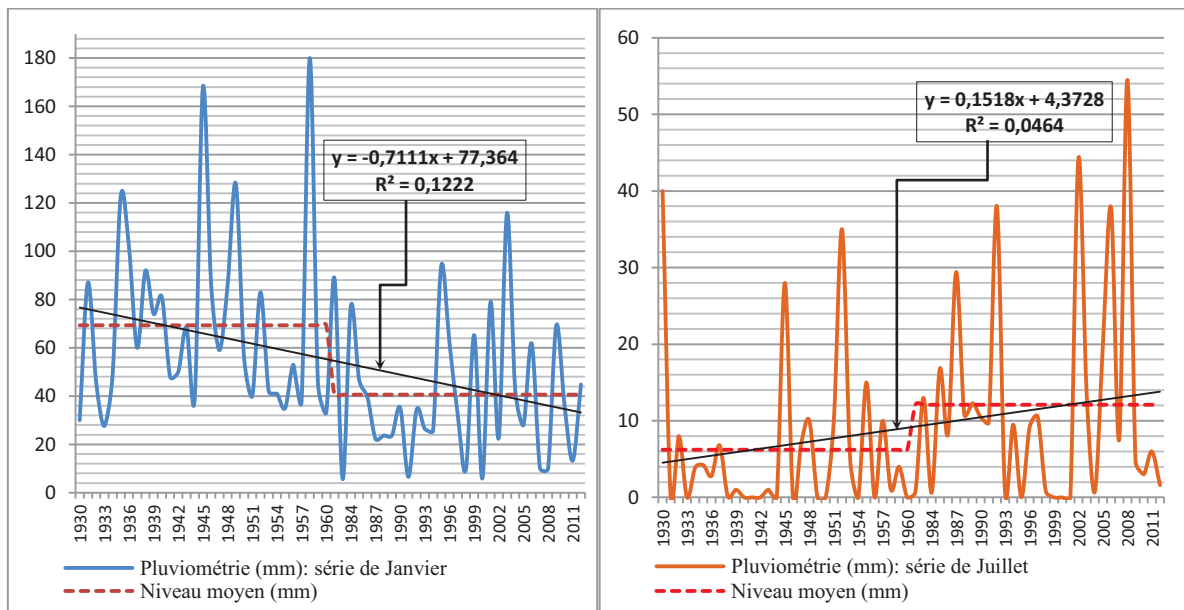


Figure 24.a : Evolution de la pluviométrie des mois de janvier (séries : 1930-1960 et 1982-2012).

Figure 24.b : Evolution de la pluviométrie des mois de juillet (séries : 1930-1960 et 1982-2012).

Figure 24 : Evolution de la pluviométrie du mois le plus pluvieux et du mois le plus sec de l'année (séries : 1930-1960 et 1982-2012).

Tableau 15 : Pluviométrie moyenne mensuelle (mm).

| Période | Mois | Janvier | Février | Mars | Avril | Mai | Juin | Juillet | Août | Septembre | Octobre | Novembre | Décembre |
|-------------------------------------|------------|---------|---------|-------|-------|-------|-------|---------|-------|-----------|---------|----------|----------|
| Ancienne période (1930-1960) | Max | 180 | 79 | 92 | 85 | 92 | 85 | 40 | 53 | 105 | 163 | 72,4 | 196 |
| | Moy | 69,32 | 45,48 | 45,75 | 51,1 | 43,67 | 24,55 | 6,22 | 14,14 | 39,5 | 50,18 | 40,02 | 63,64 |
| | Min | 27,6 | 21 | 17 | 21 | 13 | 0 | 0 | 0 | 4 | 12 | 13,4 | 21 |
| | E-T | 38,37 | 16,86 | 21,94 | 16,84 | 20,18 | 23,49 | 10,29 | 15,38 | 28,84 | 36,07 | 17,98 | 35,85 |
| Période récente (1982-2012) | Max | 115,8 | 121 | 101,8 | 88,6 | 101,5 | 72,7 | 54,5 | 33,8 | 120 | 103,8 | 100,1 | 133 |
| | Moy | 40,61 | 36,89 | 34,73 | 44,16 | 45,23 | 20,5 | 12,09 | 13,6 | 40,21 | 33,54 | 37,73 | 44,84 |
| | Min | 5,6 | 2,1 | 4,5 | 8,4 | 2,2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 5,6 | 6 |
| | E-T | 28,97 | 27,6 | 23,01 | 23,3 | 30,42 | 17,88 | 14,3 | 10,27 | 29,27 | 24,23 | 23,06 | 31,39 |
| Différence | -28,71 | -8,59 | -11,02 | -6,94 | +1,56 | -4,05 | +5,87 | -0,54 | +0,71 | -16,64 | -2,29 | -18,8 | |
| Test S | 5% | HS | S | HS | NS | NS | S | S | S | HS | S | S | S |
| | 1% | HS | S | HS | - | - | S | S | S | HS | S | S | S |

3.1.2. Evolution des températures

3.1.2.1. Températures annuelles

Le tableau 16 récapitule les valeurs des températures annuelles moyennes, minimales et maximales calculées sur 30 ans pour chacune des périodes de l'étude du climat local de Sétif (1930-1960 et 1982-2012). Les températures moyennes annuelles augmentent de 14,11°C en moyenne pour l'ancienne période à 15,12°C en moyenne pour la période récente soit 1,01°C de plus. Pour les températures maximales, les valeurs moyennes augmentent de 0,76°C passant de 19,67 à 20,43°C. Quant aux températures minimales, elles subissent une augmentation plus marquée que les températures moyennes et maximales avec +1,25°C. L'analyse de la variance au seuil de 5% montre une différence significative pour ces trois variables du climat avec des valeurs moyennes supérieures durant la période récente par rapport à l'ancienne période. Cette différence est hautement significative pour les températures maximales et minimales (Tableau 16).

Ces niveaux sont supérieurs à ceux rapportés par Boucherf (2007) pour les périodes 1931-1960 et 1961-1990 pour d'autres régions. Ils se situent entre +0,15°C à Alger et +0,6°C à Tamanrasset. Ils sont cependant inférieurs au niveau national de la hausse des températures au XX^{ème} siècle, estimé par Tabet-Aoul (2010) et Chabane (2012) entre 1,5 et 2°C. Au niveau du Maghreb, Agoumi (2003) situe le réchauffement à plus de 1°C avec une tendance accentuée les 40 dernières années. Pour cet auteur, cela est lié au niveau élevé du rayonnement solaire et aux advections fréquentes de masses d'air chaudes entraînant une forte évapotranspiration.

Tableau 16 : Valeurs moyennes annuelles des températures moyennes, maximales et minimales (°C).

| Période | Saison | T° moyennes | T° maximales | T° minimales |
|-------------------|-----------|-------------|--------------|--------------|
| 1930-1960 | Max | 14,93 | 20,8 | 9,93 |
| | Moy | 14,11 | 19,67 | 8,56 |
| | Min | 13,5 | 18,2 | 7,19 |
| | Et | 0,34 | 0,59 | 0,64 |
| 1982-2012 | Max | 16,14 | 21,48 | 10,8 |
| | Moy | 15,12 | 20,43 | 9,81 |
| | Min | 13,68 | 18,9 | 8,45 |
| | Et | 0,65 | 0,71 | 0,63 |
| Différence | | 1,01 | 0,76 | 1,25 |
| Test S | 5% | S | HS | HS |

Les températures moyennes annuelles accusent une faible variation interannuelle durant la période de 1930 à 1960. Elles se limitent entre 13,5 et 14,93°C avec une stabilité autour de la moyenne (14,11°C) de 1943 à 1954. Seulement, pour la période récente, de 1982 à 2012, la variation interannuelle des températures moyennes annuelles est importante et varie de 13,68°C en 1991 à 16,14°C en 2008 avec des pics des chaleurs dépassant 16°C en 2001 et en 2008. La courbe de tendance affiche une allure ascendante pour cette variable (Figure 25).

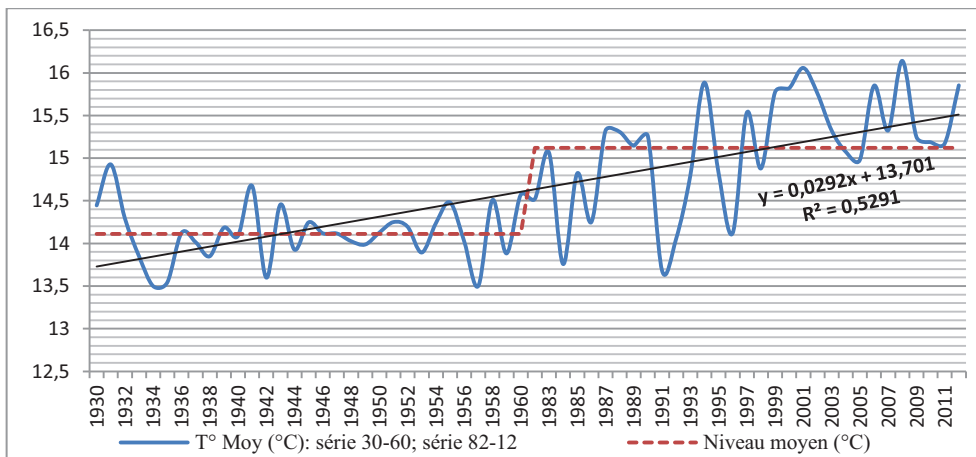


Figure 25 : Evolution des températures moyennes annuelles de 1930 à 1960 et de 1982 à 2012 dans la région de Sétif.

L'analyse des niveaux des températures maximales annuelles fait apparaître deux phases d'évolution pour chaque période. Pour l'ancienne, les niveaux sont majoritairement inférieurs à la moyenne de la série (19,67°C) durant une première phase (de 1930 à 1950). Ensuite, une hausse des températures au-dessus de cette moyenne est enregistrée de 1951 à 1960. Pour la période récente, les températures sont fortement variables de 1960 à 1996 (entre 18,91 et 21,44°C). De 1997 à 2012, les maximas se stabilisent entre 20 et 21,5°C ; la courbe de tendance étant moins progressive que celle des moyennes annuelles (Figure 26).

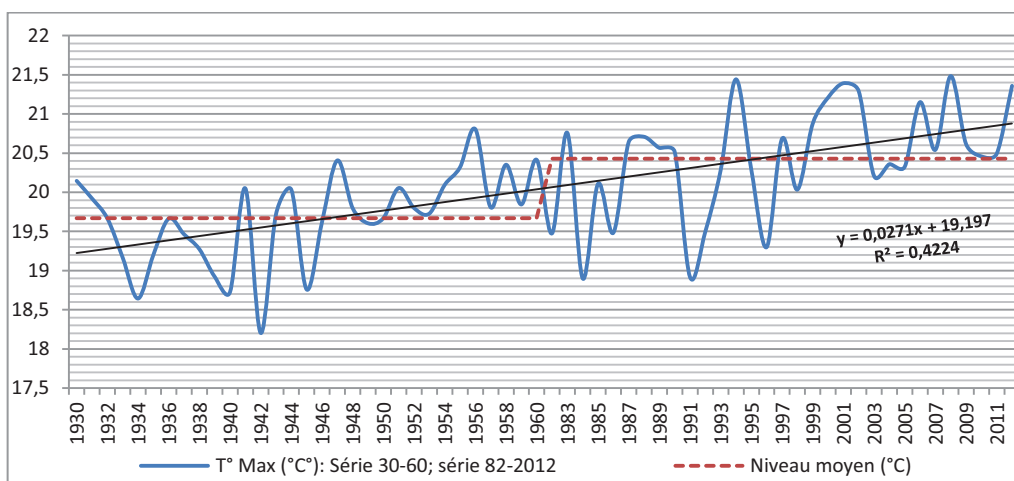


Figure 26 : Evolution des températures maximales annuelles de 1930 à 1960 et de 1982 à 2012 dans la région de Sétif.

Contrairement aux maxima, les températures minimales annuelles sont en majorité supérieures à la moyenne de l'ancienne série (8,56°C) (de 1930 à 1945) puis elles subissent une diminution au-dessous du niveau moyen à partir de 1947. Pour la période récente, les minima accusent une élévation progressive avec des pics de chaleurs dépassant 10,5°C en 1999, en 2001, en 2006 et en 2008. La tendance à la hausse est remarquable à partir de 1997 (Figure27).

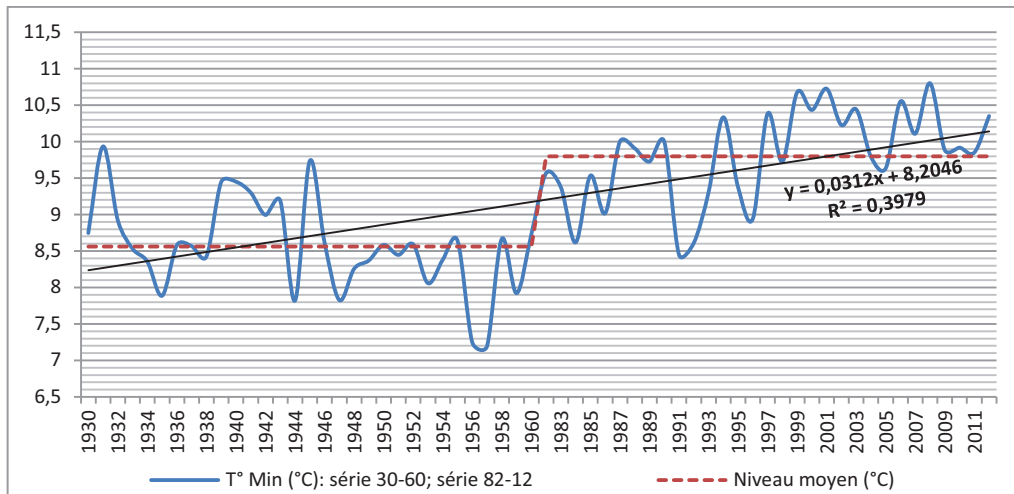


Figure 27 : Evolution des températures minimales annuelles de 1930 à 1960 et de 1982 à 2012 dans la région de Sétif.

3.1.2.2. Températures saisonnières

La période récente connaît une hausse des températures moyennes saisonnières de l'ordre de 0,56°C en hiver, de 0,87°C au printemps et de 0,92°C en automne mais avec une différence non significative au seuil de 5% par rapport à l'ancienne période. L'effet de cette hausse est par contre significatif pour la saison d'été qui subit un réchauffement de +1,67°C (Tableau 17 et figure 28.a).

Les températures maximales augmentent aussi durant la période récente. L'analyse de la variance au seuil de 5% montre une différence significative pour les saisons de l'hiver (+0,36°C) et de printemps (+0,01°C) et une différence hautement significative pour les saisons de l'été (+1,37°C) et de l'automne (+1,02°C) (Tableau 18 et Figure 28.b).

Pour les minimales, la hausse des températures a le même effet que pour les maximales. La différence est significative au seuil de 5% pour la saison de l'hiver (+0,54°C) et pour la saison du printemps (+0,89°C). Elle est hautement significative pour la saison de l'été (+2,23°C) et pour la saison de l'automne (+1,17°C) (Tableau 19 et Figure 28.c).

Il est à noter que la hausse des températures est la plus élevée pour les températures saisonnières minimales. Aussi, la saison estivale subit le réchauffement le plus important par rapport aux autres saisons. Les valeurs moyennes minimales de la saison de l'été passent de 16,29°C durant l'ancienne période à 18,52°C durant la période récente.

Tableau 17 : Valeurs moyennes des températures saisonnières moyennes et annuelles (°C)

| Période | Saison | Hiver | Printemps | Eté | Automne | Année |
|------------|--------|-------|-----------|-------|---------|-------|
| 1930-1960 | Max | 7,11 | 13,05 | 25,99 | 16,44 | 14,93 |
| | Moy | 5,74 | 11,96 | 23,61 | 15,15 | 14,11 |
| | Min | 4,58 | 10,73 | 22,12 | 14,063 | 13,5 |
| | Et | 0,58 | 0,61 | 0,78 | 0,53 | 0,34 |
| 1982-2012 | Max | 8,03 | 15,32 | 27,83 | 17,65 | 16,14 |
| | Moy | 6,3 | 12,83 | 25,28 | 16,07 | 15,12 |
| | Min | 4,05 | 10,32 | 22,57 | 14,55 | 13,68 |
| | Et | 0,96 | 1,23 | 1,06 | 0,81 | 0,65 |
| Différence | | 0,56 | 0,87 | 1,67 | 0,92 | 1,01 |
| Test S | 5% | NS | NS | S | NS | S |

Tableau 18 : Valeurs moyennes des températures saisonnières maximales et annuelles (°C)

| Période | Saison | Hiver | Printemps | Eté | Automne | Année |
|------------|--------|-------|-----------|-------|---------|-------|
| 1930-1960 | Max | 13,83 | 27,97 | 32,4 | 21,9 | 20,8 |
| | Moy | 10,06 | 18,17 | 30,67 | 19,98 | 19,67 |
| | Min | 8,25 | 15,17 | 27,03 | 15,6 | 18,2 |
| | Et | 1,06 | 2,36 | 1,11 | 1,27 | 0,59 |
| 1982-2012 | Max | 12,63 | 20,83 | 34,77 | 22,5 | 21,48 |
| | Moy | 10,42 | 18,18 | 32,04 | 21 | 20,43 |
| | Min | 7,86 | 15,26 | 29,4 | 19,43 | 18,9 |
| | Et | 1,2 | 1,48 | 1,1 | 0,92 | 0,71 |
| Différence | | 0,36 | 0,01 | 1,37 | 1,02 | 0,76 |
| Test S | 5% | S | S | HS | HS | HS |

Tableau 19 : Valeurs moyennes des températures saisonnières minimales et annuelles (°C)

| Période | Saison | Hiver | Printemps | Eté | Automne | Année |
|------------|--------|-------|-----------|-------|---------|-------|
| 1930-1960 | Max | 4,57 | 14,2 | 20,05 | 11,87 | 9,93 |
| | Moy | 1,64 | 6,59 | 16,29 | 9,9 | 8,56 |
| | Min | -0,04 | 3,71 | 13,63 | 6,75 | 7,19 |
| | Et | 0,96 | 1,83 | 1,31 | 0,95 | 0,64 |
| 1982-2012 | Max | 3,6 | 9,8 | 20,9 | 13 | 10,8 |
| | Moy | 2,18 | 7,48 | 18,52 | 11,07 | 9,81 |
| | Min | 0,23 | 5,37 | 15,73 | 9,03 | 8,45 |
| | Et | 0,81 | 1,03 | 1,08 | 0,81 | 0,63 |
| Différence | | 0,54 | 0,89 | 2,23 | 1,17 | 1,25 |
| Test S | 5% | S | S | HS | HS | HS |

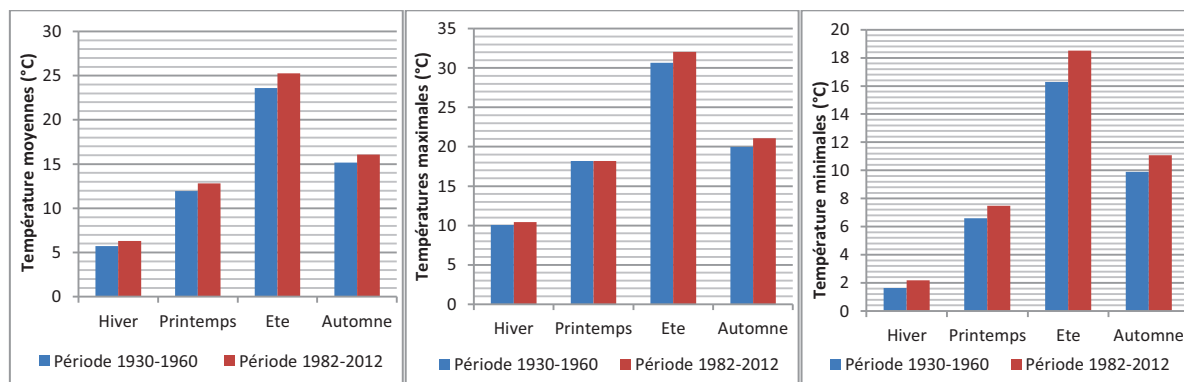


Figure 28.a : Températures saisonnières moyennes.

Figure 28.b : Températures saisonnières maximales.

Figure 28.c : Températures saisonnières minimales.

Figure 28 : Histogrammes des températures saisonnières moyennes, maximales et minimales.

3.1.2.3. Températures mensuelles

Les courbes de distribution mensuelle des niveaux de la température relatives aux deux périodes présentent la même forme d'allure caractéristique des régions méditerranéennes. Cela veut dire que les mois de l'hiver restent les plus froids et les mois de l'été les plus chauds de l'année. Cependant, l'observation globale des niveaux mensuels montre que les températures accusent une élévation durant la deuxième période de l'étude (1982-2012) par rapport à la première période (1930-1960) pour tous les mois avec des degrés variables aussi bien pour les moyennes que pour les maximales et les minimales (Figure 29).

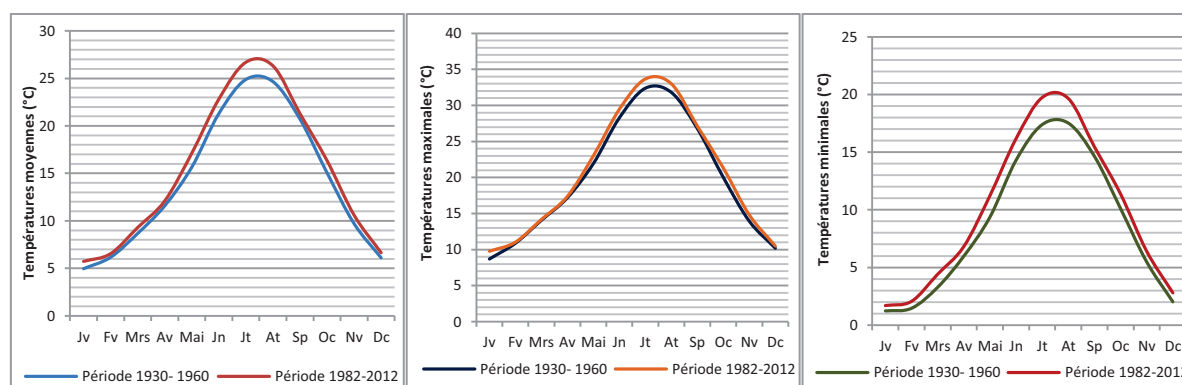


Figure 29.a : Courbes de distribution des températures moyennes mensuelles.

Figure 29.b : Courbes de distribution des températures maximales mensuelles.

Figure 29.c : Courbes de distribution de températures minimales mensuelles.

Figure 29 : Courbes de distribution de la température moyenne, maximale et minimale dans la région de Sétif (séries : 1930-1960 et 1982-2012).

L'analyse de la variance des données de la température moyenne mensuelle indique un effet significatif au seuil de 5% avec des niveaux supérieurs durant la période récente par rapport à l'ancienne période pour le mois de janvier (+0,77°C) et celui de septembre (+0,58°C). L'effet est hautement significatif pour le mois de juillet (+1,81°C), le mois d'août (+1,66°C) et pour le mois de novembre (+0,90°C). Pour les autres mois, l'effet est non significatif (Tableau 20 et Figure 30.a).

Ces résultats s'accordent avec ceux obtenus par Khoualdia *et al.* (2014) dans l'extrême Est algérien. Ces auteurs indiquent un réchauffement moyen mensuel de l'ordre de 0,89°C à Souk-Ahras et de 0,35°C à Tébessa.

Quant aux températures maximales mensuelles, l'effet de réchauffement est significatif au seuil de 5% durant la période récente pour les mois de mars, de mai, de juin, de juillet et de septembre avec des différences oscillant entre +0,12 et +1,29°C. L'effet est hautement significatif pour les mois de janvier, d'août et de novembre dont la différence est comprise entre 0,87 et 1,19°C (Tableau 21 et Figure 30.b).

Enfin, pour les températures minimales mensuelles, huit mois de l'année expriment un réchauffement significatif à hautement significatif au seuil de 5% durant la période récente. Les hausses de températures varient entre 0,46 en janvier et 2,34°C en juillet qui s'avère le mois le plus réchauffé de l'année (Tableau 22 et Figure 30.c).

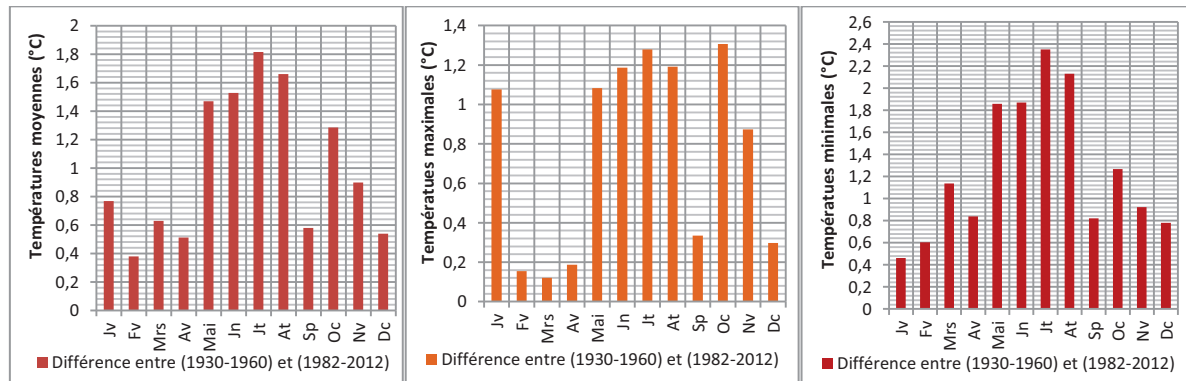


Figure 30.a : Histogrammes des différences des températures moyennes mensuelles.

Figure 30.b : Histogrammes des différences des températures maximales mensuelles.

Figure 30.c : Histogrammes des différences des températures minimales mensuelles.

Figure 30 : Histogrammes des différences mensuelles des températures moyennes, maximales et minimales entre la période 1930-1960 et la période 1982-2012 dans la région de Sétif.

Tableau 20 : Températures moyennes mensuelles (°C)

| Période | Mois | Janvier | Février | Mars | Avril | Mai | Juin | Juillet | Août | Septembre | Octobre | Novembre | Décembre |
|------------|------|---------|---------|--------|-------|-------|-------|---------|-------|-----------|---------|----------|----------|
| 1930-1960 | Max | 7,2 | 7,72 | 10,175 | 13,15 | 17,65 | 24,35 | 26,28 | 27,57 | 22,35 | 17,2 | 11,86 | 7,13 |
| | Moy | 4,96 | 6,16 | 8,67 | 11,58 | 15,64 | 21,28 | 24,89 | 24,66 | 20,71 | 15,05 | 9,7 | 6,1 |
| | Min | 3 | 4,14 | 6,22 | 10,35 | 13,68 | 18,58 | 22,07 | 22,69 | 18,77 | 13,44 | 7,75 | 4,19 |
| | E-T | 0,91 | 0,94 | 0,84 | 0,76 | 1,07 | 1,27 | 0,91 | 1,02 | 0,82 | 0,94 | 1,1 | 0,71 |
| 1982-2012 | Max | 8,35 | 10,9 | 13,6 | 15,35 | 21,2 | 26,3 | 29 | 29,05 | 24,1 | 20,45 | 15,65 | 9,95 |
| | Moy | 5,73 | 6,54 | 9,29 | 12,09 | 17,11 | 22,81 | 26,70 | 26,32 | 21,29 | 16,34 | 10,6 | 6,64 |
| | Min | 3,15 | 2,4 | 6,4 | 9,25 | 12,4 | 18,55 | 23,15 | 24,1 | 18,8 | 12,95 | 8,85 | 3,95 |
| | E-T | 1,19 | 2,06 | 1,52 | 1,54 | 2,22 | 1,79 | 1,31 | 1,26 | 1,18 | 1,74 | 1,39 | 1,44 |
| Différence | | 0,77 | 0,38 | 0,62 | 0,51 | 1,47 | 1,53 | 1,81 | 1,66 | 0,58 | 1,29 | 0,9 | 0,54 |
| Test S | 5% | S | NS | NS | NS | NS | NS | HS | HS | S | NS | HS | NS |

Tableau 21 : Températures maximales mensuelles (°C)

| Période | Mois | Janvier | Février | Mars | Avril | Mai | Juin | Juillet | Août | Septembre | Octobre | Novembre | Décembre |
|------------|------|---------|---------|-------|-------|-------|-------|---------|-------|-----------|---------|----------|----------|
| 1930-1960 | Max | 11,5 | 12,7 | 16,85 | 19,13 | 26,7 | 31,4 | 34,2 | 33,9 | 29,5 | 22,3 | 17,5 | 12 |
| | Moy | 8,68 | 10,87 | 14,06 | 17,18 | 21,92 | 28,27 | 32,38 | 31,8 | 26,78 | 20,01 | 13,93 | 10,19 |
| | Min | 6,5 | 9,1 | 11,18 | 14,46 | 17,2 | 25,25 | 30,7 | 30,07 | 23,9 | 17,7 | 11,4 | 7,5 |
| | E-T | 1,36 | 1,05 | 1,44 | 1,21 | 1,99 | 1,51 | 0,91 | 1,06 | 1,42 | 1,29 | 1,52 | 1,07 |
| 1982-2012 | Max | 13,5 | 17,2 | 18,9 | 20,9 | 27,8 | 33,4 | 36,4 | 35,8 | 30,3 | 26,1 | 20 | 14,3 |
| | Moy | 9,76 | 11,02 | 14,18 | 17,37 | 23,01 | 29,46 | 33,67 | 32,99 | 27,12 | 21,31 | 14,8 | 10,48 |
| | Min | 6,5 | 6,3 | 10,6 | 13,7 | 18,5 | 25,1 | 30,1 | 30,6 | 24,8 | 17 | 12,5 | 7 |
| | E-T | 1,48 | 2,65 | 1,82 | 1,85 | 2,62 | 1,97 | 1,36 | 1,34 | 1,31 | 2,04 | 1,67 | 1,74 |
| Différence | | 1,08 | 0,15 | 0,12 | 0,19 | 1,09 | 1,19 | 1,29 | 1,19 | 0,34 | 1,3 | 0,87 | 0,29 |
| Test S | | HS | NS | S | NS | S | S | S | HS | S | NS | HS | NS |

Tableau 22 : Températures minimales mensuelles (°C)

| Période | Mois | Janvier | Février | Mars | Avril | Mai | Juin | Juillet | Août | Septembre | Octobre | Novembre | Décembre |
|-------------------|------|---------|---------|------|-------|-------|-------|---------|-------|-----------|---------|----------|----------|
| 1930-1960 | Max | 2,9 | 3,96 | 6,1 | 7,46 | 11,7 | 18 | 20 | 22,14 | 15,8 | 12,7 | 7,5 | 3,3 |
| | Moy | 1,23 | 1,46 | 3,28 | 5,98 | 9,36 | 14,3 | 17,39 | 17,52 | 14,64 | 10,1 | 5,47 | 2,02 |
| | Min | -1,9 | -2,8 | -0,2 | 3,9 | 6,7 | 10,9 | 13 | 14,3 | 13,2 | 8,22 | 3,5 | -0,022 |
| | E-T | 1,28 | 1,59 | 1,33 | 1,08 | 1,21 | 1,62 | 1,55 | 1,78 | 0,74 | 0,98 | 1,15 | 0,77 |
| 1982-2012 | Max | 3,8 | 5,2 | 8,3 | 9,8 | 15 | 19,2 | 21,9 | 22,6 | 17,9 | 14,8 | 11,3 | 5,6 |
| | Moy | 1,69 | 2,06 | 4,41 | 6,81 | 11,22 | 16,17 | 19,73 | 19,65 | 15,46 | 11,37 | 6,39 | 2,8 |
| | Min | -0,7 | -1,5 | 2,2 | 4,1 | 6,3 | 12 | 16,2 | 17,6 | 12,8 | 8,5 | 4,6 | 0,9 |
| | E-T | 1,18 | 1,54 | 1,28 | 1,36 | 1,94 | 1,68 | 1,28 | 1,26 | 1,04 | 1,54 | 1,24 | 1,25 |
| Différence | | 0,46 | 0,6 | 1,13 | 0,83 | 1,86 | 1,87 | 2,34 | 2,13 | 0,82 | 1,27 | 0,92 | 0,78 |
| Test S | | S | S | HS | S | NS | HS | HS | NS | HS | NS | S | NS |

L'étude de l'évolution des températures du mois le plus chaud de l'année (juillet) montre que la courbe de tendance est nettement progressive pour les moyennes, les maxima et les minima (Figure 31).

Les variations interannuelles des températures sont faibles durant l'ancienne période jusqu'à 1953 pour les températures moyennes et les températures minimales avec en moyenne respectivement pour ces deux variables 24,89 et 19,39°C. Elles subissent un palier en 1954 (22,07°C pour les moyennes et 13°C pour les minima) pour accuser ensuite des variations interannuelles plus ou moins intenses jusqu'à 1960 (Figures 31.a et 31.c). Pour les maxima de cette période, on distingue deux phases : la première allant de 1930 à 1946 où les niveaux de températures sont quasi-totalement inférieurs à la moyenne de la série de 32,39°C et la deuxième phase de 1947 jusqu'à la fin de la période où les valeurs sont supérieures et comprises entre 32 et 34°C exceptée l'année 1954 marquée par un palier de 31,15°C (Figure 31.b).

En revanche, la période récente se caractérise par des variations interannuelles intenses pour les trois variables (moyennes, maximales et minimales) jusqu'à 1996. Dès-lors, les variations interannuelles connaissent une stabilité relative accompagnée d'une hausse progressive des niveaux des températures par rapport aux moyennes (Figures 31.a et 31.b). Le pic des chaleurs est enregistré en 2009 pour les températures moyennes (29°C) et pour les températures maximales (36,40°C). Pour les températures minimales, le pic est marqué en 2003 avec 21.90°C (Figure 31.c)

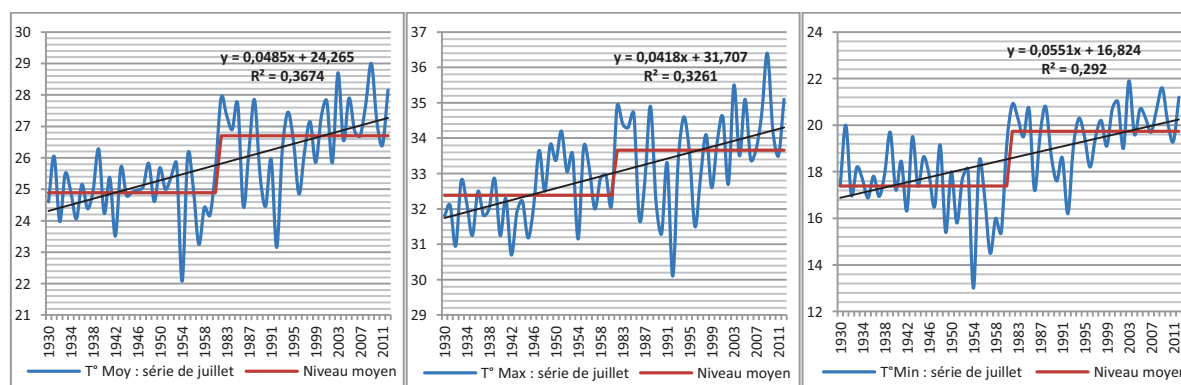


Figure 31.a : Evolution des températures moyennes du mois de juillet.

Figure 31.b : Evolution des températures maximales du mois de juillet.

Figure 31.c : Evolution des températures minimales du mois de juillet.

Figure 31 : Evolution des températures moyennes, maximales et minimales de la série du mois le plus chaud de l'année dans la région de Sétif (périodes : 1930-1960 et 1982-2012).

3.1.3. Evolution du diagramme ombrothermique

Le diagramme ombrothermique permet de déterminer la durée et l'intensité de la période sèche. Un mois est considéré sec lorsque la courbe des doubles températures (2T) est supérieure ou égale à celle des précipitations (P) (Bagnouls et Gaussen, 1953).

Le diagramme ombrothermique de l'ancienne époque de notre étude se caractérise par une étendue de la période sèche de 4,5 mois allant de la deuxième moitié du mois de mai jusqu'à la fin du mois de septembre. L'intensité de la sécheresse est importante mais typique aux régions semi-arides (Figure 32.a). Par comparaison à cette époque, la série récente exprime une période sèche plus longue, plus intense en fin printemps et début d'automne et plutôt moins intense en été (même si la température s'annonce élevée durant l'été de la série récente, cette saison est plus pluvieuse que celle de l'ancienne série). En effet, la durée de la période sèche de la série récente s'étale sur 5,5 mois ; elle commence dans le même temps que l'ancienne série (mi-mai) mais continue jusqu'à la fin d'octobre (Figure 32.b).

Enfin, l'assemblage des deux diagrammes (Figure 32.c) montre que la région de Sétif demeure toujours dans la frange semi-aride mais avec des conditions climatiques plus sévères du fait de la diminution de la pluviométrie et de son décalage vers le printemps d'une part et, d'autre part, de la hausse des températures estivales et la persistance de la période sèche jusqu'au 2^{ème} tiers de l'automne (Figure 32.c).

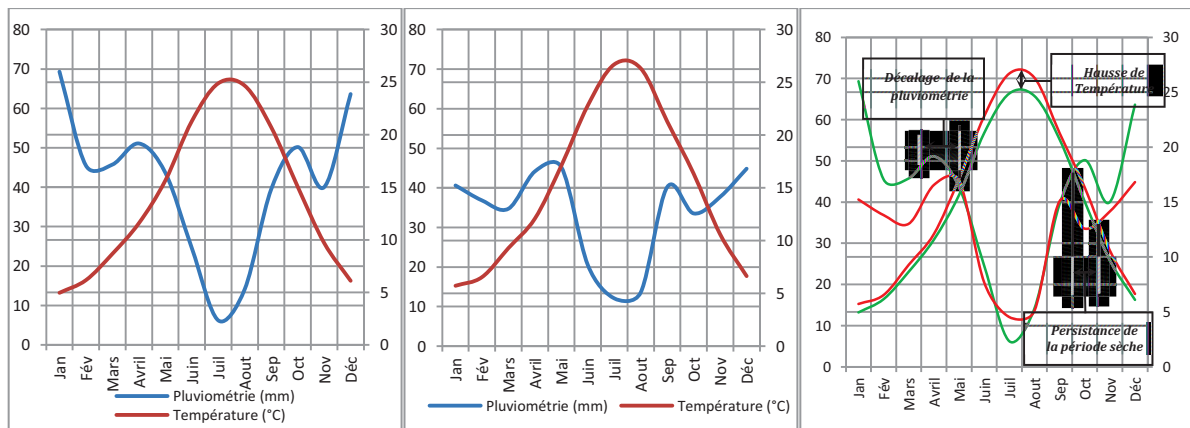


Figure 32.a : Diagramme ombrothermique de la région de Sétif (série 1930-1960).

Figure 32.b : Diagramme ombrothermique de la région de Sétif (série 1982-2012).

Figure 32.c : Assemblage des diagrammes ombrothermiques (en vert ancienne série ; en rouge série récente).

Figure 32 : Evolution du diagramme ombrothermique de la région de Sétif entre 1930-1960 et 1982-2012.

3.2. Perception du changement climatique par les éleveurs

Le traitement des niveaux de perception du changement climatique par les éleveurs montre que 21 sur les 29 formes de changement retenues pour l'étude ont un niveau de perception qui dépasse le seuil de 50%. Parmi ces indicateurs, 7 changements climatiques sont les plus perçus. Ils proviennent des facteurs naturels liés à la pluviométrie et à l'enneigement (retard de pluies, arrêt précoce des pluies, pluies tardives et faible quantité de neiges), de ceux relatifs aux températures et à la sécheresse (excès de chaleurs, températures estivales durant le printemps et prolongement de la sécheresse) et des indicateurs agroenvironnementaux (chute des rendements, assèchement des oueds et tarissement des puits). Les changements relatifs à l'enneigement semblent être les moins perçus par les éleveurs enquêtés.

Dans une étude similaire au Nord du Bénin, un pays de l'Afrique de l'Ouest souffrant des aléas climatiques (Renard et *al.*, 2004), dont l'agriculture dépend des pluies, Gnangle et *al.* (2012) indiquent que les perceptions les plus citées par les producteurs de karité étaient la poche de sécheresse, l'harmattan² et l'excès de chaleur. Dans les Alpes (Nord de la France), le FNADT français (2008) confirme que les effets des aléas climatiques sont faiblement ressentis par les bergers et les éleveurs et cela malgré les récents épisodes de sécheresse et de canicule survenus notamment en 2003.

3.2.1. Perception du changement de la pluviométrie et de l'enneigement

Les résultats des niveaux de perception du changement climatique relatif à la pluviométrie et à l'enneigement sont présentés dans le tableau 23 illustré par la figure 33.

Le retard des pluies est le plus ressenti des changements de la pluviométrie avec une fréquence de 76,25%. Il est perçu par tous les éleveurs pratiquant un système allaitant et par la majorité des laitiers et de ceux du système diversifié. Cela s'explique par leur dépendance des prairies arrosées naturellement même si les éleveurs laitiers assurent aussi des cultures fourragères ; celles-ci étant principalement constituées de l'avoine et de l'orge en sec.

L'arrêt précoce des pluies est fortement perçu avec 70% des cas. A ce propos, les éleveurs expriment leur inquiétude sur l'insuffisance des quantités de pluies nécessaires au développement de leurs cultures qu'elles soient des céréales ou des fourrages.

Quant à la perception des pluies de printemps, qualifiées comme tardives, elle est de l'ordre de 67,5%. Selon Chadouli (1991), la faiblesse des rendements surtout des céréales est

² Vent très sec qui souffle de l'est ou du nord-est sur le Sahara et l'Afrique occidentale (Canut, 2010).

due à plusieurs facteurs dont le principal est le déficit hydrique printanier, au moment sensible de la plante.

Pour le changement de l'enneigement, il est faiblement ressenti pour l'ensemble de ses indicateurs. Seule la faible quantité de neiges est observée par les éleveurs avec un niveau de perception élevé, de l'ordre de 68,75%. Cette perception a des niveaux proches pour tous les systèmes.

Tableau 23 : Niveaux de perception des changements de la pluviosité et de l'enneigement par les éleveurs (%).

| Système | | Laitier | ML | DIV | MV | ALT | PE | Total | |
|---------------------------------------|---------------------------------|---------------------------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|
| Nombre d'exploitation | | 15 | 20 | 12 | 17 | 7 | 9 | 80 | |
| Age moyen de l'éleveur (ans) | | 45,73 | 73,85 | 49,83 | 42,18 | 55,29 | 41,11 | 46,33 | |
| perception pluies (%) | Retard des pluies | 80,00 | 80,00 | 83,33 | 64,71 | 100,00 | 55,56 | 76,25 | |
| | Prolongement des pluies | 26,67 | 40,00 | 16,67 | 58,82 | 14,29 | 55,56 | 37,50 | |
| | Arrêt précoce des pluies | 86,67 | 75,00 | 83,33 | 47,06 | 85,71 | 44,44 | 70 | |
| | Pluies de printemps tardives | 73,33 | 70,00 | 75,00 | 47,06 | 85,71 | 66,67 | 67,50 | |
| | Mauvaise répartition des pluies | 66,67 | 65,00 | 75,00 | 58,82 | 71,43 | 55,56 | 65,00 | |
| | Irrégularité des pluies | 46,67 | 55,00 | 66,67 | 47,06 | 71,43 | 55,56 | 55,00 | |
| | Inondation | 20,00 | 30,00 | 16,67 | 29,41 | 42,86 | 22,22 | 26,25 | |
| | perception neiges (%) | Enneigement tardif | 60,00 | 55,00 | 58,33 | 58,82 | 57,14 | 44,44 | 56,25 |
| | | Arrêt précoce de neiges | 60,00 | 55,00 | 58,33 | 52,94 | 71,43 | 55,56 | 57,50 |
| | | Faible quantité de neiges | 73,33 | 70,00 | 66,67 | 64,71 | 71,43 | 66,67 | 68,75 |
| Répartition aléatoire des intervalles | | 26,67 | 50,00 | 41,67 | 47,06 | 28,57 | 33,33 | 40,00 | |

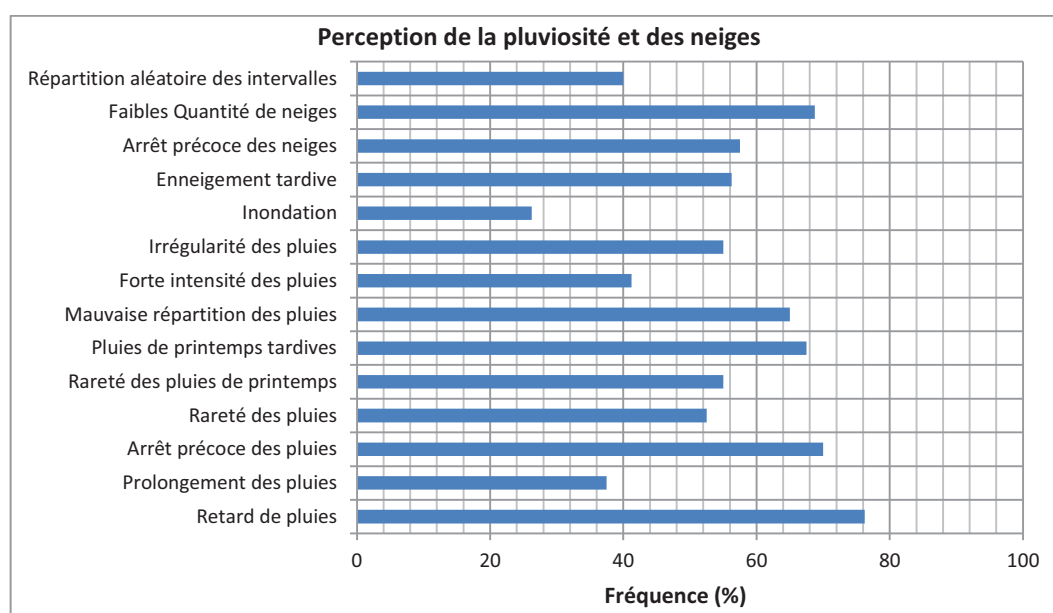


Figure 33 : Barres des niveaux de perception des changements de la pluviosité et de l'enneigement par les éleveurs (%).

3.2.2. Perception du changement de la température et de la sécheresse

L'excès de chaleur est le plus classé des changements climatiques par les éleveurs enquêtés. Il atteint 86,25% avec des niveaux de perception qui varient entre 76,47 et 95% selon le système d'élevage (Tableau 24 et Figure 34). Les éleveurs expriment ce phénomène sous forme d'augmentation brutale des chaleurs de courte durée (2 à 3 jours) sans préciser la saison ou les mois durant lesquels il survient. Il peut être en relation aussi avec l'effet de serre et les poches de sécheresse qui sont toutefois moyennement ressentis par les éleveurs (58,75 et 65% respectivement).

Les températures estivales au printemps se produisent généralement selon les éleveurs à partir du mois d'avril et durent parfois jusqu'à une semaine. Cet indicateur atteint 71,25% en moyenne. Il est cependant mal ressenti par les éleveurs du système engraisseur (44,44%).

Le prolongement de la sécheresse atteint une fréquence de perception de 70%. Sa distinction par système d'élevage montre des niveaux variables allant de 55,56% pour le système engraisseur à plus de 73% pour le système laitier.

Les éleveurs du système engraisseur semblent être les moins préoccupés par le changement du climat par rapport aux éleveurs des autres systèmes. Cela peut s'expliquer par la segmentation de ce type d'élevage caractérisé par une exploitation de moins en moins importante sur le plan des ressources naturelles comme le pâturage et s'appuyant davantage sur des pratiques hors sol.

Tableau 24 : Niveaux de perception des changements de la température et de la sécheresse par les éleveurs (%)

| Système | | Laitier | ML | DIV | MV | ALT | PE | Total | |
|-------------------------------|-------------|------------------------------------|----------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Nombre d'exploitation | | 15 | 20 | 12 | 17 | 7 | 9 | 80 | |
| Age moyen de l'éleveur (ans) | | 45,73 | 73,85 | 49,83 | 42,18 | 55,29 | 41,11 | 46,33 | |
| Perception (%) | Température | Excès de chaleur | 86,67 | 95,00 | 91,67 | 76,47 | 85,71 | 77,78 | 86,25 |
| | | T° estivales durant l'hiver | 40,00 | 30,00 | 33,00 | 41,00 | 57,14 | 44,44 | 38,75 |
| | | T° estivales durant le printemps | 80 | 80,00 | 66,67 | 70,59 | 71,43 | 44,44 | 71,25 |
| | | T° estivales durant l'automne | 66,67 | 70,00 | 58,33 | 64,71 | 85,71 | 55,56 | 66,25 |
| | | Restriction de la période de froid | 53,33 | 60,00 | 58,33 | 58,82 | 85,71 | 55,56 | 60,00 |
| | | Effet de serre | 60,00 | 55,00 | 75,00 | 58,82 | 71,43 | 33,33 | 58,75 |
| | | Sécheresse | Cyclicité de la Sécheresse | 66,67 | 55,00 | 41,67 | 35,29 | 42,86 | 33,33 |
| Prolongement de la sécheresse | 73,33 | | 70,00 | 83,33 | 64,71 | 71,43 | 55,56 | 70,00 | |
| Poches de sécheresse | 66,67 | | 65,00 | 75,00 | 52,94 | 71,43 | 66,67 | 65,00 | |

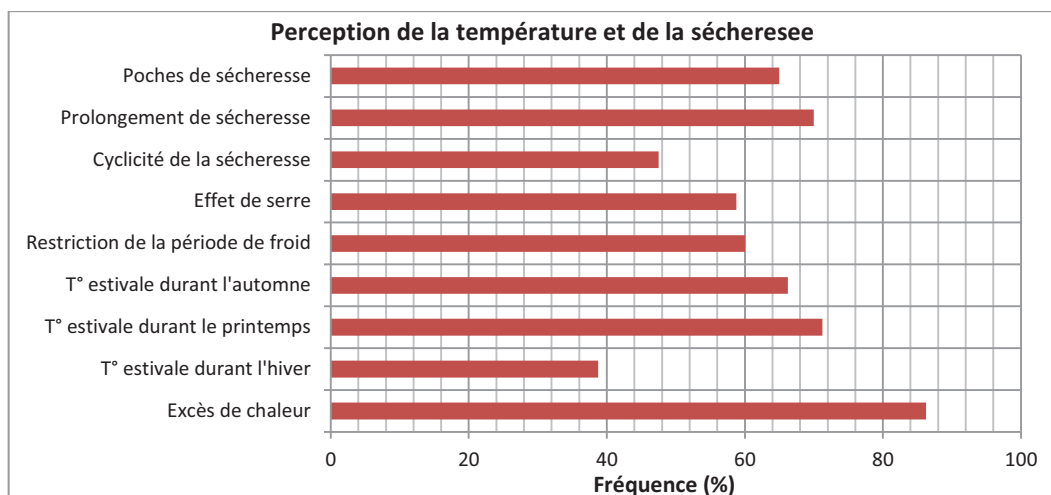


Figure 34 : Barres des niveaux de perception des changements de la température et de la sécheresse par les éleveurs (%).

3.2.3. Perception du changement agroenvironnemental

Les niveaux de perception agroenvironnementale relative aux changements climatiques sont indiqués dans le tableau 25 illustré par la figure 35. Il ressort que les indicateurs les plus exprimés par les éleveurs sont par ordre d'importance : la chute des rendements, l'assèchement des oueds et le tarissement des puits. D'autres indicateurs sont également bien perçus mais avec des niveaux inférieurs. Il s'agit de l'apparition de maladies inconnues, le flétrissement précoce des végétaux et l'aridité du sol.

La chute des rendements est l'indicateur agroenvironnemental le plus cité par les éleveurs avec 83,75%. Les niveaux de perception selon le système d'élevage sont proches de cette moyenne. Ils varient entre 70% pour le système mixte laitier et 94,12% pour le système diversifié. De multiples travaux scientifiques ont confirmé la baisse des rendements agricoles sous l'effet du changement climatique. Cette baisse varie d'une région à une autre selon l'amplitude du changement et l'intensité des fluctuations des phénomènes climatiques et selon le système de production mis en place. En Tunisie et au Maroc, Requier-Desjardins (2010), estime une chute des rendements entre 5 et 30% pour les fourrages, les légumes pluviaux, les céréales et les cultures oléagineuses. Cet auteur distingue deux groupes de cultures bénéficiant du changement climatique : un groupe hétérogène de cultures irriguées et un autre composé des cultures de fruits et légumes irrigués. Fenni et Machane (2010) décrivent pour les grandes cultures, une tendance au raccourcissement des cycles de culture et une augmentation de la vitesse de croissance. Les arbres fruitiers verraient leur floraison arriver plutôt.

La perception de l'assèchement des oueds atteint 73,75% et celle du tarissement des puits 68,75% des résultats ; ce sont deux indicateurs de même nature que celle de la ressource en eau. Ces niveaux élevés de perception résultent de l'importance accordée par les éleveurs à cette ressource précieuse. En effet, le tarissement des puits et l'assèchement des oueds suite à la diminution des précipitations et de l'enneigement, limite les possibilités d'irrigation et l'usage de l'eau à des fins domestiques. Le GIEC (2008) observe l'augmentation du régime de ruissellement annuel dans certaines régions de hautes altitudes comme en Finlande et la diminution de celui-ci dans certaines régions d'Afrique de l'Ouest et d'Europe méridionale. L'écoulement souterrain des aquifères peu profonds est affecté aussi par la variabilité du climat et le changement climatique via les processus d'alimentation ainsi que par les interventions humaines. Les niveaux de nombreux aquifères dans le monde montrent une tendance à diminuer ces dernières décennies.

Tableau 25 : Niveaux de perception des changements de la température et de la sécheresse par les éleveurs (%).

| | Système | Laitier | ML | DIV | MV | ALT | PE | Total |
|-------------------------------------|--|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | Nombre d'exploitation | 15 | 20 | 12 | 17 | 7 | 9 | 80 |
| | Age moyen de l'éleveur (ans) | 45,73 | 73,85 | 49,83 | 42,18 | 55,29 | 41,11 | 46,33 |
| Perception agroenvironnementale (%) | Tarissement des puits | 86,67 | 65,00 | 66,67 | 52,94 | 71,43 | 77,78 | 68,75 |
| | Assèchement des Oueds | 86,67 | 70,00 | 83,33 | 58,82 | 71,43 | 77,78 | 73,75 |
| | Apparition d'espèces végétales inexistantes auparavant | 40,00 | 30,00 | 33,33 | 41,18 | 57,14 | 11,11 | 35 |
| | Disparition d'espèces végétales existantes auparavant | 40,00 | 33,00 | 33,33 | 52,94 | 57,14 | 11,11 | 37,50 |
| | Déforestation | 46,67 | 25,00 | 58,33 | 41,18 | 71,43 | 22,22 | 41,25 |
| | Chute des Rendements | 86,67 | 70,00 | 83,33 | 94,12 | 85,71 | 88,89 | 83,75 |
| | Apparition de maladies inconnues | 60,00 | 65,00 | 33,33 | 64,71 | 71,43 | 33,33 | 56,25 |
| | Flétrissement précoce de végétaux | 73,33 | 65,00 | 41,67 | 58,82 | 85,71 | 55,56 | 62,50 |
| | Aridité du sol | 80,00 | 75,00 | 41,67 | 64,71 | 71,43 | 55,56 | 66,25 |

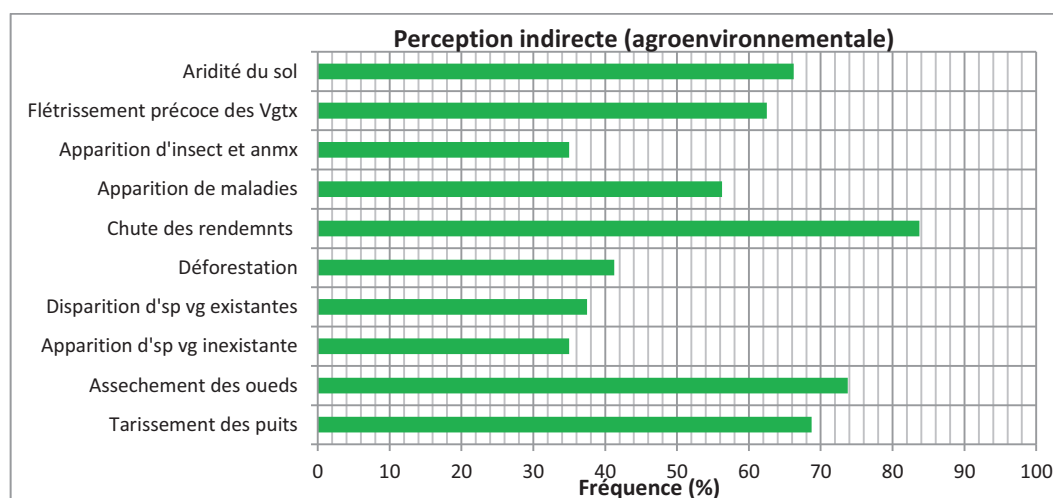


Figure 35 : Barres des niveaux de perception des indicateurs agroenvironnementaux relatifs aux changements climatiques par les éleveurs (%).

3.2.4. Typologie des perceptions du changement climatique

Les résultats de l'analyse factorielle des correspondances (AFC) ont mis en relation les systèmes d'élevage, les classes d'âge et les perceptions des éleveurs du changement climatique (Figure 36). Les informations contenues dans les variables sont contrôlées à 73,72% par le plan d'axes F1 et F2 (Tableau 26).

Tableau 26 : Valeurs propres et pourcentage de variance.

| | F1 | F2 |
|---------------|--------|--------|
| Valeur propre | 0,011 | 0,010 |
| % variance | 38,478 | 35,240 |
| % cumulé | 38,478 | 73,717 |

L'axe F1 est formé beaucoup plus par les perceptions des éleveurs du système mixte laitier, des éleveurs du système mixte à viande et de ceux de la catégorie d'âge des jeunes. L'axe F2 traduit par contre, les perceptions des éleveurs appartenant au système diversifié et des éleveurs âgés. Les autres points lignes sont distribués au centre du plan F1xF2, et contribuent aux deux axes (Tableau 27).

Tableau 27 : Contributions des points-lignes aux axes F1 et F2 (%).

| | F1 | F2 |
|---------------|-------|-------|
| Laitier | 11,56 | 11,35 |
| Mixte Laitier | 10,13 | 4,96 |
| Diversifié | 0,01 | 7,63 |
| Mixte Viande | 0,33 | 1,68 |
| Allaitant | 4,35 | 2,05 |
| Engraisseur | 10,93 | 11,07 |
| Total | 1,52 | 1,67 |
| Jeunes | 57,13 | 5,32 |
| 35<âges<50 | 0,77 | 0,98 |
| Agés | 3,27 | 53,29 |

Pour les points colonnes, les perceptions du changement climatique relatives à l'excès de chaleur, au tarissement des puits, à la chute des rendements et au flétrissement précoce des végétaux sont celles qui contribuent le plus à la formation du premier axe (F1). En revanche, les poches de sécheresses, les retards de pluies et l'effet de serre sont les perceptions les plus liées au second axe (F2) (Tableau 28).

Tableau 28 : Contributions des points-colonnes aux axes F1 et F2 (%).

| | F1 | F2 |
|----------------------------|-------|-------|
| Cyclicité de la Sécheresse | 24,01 | 41,19 |
| Poches de sécheresse | 1,25 | 3,02 |
| Retard de pluies | 0,21 | 3,74 |
| Arrêt précoce des pluies | 7,98 | 9,75 |
| Excès de chaleur | 6,16 | 1,26 |
| Effet de serre | 8,24 | 29,46 |
| Tarissement des puits | 6,28 | 1,39 |
| chute des rendements | 34,34 | 4,10 |
| Flétrissement précoce | 2,00 | 0,01 |
| Aridité du sol | 9,51 | 6,08 |

Les résultats de l'analyse factorielle des correspondances (AFC) permettent d'identifier trois groupes de perception en reliant les indicateurs de changements climatiques exprimés par les éleveurs et les systèmes d'élevages ainsi que les classes d'âge ayant contribué à la formation des deux axes. A ce propos, les éleveurs âgés s'opposent aux plus jeunes en exprimant différemment les perceptions du changement climatique (Figure 36). En effet, les jeunes font plus d'élevage mixte et d'engraissement et interprètent les changements climatiques à travers l'observation de l'environnement tels que le tarissement des puits et la chute des rendements. Dellile (2011) montre que le plus souvent, les perceptions ne font pas véritablement appel à une mémoire climatique des vingt ou trente dernières années, mais bien plutôt à une évolution des résultats agricoles, qui au-delà d'un certain niveau de pertes annuelles, marque une rupture temporelle, un dépassement à l'année n-x d'un seuil virtuel de tolérance aux contraintes et événements climatiques extrêmes. Par contre, les éleveurs âgés se penchent sur la diversification de la production et le système allaitant. Ce type d'éleveurs perçoit au mieux les changements climatiques relatifs aux niveaux précipitations, aux poches de sécheresse et à l'effet de serre.

Un troisième groupe est celui de la classe d'âge intermédiaire qu'on rencontre dans tous les systèmes d'élevage. Ces éleveurs sont au centre du plan F1xF2. Ils combinent tous les indicateurs de perception. Toutefois, ils ont une expression meilleure pour ce qui concerne la cyclicité de la sécheresse, l'arrêt précoce des pluies et l'aridité du sol (Figure 36).

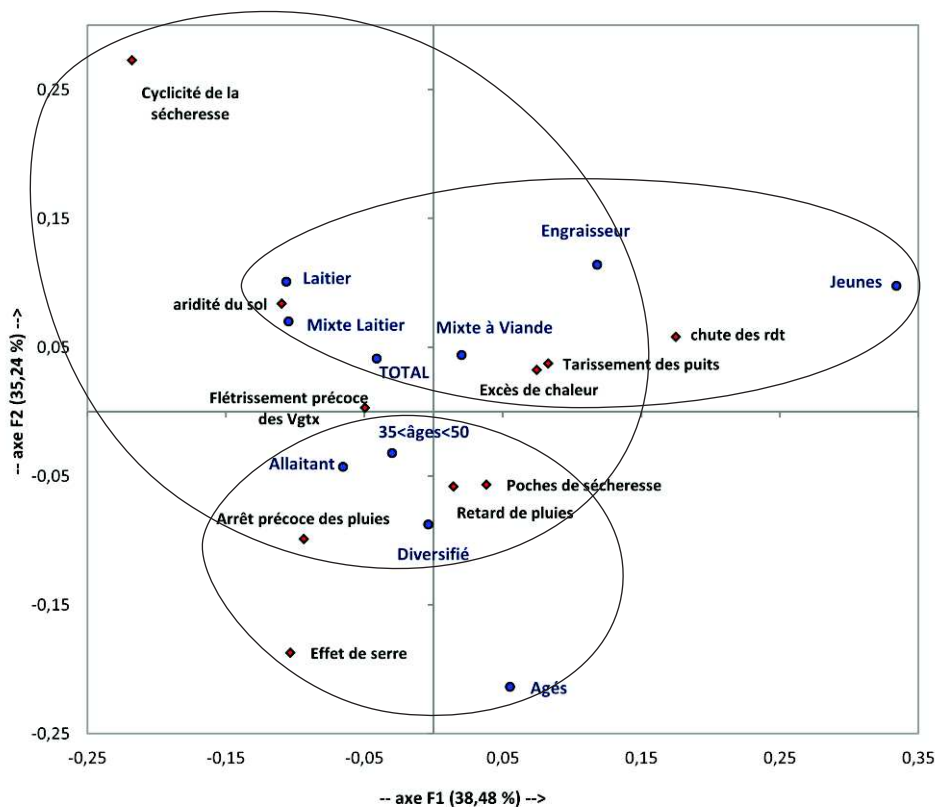


Figure 36 : Distributions des perceptions des éleveurs, des systèmes d'élevage et des classes d'âge sur le plan F1xF2 de L'AFC.

4. Conclusion

Les résultats de l'étude sur l'évolution du climat local de la région de Sétif montrent un changement de celui-ci au fil du temps. La pluviométrie a subi une baisse importante de près de 90mm entre le passé (1930-1960) et la période actuelle (1982-2012) avec des variations interannuelles considérables durant ces dernières années. L'effet de cette baisse étant hautement significatif. En parallèle, les températures annuelles ont accusé plutôt une augmentation d'une différence de 1°C en moyenne entre les deux périodes. La différence se révèle significative pour les températures moyennes, maximales et minimales. Les températures minimales sont celles qui augmentent le plus (+1,25°C). En effet, la hausse des températures s'est manifestée durant tous les mois de l'année avec un réchauffement plus élevé au mois de juillet (+2,34°C). La synthèse climatique, réalisée sur les deux périodes, montre à travers le diagramme ombrothermique, un décalage des précipitations vers le printemps, une hausse considérable des températures estivales et une persistance de la période sèche jusqu'à l'automne.

Les changements climatiques sont constatés aussi par l'étude de la perception des éleveurs. Ainsi, les changements les plus perçus sont ceux relatifs à la chronologie des pluies,

aux niveaux des températures, à la persistance de sécheresse mais aussi aux indicateurs agroenvironnementaux traduisant un changement dans le climat. En effet, l'analyse des perceptions montre que le changement climatique se perçoit différemment selon le système d'élevage mis en place et l'âge de l'éleveur. Les plus jeunes pratiquant des systèmes d'élevage mixtes et à l'engrais perçoivent plus les changements agroenvironnementaux. Ceux de la classe d'âges avancés pratiquent un système diversifié ou allaitant. Ils interprètent mieux les changements naturels relatifs aux précipitations et à la sécheresse.

Chapitre V.

Impacts des variations climatiques sur l'élevage
bovin

CHAPITRE V. IMPACT DES VARIATIONS CLIMATIQUES SUR L'ELEVAGE BOVIN

1. Introduction

L'élevage bovin a toujours été pénalisé du fait que c'est l'un des principaux contributeurs aux émissions de gaz à effet de serre. Il émet 65% des GES du secteur de l'élevage soit 4,6 GT d'éq. CO₂ (Dessus et *al.*, 2008 ; INRA., 2008 ; Dolle et *al.*, 2011 ; FAO., 2014 ; Gac et *al.*, 2014). L'effet rétroactif est cependant important. La hausse des températures, le changement des régimes de pluie et les épisodes météorologiques extrêmes influent sur les différentes composantes du système d'élevage. L'ensemble des impacts induisent chez les animaux des stress thermiques (diminution de la production ou de la reproduction, mortalité du cheptel) et, sur les fourrages, la modification des ressources locales due à l'augmentation des températures et des teneurs en CO₂, ou encore la baisse des surfaces de pâturage disponibles dans certains territoires (CIRAD., 2015).

La diminution des rendements agricoles et la concurrence d'autres secteurs auront probablement pour effet d'entraîner à la hausse le prix des céréales et des tourteaux oléagineux qui sont les principales sources d'alimentation animale dans ces systèmes. La mise en œuvre de programmes et politiques de réduction de la consommation énergétique favorisant l'énergie propre pourrait aussi entraîner une hausse des prix de l'énergie. Enfin, le réchauffement climatique risque aussi d'augmenter les coûts des produits animaux en plus des fortes possibilités de la propagation des maladies (FAO., 2009).

Ce chapitre tente d'évaluer l'impact des variations du climat sur l'élevage bovin de la région de Sétif à travers la comparaison de l'autonomie alimentaire, du prix de revient du lait et du prix de revient de la viande entre une campagne agricole sèche et une autre normale.

2. Matériel et méthodes

2.1. Sources des données

Des enquêtes rétrospectives ont été réalisées en 2011 et en 2012 successivement pour étudier l'impact des variations climatiques sur les résultats de l'élevage bovin. Le questionnaire d'enquête inclue tous les éléments nécessaires aux calculs de l'autonomie alimentaire, du prix de revient du litre de lait et du prix de revient du kilogramme de viande (Annexe 04).

L'année 2011 se détermine comme ordinaire du point de vue climatique. La pluviométrie annuelle cumule 415,70mm avec un pic en février (121mm) et les températures moyennes mensuelles sont caractéristiques à la région (de 5°C en hiver à 26,85°C en été) (Figure 37.a). Par contre, l'année 2012 s'identifie comme une année sèche durant laquelle la pluviométrie annuelle totalise 367,60mm avec un pic de précipitations au mois d'avril (86,2mm), des températures élevées en été et en automne et une poche de sécheresse durant le mois de mars (Figure 37.b).

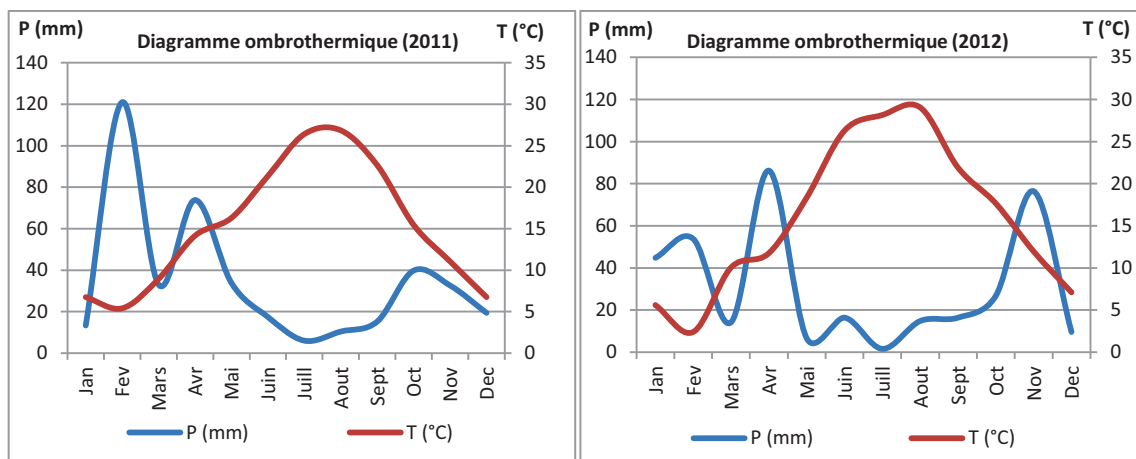


Figure 37.a : Diagramme ombrothermique de l'année normale (2011).

Figure 37.b : Diagramme ombrothermique de l'année sèche (2012).

Figure 37 : Diagrammes ombrothermiques de la région de Sétif en 2011 et en 2012.

L'échantillon de l'étude totalise 80 éleveurs issus de la base de données du travail conduit auprès de 148 éleveurs pour l'étude de la typologie des élevages bovins en 2009 (chapitre III). En plus des critères de choix des caractères typologiques, de la représentativité et de l'homogénéité de l'échantillon d'enquête, mentionnés dans l'étude précédente sur la perception (chapitre IV), les éleveurs ont été sélectionnés aussi selon leur capacité de préciser les informations déclarées en référence aux années 2011 et 2012. Des dizaines d'exploitations d'élevage ont été éliminées du répertoire général du suivi en raison de la non-fiabilité des déclarations de certains éleveurs, de la faible mémoire de certains autres et du refus de coopération exprimé par d'autres éleveurs lorsqu'il s'agit de déclarations économiques.

2.2. Calculs et traitements statistiques

2.2.1. Calculs de l'Autonomie alimentaire

Paccard et *al.* (2003) définissent l'autonomie alimentaire comme la part des aliments produits (P) sur l'exploitation par rapport à ceux consommés (C) : $\text{Autonomie} = P / C$.

Elle peut se décliner selon la nature des aliments : ration totale, fourrages, concentrés, ou selon leur composition : matière sèche (MS), valeur énergétique (UFL), valeur azotée (MAT, PDIE et PDIN). Toutefois, si on considère l'autonomie comme indicateur du niveau de dépendance, sa définition serait le rapport entre les aliments achetés et les aliments consommés. Ainsi, l'autonomie se calcule par la formule suivante :

$$\text{Autonomie (A)} = 100 \times (1 - \text{QA} / \text{QC})$$

Avec : A : autonomie alimentaire (%);

QA : Quantités d'aliments achetés ou non produits sur l'exploitation en année n ;

QC : Quantités d'aliments consommés.

Plusieurs auteurs (Lherm et Benoit, 2003 ; Paccard et *al.*, 2003 ; Grolleau et *al.*, 2014) adoptent cette dernière définition dans la mesure où l'estimation des ingestions totales et des besoins est plus précise que l'évaluation des productions dont celle du pâturage s'avère difficile.

Les différents autres critères d'autonomie s'écrivent ainsi de la même façon (exprimés en %) :

Autonomie fourragère = $100 \times [1 - (\text{fourrages achetés} / \text{fourrages consommés})]$;

Autonomie en concentré = $100 \times [1 - (\text{concentrés achetés} / \text{concentrés consommés})]$.

Dans le cas de notre étude, seule l'autonomie de la matière sèche est retenue. L'autonomie énergétique et azotée a été évitée du fait de l'incertitude sur la composition des aliments qu'elle soit en saison sèche ou en saison normale. En effet, la matière sèche des différents aliments a été calculée sur la base des tables d'alimentation publiées par Chibani et *al.* (2010). Le poids moyen de 25kg pour la botte de foin (Kadi et *al.*, 2009) et de 18 kg pour la botte de paille ont été également retenus pour les calculs.

2.2.2. Calculs des prix de revient

Le calcul du coût de production pour chaque exploitation a été déterminé par la formule suivante pour le lait (PRL) :

$$\text{PRL (Da)} = (\text{Charges totales} - \text{Ventes des Coproduits}) / \text{Production totale annuelle de lait.}$$

Et pour la viande (PRV) également, par la formule suivante :

$$\text{PRV (Da)} = (\text{Charges totales} - \text{Ventes des Coproduits}) / \text{Production totale annuelle de viande.}$$

Les charges de production incluent les dépenses courantes (aliments, main-d'œuvre extra familiale salariée, frais vétérinaires et d'insémination, etc.), les dépenses immobilisées (amortissements des investissements) et la rémunération de la main-d'œuvre familiale. Les

amortissements ont été déterminés selon une méthode linéaire, avec une durée productive de 20 ans pour les bâtiments, de 10 ans pour le matériel lourd (tracteur, charrue, ensileuse, etc.) et de 5 ans pour le matériel léger (chariots de traite, motopompes, etc.). Concernant la main-d'œuvre familiale, une rémunération équivalente au SMIG lui a été attribuée : 18 000Da/mois.

Le prix de vente du lait de référence retenu pour les calculs a été fixé à 44Da le litre sur la base de 32Da payés par les centres de transformation et 12Da octroyés sous forme de prime par la CRMA (Caisse Régionale de Mutualité Agricole). Egalement, le prix de vente de référence du kilogramme de viande a été fixé à 740Da sur la base des niveaux stables des prix à la vente des bovins vifs auprès des marchés hebdomadaires de bestiaux durant les périodes de consommation ordinaires.

Enfin, les prix de vente/achat des différents types d'aliments (foin, paille, concentré), des semences fourragères, de l'énergie et du matériel investi sont détaillés en annexe 05.

2.2.3. Traitements statistiques

Une analyse descriptive a été réalisée sur les données de chaque variable et pour chacune des deux années (année normale et année sèche) de l'étude, par le logiciel Excel. Ensuite, à l'aide du logiciel SPSS, un test de normalité a été appliqué aux séries des données. Un test de Student a également été effectué par la suite sur les séries ayant suivies la loi normale. Pour les séries dont la normalité n'a pas été assurée, le test de Kruskal-Wallis (ANOVA non paramétrique) a été appliqué au seuil de 5%.

3. Résultats et discussion

3.1. Impact des variations climatiques sur l'autonomie alimentaire

3.1.1. Autonomie alimentaire totale

Lors des conditions climatiques ordinaires, l'autonomie alimentaire totale de la matière sèche atteint 39% pour l'ensemble des exploitations étudiées. Ce résultat est relativement inférieur à celui obtenue par Kadi et *al.* (2009) pour 6 exploitations laitières à Tizi Ouzou qui est de l'ordre de 43,2%. En France, Paccard et *al.* (2003) présentent des niveaux d'autonomie de 80 à 94% selon les systèmes d'élevage pratiqués.

Le type allaitant est le plus autonome (49,13%). Il est suivi par les types à orientation laitière (laitier : 43,45% et mixte laitier : 47,30%) alors que le type engraisseur est le moins autonome par rapport aux autres systèmes d'élevage. L'analyse de la variance au seuil de 5 %

indique des différences significatives entre l'ensemble des systèmes laitiers, mixtes laitiers et allaitants et le système engraisseur avec des valeurs moyennes inférieures pour ce dernier (12,11%).

Durant l'année sèche, l'autonomie alimentaire totale diminue significativement (au seuil de 5%) par rapport à l'année normale. Elle passe à 28,94% avec un taux de régression de 25,79%. Les systèmes les plus sensibles durant la sécheresse sont eux-mêmes les systèmes les plus autonomes durant l'année ordinaire. Il s'agit donc du type mixte laitier, du type laitier et du type allaitant (diminution de l'ordre de 30%). Néanmoins, le type engraisseur accuse le moins de régression du fait qu'à l'origine, c'est un système non autonome. Enfin, le type mixte à viande et celui diversifié semblent être moins sensibles aux variations climatiques par rapport aux autres systèmes d'élevage concernant l'autonomie alimentaire totale. Les niveaux de ceux-ci diminuent entre 6 et 8 unités (Tableau 29 et Figure 38).

Tableau 29 : Valeurs moyennes de l'autonomie alimentaire selon les variations climatiques.

| Système | Nombre d'élevages | Autonomie alimentaire (MS) | | Différence (S – N) | Diminution en % |
|---------------|-------------------|----------------------------|--------------------|--------------------|-----------------|
| | | Année normale (N) | Année sèche (S) | | |
| Laitier | 15 | 43,45* | 30,38* | -13,07 | 30,08 |
| | | ± | ± | | |
| | | 9,80 | 7,20 | | |
| Mixte Laitier | 20 | 47,30* | 32,21* | -15,09 | 31,90 |
| | | ± | ± | | |
| | | 8,99 | 9,24 | | |
| Diversifié | 12 | 37,22 | 29,32 | -7,91 | 21,24 |
| | | ± | ± | | |
| | | 4,00 | 4,14 | | |
| Mixte Viande | 17 | 36,60 | 30,67 | -5,92 | 16,18 |
| | | ± | ± | | |
| | | 4,27 | 4,24 | | |
| Allaitant | 7 | 49,13* | 34,77* | -14,36 | 29,22 |
| | | ± | ± | | |
| | | 6,48 | 3,25 | | |
| Engraisseur | 9 | 12,11 ^a | 10,93 ^a | -1,18 | 9,72 |
| | | ± | ± | | |
| | | 11,68 | 12,19 | | |
| Total | 80 | 38,99* | 28,94* | -10,06 | 25,79 |
| | | ± | ± | | |
| | | 13,18 | 9,76 | | |

* : différence significative entre années ; ^a : différence significative entre systèmes.

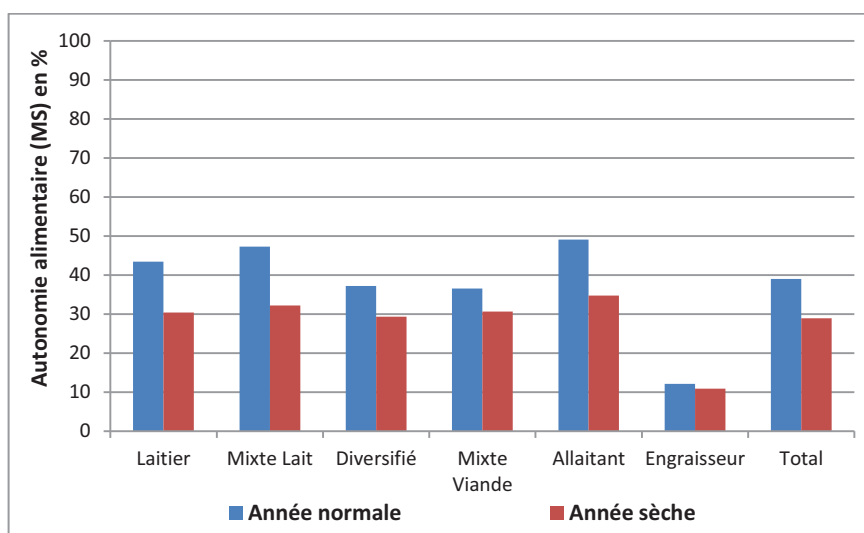


Figure 38 : Histogrammes de l'autonomie alimentaire de la matière sèche (MS) par système de production en année normale et en année sèche.

3.1.2. Autonomie en fourrages

L'autonomie en fourrages atteint en moyenne 63,95% pour l'ensemble des exploitations en 2011, une année considérée ordinaire sur le plan climatique. Ce résultat est du même niveau que celui indiqué par Kadi et *al.* (2009), soit 65,4% dans la région de Tizi Ouzou alors qu'il est largement inférieur à la moyenne de 97,1% rapportée par Paccard et *al.* (2003) pour 11 systèmes d'élevage bovins en France. Cet auteur dévoile une autonomie fourragère de 98,7% pour le système "plaine – herbivore – lait + viande à l'herbe".

Exceptées les exploitations adoptant un système d'engraissement qui demeurent aussi non autonome en fourrages (19,17%), tous les autres systèmes ont une autonomie élevée mais avec une supériorité en faveur des élevages allaitants (84,86%). Ce type est le plus autonome que les autres systèmes d'élevage car il adopte un système alimentaire plus herbagé basé sur le pâturage des prairies naturelles et qu'on rencontre beaucoup plus dans la zone nord de la région de Sétif. Les exploitations laitières et mixtes sont aussi autonomes par rapport aux exploitations produisant plus de viande grâce aux fourrages cultivés notamment en irrigué. En effet, l'analyse de la variance entre les systèmes d'élevage montre l'existence d'une seule différence ; elle se situe entre le système engraisseur (valeurs moyennes faibles) et les autres élevages.

L'autonomie en fourrages durant l'année sèche atteint un niveau moyen de 53,28% pour l'ensemble des exploitations. Les valeurs moyennes accusent globalement une diminution de l'ordre de 16,67% par rapport à l'année normale mais sans effet significatif sur le plan statistique (Tableau 30).

La diminution de l'autonomie en fourrages dans les conditions de sécheresse est enregistrée pour l'ensemble des systèmes d'élevages mais avec des niveaux différents. Les élevages laitiers semblent être les plus sensibles. L'analyse de la variance indique un effet significatif avec des valeurs moyennes inférieures en année sèche (55,78%) par rapport à l'année normale. Cette régression est le résultat de l'épuisement des stocks, du recul des surfaces fourragères et des faibles possibilités de l'irrigation où l'accès aux ressources en eau s'avère difficile. L'autonomie fourragère du système allaitant diminue suite à la faible productivité des pâturages lors des sécheresses mais demeure élevée par rapport aux valeurs moyennes de l'ensemble des élevages (70,52%) (Tableau 30 et Figure 39).

Tableau 30 : Valeurs moyennes de l'autonomie fourragère selon les variations climatiques.

| Système | Nombre d'élevages | Autonomie fourragère (MS) | | Différence | Diminution en % |
|---------------|-------------------|---------------------------|--------------------|------------|-----------------|
| | | Année normale (N) | Année sèche (S) | | |
| Laitier | 15 | 71,93* | 55,78* | -16,15 | 22,45 |
| | | ± | ± | | |
| | | 14,91 | 13,33 | | |
| Mixte Laitier | 20 | 77,12 | 61,18 | -15,94 | 20,66 |
| | | ± | ± | | |
| | | 15,86 | 19,69 | | |
| Diversifié | 12 | 60,15 | 54,86 | -5,29 | 8,79 |
| | | ± | ± | | |
| | | 4,05 | 5,91 | | |
| Mixte Viande | 17 | 59,21 | 51,87 | -7,34 | 12,39 |
| | | ± | ± | | |
| | | 5,12 | 6,95 | | |
| Allaitant | 7 | 84,86 | 70,52 | -14,34 | 16,90 |
| | | ± | ± | | |
| | | 10,49 | 5,32 | | |
| Engraisseur | 9 | 19,17 ^a | 18,70 ^a | -0,47 | 2,46 |
| | | ± | ± | | |
| | | 18,98 | 21,64 | | |
| Total | 80 | 63,95 | 53,28 | -10,67 | 16,67 |
| | | ± | ± | | |
| | | 21,97 | 19,22 | | |

* : différence significative entre années ; ^a : différence significative entre systèmes.

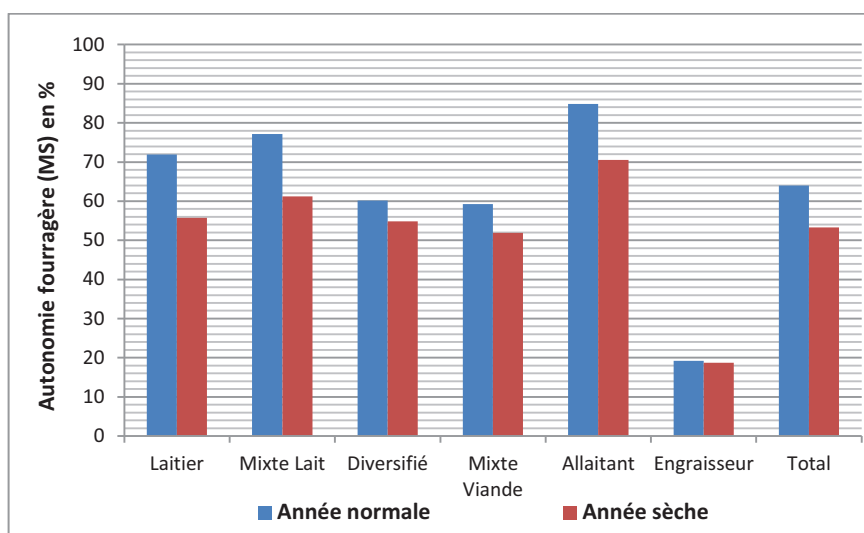


Figure 39 : Histogramme de l'autonomie fourragère de la matière sèche par système de production.

3.1.3. Autonomie en concentrés

L'étude de l'autonomie en concentrés illustre à quel niveau les élevages bovins sont dépendants de l'extérieur. La valeur moyenne est très faible même durant l'année ordinaire. Celle-ci s'établit à 6,37%. Bien que le système allaitant soit le plus dépendant du marché avec seulement 3,29% d'autonomie, la situation de dépendance est observée pour l'ensemble des systèmes d'élevage même si on note une supériorité relative des élevages mixtes avec 7,42% et 8,46% respectivement pour le système mixte laitier et le système mixte à viande. Ces performances demeurent toutefois faibles et sans effet significatif du point de vue statistique (Tableau 31). Ce bas niveau ne peut être expliqué seulement par la faiblesse des produits concentrés de l'exploitation du fait que Sétif est une région céréalière dont l'orge occupe une place importante. Cela s'explique également par le manque d'expérience des éleveurs dans le domaine du rationnement et de la formulation alimentaire ; l'abondance des produits concentrés à usage direct sur le marché évite aux éleveurs selon leurs avis, de perdre le temps dans la fabrication des concentrés.

Le constat de dépendance n'est pas exclusif aux élevages bovins de notre zone d'étude. Dans la région de Tizi Ouzou, Kadi et al. (2009) rapportent qu'une seule exploitation sur six affiche une autonomie en concentrés de 15% ; les cinq autres sont dépendantes à 100% du marché. Paccard et al. (2003) observent une moyenne de 32,1% de l'autonomie en concentré en France. Veysset et al. (2007) rapportent pour ce même pays qu'en 2005, sur les 713Kg de concentrés totaux/UGB, 342Kg sont achetés.

L'autonomie en concentrés décline davantage en année sèche pour atteindre un niveau moyen de 4,71%. Aucun effet significatif n'est enregistré entre l'année normale et l'année sèche sur l'ensemble des exploitations pour cette variable. L'analyse par système montre la même tendance de régression avec toutefois des effets significatifs enregistrés sur les systèmes mixtes. Les élevages mixtes laitiers subissent des diminutions de l'autonomie en concentrés de l'ordre de 23,45%. Ceux du système mixte à viande sont de 38,90% moins autonomes (Tableau 31 et Figure 40).

La diminution des niveaux de l'autonomie en concentrés lors de la sécheresse s'explique d'une part, par le déficit fourrager qui provoque une augmentation de la demande des élevages sur les concentrés et, d'autre part, par le fait que ces élevages saisissent l'opportunité offerte par l'engraissement par rapport à la production laitière d'où une surconsommation de ces aliments concentrés. De telles pratiques sont courantes auprès des élevages mixtes laitiers aussi bien qu'auprès des élevages diversifiés et mixtes à viande exprimant plus de flexibilité en adaptant le système de production selon les circonstances et les opportunités possibles.

Tableau 31 : Valeurs moyennes de l'autonomie en concentrés selon les variations climatiques.

| Système | Nombre d'élevages | Autonomie en concentré (MS) | | Différence | Diminution en % |
|---------------|-------------------|-----------------------------|-----------------|------------|-----------------|
| | | Année normale (N) | Année sèche (S) | | |
| Laitier | 15 | 5,38 | 4,04 | -1,34 | 24,88 |
| | | ± | ± | | |
| | | 3,00 | 3,60 | | |
| Mixte Laitier | 20 | 7,42* | 5,68* | -1,74 | 23,45 |
| | | ± | ± | | |
| | | 4,22 | 3,03 | | |
| Diversifié | 12 | 6,64 | 5,22 | -1,42 | 21,34 |
| | | ± | ± | | |
| | | 4,62 | 2,42 | | |
| Mixte Viande | 17 | 8,46* | 5,17* | -3,29 | 38,90 |
| | | ± | ± | | |
| | | 4,50 | 2,30 | | |
| Allaitant | 7 | 3,29 | 3,07 | -0,22 | 6,59 |
| | | ± | ± | | |
| | | 3,47 | 2,60 | | |
| Engraisseur | 9 | 3,74 | 3,42 | -0,32 | 8,61 |
| | | ± | ± | | |
| | | 3,66 | 3,57 | | |
| Total | 80 | 6,37 | 4,71 | -1,65 | 25,97 |
| | | ± | ± | | |
| | | 4,27 | 3,01 | | |

* : différence significative entre années.

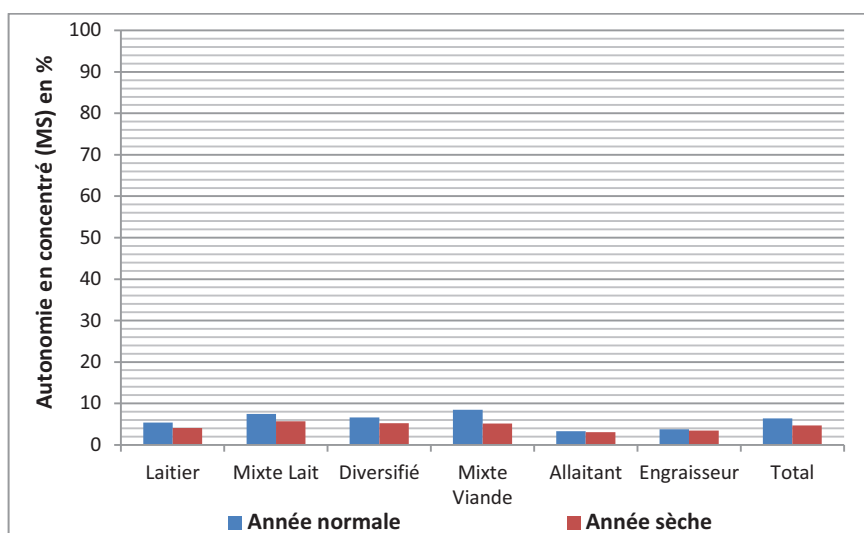


Figure 40 : Histogramme de l'autonomie en concentrés (MS) par système de production.

3.2. Impact des variations climatiques sur les coûts de production

3.2.1. Evolution des charges de production

Les charges moyennes de production atteignent 2363996,10Da durant l'année sèche contre 2039890,08Da durant l'année ordinaire, soit 324106,02Da de dépenses supplémentaires avec une différence significative au seuil de 5% (Figure 41 et Annexe 06). Elles varient de 1212396,14Da pour les élevages allaitants à 2446258,24Da pour les élevages mixtes laitiers durant l'année normale.

Durant l'année sèche, une augmentation des charges totales de production est enregistrée pour l'ensemble des systèmes d'élevage à l'exception du type allaitant où les dépenses diminuent de plus de 240000Da. Les éleveurs pratiquant ce système d'élevage procèdent à la vente partielle des animaux (y compris les vaches) pour pouvoir supporter les charges supplémentaires suite à l'augmentation des prix des aliments sur le marché : l'effectif bovin moyen passe de 10,23UGB en année normale à 8,94UGB lors de la sécheresse. Pour les autres systèmes, l'augmentation des charges dépasse 400000Da pour les systèmes mixtes suite à une réorientation du système de production vers plus d'engraissement. L'augmentation dépasse 475000Da pour le système engraisseur. Les éleveurs de ce type continuent de produire avec les mêmes niveaux qu'en année ordinaire tout en supportant les dépenses supplémentaires. Ils présentent un comportement rigide face à la sécheresse.

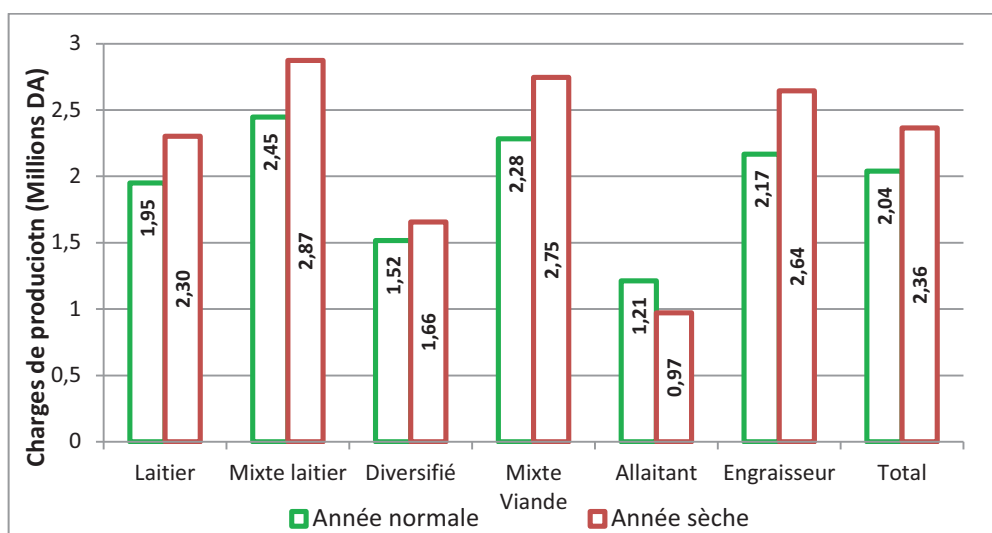


Figure 41 : Histogrammes des valeurs moyennes des charges de production (Séries : Année normale ; Année sèche).

3.2.2. Structure des charges de production

La structure des charges de production montre durant l'année normale, une prépondérance des dépenses alimentaires (concentrés : 38,74% et achats de fourrages : 18,3%), suivies des frais divers (achats d'animaux, transport de marchandises, carburant, etc.), des charges relatives à la production fourragère (SFP : travaux du sol, semences, irrigation, conditionnement et stockage), de la main d'œuvre et des amortissements puis des frais vétérinaires (Figure 42.a).

Cette structure sera modifiée durant l'année sèche. Les dépenses alimentaires contribuent de plus en plus aux charges de production avec 41,82% des dépenses pour l'achat de concentrés et 27,82% pour l'achat de fourrages soit près de 70% des charges totales (Figure 42.b). Cela est dû à la demande importante sur le marché suite aux déficits alimentaires aussi bien qu'à l'augmentation des prix notamment des fourrages qui dépassent parfois 1000Da/botte de foin. Par contre, la contribution des charges consacrées à la surface fourragère principale (SFP) diminue en réaction à la sécheresse de 8% à seulement 2,6% des charges totales. Egalement, la main d'œuvre est l'un des postes sur lesquels les éleveurs interviennent pour alléger la charge supplémentaire résultant de l'élévation des prix des fourrages. La contribution de ce poste aux charges totales diminue de 7,18% durant l'année normale à 3,66% durant l'année sèche. Du fait que les exploitations sont principalement familiales, l'éleveur s'appuie beaucoup plus sur les membres de sa famille en gardant la main d'œuvre familiale et en diminuant la main d'œuvre salariée (de 3-4 UTH à moins de 1UTH) ainsi que le nombre de jour de travail intense.

Au Maroc, Sraïri (2014) rapporte une structure des dépenses de production différente. Les charges alimentaires pondèrent également mais avec plus de dépenses pour les fourrages (33,3%) que pour les concentrés (18,6%). La contribution des charges de main-d'œuvre est importante (22,8%). Elle est suivie des amortissements et des frais divers (litière, carburant et lubrifiants) et finalement des frais liés aux soins vétérinaires et à l'insémination dont la contribution aux charges est similaire à nos résultats (2,3%).

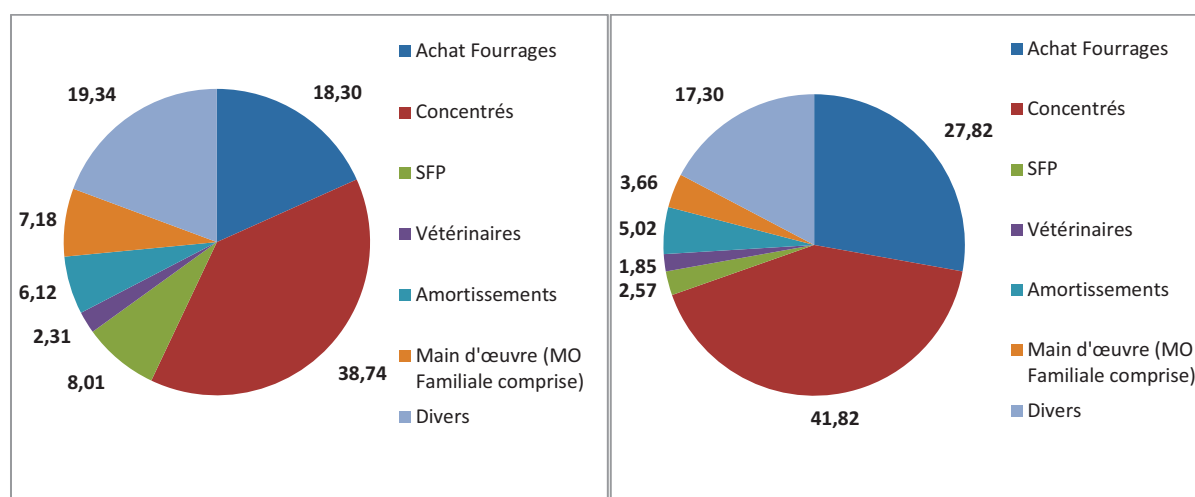


Figure 42.a : Contribution des dépenses à la charge totale de production en année normale (2011).

Figure 42.b : Contribution des dépenses à la charge totale de production en année sèche (2012).

Figure 42 : Contribution des différents postes de dépenses aux charges totales de production

L'analyse de l'évolution de la structure des charges entre l'année normale et l'année sèche par système de production montre une tendance commune : augmentation des dépenses alimentaires au détriment des autres postes de dépenses (Tableau 32). Toutefois, des différences relatives existent dans certaines situations.

Les élevages pratiquant un système laitier ou un système mixte (laitier ou à viande) dépensent entre 9 et 12% de plus pour l'achat des fourrages et entre 3 et 5% de plus pour l'achat des concentrés. Ces dépenses massives sont balancées principalement par la réduction des charges de la SFP (<-6%), de charges de la main-d'œuvre (entre -3 et -5%) et des frais divers (de -2 à -3%) (Figures 43.a, 43.b et 43.d).

Les élevages diversifiés dépensent moins que les premiers pour l'achat des fourrages (+5,53%) mais ils réduisent davantage les charges de la SFP (-7,35%) (Figure 43.c). Ces exploitations ont la possibilité d'atténuer le déficit fourrager des prairies par le déprimage des céréales et le pâturage des jachères et des chaumes de céréales.

Les élevages allaitants présentent une situation plus sensible au déficit en fourrages. La contribution des dépenses pour l'achat de cet aliment augmente de 11,83% (Figure 43.e). Ces élevages, à l'origine herbagés en se basant plus sur le pâturage des prairies, ne dépendent que 9,5% des charges totales pour l'achat des fourrages durant l'année normale. Sous l'effet de la sécheresse, les dépenses des fourrages augmentent du double et contribuent à 21,32% aux charges totales de production (Tableau 32).

Enfin, les élevages à l'engrais présentent aussi une situation particulière. Si les dépenses fourragères augmentent logiquement de 5,35% suite à l'élévation des prix des fourrages, la charge de la main-d'œuvre diminue fortement (-4,35% des charges totales) alors que les frais divers augmentent de 1,28% des charges durant l'année sèche (Figure 43.f). Une augmentation des frais divers qui résulte des achats d'animaux à bas prix. Certains éleveurs de ce système saisissent cette opportunité de la baisse des prix d'animaux lors des sécheresses pour investir en masse dans l'engraissement.

Tableau 32 : Valeurs moyennes des contributions des différents postes de dépenses aux charges totales de production selon le système d'élevage.

| Système | Charges | Achat Fourrages | Concentré | SFP | Vétérinaires | Amort | MO | Divers |
|--------------|---------|-----------------|-----------|-------|--------------|-------|-------|--------|
| Laitier | A N | 13,70 | 37,15 | 11,06 | 2,63 | 7,44 | 10,16 | 17,86 |
| | A S | 25,36 | 40,11 | 4,67 | 2,21 | 5,99 | 5,88 | 15,78 |
| | S - N | +11,66 | +2,96 | -6,39 | -0,42 | -1,45 | -4,28 | -2,08 |
| Mixte Lait | A N | 12,70 | 38,83 | 10,03 | 2,82 | 6,74 | 7,90 | 20,99 |
| | A S | 23,36 | 43,71 | 3,98 | 2,11 | 5,45 | 3,09 | 18,31 |
| | S - N | +10,66 | +4,88 | -6,05 | -0,71 | -1,29 | -4,81 | -2,68 |
| Diversifié | A N | 21,58 | 37,90 | 9,34 | 2,19 | 4,99 | 5,25 | 18,75 |
| | A S | 27,11 | 42,68 | 1,99 | 1,87 | 4,35 | 3,98 | 18,01 |
| | S - N | +5,53 | +4,78 | -7,35 | -0,32 | -0,64 | -1,27 | -0,74 |
| Mixte Viande | A N | 24,09 | 40,07 | 7,37 | 1,96 | 5,84 | 5,47 | 15,20 |
| | A S | 33,31 | 43,79 | 1,09 | 1,49 | 4,61 | 2,61 | 13,11 |
| | S - N | +9,22 | +3,72 | -6,28 | -0,47 | -1,23 | -2,86 | -2,09 |
| Allaitant | A N | 9,49 | 43,47 | 3,96 | 2,36 | 2,04 | 4,99 | 33,70 |
| | A S | 21,32 | 37,53 | 0,38 | 2,97 | 2,45 | 6,95 | 29,55 |
| | S - N | +11,83 | -5,94 | -3,58 | +0,61 | +0,41 | +1,96 | -4,15 |
| Engraisseur | A N | 28,48 | 37,01 | 0,18 | 1,37 | 5,95 | 7,05 | 19,96 |
| | A S | 33,83 | 36,37 | 0,15 | 1,07 | 4,64 | 2,70 | 21,24 |
| | S - N | +5,35 | -0,64 | -0,03 | -0,30 | -1,31 | -4,35 | +1,28 |
| Total | A N | 18,30 | 38,74 | 8,01 | 2,31 | 6,12 | 7,18 | 19,34 |
| | A S | 27,82 | 41,82 | 2,57 | 1,85 | 5,02 | 3,66 | 17,30 |
| | S - N | +9,52 | +3,08 | -5,44 | -0,46 | -1,10 | -3,52 | -2,04 |

A N : Année normale ; A S : Année sèche ; S - N : Différence entre année sèche et année normale ; Amort : Charges d'amortissement

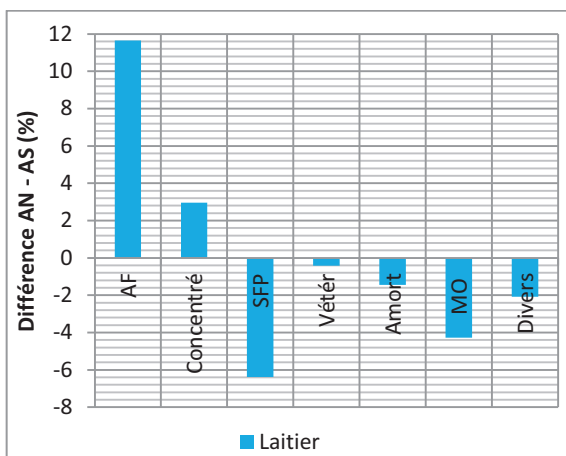


Figure 43.a : Evolution des contributions des dépenses à la charge totale de production (Système Laitier).

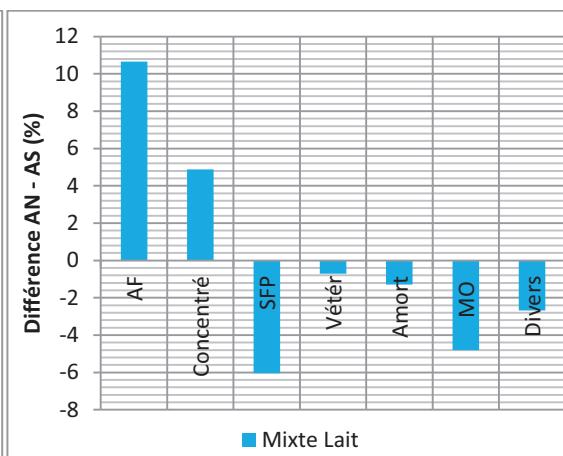


Figure 43.b : Evolution des contributions des dépenses à la charge totale de production (Système Mixte Laitier).

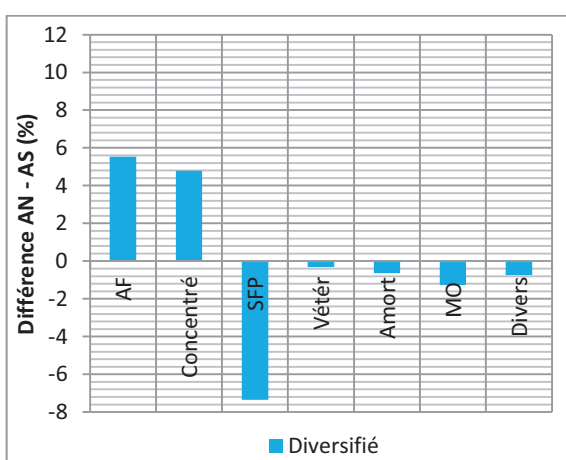


Figure 43.c : Evolution des contributions des dépenses à la charge totale de production (Système Diversifié).

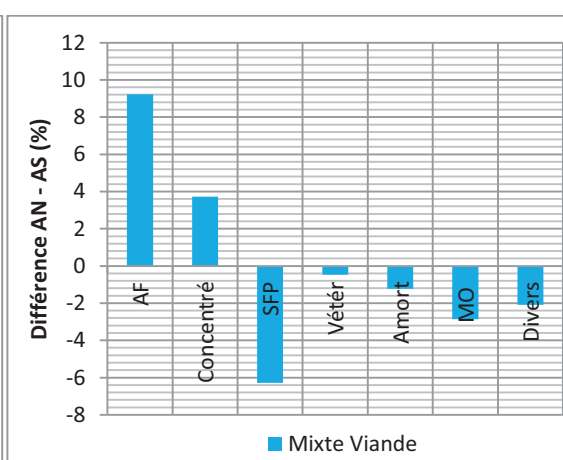


Figure 43.d : Evolution des contributions des dépenses à la charge totale de production (Système Mixte Viande).

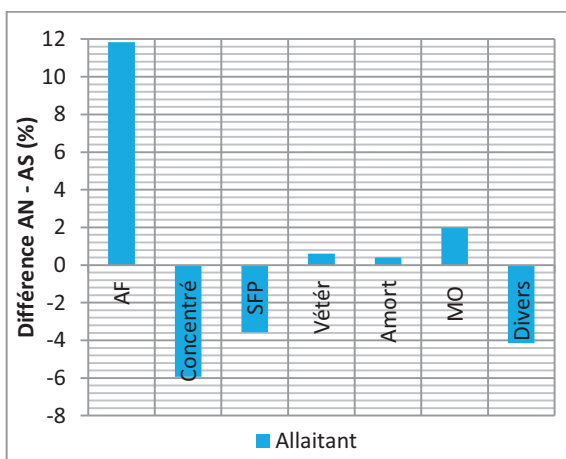


Figure 43.e : Evolution des contributions des dépenses à la charge totale de production (Système Allaitant).

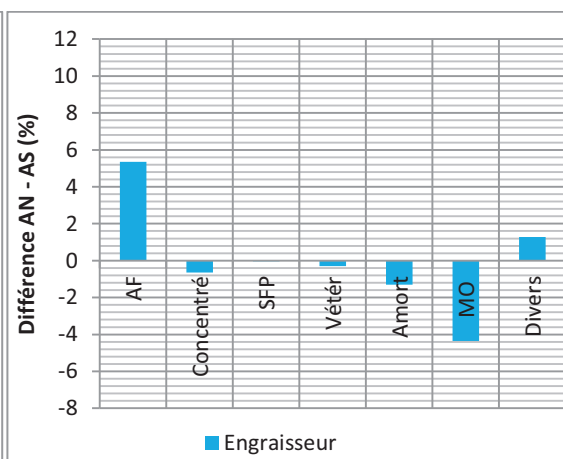


Figure 43.f : Evolution des contributions des dépenses à la charge totale de production (Système Engraisseur).

Figure 43 : Histogrammes de l'évolution des contributions des dépenses à la charge totale de production entre l'année normale et l'année sèche selon le système d'élevage.

(AN : Année normale ; AS : Année sèche ; AF : Charges relatives à l'achat des fourrages ; SFP : Charges relatives à la surface fourragère principale ; Vétér : Frais vétérinaires ; Amort : Amortissements ; MO : charges relatives à la main-d'œuvre).

3.2.3. Evolution du prix de revient du lait

Durant l'année normale sur le plan climatique, le coût moyen de production du litre de lait est de 41,15Da soit un bénéfice de 2,85Da/litre de lait si on considère le prix de référence de vente à 44Da/litre. Le coût moyen le plus bas est réalisé par les élevages du système mixte laitier avec 39,89Da/ litre et ceux du système laitier avec 40,54Da/ litre. Ces élevages ont plus de vaches laitières et produisent plus de fourrages. En revanche, le coût le plus élevé est atteint par les élevages du système engraisseur soit 42,61Da/ litre de lait (Tableau 33). Aucune différence n'est significative au seuil de 0,05 pour cette variable.

Le chiffre d'affaire moyen conclue par la vente de lait pour l'ensemble des exploitations qui s'établie à 877618Da représentent 43,75% de la charge totale (Annexe 06). Pour les meilleures performances (celles des élevages mixtes laitiers), ce chiffre d'affaire couvre jusqu'à 65% des charges. Cependant, si on ne comptabilise que le bénéfice, celui-ci, évalué à 57007,64Da pour un volume annuel moyen de lait vendu de 20002,68litres, ne couvre que 2,84% de la charge totale de production. Dans les meilleures situations, il couvre de 6% pour les élevages mixtes laitiers à 6,42% pour les élevages laitiers.

Durant l'année de sécheresse, le coût moyen de production augmente de près de 10%. Il atteint 45,23Da/litre de lait soit une perte de 1,23Da/litre avec une différence significative au seuil de 5% par rapport à l'année normale. Les pertes seront donc en moyenne de 19313,6Da du chiffre d'affaire pour 15700litres de lait vendus en moyenne soit 0,82% de la charge totale de production.

Ce déficit est enregistré pour l'ensemble des systèmes d'élevage lors de la sécheresse ; néanmoins, il est relativement marginal pour les élevages laitiers (-0,28Da/litres de lait). De plus, l'analyse de la variance ne montre aucun effet significatif entre types d'élevage pour cette variable au seuil de 5%. Les coûts les plus élevés sont ceux des élevages à l'engrais, des élevages mixtes à viande et des élevages diversifiés ; ils dépassent 45,50Da/litre de lait. Par contre, les augmentations les plus importantes du coût de production sont enregistrées auprès des élevages mixtes laitiers avec 5,29Da/litre de plus, soit 13,26% de hausse.

Les résultats obtenus par Sraïri (2014) illustrent la même situation de déficit. Cet auteur enregistre des différences entre le coût de production et le prix de vente de lait variant de 0,27DH comme meilleur résultat et -2,19DH dans différentes régions marocaines. Pour un autre scénario sans inclure les amortissements ni la rémunération de la main d'œuvre familiale dans le calcul de la charge de production, ce même auteur signale trois régions sur

sept en situations déficitaires pendant la campagne 2011-2012. Il explique ces déficits par une pluviométrie largement inférieure à la moyenne et par un accroissement marqué des prix des aliments concentrés et du fourrage (augmentation de la demande) suite à la sécheresse, d'autant que le marché international affichait aussi des cours élevés des prix des aliments de bétail.

Tableau 33 : Valeurs moyennes du prix de revient du lait durant une année normale et une année sèche.

| Système | Nombre d'élevages | Année normale (N) | | | Année sèche (S) | | | S - N | Différence en % |
|---------------|-------------------|-------------------|----------|----------------|-----------------|----------|----------------|-------|-----------------|
| | | VL | PRL (Da) | PVL - PRL (Da) | VL | PRL (Da) | PVL - PRL (Da) | | |
| Laitier | 15 | 11,07 | 40,54 | +3,46 | 44,28 | -0,28 | 3,74 | 9,23 | |
| | | | ± 2,04 | | ± 2,32 | | | | |
| Mixte Laitier | 20 | 13,20 | 39,89 | +4,11 | 45,18 | -1,18 | 5,29 | 13,26 | |
| | | | ± 2,18 | | ± 2,77 | | | | |
| Diversifié | 12 | 7,33 | 42,04 | +1,96 | 45,55 | -1,55 | 3,51 | 8,35 | |
| | | | ± 1,37 | | ± 3,60 | | | | |
| Mixte Viande | 17 | 8,88 | 41,72 | +2,28 | 45,65 | -1,65 | 3,93 | 9,41 | |
| | | | ± 2,14 | | ± 3,41 | | | | |
| Allaitant | 7 | 6,71 | 41,26 | +2,74 | 44,95 | -0,95 | 3,69 | 8,94 | |
| | | | ± 2,56 | | ± 2,81 | | | | |
| Engraisseur | 9 | 4,67 | 42,61 | +1,39 | 45,92 | -1,92 | 3,31 | 7,77 | |
| | | | ± 2,63 | | ± 2,74 | | | | |
| Total | 80 | 9,48 | 41,15 | +2,85 | 45,23 | -1,23 | 4,08 | 9,91 | |
| | | | ± 2,65 | | ± 2,89 | | | | |

VL : nombre moyen de vaches laitières ; PRL : Coût de production d'un litre de lait ; PVL : Prix de référence vente du lait ; N : Année normale ; S : Année sèche.

3.2.4. Evolution du prix de revient de la viande

Le prix moyen de revient du kilogramme de viande calculé en année normale pour l'ensemble des exploitations est de 598,82Da/Kg de viande vive, soit un bénéfice de 141Da/kg de viande par rapport à un prix de référence fixé à 740Da le kilogramme. Il varie de 580,35Da/Kg dans les élevages allaitants à 620,82Da/Kg dans les élevages mixtes laitiers. L'analyse de la variance entre les systèmes d'élevage n'indique aucune différence significative au seuil de 5% du fait de la faible variabilité enregistrée (Tableau 34).

En année sèche, le prix de revient augmente pour atteindre en moyenne 649,77Da/Kg de viande vive soit 50,95Da de plus par rapport à l'année normale et par conséquent une diminution du bénéfice à 90,54Da/Kg (Tableau 34).

L'augmentation du prix de revient de la viande engendre une diminution du bénéfice pour tous les systèmes d'élevages, soit moins de 100Da/Kg de viande. L'analyse de la variance au seuil de 5% laisse apparaître une différence significative du prix de revient de la viande pour le système allaitant avec des valeurs moyennes supérieures en année sèche (662,05Da/Kg de viande) par rapport au prix de revient réalisé en année normale, ce qui génère 82Da de plus à la charge de production et une diminution du bénéfice de près de la moitié (de 159,65Da en année normale à 77,95Da/Kg de viande en année sèche). Enfin, les meilleures performances durant l'année sèche sont en faveur du système engraisseur (99,68Da de bénéfice/Kg de viande) et du système diversifié (99,08Da de bénéfice/Kg de viande).

Tableau 34 : Valeurs moyennes du prix de revient de la viande.

| Système | Nombre d'élevages | Année normale (N) | | | Année sèche (S) | | | S - N | Différence en % |
|---------------|-------------------|-------------------|----------|---------------|-----------------|----------|---------------|-------|-----------------|
| | | UGB | PRV (Da) | PVV- PRV (Da) | UGB | PRV (Da) | PVV- PRV (Da) | | |
| Laitier | 15 | | 603,98 | | 650,44 | | | | |
| | | | ± | 136,02 | ± | 89,56 | +46,46 | 7,69 | |
| | | | 21,81 | | 35,23 | | | | |
| Mixte Laitier | 20 | | 620,82 | | 659,64 | | | | |
| | | | ± | 119,18 | ± | 81,36 | +38,82 | 6,25 | |
| | | | 26,97 | | 28,67 | | | | |
| Diversifié | 12 | | 586,80 | | 640,92 | | | | |
| | | | ± | 153,2 | ± | 99,08 | +54,12 | 9,22 | |
| | | | 14,36 | | 74,69 | | | | |
| Mixte Viande | 17 | | 590,52 | | 643,48 | | | | |
| | | | ± | 149,48 | ± | 96,52 | +52,96 | 8,96 | |
| | | | 16,92 | | 40,47 | | | | |
| Allaitant | 7 | | 580,35 | | 662,05 | | | | |
| | | | ± | 159,65 | ± | 77,95 | +81,70 | 14,08 | |
| | | | 17,72 | | 41,56 | | | | |
| Engraisseur | 9 | | 594,04 | | 640,32 | | | | |
| | | | ± | 145,96 | ± | 99,68 | +46,28 | 7,79 | |
| | | | 20,73 | | 41,66 | | | | |
| Total | 80 | | 598,82 | | 649,77 | | | | |
| | | | ± | 141,18 | ± | 90,54 | +50,95 | 8,51 | |
| | | | 24,86 | | 43,62 | | | | |

VL : nombre moyen de vaches laitières ; PRV : Prix de revient d'un kilogramme de viande ; PVV : Prix de référence vente de la viande ; N : Année normale ; S : Année sèche.

4. Conclusion

L'étude comparative de l'autonomie alimentaire et des résultats économiques résumés par le prix de revient du lait et de la viande entre une situation climatique ordinaire (année 2011) et une situation de sécheresse (année 2012), montre une fragilité des élevages bovins de la région de Sétif face aux sécheresses.

L'autonomie alimentaire totale diminue globalement lors des sécheresses au-dessous de 30%. Elle est influencée beaucoup plus par la régression sensible de l'autonomie fourragère qui passe de 64% durant l'année ordinaire à 53% durant l'année sèche. Les élevages les plus touchés sont ceux pratiquant un système laitier ou un système mixte laitier. L'autonomie fourragère de ces élevages diminue de plus de 20% du fait des faibles productivités des surfaces fourragères et du déficit en eau d'irrigation. Le système allaitant, dépendant des pâturages, est doté d'une autonomie considérable en fourrages (85% durant l'année normale et de 70,5% lors de l'année sèche). Enfin, les niveaux de l'autonomie en concentrés sont faibles même lors des conditions climatiques favorables. En situation de sécheresse, l'autonomie en concentré diminue encore à un niveau moyen de 4,71% et les élevages dépendent de plus en plus du marché.

L'impact des conditions climatiques défavorables sur le prix de revient des produits bovins est aussi important sur le lait que sur la viande. Tout d'abord, les charges de production accusent une augmentation avec près de 16% de dépenses supplémentaires en moyenne. Les élevages mobilisant plus de charges de production lors de l'année sèche sont ceux à orientation viande dont les dépenses dépassent 20% de plus, suivis des élevages de type laitier avec plus de 17% de charges. Les charges des élevages de type diversifié sont stables alors que celles des élevages de type allaitant diminuent suite à la baisse en effectif. Par conséquent, le prix de revient du lait augmente de 10% lors de la sécheresse ce qui engendre une perte de 1,23Da /litre de lait. Les élevages ayant le prix de revient le plus élevé sont les élevages à viande et les élevages diversifiés (plus de 45,5Da/litre de lait). Le prix de revient de la viande se situe autour de 600Da/Kg de viande vive dans les conditions climatiques ordinaires. Ainsi, les éleveurs réalisent un bénéfice moyen de 141Da/Kg. Dans les conditions de sécheresse, le prix de revient de la viande augmente à 650Da/Kg de viande vive et le bénéfice diminue au-dessous de 100Da/Kg.

Chapitre VI.

Stratégies d'adaptation des éleveurs et flexibilité
des systèmes d'élevage face aux changements
climatiques dans la région de Sétif

CHAPITRE VI. STRATEGIES D'ADAPTATION DES ELEVEURS ET FLEXIBILITE DES SYSTEMES D'ELEVAGE FACE AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES DANS LA REGION DE SETIF

1. Introduction

Après les controverses autour du changement climatique, le phénomène se confirme. Les études de son impact ont montré à quel point le monde est menacé. Finalement, les pays du monde entier accentuent leurs efforts d'adaptation face à d'éventuelles crises. Les adaptations envisageables sont de deux types : certaines visent toutes actions permettant l'atténuation des émissions des gaz à effet de serre pour maintenir l'évolution des températures au-dessous des seuils supportables, d'autres visent à l'inverse, le renforcement des systèmes vitaux qu'ils soient écologiques, économiques ou sociaux pour faire face efficacement et durablement aux effets néfastes du changement climatique.

Dans ce contexte, l'enjeu est de s'ajuster aux nouvelles conditions ou d'anticiper les adaptations à mettre en place dans les systèmes dépendants du climat. En effet, pour faire face ou tirer profit, les systèmes doivent s'adapter, c'est-à-dire modifier indépendamment ou conjointement leurs ressources, leurs processus, leurs productions ou leur structure (Sautier, 2013).

A l'échelle de l'exploitation agricole et d'élevage, l'agriculteur-éleveur construit ses décisions en considérant à la fois le temps long et le temps court. Les choix seront donc stratégiques, tactiques ou opérationnels en fonction de l'horizon temporel en jeu. Le changement climatique est susceptible d'entraîner des modifications de stratégie ou de tactique des exploitations. Plus les ressources et les produits de l'exploitation sont dépendants du climat, plus l'exploitation est exposée à ce changement.

Les élevages bovins de la région de Sétif sont exposés à ce type de modifications. Dans le chapitre précédent, nous avons montré que la perturbation du climat suite à une sécheresse, diminue fortement l'autonomie alimentaire des élevages et augmente le prix de revient de ses productions.

Dans ce chapitre, nous nous intéresserons aux capacités d'adaptation des systèmes d'élevage bovins au changement climatique en déterminant d'abord les stratégies d'adaptation raisonnées par les éleveurs puis, en mettant en évidence la flexibilité de ces élevages face aux incertitudes du climat.

2. Matériel et méthodes

2.1. Objectifs de l'étude

Les exploitations agricoles notamment d'élevage, comme d'ailleurs l'ensemble des entreprises, développent des stratégies d'adaptation pour faire face aux multiples injonctions qu'elles reçoivent et aux incertitudes croissantes qui caractérisent le contexte politique, économique et climatique dans lequel elles évoluent actuellement.

L'enjeu pour les agriculteurs est la pérennité de leur exploitation. Cela implique la maîtrise du processus de production durable pour se maintenir dans le temps. Pour Ingrand et *al.* (2009), le développement durable implique, au-delà de la simple fonction de production, de repenser l'interaction chercheurs-acteurs lors de la conception et l'évaluation des systèmes techniques et de produire des outils d'évaluation et de pilotage. Il est devenu classique que les démarches d'analyse soient structurées selon les trois dimensions du développement durable (économique, sociale et environnementale).

Depuis plusieurs années, la notion de flexibilité est mobilisée par des chercheurs pour définir la capacité d'une exploitation à se maintenir et à s'adapter dans des situations d'incertitude. La notion est très abondante dans le domaine des sciences de gestion et de l'économie ; elle est appliquée en écologie depuis 1973 par Holling, alors que récemment, elle fait l'objet de plusieurs recherches dans le domaine de l'agronomie notamment des systèmes de production agricole et d'élevage (Lemery et *al.*, 2005 ; Dedieu, 2009; Ingrand et *al.*, 2009 ; Blanc et *al.*, 2010 ; Dedieu et Ingrand, 2010 ; Mosnier et *al.*, 2010 ; Savant et Martin, 2010 ; Novak et *al.*, 2014).

Ce chapitre tente de présenter la notion de flexibilité comme un nouvel outil d'analyse des exploitations agricoles et d'élevage soumises aux contraintes. Le travail est guidé autour des objectifs suivants :

- Détermination des réponses adaptatives des éleveurs face à la contrainte du changement climatique ;
- Analyse de la flexibilité des systèmes d'élevage selon qu'elles soient opérationnelles ou stratégiques ;
- Et examen des logiques d'action selon deux tendances proposées par Lemery et *al.* (2005) : « Agir sur » et « Faire avec » la contrainte en question.

2.2. Sources des données et méthodologie de l'étude

Les données de l'étude sont issues d'une enquête rétrospective réalisée en 2014. Cette enquête est la dernière étape d'une série d'investigations organisées auprès des éleveurs de bovins dans le cadre de la réalisation de la thèse. Le questionnaire d'enquête a été conçu de manière à permettre de rassembler les informations nécessaires pour l'analyse des réponses que les éleveurs sont susceptibles d'élaborer pour faire face aux contraintes du climat notamment le changement climatique. Les questions détaillées sont relatives aux animaux, à la gestion de la reproduction et des ressources alimentaires (stocks de sécurité, achats, intensification fourragère, gestion des pâturages...), à la gestion des ressources hydriques, à l'environnement décisionnel des éleveurs, à la pluriactivité, à l'assurance, aux changements des pratiques agricoles et à d'éventuels changements du système de production (Annexe 7).

Le choix des éleveurs enquêtés s'est basée principalement sur la diversité des positions des éleveurs au regard de leur investissement et à l'appartenance à l'un des systèmes d'élevage identifiés (Chapitre 4). Au total 30 éleveurs ont été enquêtés à raison de 5 éleveurs par système d'élevage (Tableau 35).

Tableau 35 : Distribution du nombre d'éleveurs de l'échantillon d'enquête "Adaptation" par système d'élevage identifié.

| Enquête | Système | | | | | | Total |
|--------------------------|---------|---------------|------------|--------------|-----------|-------------|-------|
| | Laitier | Mixte laitier | Diversifié | Mixte viande | Allaitant | Engraisseur | |
| - Typologie | 23 | 36 | 17 | 52 | 8 | 12 | 148 |
| - Perception - Impact | 15 | 20 | 12 | 17 | 7 | 9 | 80 |
| - Adaptation | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 30 |

3. Résultats et discussion

3.1. Les réponses adaptatives des éleveurs face aux changements climatiques

Les enquêtes conduites dans le cadre de cette étude ont pu mettre en évidence un certain nombre de réponses adaptatives mises en œuvre par les éleveurs pour faire face aux incertitudes suite au changement climatique. Si la plupart des éleveurs réagissent par des adaptations d'ordre opérationnel et même, parfois, en temps réel, certains d'entre eux envisagent des adaptations à moyen et à long terme.

3.1.1. Stocks de sécurité alimentaire et achat des aliments

Les stocks de sécurité concernent les fourrages conservés surtout le foin mais aussi la paille utilisée lors des périodes de soudures alimentaires. Exceptés les éleveurs pratiquant l'engraissement dont le foncier est faible ou inexistant pour produire des fourrages, tous les autres éleveurs prévoient des stocks de foin lors de chaque campagne agricole. Les événements probables de longues périodes de sécheresses ou de zéro grazing suite aux gels rendent le climat incertain et provoquent le comportement de vigilance chez les éleveurs. Ainsi, parmi 20 éleveurs de l'échantillon qui vendent le surplus de leur production fourragère, 17 (soit 85%) déclarent avoir diminué de plus de la moitié les ventes de fourrages pour renforcer la sécurité alimentaire des troupeaux.

Les stocks de sécurité ne concernent pas le concentré du fait de la dépendance quasi-absolue du marché. La plupart des éleveurs achètent le concentré selon les besoins, et s'ils envisagent de le stocker, cela ne dépasse pas un mois ou une saison ; tout dépend de la trésorerie de l'éleveur et de son contrat (coutumier) avec le fournisseur.

L'achat des fourrages se divise en deux types : l'achat pour reconstituer les stocks de sécurité effectué généralement en été et l'achat pour répondre aux besoins immédiats des animaux lors des périodes creuses sur le plan alimentaire en hiver et parfois en début de printemps et en fin d'automne. Ce deuxième type d'achat devient de plus en plus fréquent durant les saisons sèches pour tous les éleveurs, mêmes ceux réalisant une autonomie élevée en saisons pluvieuses.

3.1.2. Déprimage des céréales et pâturage de la jachère

Le déprimage est l'exploitation d'une prairie où les graminées dominent (Gras *et al.*, 1989) ou d'une surface céréalière (l'orge en général) par un passage précoce des animaux, pour pâturer l'herbe au début de sa croissance printanière (Dirand, 2007). Le déprimage

fournit une alimentation aux animaux très tôt en saison, dès la sortie d'hiver. Il ne modifie pas la date d'épiaison mais il a tendance à réduire le rendement fourrager à la récolte. Il permet aussi de faire un fourrage de meilleure qualité et de sécuriser la récolte (Gillet, 1980).

Dans la région d'étude, le déprimage est une pratique ancienne considérée comme un appoint fourrager obtenu en fin d'hiver et début du printemps. En année à pluies d'automne précoces permettant des semis d'orge précoces et à faibles pluies et neiges hivernales qui limitent la production des pâturages, une partie de cette céréale est pâturée par les animaux. Cette pratique est rencontrée au sein de 9 exploitations enquêtées (soit 30% de l'ensemble) appartenant au système allaitant (4 exploitations), au système diversifié (3 exploitations) et au système mixte laitier (2 exploitations). Un deuxième cas de figure du déprimage est couramment pratiqué en année sèche et à faible pluviométrie printanière. Il consiste pour les paysans à laisser pâturer d'importantes surfaces de céréales par les animaux et celles-ci deviennent fourragères au lieu de la production du grain. Ces pratiques ne sont pas spécifiques à la région ; elles sont décrites par Lelièvre (1981) au Maroc et par Rondia (2006) dans les autres pays du Maghreb.

Le pâturage de la jachère est un autre amortisseur mobilisé par les éleveurs de la région de Sétif. D'après Abbas (2004), la jachère est une pratique ancestrale qui constitue une composante majeure des systèmes de production, notamment mixtes (céréales/ovin). Ce même auteur constate que la part de la jachère dans la SAU n'a pas changé durant plus de 30 ans et reste très importante (40% environ). Par ailleurs, la part de la jachère travaillée dans la SAT diminue alors que celle de la jachère pâturée augmente. Ceci montre que la tendance pastorale dans les systèmes de production céréaliers des zones semi arides se renforce, à cause de la sécheresse qui a sévi au passé. En effet, nos enquêtes sur 30 exploitations montrent qu'à l'exception des exploitations du système engraisseur, toutes les autres exploitations consacrent des surfaces laissées en jachère pour le pâturage des animaux avec une forte présence de celles-ci dans le système diversifié et le système allaitant. Les jachères pâturées sont réservées principalement aux ovins et aux caprins ; toutefois, elles ne sont pas exclusives aux petits ruminants ; les bovins en pâturent aussi surtout lors des années pluvieuses durant lesquelles ces étendues sont relativement productives ce qui contribue à mieux sécuriser l'alimentation des troupeaux. Guerin *et al.* (2001) préconisent de tirer profit de l'avantage offert par le pâturage afin de pouvoir reporter les ressources alimentaires vers les saisons creuses (faiblesse des stocks fourragers, pic des besoins nutritionnels), d'une part, et de gérer l'augmentation des tailles des parcelles souvent réduites et du temps du pâturage, d'autre part.

3.1.3. Irrigation et gestion des apports d'eau

Le recours à l'irrigation des fourrages est une réponse systématique lors des années sèches dans 13 exploitations, soit 43,33% de l'ensemble des exploitations enquêtées. Il s'agit des élevages laitiers, des élevages mixtes laitiers, et de quelques élevages mixtes à viandes (3/5 exploitations). Cependant, cette pratique qui vise à sécuriser les productions fourragères, reste limitée sur quelques surfaces réduites à cause de la rareté des ressources hydriques et la faible maîtrise des itinéraires techniques de certaines espèces fourragères cultivées surtout sous des conditions climatiques anormales (températures extrêmes, siroccos, effet de serre,...etc.).

Du fait de l'assèchement des oueds et du tarissement des puits, les apports d'eau d'irrigation deviennent de plus en plus rares. Les agriculteurs mobilisent parfois même de l'eau d'irrigation à la citerne pour répondre, au minimum, aux besoins des plantes pendant les stades physiologiques critiques (après la levée en fin d'automne, en stade grain laiteux en fin printemps,... etc.). Benniou et *al.* (2014) constatent que l'irrigation est surtout utilisée sur les céréales secondaires (avoine, orge, un peu sur blé dur) donc sur des céréales à vocation fourragère. Elle correspond le plus souvent, pour les agriculteurs, à une irrigation d'appoint juste après la levée, donc une sorte d'assurance minimum ; elle n'entre pas nécessairement, dans un itinéraire technique intensif.

Il est à noter que des projets ambitieux sont en cours de réalisation dans le cadre des grands transferts hydrauliques. Selon l'ANBT (2015), deux projets relient le barrage d'Eghil Emda et Mehaoune et le barrage de Tabellout à Draa Diss ayant pour destination l'approvisionnement des périmètres irrigués des hautes plaines sétifiennes sur 600 000 ha. Aussi, l'ONA- Unité de Sétif (2014), envisage de doter les périmètres et aires d'irrigation à partir des eaux usées épurées sur plus de 1 600 ha dans le cadre de la concession Hydro-Agricole. Ces projets peuvent renforcer la position de la wilaya de Sétif en tant que pôle agricole performant, notamment en matière de céréaliculture, de plasticulture et de production fourragère.

3.1.4. Gestion de la reproduction

Les éleveurs peuvent modifier la gestion du troupeau en décalant les périodes de pâturage et les cycles de reproduction. La gestion des stocks fourragers tout comme la composition de la ration alimentaire pourraient aussi être adaptées en conséquence (Vert et *al.*, 2013). Ces ajustements techniques, comme les changements de date dans les périodes de

mise bas, visant à mieux faire correspondre offre en fourrages et besoins du troupeau à certaines périodes, sont de nature à renforcer la résistance du système fourrager en jouant sur la coordination entre ateliers (Nettier et *al.* 2010). En effet, l'ensemble des éleveurs enquêtés notamment ceux appartenant au système laitier et aux systèmes mixtes déclarent un vouloir de programmer les mises-bas pour faire coïncider le pic des besoins du troupeau aux périodes de forte production fourragère de l'année. Dans ce cas, les mises-bas de fin d'hiver sont recherchées. Toutefois, seuls deux éleveurs confirment l'adoption de cette stratégie alors que les autres éleveurs signalent la difficulté de programmation et le désintéressement à pratiquer la synchronisation des chaleurs.

3.1.5. Diversité des productions

Les systèmes techniques qui peuvent combiner les trois grands types de production que sont les cultures annuelles, les cultures pérennes (prairies permanentes, arbres, arbustes) et l'élevage, valorisent généralement mieux leur milieu. En effet, lorsque l'équilibre entre ces trois grandes productions est judicieusement réfléchi, le système gagne en autonomie et en durabilité (vilain et *al.*, 2008). Selon ces mêmes auteurs, la mixité (c'est-à-dire la diversité interne) permet une valorisation plus efficace du milieu qui tamponne les risques économiques. Aussi, certains élevages combinent de façon très performante plusieurs espèces (bovins, ovins, caprins, équins...), augmentant ainsi le potentiel de production du territoire dont ils disposent.

La diversité des productions est caractéristique dans la région d'étude. Exceptées les exploitations du système engraisseur, toutes les autres exploitations diversifient leurs productions avec des niveaux de diversité variables selon le système de production. Ainsi, la diversité est distinctive dans les exploitations du système diversifié qui combinent production laitière, viande bovine, ovine et caprine en plus de la céréaliculture. Dans les exploitations mixtes laitières et celles mixtes à viande, les bovins sont élevés pour la production du lait au même titre que pour la production de viande. L'importance que les éleveurs de ces deux systèmes peuvent accorder pour l'une de ces productions est définie selon les circonstances du marché et celles du climat. De ce fait, le système de production peut être ajusté ou changé selon que l'éleveur estime plus d'intérêt à produire du lait ou de la viande. La diversité au sein de ces exploitations mixtes est soutenue aussi par l'élevage ovin, la céréaliculture et, parfois, le maraîchage cultivé surtout par les exploitants du système mixte laitier. Quant au système laitier, les exploitants associent généralement la production laitière à la polyculture (céréaliculture-maraîchage). La production de viande dans ce système étant secondaire. Enfin,

les productions sont moins diversifiées dans les élevages allaitants se basant principalement sur la production de viande avec de la céréaliculture sur des surfaces réduites et, en système engraisseur, seule la monoproduction de viande s'impose.

3.1.6. Achats et ventes d'animaux

La vente d'animaux pendant les périodes de crises suite à une sécheresse prolongée, à un zéro grazing forcé en hiver difficile notamment lors des enneigements ou à la faiblesse de la trésorerie de l'exploitation, est une décision déclarée par l'ensemble des éleveurs enquêtés. Les revenus des ventes sont convertis dans ce cas en achats d'aliments pour couvrir les besoins du troupeau. Les éleveurs préfèrent vendre le bovin du fait de sa valeur importante par rapport à l'ovin mais aussi des difficultés de vente de ce dernier. En fait, les éleveurs ayant recours le plus à la vente d'animaux sont ceux pratiquant un système allaitant en raison de la fragilité de leur système de production basé davantage sur le pâturage traditionnel de prairies naturelles. La vente des animaux est plus fréquente aussi chez les éleveurs laitiers par rapport aux éleveurs des autres systèmes, surtout en périodes de sécheresse. Il est à noter que les ventes des bovins lors des crises suivent généralement un raisonnement logique des priorités. Les vaches âgées sont mises à la vente en premier puis les taurillons et ensuite les génisses. La vente des vaches laitières reste toujours la dernière solution ; elles ne sont vendues que si la situation est aggravée.

A l'opposé de la vente des animaux, une autre stratégie est celle de l'achat des animaux lors de ces périodes de crises. Cette stratégie est pratiquée principalement par les éleveurs du système engraisseur mais aussi et occasionnellement par les éleveurs des autres systèmes s'ils sont en situation de fraîcheur financière. En effet, lors des périodes de pénuries alimentaires, l'offre des animaux augmentent considérablement sur les marchés de bestiaux ce qui provoque la chute des prix de vente. L'opportunité saisie par ce type d'éleveurs est de se procurer des animaux à bas prix ce qui augmente leur capitaux et améliore leurs chiffres d'affaires. Les animaux achetés sont destinés généralement à l'engraissement mais aussi à la production laitière et au renouvellement et renforcement de l'effectif du troupeau.

3.1.7. Réduction des coûts de production

La réussite de toute activité économique notamment celle de l'élevage passe par la maîtrise des coûts de production. Celle-ci a toujours été cruciale pour la viabilité des exploitations. Les éleveurs enquêtés ne procèdent pas, scientifiquement, aux calculs et analyses des coûts de leurs productions mais ils enregistrent toutes opérations effectuées

permettant de situer économiquement leur activité et chacun a sa méthode pour calculer les bénéfices et les pertes.

L'étude réalisée sur le coût de production en termes de prix de revient du lait et de la viande (Chapitre 6) montre que les coûts de production sont variables même en année ordinaire selon le système de production. Les coûts augmentent logiquement lors des sécheresses en raison principalement de l'augmentation des prix des aliments. Ainsi, les éleveurs agissent essentiellement sur la charge relative à la main d'œuvre pour essayer de pallier les coûts de production sans cesse en augmentation pendant ces périodes de crise (Figure 44). La diminution des charges relatives à la surface fourragère (SFP) résultent du recul des cultures fourragères sous l'effet de la sécheresse (manque d'eau d'irrigation) ; de même, les charges diverses diminuent à cause des faibles achats d'animaux par les éleveurs lors des sécheresses (voir tableau 32 et figures 42 et 43 dans le chapitre 6).

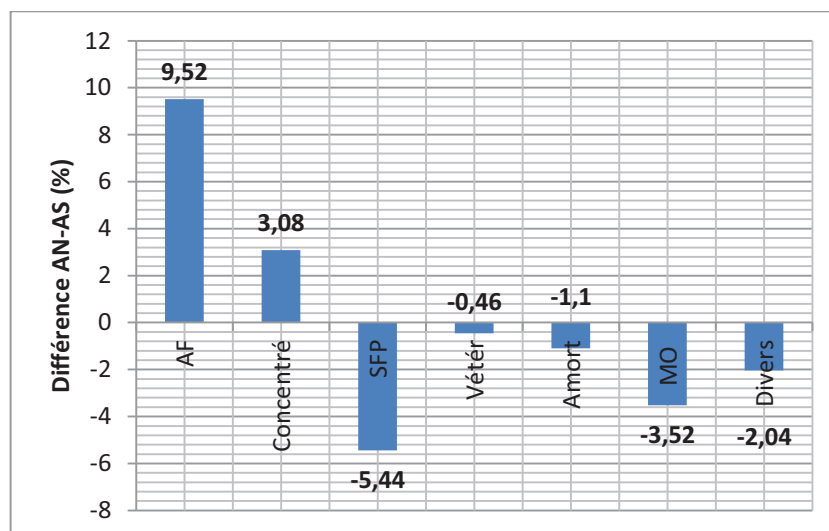


Figure 44 : Différences des charges de production entre une année sèche (2012) et une année ordinaire (2011) (en %).

3.1.8. Augmentation des surfaces de pâturages

Le déficit en fourrages durant les années marquées par la sécheresse conduit certains éleveurs à élargir les surfaces pour le pâturage de leurs animaux. A cet effet, plusieurs solutions sont adoptées par les éleveurs. La location des pâturages est l'une des solutions envisagées surtout par les éleveurs laitiers et ceux pratiquant un système mixte (lait ou viande). Ces pâturages sont à l'origine, des prairies ou des céréales abandonnées par leurs propriétaires. Toutefois, l'accès compliqué aux fonciers des autres agriculteurs, l'exigence (par les éleveurs) de pâturages proches de leurs exploitations et la faiblesse de l'offre rendent ce remède de plus en plus écarté par les éleveurs. Une autre solution est le pâturage des

broussailles, des défriches et même les bords de routes enherbés par ceux ayant accès à ce type de végétation. Cette pratique permet aux éleveurs d'augmenter les surfaces pâturées en réservant plus de surfaces à la fauche tout en valorisant des fourrages gratuits. Enfin, certains éleveurs, particulièrement ceux du système allaitant, adoptent un système sylvo-pastoral en pâturant la végétation pâturable dans la forêt.

3.1.9. La pluriactivité

La notion de pluriactivité agricole est définie, selon l'approche de la dynamique familiale, comme un ménage dont au moins un des membres est engagé dans une activité rémunérée autre que la production de biens agricoles (Gervais et *al.*, 2009). Aujourd'hui, la pluriactivité apparaît ainsi comme un moyen d'assurer la survie des exploitations en difficulté, en zones défavorisées notamment, par le relèvement du revenu global des familles exploitantes. L'activité extérieure d'un ou de plusieurs membres de la famille peut également contribuer au financement des exploitations et permettre de faire face, en phase d'installation notamment, à d'importants besoins de capitaux (Krebs, 2005). La décision d'exercer une activité professionnelle hors de l'exploitation pourrait donc répondre à une double logique : conjoncturelle, en permettant de compenser la faiblesse du revenu agricole, structurelle, en contribuant directement ou indirectement au financement de l'exploitation et par conséquent, à terme, à son développement ou à sa survie (Butault et *al.*, 1999).

Nos investigations ont permis de signaler l'importance de la pluriactivité par 7 éleveurs enquêtés (2 éleveurs laitiers et 5 éleveurs appartenant aux autres systèmes d'élevage identifiés : 1 éleveur par chaque système). Les activités hors agriculture ayant été recensées sont relatives aux domaines du transport public des voyageurs, du commerce et du salariat. D'après les déclarations de ces éleveurs, la diversité des revenus avaient pour origine une inquiétude en commun : l'activité agricole est devenue de plus en plus incertaine comme secteur économique créateur de richesse et garant des revenus de leurs ménages vue les fluctuations du marché et les cycles de sécheresses que connaît le climat de la région. En conséquence, les exploitations concernées par la pluriactivité ont la possibilité, à partir des revenus d'origine non agricole qu'ils perçoivent, de financer une large part de leurs besoins familiaux directement, d'alléger l'autofinancement de nouveaux projets qu'ils planifient, d'empêcher le recours à l'endettement en cas de besoins financiers et d'amortir les chocs financiers provoqués par le retournement du marché des produits agricoles ou d'éventuelles chutes des rendements sous l'effet des sécheresses.

Tableau 36 : Inventaire des réponses adaptatives des éleveurs face aux changements climatiques.

| Réponse adaptative | Système | | | | | |
|---|---------|---------------|------------|----------------|-----------|-------------|
| | Laitier | Mixte Laitier | Diversifié | Mixte à viande | Allaitant | Engraisseur |
| Stocks de sécurité alimentaire | +++ | +++ | +++ | +++ | +++ | - |
| Achat des aliments | +++ | +++ | +++ | +++ | +++ | +++ |
| Déprimage des céréales | - | + | ++ | + | +++ | - |
| Pâturage de la jachère | + | + | +++ | + | ++ | - |
| Irrigation et gestion des apports d'eau | ++ | ++ | - | + | - | - |
| Gestion de la reproduction | + | + | - | + | - | - |
| Diversité des productions | +/- | ++ | +++ | ++ | + / - | - |
| Achats d'animaux | - | - | - | - | - | ++ |
| Ventes d'animaux | + | + | ++ | + | ++ | + |
| Réduction des coûts de production | + | + | + | + | ++ | + |
| Augmentation des surfaces de pâturages | + | + | + | - | ++ | - |
| Pluriactivité | + | + / - | + / - | + / - | + / - | + / - |
| Endettement | + | + | + | + | + | + |
| Assurance bétail | + | + | - | - | - | - |

+++ : action plus fréquente ; ++ : action fréquente ; + : action moins fréquente ; +/- : action plus ou moins fréquente ; - : action non fréquente

3.2. Les sources de la flexibilité des exploitations face aux changements climatiques

3.2.1. La flexibilité du système laitier

Le système laitier se définit par la particularité d'une tendance vers la spécialisation (laitière) par rapport aux autres systèmes d'élevage. Les troupeaux sont presque exclusivement bovins³ ; ils sont constitués de 62% de vaches laitières exotiques (Montbéliarde et Prim Holstein). Le niveau de diversité est de plus en plus faible ce qui fragilise la flexibilité opérationnelle à l'échelle technico-économique interne (une seule production principale : le lait). Bien que l'association de l'élevage bovin à la céréaliculture ou à la polyculture renforce la résistance de ces exploitations face aux perturbations du marché, celles-ci ne semblent pas pouvoir supporter les effets du climat étant donné que les productions végétales sont plus sensibles aux sécheresses.

³ La part des bovins est de 98,81% par rapport à l'effectif total du troupeau (Voire chapitre 4 : tableau 11).

Par ailleurs, l'intensification fourragère par l'irrigation des fourrages cultivés, les stocks de sécurité alimentaire et la gestion de la reproduction sont des pratiques actionnées par les éleveurs pour limiter l'impact d'aléas climatiques et augmenter le niveau d'autonomie alimentaire de l'exploitation. Ces actions contribuent à la flexibilité opérationnelle interne à l'échelle des processus.

En outre, les laitiers sont ceux qui diversifient le plus leur pluriactivité par rapport aux autres éleveurs, ce qui leur permet de mieux équilibrer la situation financière de l'exploitation en cas de crise. Cette stratégie accroît la flexibilité opérationnelle externe de l'exploitation.

Quant à la flexibilité stratégique, les éleveurs enquêtés penchent différemment sur les planifications futures. Si pour certains d'entre eux (3 éleveurs), le levier le plus efficace est de s'agrandir en taille et par conséquent en volume de lait produit tout en possédant plus d'animaux, en conservant autant de vaches laitières et de génisses et en intensifiant le système fourrager, d'autres (2 éleveurs), déclarent se préparer pour transformer leur système de production vers l'engraissement qu'ils estiment plus rentable vue la forte rémunération de la viande et les faibles risques d'investissement en comparaison avec l'élevage laitier. Il est cependant à noter que 2/5 des éleveurs laitiers enquêtés expriment un sentiment d'abandon de l'activité d'élevage en raison des incidences économiques qu'ont subi leurs exploitations durant les sécheresses passées (difficulté de sécuriser l'aliment et sa cherté, prix élevés des intrants, risque des épidémies notamment la fièvre aphteuse et la brucellose..., etc.)

3.2.2. La flexibilité des systèmes mixtes et du système diversifié

Les systèmes mixtes, qu'ils soient laitiers ou orientés vers la production de viande ainsi que le système diversifié, présentent des caractéristiques structurelles comparables et développent presque les mêmes réactions, avec des niveaux variables, pour assurer leur durabilité face aux changements climatiques. Ces élevages exploitent des troupeaux de taille comprise entre 19 et 26 UGB dont le bovin représente de 62 à 90% avec 7 à 12 vaches laitières principalement de races Montbéliarde et Brune de l'Atlas. Ils se caractérisent par une diversité importante en produisant du lait et de la viande bovine, ovine et parfois caprine et en valorisant des prairies naturelles, de la jachère pâturée et des fourrages cultivés. Les différences peuvent être résumées comme suit : les élevages mixtes laitiers possèdent plus de foncier (39 ha) et produisent plus de lait en cultivant plus de fourrages ; les élevages mixtes à viande cultivent plus de céréales et engraissent plus de taurillons et les élevages diversifiés exploitent plus d'espèces et de races et valorisent plus de jachères et de prairies (Chapitre 4).

Cette diversité à la fois des ressources et des productions qui caractérisent ces élevages offre plus de solutions dans la gestion de l'espace en amont et pour la rentabilité en aval et, accroît par conséquent la flexibilité opérationnelle interne de l'exploitation. Elle renvoie aussi à une flexibilité stratégique considérable en rendant plus facile les projets de développement futurs de l'exploitation et en permettant aux éleveurs de saisir les opportunités et d'amortir efficacement les chocs du climat grâce la possibilité de transformation rapide et sans risque du système de production et la facilité d'ajustement des activités et des itinéraires techniques. La diversité présente cependant un inconvénient ; celui de la faible flexibilité du travail due à l'intensité que peut présenter l'organisation des tâches tout au long de l'année.

Des leviers autres que la diversité sont mobilisés par les éleveurs de ces trois systèmes d'élevages lors des périodes de sécheresse. Il s'agit des stocks alimentaires qui sont mieux sécurisés par rapport aux autres types d'élevages et soutenus par le recours à l'achat raisonnable des aliments de sécurité, la valorisation des jachères et par conséquent l'augmentation des surfaces de pâturages. Ces leviers permettent de renforcer la flexibilité opérationnelle interne de l'exploitation. Quant à la vente des animaux dont les recettes sont converties en aliments et autres biens achetés lors des crises, elle rend plus flexible le système de production à l'échelle technico-économique plutôt externe. La flexibilité externe s'avère cependant fragilisée par la faible pluriactivité des ménages, l'attitude négative des éleveurs quant à l'assurance bétail et le recours à l'endettement.

3.2.3. La flexibilité du système allaitant

Le système d'élevage allaitant est rencontré beaucoup plus dans la région nord connue par ses reliefs montagneux. C'est un système traditionnel herbagé basé sur le pâturage et qui s'avère plus autonome par rapport aux autres systèmes d'élevage. Les troupeaux sont moins importants en taille (16 UGB). Ils sont composés de deux tiers de bovins de type local (Brune de l'Atlas) dont 4 à 7 vaches plutôt allaitantes et de un tiers de petits ruminants (20 à 40 têtes ovines et 5 à 12 têtes caprines). Le lait produit n'est pas destiné à la vente. Exceptées de faibles quantités faisant l'objet de ventes directes aux voisins durant le printemps, le lait est réservé à l'allaitement des veaux et à l'autoconsommation familiale.

La flexibilité opérationnelle interne prend forme de l'autonomie considérable de ces exploitations. La valorisation des jachères et l'augmentation des surfaces pâturables (broussailles et pâturages sous maquis) permettent de réaliser des stocks de sécurité alimentaire. Toutefois, ces stocks ne suffisent pas pour couvrir les besoins des troupeaux en

cas de sécheresses. A cet effet, les éleveurs convertissent une partie des surfaces céréalières en pâturage (déprimage). Aussi, les éleveurs ont recours à la vente d'animaux d'une part, pour couvrir les besoins des troupeaux et, d'autres part, pour ajuster la taille de ceux-ci aux ressources disponibles. Il s'en suit une réduction des coûts de production.

La vente des animaux permet également une flexibilité externe par la sécurité de la trésorerie de l'exploitation. Toutefois, la flexibilité externe du système allaitant est influencée par la faible pluriactivité, l'absence d'assurance bétail et le recours à l'endettement.

La flexibilité stratégique semble être faible. Même si ce système est rustique et autonome, ce qui permet de persister face aux changements climatiques et même si les éleveurs perçoivent l'importance de l'élevage comme activité complémentaire à la céréaliculture, ceux-ci révèlent avec acuité les difficultés qui s'opposent au développement de cette activité. Ces difficultés se justifient selon les éleveurs, par la faible capacité d'investissement, les fortes exigences des races améliorées et les reliefs accidentés qui ne permettent pas l'installation des cultures fourragères.

3.2.4. La flexibilité du système engraisseur

Le système engraisseur est bien différent des autres systèmes d'élevages bovins étudiés. La dimension foncière est faible (1,23 ha) et même inexistante dans 50% des exploitations. Ce système évolue pratiquement hors sol. Les troupeaux sont en moyenne de 10,5 UGB. Ils sont constitués de moins de vaches (4 têtes), de plus de taurillons (8 têtes) et parfois de quelques ovins (14 têtes).

Contrairement à la flexibilité des élevages indiqués avant, ces élevages se caractérisent par un système de production rigide. La flexibilité opérationnelle interne est très faible à cause d'une part, de la spécialisation en viande ⁴ et d'autre part, de la faiblesse de l'autonomie alimentaire. La production de viande, même si à forte rémunération, n'offre pas de solutions ou de remèdes pour maintenir la situation financière de l'exploitation en cas de crises dues aux sécheresses ou à la diminution des prix de la viande sur le marché. Quant à l'autonomie alimentaire, les niveaux très bas ⁵ rendent ces élevages plus dépendants du marché et plus sensibles aux fortes augmentations des prix des aliments surtout lors des périodes de sécheresses où la pénurie s'accroît. En effet, les achats d'aliments de sécurité réduisent

⁴ Les vaches ne sont retenues qu'occasionnellement, tout dépend des opportunités du marché, et le lait produit n'est commercialisé que peu lors du printemps.

⁵ Les valeurs moyennes sont comprises entre 10 et 12% pour l'autonomie alimentaire, entre 18 et 19% pour l'autonomie fourragère et autour de 3,5% pour l'autonomie en concentré (voir tableaux 29, 30 et 31 du chapitre 6).

partiellement l'effet de la pénurie mais demeure insuffisants vu que les éleveurs déterminent la taille de leurs troupeaux selon l'estimation de la demande du marché et, par conséquent, ils ne peuvent pas estimer les besoins alimentaires annuels des animaux.

La flexibilité externe est également faible. Comme pour la majorité des élevages, cela est dû à la faible pluriactivité et l'absence de l'assurance bétail. On note cependant un exemple intéressant de pluriactivité ; celui qu'a adopté un éleveur exploitant une chaîne de production : élevage d'engraissement – boucherie – restauration.

Les opportunités que peut saisir les éleveurs engraisseurs du marché lors des années de sécheresse est une source de flexibilité stratégique pour ce système d'élevage. Ces éleveurs achètent, parfois massivement, des bovins (toute catégorie) à bas prix qu'ils réorientent vers l'engraissement. Les animaux ciblés par cette stratégie ne sont pas forcément des veaux ou des taurillons ; ils peuvent être aussi des vaches de réforme ou des génisses destinées à la boucherie et avec lesquels ils réalisent des profits considérables.

Enfin, la flexibilité stratégique se définit par deux tendances. La première consiste à ajuster l'investissement aux opportunités du marché et cibler les périodes de grandes consommations de la viande (les fêtes religieuses, l'été et le mois sacré de Ramadhan). La deuxième tendance consiste à maintenir le niveau de production et agrandir simultanément la taille du troupeau en ciblant toutes les périodes de l'année pour réaliser le maximum de profit et pouvoir compenser les faibles résultats en cas de replis du marché.

3.3. Les tendances de rapport aux changements et les logiques des mesures d'adaptation

La méthode adoptée pour l'étude des tendances de rapport aux changements a été avancée par Lemery et *al.* (2005). Il s'agit d'analyser la capacité des éleveurs à saisir des opportunités et à résister aux aléas, moyennant certaines combinaisons d'activités et de pratiques techniques, économiques et relationnelles établies en fonction des manières de penser l'élevage et le changement. L'analyse fait apparaître deux grands styles de rapports aux changements : « Agir sur » en s'engageant vers un objectif précis avec des choix irréversibles et « Faire avec » en essayant ce qui pourrait réussir mais en maintenant la réversibilité des options. Les logiques d'adaptation font aussi objet d'études selon quatre types de stratégie exposés par Nettier et *al.* (2010) et Duru (2012) à savoir : l'évitement, le contournement, la réaction et l'atténuation.

3.3.1. La tendance « Agir sur »

Ce style de rapport aux changements est révélé chez les éleveurs laitiers, chez les éleveurs relevant du système allaitant et chez les éleveurs engraisseurs. Pour ces éleveurs, le changement est associé à l'examen des difficultés avant de prendre une décision à laquelle il convient de se tenir. Il ne faut surtout pas changer d'optique au gré des aléas et en temps de crise. Les objectifs fixés sont clairs et doivent être respectés envers et contre tout. Ainsi, les changements à effectuer touchent plutôt les pratiques de conduite que le système de production.

Dans le cas des éleveurs laitiers, l'engagement vers la production laitière est irréversible. Les objectifs de modernisation et de professionnalisme que se fixent les éleveurs permettent selon leurs déclarations, d'améliorer les performances et de résister par conséquent en cas de crise ou de sécheresse. Cette stratégie est qualifiée selon Nettier et *al.* (2010) et Duru (2012) "d'évitement" en agissant directement ou indirectement sur les causes de l'aléa, le plus souvent en artificialisant le milieu (dans ce cas via l'irrigation, l'intensification fourragère et la sélection des femelles performantes). Une autre stratégie serait l'agrandissement de la taille du troupeau. Cette stratégie s'inscrit dans une logique d'augmentation des volumes de lait produit pour réaliser plus de profits.

Dans le cas des élevages allaitants, la production de viande est un objectif capital. Pour ces éleveurs, persister à produire passe par le maintien de la robustesse d'un système de production aussi traditionnel, herbagé et autonome. Stratégiquement, ils adoptent le "contournement" en se plaçant hors de portée de l'aléa via l'utilisation de races d'animaux rustiques (Brune de l'Atlas) ou le surdimensionnement des surfaces allouées à l'alimentation du troupeau pour améliorer l'autonomie alimentaire. Aussi, lors des sécheresses, ces éleveurs sont contraints de recourir à l'ajustement de la taille de leurs troupeaux relativement aux capacités d'investissement et par conséquent de réduire les charges de production.

Quant aux élevages de type engraisseur, la production de viande est également primordiale mais avec plus de considération du marché que de l'environnement et notamment du climat puisque l'activité est exercée pratiquement hors sol. Les éleveurs placent le profit au centre de leurs préoccupations. De ce fait, leur stratégie se base d'une part sur la logique "être gros pour durer" en agrandissant graduellement la taille de leurs troupeaux et d'autre part, sur la maîtrise de l'alimentation pour contrôler les dépenses, sur l'organisation du travail et l'allotement pour assurer des produits finis tout au long de l'année et réaliser le maximum de

valeur ajoutée lors des périodes de forte consommation de viande et finalement sur l'opportunité que peut offrir le marché de bestiaux lors des crises pour maximiser également le profit via l'engraissement d'animaux à faible coût de production. Cet engagement s'accompagne généralement d'un changement structurel de l'exploitation. Les éleveurs investissent toujours dans l'amélioration de la capacité des bâtiments par l'extension, la construction ou même parfois la location de structures supplémentaires.

3.3.2. La tendance « Faire avec »

Le style de rapport au changement « Faire avec » est rencontré chez les éleveurs relevant des systèmes mixtes et ceux du système diversifié. Pour ces éleveurs, le changement est relatif aux circonstances et se traduit par une évolution en continu pour s'adapter à la conjoncture. L'essentiel est de faire en sorte de ne pas se retrouver « coincé » dans des situations irréversibles. L'arrêt ou la reprise de certaines cultures (comme le maraîchage) et l'intérêt à produire plus de lait ou de la viande sont souvent associés à ce qui est présenté comme des contraintes à l'exemple de la sécheresse. Contrairement aux premiers cas, ces éleveurs accordent plus d'intérêt à l'avenir de l'exploitation que de réussir une profession précise. Donc, les changements peuvent être profonds et concernent le système de production.

Dans le cas des élevages mixtes, il n'y a pas de préférence penchée pour la production de lait ou de la viande. Ce sont les circonstances du marché et du climat qui définissent principalement l'intérêt d'une production par rapport à l'autre. Lors des conditions climatiques favorables, la production laitière est boostée par la disponibilité en fourrage et les éleveurs profitent des dispositifs d'aides publiques dans le cadre des programmes de réhabilitation de la filière lait mais en gardant toujours quelques taurillons pour l'engraissement dont le nombre est variable selon la capacité d'investissement. Lorsque la sécheresse s'installe et persiste, la production laitière diminue et les éleveurs gardent plus de taurillons à l'engrais. Cette stratégie est qualifiée de "réaction" en agissant rapidement aux effets de l'aléa. Les éleveurs combinent aussi une stratégie "d'évitement" par le stockage des aliments de sécurité et l'irrigation (en partie) des fourrages, à une stratégie "d'atténuation" en diversifiant à la fois les ressources et les productions pour diminuer les risques liés à la sécheresse.

La stratégie "d'atténuation" est adoptée beaucoup plus par les éleveurs relevant du système diversifié. Ces éleveurs misent sur la diversité des ressources (en combinant

différentes sources d'alimentation, d'espèces, de races animales et de cultures) et des productions (en assurant différentes productions animales et végétales permettant par un système de compensation d'atténuer l'effet de l'aléa). De plus, ils ont la gamme la plus large de solutions. Ils peuvent combiner plusieurs stratégies : évitement (stockage d'aliment de sécurité), contournement (exploitation de races rustiques et surdimensionnement des surfaces de pâturages) et réaction (changement rapide et souple des priorités d'investissement, allotement des troupeaux de manière à mieux valoriser la diversité des ressources alimentaires).

4. Conclusion

Soumis fortement au changement climatique, les éleveurs du bovin de la région de Sétif développent diverses réponses adaptatives face aux risques que présente le phénomène sur l'avenir de leurs exploitations et leur profession. La manière dont ils réagissent et les stratégies qu'ils adoptent sont différentes selon les systèmes d'élevage étudiés et suivant ce que présente pour eux un intérêt de changer ou de maintenir.

Les élevages diversifiés expriment une faculté à l'adaptation considérable. Les éleveurs pratiquant ce système d'élevage mobilisent plusieurs leviers pertinents face au changement climatique aussi bien qu'en cas de crises économiques (diversité des ressources alimentaires et des productions, surdimensionnement des pâturages, stockage d'aliments de sécurité) qui leur permettent de "faire avec" le changement d'objectifs, de pratiques de conduite ou même de système de production de manière rapide et efficace voire flexible.

Pour les élevages mixtes, les leviers activés sont les mêmes que pour ceux diversifiés avec un niveau de diversité moins important mais avec en plus l'accès aux ressources en eau. Ces élevages peuvent s'adapter aux perturbations grâce à leur capacité à modifier leur structure et à se re-finaliser par rapport à un nouvel objectif (lait ou viande). Ils expriment plus de plasticité face aux conjonctures du climat.

Les élevages allaitants sont plutôt élastiques en termes d'adaptation. Même s'ils sont plus sensibles à la sécheresse (système herbager), la faculté de contourner l'aléa (grâce aux leviers de rusticité des races exploitées, de pâturages surdimensionnés et de réduction des charges de production) permet aux éleveurs d'"agir sur" l'autonomie et la robustesse du système de production.

Quant aux élevages laitiers, ils demeurent moins flexibles. Les éleveurs laitiers ont une attitude principale d'évitement des causes de l'aléa suivant la logique "être gros en taille et

performant dans la production laitière". Seulement, le manque d'eau d'irrigation et l'irréversibilité de l'objectif d'investissement (lait) rendent le système de production plus sensible lors des sécheresses.

Enfin, le système engraisseur semble être rigide par rapport aux autres systèmes d'élevage. Comme le système laitier, ce système suit la logique "être gros en viande pour durer". Le seul levier activé par les éleveurs engraisseurs est celui visant à saisir l'opportunité des bas prix des animaux lors des aléas notamment les périodes de sécheresses. Toutefois, cette opportunité peut être elle-même un inconvénient. Or, si les engraisseurs bénéficient de la forte rémunération de la viande sur le marché, les prix de leurs produits finis peuvent aussi accuser des niveaux bas lors des sécheresses. Aussi, continuer à résister aux différents aléas économiques (augmentation des prix des intrants, diminutions des prix des productions) et environnementaux (changement climatique, pathologies) sans diversifier ou modifier de finalité augmente le risque de rupture dans le temps long.

CONCLUSION GENERALE

CONCLUSION GENERALE

Le climat de la Terre a toujours changé mais, à cause des activités humaines, il change désormais plus rapidement qu'il ne l'a fait pendant des milliers d'années. C'est à cela que scientifiques et responsables politiques font référence quand ils parlent de changement climatique aujourd'hui. Ce changement climatique est là, et pour longtemps. Il aura des répercussions sur l'ensemble de nos existences et dans quasiment tous les domaines de la société – de notre santé et de notre alimentation jusqu'au secteur marchand et aux économies nationales (UNESCO., 2014).

Si l'élevage bovin est considéré comme le principal contributeur des GES avec 65% des émissions du secteur (FAO., 2014), il est aussi l'un des secteurs les plus sensibles aux effets du changement climatique d'où la nécessité d'appréhender ce changement, non pas comme une question en soi, mais comme un des facteurs externes qui pèse sur les systèmes d'élevage bovins. La question d'adaptation s'impose donc par rapport à la nature et l'intensité des changements, par rapport aux grandes incertitudes quant à leur déclinaison au niveau local et par rapport aux incidences qu'ils auront sur les systèmes de production.

Dans ce contexte de problématique, cette recherche confirme le constat des changements climatiques au niveau local de la région de Sétif avec moins de pluies (-90mm) qui décalent de plus en plus vers le printemps, plus de chaleurs (+1°C) manifestées surtout par les températures minimales (+1,25°C), et des sécheresses plus prononcées qui persistent jusqu'à l'automne. Ces changements sont perçus différemment par les éleveurs enquêtés selon leur âge et selon le système d'élevage mise en place.

Les résultats issus de l'étude de l'impact des variations climatiques dévoilent la sensibilité des élevages bovins aux sécheresses. L'autonomie alimentaire globale diminue au-dessous de 30%, l'autonomie fourragère accuse une régression de 11% et celle en concentré ne dépasse pas 5% en moyenne. Les systèmes d'élevages allaitants et ceux diversifiés sont les plus autonomes alors que le système de type engraisseur est le plus dépendant du marché. Toutefois, les systèmes laitiers et mixtes laitiers sont plus fragiles ; leur autonomie fourragère diminue lors des sécheresses de plus de 20%. De ce fait, une augmentation des charges de production de près de 16% est observée pour l'ensemble des élevages étudiés. Les dépenses sont plus importantes dans les élevages à orientation viande (+20%) et dans les élevages laitiers (+17%) alors qu'elles sont stables dans les élevages diversifiés et faible dans les élevages de type allaitant. Par conséquent, le prix de revient des productions bovines accuse

une augmentation moyenne de 10% et de 8,5% respectivement pour le lait et pour la viande. La production de lait s'avère, en moyenne, déficitaire de 1,23DA lors des sécheresses.

Enfin, l'étude permet de discerner plusieurs réponses adaptatives actionnées par les éleveurs face au changement climatique. Les réponses les plus pertinentes semblent être la diversité des productions, le stockage d'aliments de sécurité, le surdimensionnement des pâturages, la vente d'animaux et le changement d'objectifs de production surtout vers l'engraissement. Rappelant que l'hypothèse de départ pour répondre à la problématique des stratégies d'adaptation des élevages bovins face au changement climatique s'est construite sur l'existence d'une diversité animale qui permet aux éleveurs de changer la vocation principale de leur production en fonction des conditions climatiques, des disponibilités en ressources hydriques et par conséquent de l'offre alimentaire. Ainsi, l'analyse de la flexibilité des élevages étudiés montre que les élevages diversifiés sont les plus flexibles ; ils sont dotés d'une capacité d'adaptation considérable face aux différentes situations de crises notamment climatiques. Les élevages mixtes semblent être plastiques grâce à la faculté à modifier leur structure et leur finalité alors que les élevages allaitants semblent être élastiques grâce à l'autonomie et à la robustesse du système de production. Cependant, les élevages laitiers s'avèrent moins flexibles et plus sensibles aux sécheresses. Enfin, les élevages de type engraissement sont plutôt rigides.

Finalement, pour l'ensemble des élevages étudiés, la sécurité alimentaire des troupeaux (autonomie), les ressources en eau (clé de l'autonomie), les niveaux de performances des animaux et leurs états de santé (résultats) et la rentabilité économique (finalité) sont les éléments qui préoccupent le plus les éleveurs et, sur la base desquels un accompagnement dans un cadre de développement participatif peut permettre une meilleure capacité d'adaptation face au changement climatique. Les résultats obtenus lors de cette étude peuvent constituer des éléments de repère et d'outil d'aide à la décision pour les différents acteurs de la filière bovine en Algérie tant au niveau local qu'au niveau territorial.

Il convient cependant de signaler quelques difficultés rencontrées lors de la réalisation de cette recherche. Les difficultés à considérer sont liées surtout à la collecte des données (agricoles, climatiques et administratives) et à la fiabilité des informations déclarées par les éleveurs. A cet effet, un nombre non négligeable d'éleveurs a été éliminé du répertoire principal de l'étude. Il est donc inévitable de réfléchir fidèlement à la création des organismes, des associations ou de réseaux agréés qui s'en chargent d'un côté, de la collecte

d'informations référencées et d'un autre côté, de la vulgarisation des résultats pratiques obtenus par la recherche.

Enfin, une recherche a toujours ses limites qui peuvent ouvrir la voie vers d'autres problématiques futures. Pour améliorer les résultats de ce travail et contribuer au renforcement des capacités d'adaptation des élevages face au changement climatique, nous proposons :

- de généraliser l'étude sur l'ensemble des étages bioclimatiques du pays et particulièrement dans les régions pilotes quant à l'élevage bovin ;
- de généraliser l'étude également sur l'ensemble des élevages notamment ceux directement soumis à l'influence du climat à l'exemple des élevages pastoraux des différentes espèces des ruminants ;
- d'approfondir les études sur le changement climatique en intégrant plus de détails sur les pratiques et les calendriers agricoles ;
- d'évaluer la sensibilité des systèmes fourragers au changement climatique ;
- d'analyser l'impact physiologique et pathologique du changement climatique sur l'animal ;
- d'étudier l'adaptation des systèmes de productions animales face aux effets conjugués du climat, des pathologies et du marché ;
- d'étudier également l'adaptation des systèmes de productions animales par rapport aux opportunités et aux bienfaits que présentent les risques du changement climatique ;
- d'analyser l'impact écologique et socioéconomique (durabilité) du changement climatique sur l'accessibilité des élevages aux ressources naturelles (sol et eau) ;
- enfin de modéliser les systèmes d'élevage en combinant des simulations biophysiques (production fourragère, production laitière, gain de poids, températures, précipitations, évapotranspiration, gaz à effet de serre...) à des simulations de décisions stratégiques et opérationnelles, permettant d'explorer différents scénarios pour évaluer les impacts et anticiper les risques.

REFERENCES
BIBLIOGRAPHIQUES

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- 1- Abbas K., Madani T., Ben Cheick E.H., Merouche L., 2002. Systèmes d'élevage ovin en zone semi-aride céréalière: taille d'exploitation et caractère pastoral. *New Medit*, n°1 : 50-55.
http://www.iamb.it/share/img_new_medit_articoli/354_50abbas.pdf
- 2- Abbas K., Abdelguerfi A., 2005. Perspectives d'avenir de la jachère pâturée dans les zones céréalières semi-arides. *Fourrages*, n°184 : 533-546.
<http://www.afpf-asso.org/download.php?type=1&id=1600&statut=0>
- 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. *Renc. Rech. Ruminants*, n°12 : 208.
http://www.journees3r.fr/IMG/pdf/2005_systemes_12_abbas.pdf
- 4- Abbas, K., 2004. La jachère pâturée dans les zones céréalières semi-arides : Pour une approche de développement durable. In : Ferchichi, A., 2004. Réhabilitation des pâturages et des parcours en milieux méditerranéens. *CIHEAM, Options Méditerranéennes*, Zaragoza, n°62 : 169-173. <http://om.ciheam.org/om/pdf/c62/04600151.pdf>
- 5- Abbas, K., 2008. Rôle des espaces fourragers et pastoraux et de l'élevage dans le développement durable des zones semi arides d'Algérie. Communication au Colloque international « Développement durable des productions animales : enjeux, évaluation et perspectives ». ENSA, Alger, 20-21 Avril 2008.
http://www.ensa.dz/IMG/pdf/actes_du_colloque_3-SR1.pdf
- 6- Abderrahmani, B., 2014. Les risques climatiques et leurs impacts sur l'environnement. Thèse de Doctorat en Sciences. Université des Sciences et de la Technologie d'Oran Mohamed Boudiaf (USTO-MB). 170p. + annexes.
http://dspace.univ-usto.dz/bitstream/123456789/181/2/Doctorat_Abderrahmani.pdf
- 7- Adair, P., 1983. Rétrospective de la réforme agraire en Algérie (1972-1982). In : Le rôle de l'Etat dans le Tiers Monde. *Revue Tiers Monde*, tome 24, n° 93 : 153-168.
http://www.persee.fr/docAsPDF/tiers_0040-7356_1983_num_24_93_4265.pdf
- 8- Agence Nationale de Développement de l'Investissement (ANDI), 2013. Investir en Algérie : Monographie de la wilaya de Sétif. ANDI, 2013. 21p.
<http://www.andi.dz/PDF/monographies/setif.pdf>

9- Agence Nationale des Barrages et des Transfert (ANBT)., 2015. Les projets en travaux des barrages et des transferts hydrauliques.

<http://www.anbt.dz/fr/index.php/anbt-projets/infos-projets#tab2--projets-en-travaux->

10- Agossou, D.S.M., Tossou, C.R., Vissoh, V.P., Agbossou, K.E., 2012. Perception des perturbations climatiques, savoirs locaux et stratégies d'adaptation des producteurs agricoles béninois. African Crop Science Journal, Vol. 20, n° Supplémentaire s2 : 565-588.

<http://www.bioline.org.br/request?cs12069>

11- Agoumi, A., 2003. Vulnérabilité des pays du Maghreb face aux changements climatiques : Besoin réel et urgent d'une stratégie d'adaptation et de moyens pour sa mise en œuvre. Perspectives des changements du climat. IISD. Winnipeg (Manitoba), Canada. 14p.

http://mc3.lped.fr/IMG/pdf/north_africa_fr.pdf

12- Alcaras, J.R., Lacroux, F., 1999. Planifier, c'est s'adapter. Économie et Sociétés, série S.G., 26-27 : 7-37.

13- Astigarraga, L., Chia, E., Ingrand, S., 2008. Production flexibility in extensive beef farming systems in the Limousin region. In : The 8th International Farming System Association Meeting, Workshop Adaptive Farming Systems. Clermond-Ferrand, France, 6 – 10 July 2008. pp 385-392.

http://ifsa.boku.ac.at/cms/fileadmin/Proceeding2008/2008_WS3_04_Astigarraga.pdf

14- Bagnouls, F., Gaussen, H., 1953. Saison sèche et régime xérothermique. Documents pour les cartes des productions végétales. In : Lebourgeois, F., 2010. Cours de bioclimatologie à l'usage des forestiers. ENGREF-AgroParisTech. Paris, France Mai 2010. P49.

15- Baldy, C., 1974. Etude fréquentielle du climat. Influence sur la production des zones céréalières en Algérie. Document MARA. 52p.

16- Bastien, A., 2014. Un climat de doute. Le poids des incertitudes autour du changement climatique. Observatoire Géopolitique de la Durabilité (OGEOD), Mai 2014. 9p.

17- Bedrani, S., 2008. L'agriculture, l'agroalimentaire, la pêche et le développement rural en Algérie In : Allaya, M. Les agricultures méditerranéennes : analyses par pays. CIHEAM, Options méditerranéennes : Série B ; n°61 : 37-73.

<http://om.ciheam.org/om/pdf/b61/00800133.pdf>

18- Bedrani, S., Chriet, F., 2012. Quelques éléments pour un bilan d'un demi-siècle de politiques agricoles et rurales. Les cahiers du CREAD n° 100 : 137-162.

19- Belala, F., Hirche, A., 2013. Changements climatiques : tendance et variabilité pluviométrique dans quelques stations steppiques algériennes. USTHB-FBS-4th International Congress of the Populations and Animal Communities "Dynamics and Biodiversity of the terrestrial and aquatic Ecosystems" CIPCA4". Taghit, Bechar , Algeria, 19-21 november, 2013: 302-306.

http://www.usthb.dz/fbiol/IMG/pdf/paper_10.pdf

20- Benniou R., 2008. *Les systèmes de production dans les milieux semi-arides en Algérie : Analyse agronomique de leur diversité et des systèmes de culture céréalières dans les hautes plaines sétifiennes*. Thèse de Doctorat. Institut National Agronomique d'El-Harrach, Alger.

21- Benniou R., Aubry C., 2009. Place et rôle de l'élevage dans les systèmes de production agricole en régions semi-arides de l'est de l'Algérie, *Fourrage*, 198 : 239-251.

<http://www.afpf-asso.org/download.php?type=1&id=1745&statut=0>

22- Benniou R., Brinis L., 2006. Diversité des exploitations agricoles en région semi-aride algérienne. *Sécheresse*, 17 (3) : 399-406.

http://www.jle.com/e-docs/00/04/27/AB/vers_alt/VersionPDF.pdf

23- Benniou R., Aubry Ch., Abbes K., 2014. Analyse des itinéraires techniques dans les exploitations agricoles céréalières en milieu semi-aride de l'est algérien. *Revue Agriculture*. 08 : 26- 37.

<http://dspace.univ-setif.dz:8888/jspui/handle/123456789/545>

24- 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 20-22 Septembre 2004.

25- Bir A., 2008. Essai d'adaptation de la méthode des indicateurs de durabilité des exploitations agricoles (IDEA) au contexte de l'élevage bovin laitier de la zone semi-aride de Sétif. Mémoire de Magister. Institut National Agronomique d'El-Harrach, Alger.

26- Blanc, F., Dumont, B., Brunschwig, G., Bocquier, F., Agabriel, J., 2010. Robustesse, flexibilité, plasticité : des processus adaptatifs révélés dans les systèmes d'élevage extensifs de ruminants. *INRA Prod. Anim.*, Vol 23, n°1 : 65-80.

27- Boucherf, 2007. Variabilité et changement climatique : indicateurs du changement climatique et tendance générale du climat en Algérie. Acte des journées internationales sur l'impact des changements climatiques sur les régions arides et semi-arides. CRSTRA. Biskra, 15-17 Décembre 2007. pp 109-126.

28- Boudjenouia, A., Fleury, A., Tacherift, A., 2008. L'agriculture périurbaine à Sétif (Algérie) : quel avenir face à la croissance urbaine ?. Biotechnologie, Agronomie, Société et Environnement (Base), vol 12 (01) : 23-30.

<http://popups.ulg.ac.be/1780-4507/index.php?id=2128>

29- Boujenane I., Aïssa H., 2008. Performances de reproduction et de production laitière des vaches de race Holstein et Montbéliarde au Maroc. Revue Élev. Méd. vét. Pays trop., 2008, 61 (3-4) : 191-196.

http://remvt.cirad.fr/cd/derniers_num/2008/EMVT08_191_196.pdf

30- 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 : 37-41.

<http://revue-agro.univ-setif.dz/documents/Bounechada-%20FenniArt6.pdf>

31- Bourenane, N., 1991. Agriculture alimentation en Algérie : entre les contraintes historiques et les perspectives futures. In : Bedrani, S., Compagne, P., 1991. Choix technologiques, risques et sécurité dans les agricultures méditerranéennes. CIHEAM, Options Méditerranéennes, Série A. Séminaires Méditerranéens n° 21 : 145-157.

<http://om.ciheam.org/om/pdf/a21/CI911711.pdf>

32- Bouslikhane M., 1998. *Tropical theileriosis (Theileria annulata) in Morocco: epidemiology and economic investigations*. Ph D thesis. The university of Reading. UK.

33- Bouzebda-Afri F., Bouzebda Z., Bairi A., Franck M., 2007. Etude des performances bouchères dans la population bovine locale dans l'Est algérien. Sciences & Technologie, Constantine, Algérie C – N°26 : 89-97.

http://www.umc.edu.dz/revue/C-26-pdf/integral/11_111_06.pdf

34- Buffet, C., 2015. L'impératif d'adaptation, pierre d'achoppement de la COP21 ?. Presses Universitaires de France/Cités, 2015/3, n° 63 : 185-194.

http://climacop.hypotheses.org/files/2015/11/CITE_063_0185_cairn.pdf

35- Butault, J-P., Delame, N., Krebs, S., Lerouvillois, P., 1999. La pluriactivité : un correctif aux inégalités du revenu agricole. Revue Economie et Statistique n° 2329-330, 9/10-1999 : 165-180.

http://www.insee.fr/fr/ffc/docs_ffc/es329i.pdf

36- Canut, G., 2010. Interaction mousson/Harmattan, Echanges de petite échelle. Thèse de Doctorat Es Science. Université Paul Sabatier - Toulouse III, France. 176p.

<https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00521828/document>

37- Carpenter, C., 2012. Le point sur la conférence de Durban : Les principaux résultats et le chemin restant à parcourir. Séries politiques climatiques du groupe environnement & énergie. PNUD. Avril 2012. 26p.

http://www.undp.org/content/dam/undp/library/Environment%20and%20Energy/UNDP_DU_RBAN_FR_22_5.pdf

38- CCNUCC., 2001. Changements climatiques. Fiches informatives. PNUE/UNFCCC, Octobre 2001. 63p.

http://unfccc.int/resource/docs/publications/infokit_2001_fr.pdf

39- CCNUCC., 2015. Adoption de l'Accord de Paris. 21^{ème} session de la Conférence des Parties. FCCC/CP/2015/L.9, Paris, 12 décembre 2015 : 39p.

<http://unfccc.int/resource/docs/2015/cop21/fr/109f.pdf>

40- Centre National d'Etudes et d'Analyses pour la Population et le développement (CENEAP) ., 2011. Le développement durable intégré de vingt-trois communes de la wilaya de Sétif : Synthèse. Centre National d'Etudes et d'Analyses pour la Population et le développement (CENEAP), 2011, 5p.

http://www.ceneap.com.dz/Pdf/SETIF_%20Synthese.pdf

41- Centre National d'Etudes et d'Analyses pour la Population et le développement (CENEAP)., 2013. Quelles politiques de sécurité alimentaire pour l'Algérie à l'horizon 2025. Défis et enjeux. Séminaire sur la Sécurité Alimentaire. CENEAP, Alger, 2013.

<http://www.ceneap.com.dz/Pdf/SemSECUALIM-Prob.pdf>

42- Centre National d'Etudes et d'Analyses pour la Population et le Développement (CENEAP), 2008. Développement intégré des zones de montagne de la partie Nord de la Wilaya de Sétif. CENEAP. 12p.

<http://www.ceneap.com.dz/Pdf/Setif-SchemDir.pdf>

43- Centre National d'Etudes et d'Analyses pour la Population et le Développement (CENEAP), 2013. Wilaya de Sétif. CENEAP. 5p.

http://www.ceneap.com.dz/Pdf/SETIF_%20Synthese.pdf

44- Chabane, M., 2012. Comment concilier changement climatique et développement agricole en Algérie ?, Territoire en mouvement n°14 et 15 : 72-91.

<https://tem.revues.org/pdf/1754>

45- Chadouli, A., 1991. Irrigation des céréales : situation et perspectives. *Medit*, vol 2, n°3, Juin 1991 : 27-29.

http://www.iamb.it/share/img_new_medit_articoli/528_27ahmed.pdf

46- Chapron, J-Y., Puget, J-L., Blanchet, R., Salençon, J., Carpentier, A., 2010. Le changement climatique. Rapport de synthèse sur le climat. Académie des sciences de l'Institut de France. Paris, Octobre 2010. 21p.

47- Chia, E., 2004. La flexibilité relationnelle : le cas des éleveurs. Séminaire Transformation des pratiques des éleveurs et flexibilité de systèmes d'élevage. Montpellier, France, 15 et 16 Mars. 8p.

48- Chia, E., 2008. La flexibilité relationnelle : rôle des réseaux, groupements et associations d'éleveurs. In : Dedieu, B. et al., (2008). L'élevage en mouvement : flexibilité et adaptation des exploitations d'herbivores. Ed. Quae. pp 135-142.

49- Chia, E., Marchenay, M. 2008. Un regard des sciences de gestions sur la flexibilité : enjeux et perspectives. In : Dedieu, B. et al., (2008). L'élevage en mouvement : flexibilité et adaptation des exploitations d'herbivores. Ed. Quae. pp 23-36.

50- Chibani, C., Chabaca, R., Boulberhane, D., 2010. Fourrages algériens. 1. Composition chimique et modèles de prédiction de la valeur énergétique et azotée. *Livestock Research for Rural Development*, Vol 22, n°8 :153.

<http://www.lrrd.org/lrrd22/8/chab22153.htm>

- 51- CIRAD., 2015. Changement climatique et agriculture. CIRAD, Paris, février 2015 : 40p.
- 52- Cohendet, P., Llerena, P., 1999. Flexibilité et modes d'organisation. Paris, Revue française de gestion, n° 123 : 72-79.
- 53- Commission Economique des Nations Unies pour l'Afrique – Bureau pour l'Afrique du Nord (CEA/AN)., 2011. Développement Durable et Changement Climatique : comment se positionne l'Afrique du Nord ?. CEA/AN. Rabat, Maroc, Février 2011. 54p.
<http://repository.uneca.org/bitstream/handle/10855/22297/b10789510.pdf?sequence=1>
- 54- Dahan, A., 2007. Le changement climatique, une expertise entre science et politique. Revue Pour l'histoire du CNRS, n°16, 2007.
<http://histoire-cnrs.revues.org/1543>
- 55- Dakiche, A., 2011. Diagnostic des potentialités hydriques à l'échelle synoptique : Effet de la variabilité climatique. Présentation à la 4^{ème} Rencontre de la Convention sur la protection et l'utilisation des cours d'eau transfrontières et des lacs internationaux. Commission Economique des Nations Unies pour l'Europe (UNECE). Genève, Avril 2011.
http://www.unece.org/fileadmin//DAM/env/water/meetings/Water.and.Climate/fourth_meeting/Presentations/Algerie.pdf
- 56- Damian, M., Abbas, M., Berthaud, P., 2015. Les grandes orientations de l'accord climatique de Paris 2015. Revue Natures Sciences Sociétés, n°23, supplément : 19-28.
<http://www.nss-journal.org/articles/nss/pdf/2015/02/nss150015.pdf>
- 57- Dedieu, B., 2009. Adaptation des systèmes élevage et incertitudes sur l'avenir. CRA-W/FUSAGx - Carrefour Productions animales 2009 : 31-37.
<http://www.gembloux.ulg.ac.be/zt/Manifestation/PDF/Carrefour%202009/Dedieu.pdf>
- 58- Dedieu, B., Ingrand, S., 2010. Incertitude et adaptation : cadres théoriques et application à l'analyse de la dynamique des systèmes d'élevage. INRA Prod. Anim., Vol 23, n°1 : 81-90.
<https://www6.inra.fr/productions-animales/2010-Volume-23/Numero-1-2010/Incertitude-et-adaptation>
- 59- Dellile, H., 2011. Perceptions et stratégies d'adaptation paysannes face aux changements climatiques à Madagascar : Cas des régions Sud-Ouest, Sud-Est et des zones périurbaines des grandes agglomérations. AVSF, Octobre 2011. 108p.

- 60- Dessus, B., Laponche, B., Devernois, N., 2008. Réduire le méthane : l'autre défi du changement climatique. AFD, Document de travail n° 68, Paris, août 2008. 57p.
- 61- Dirand, A., 2007. L'élevage du mouton. Edition educagri, Dijon, 2007. Pp 239.
- 62- Direction des Services Agricoles de la Wilaya de Sétif (DSA de Sétif)., 2011. Statistiques agricoles.
- 63- Direction des Services Agricoles de la Wilaya de Sétif (DSA de Sétif)., 2014. Statistiques agricoles.
- 64- Djellouli, Y., 2007. Impacts des changements climatiques dans les zones arides au Maghreb : Comment faire face à la pénurie de l'eau ?. Acte des journées internationales sur l'impact des changements climatiques sur les régions arides et semi-arides. CRSTRA. Biskra, 15-17 Décembre 2007. pp 27-49.
- 65- Djenane, A., 1997. Réformes économiques et agriculture en Algérie. Thèse de Doctorat d'Etat Es sciences économiques. Université Ferhat Abbas (UFAS). 260p + annexe.
- 66- Dollé, J-B., Agabriel, J., Peyraud, J-P., Faverdin, P., Manneville, V., Raison, C., Gac, A., Le Gall, A., 2011. Les gaz à effet de serre en élevage bovin : évaluation et leviers d'action. INRA Prod. Anim., Vol 24, n°5 : 415-432.
<http://www.civ-viande.org/wp-content/uploads/2013/01/texte-Dolle-GES-2012.pdf>
- 67- Dufresne, J-L., 2006. Jean-Baptiste Joseph Fourier et la découverte de l'effet de serre. La Météorologie - n° 53 - mai 2006 : 42-46.
<http://www.lmd.jussieu.fr/~jldufres/publi/2006/Dufresne-lamet-2006.pdf>
- 68- Duru, M., 2012. Concevoir des innovations pour adapter les élevages d'herbivores à la variabilité et au changement climatique. Communication au colloque " L'agriculture face aux aléas : de la variabilité du climat à la volatilité des prix". INRA/SIA. Paris, 28 février 2012.
- 69- El hassani, SK., 2012. La Dépendance Alimentaire en Algérie: Importation de lait en poudre versus Production locale, Quelle Evolution?. Mediterranean Journal of Social Sciences, Vol 4 N° 11 : 152-158.
<http://www.mcser.org/journal/index.php/mjss/article/download/1282/1311>

70- Emberger, L., 1950. Les régions arides et semi-arides de l'Afrique du Nord. Rapport de l'Union Internationale des Sciences Agronomiques à l'UNESCO. UNESCO/NS/IIAZ. Paris, France, Avril 1950. 12p.

71- Epstein, P., 2000. Oui, le réchauffement de la planète est dangereux. Revue Pour la Science, N°276 – octobre, 2000.

72- Far, Z., 2007. Evaluation de la durabilité des systèmes agro-pastoraux bovins dans le contexte de la zone semi-aride de Sétif. Mémoire de Magister. Institut National Agronomique d'El-Harrach, Alger.

73- Far, Z., Yakhlef, H., 2012. Trajectoires d'évolution de la durabilité agro écologique des systèmes d'élevage bovin dans le contexte semi-aride de Sétif (Algérie). *Renc.Rech. Ruminants*, 19 : 410.

http://www.journees3r.fr/IMG/pdf/Texte_10_innovation_Z-Far.pdf

74- Faye, B., Alary, V., 2001. Les enjeux des productions animales dans les pays du Sud. *INRA Productions Animales*. 14 : 3 - 13.

75- Fenni, M., Machane, Y., 2010. Changement climatique et agriculture de conservation. *Revue Agronomie* n° 0 : 16-22.

<http://revue-agro.univ-setif.dz/documents/Fenni.pdf>

76- Fonds National d'Aménagement et de Développement du Territoire Français (FNADT), 2008. Aléas climatiques et adaptations des systèmes agropastoraux dans les alpes du nord quelles perceptions par les bergers et les éleveurs depuis 2000 ? FNADT/ADEM/FIA/SEA/Rhône Alpes, 2008.

http://www.pastoralpes.fr/IMG/pdf/PastorAlpes_Aleas_climatiques_2008-4.pdf

77- Foulque, Th., 1999. A la recherche des produits flexibles. *Revue française de gestion*, n° 123 : 80-87.

78- Gac, A., Agabriel, J., Dollé, J-B., Faverdin, P., Van Der Werf, H., 2014. Le potentiel d'atténuation des gaz à effet de serre en productions bovines. *Innovations Agronomiques*, n°37 : 67-81.

<https://www6.inra.fr/ciag/Revue/Volumes-publies-en-2014/Volume-37-Juillet-2014>

79- Gervais, C., Gouin, D-M., Parent, D., 2009. De l'agriculteur à temps partiel au ménage pluriactif : Analyse typologique de la pluriactivité agricole au Québec. *Revue canadienne des Sciences Régionales*, été 2009, 2 : 223-240.

<http://cjrs-rcsr.org/archives/32-2/PARENT-final.pdf>

80- Gnangle, P.C., Egah, J., Baco, M.N., Gbemavo, C.D.S.J., Kakaï, R.G., Sokpon, N., 2012. Perceptions locales du changement climatique et mesures d'adaptation dans la gestion des parcs à karité au Nord-Bénin. *Int. J. Biol. Chem. Sci* Vol 6 n°1 : 136-149.

<http://www.ajol.info/index.php/ijbcs/article/viewFile/80443/70690>

81- Gras, R., Benoit, M., Deffontaines, J.P., Duru, M., Lafarge, M., Langlet, A., Osty, P.L., 1989. Le fait technique en agronomie: activité agricole, concepts et méthodes d'étude. *Collection alternatives rurales*. L'Harmattan/INRA, Paris, 1989. Pp57.

82- GREENPEACE., 2010. Climat de doute. Quand l'industrie climato-sceptique s'en prend à la science du climat : Bref histoire des attaques portées contre la science climatique, les climatologues et le GIEC. Rapport de GREENPEACE sur le réchauffement climatique et les climato-sceptiques : 34p.

http://www.greenpeace.org/switzerland/Global/switzerland/fr/publications/climat/2010_Climat_Rapport_ClimatDoute.pdf

83- Grinevald, J., 1990. L'effet de serre de la biosphère : de la révolution thermo-industrielle à l'écologie globale. SEBES, Genève, avril 1990, n° 1 : 9-34.

<http://www.akademia.ch/sebes/textes/1990/1990Grinevald.html>

84- Grinevald, J., Urgelli, B., 2000. Historique de l'effet de serre. Eduscol. ENS de Lyon, Mars 2000.

<http://planet-terre.ens-lyon.fr/article/histoire-effet-de-serre.xml#effet-serre>

85- Grolleau, L., Falaise, D., Moreau, J-C., Delaby, L., Lusson, J-M., 2014. Autonomie et productivité : évaluation en élevages de ruminants grâce à trois indicateurs complémentaires. Journées AFPF, Versailles, 25-26 Mars 2014 : 17-24.

<http://www.agriculture-durable.org/wp-content/uploads/2014/04/2-Grolleau.pdf>

86- Groupe d'experts Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat (GIEC)., 2001a. Changements climatiques – 2001 : Rapport de synthèse. OMM – PNUE, GIEC, Wembley, Novembre 2001. 124p.

http://www.grida.no/climate/ipcc_tar/vol4/french/pdf/q1to9.pdf

87- Groupe d'experts Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat (GIEC)., 2001b. Glossaire des termes utilisés dans le troisième rapport d'évaluation du GIEC (2001). OMM – PNUE, GIEC. 25p.

<https://www.ipcc.ch/pdf/glossary/tar-ipcc-terms-fr.pdf>

88- Groupe d'experts Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat (GIEC)., 2004. Introduction : pourquoi le GIEC a été créé ? OMM-PNUE, Décembre 2004. 4p.

<http://www.ipcc.ch/pdf/ipcc-faq/ipcc-introduction-fr.pdf>

89- Groupe d'experts Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat (GIEC)., 2007a. Elaboration de nouveaux scénarios destinés à analyser les émissions, les changements climatiques, les incidences et les stratégies de parade. Résumé technique. OMM-PNUE. Noordwijkerhout, Pays-Bas, Septembre 2007. 40p.

<https://www.ipcc.ch/pdf/supporting-material/expert-meeting-ts-scenarios-fr.pdf>

90- Groupe d'experts Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat (GIEC)., 2007b. Bilan 2007 des changements climatiques. 4^e Rapport d'évaluation du GIEC. OMM-PNUE. Genève. 103p.

https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/syr/ar4_syr_fr.pdf

91- Groupe d'experts Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat (GIEC)., 2008. Le changement climatique et l'eau. Document technique IV du GIEC. OMM – PNUE, GIEC. Genève, Juin 2008. 236p.

<https://www.ipcc.ch/pdf/technical-papers/ccw/climate-change-water-fr.pdf>

92- Groupe d'experts Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat (GIEC)., 2013a. Bilan 2013 des changements climatiques : les éléments scientifiques. Résumé à l'intention des décideurs et foire aux questions. Synthèse du 5^{ème} rapport d'évaluation du GIEC. OMM - PNUE. 34p.

https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg1/WG1AR5_SPM_brochure_fr.pdf

- 93- Groupe d'experts Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat (GIEC)., 2013b. Glossaire des termes utilisés dans le cinquième rapport d'évaluation du GIEC sur l'évolution du climat (2013). Cambridge University Press, Cambridge, Royaume-Uni et New York, NY, États-Unis d'Amérique OMM – PNUE, GIEC, 20p :185-204.
https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wgl/WGI_AR5_glossary_FR.pdf
- 94- Groupe d'experts Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat (GIEC)., 2014. Communiqué de presse du GIEC. OMM-PNUE, Novembre 2014. 5p.
https://www.ipcc.ch/pdf/ar5/prpc_syr/11022014_syr_copenhagen_fr.pdf
- 95- Guerin, G., Bellon, S., Gautier, D., 2001. Valorisation et maîtrise des surfaces pastorales par le pâturage. Fourrage, n°166 : 239-256.
www.afpf-asso.org/download.php?type=1&id=125&statut=0
- 96- Gueroudj, A., 2007. L'impact de la variabilité climatique sur les ressources en eau dans une région semi-aride. Acte des journées internationales sur l'impact des changements climatiques sur les régions arides et semi-arides. CRSTRA. Biskra, 15-17 Décembre 2007. pp 441.
- 97- 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. Sciences & Technologies n°29 : 63-71.
<http://revue.umc.edu.dz/index.php/c/article/view/358/465>
- 98- Hamilton, C., 2012. Requiem pour l'espèce humaine. Presses Sciences Po, Académique. 266p
<http://www.pressdesciencespo.fr/fr/livre/?GCOI=27246100234470>
- 99- Hoffman, M.T., Vogel, C., 2008. Climate change impacts on Africa rangelands. rangelands 30 (3) : 12-17
- 100- Holling, C.S., 1973. Resilience and stability of ecological systems. Annual Review of Ecology and Systematics, Vol 4 : 1-23.
http://www.zoology.ubc.ca/bdg/pdfs_bdg/2013/Holling%201973.pdf
- 101- Holling, CS., 2001. Understanding the complexity of economic, ecological, and social systems. Ecosystems n° 4 : 390-405.
http://www.esf.edu/cue/documents/Holling_Complexity-EconEcol-SocialSys_2001.pdf

102- Ingrand, S., Astigaraga, L., Chia, E., David, C., Coquil, X., Fiorelli, J.L., 2009. Développer les propriétés de flexibilité des systèmes de production agricole en situation d'incertitude : pour une durabilité qui dure. 13^{èmes} journées de la Recherche Cunicole, 17-18 novembre 2009, Le Mans, France : 9p.

<http://journées-de-la-recherche-foie-gras.org/PDF/2PS04-%20INGRAND.pdf>

103- INRA., 2008. Le rôle des forêts dans le cycle du carbone, Fiche de Presse Info, février 2008.

104- Institut de l'élevage/FCEL., 2011. Résultats 2010 du contrôle laitier des races bovines françaises. In : FGE., 2011. La France, sélection laitière et progrès génétique. France-Génétique-Elevage (FGE), juin 2011.

http://fr.france-genetique-elevage.org/IMG/pdf/fge_selection_des_races_bovines_laitieres-2.pdf

105- Institut International de Recherche sur les Politiques Alimentaires (IFPRI)., 2009. Changement climatique : Impact sur l'agriculture et coûts de l'adaptation. Rapport sur la politique alimentaire. IFPRI, Washington, D.C, Octobre 2009. 30p.

<http://ebrary.ifpri.org/utills/getfile/collection/p15738coll2/id/16557/filename/16558.pdf>

106- Jacques, G., Le Treut, H., 2014. Le changement climatique. Éd. UNESCO, Paris 2014. 158p.

<http://unesdoc.unesco.org/images/0013/001366/136678f.pdf>

107- Kadi, S-A., Djellal, F., 2009. Autonomie alimentaire des exploitations laitières dans la région de Tizi-Ouzou, Algérie. Livestock Research for Rural Development, Vol 21, n°12 : 227.

<http://www.lrrd.org/lrrd21/12/kadi21227.htm>

108- Kadik, B., 1983. Contribution à l'étude du Pin d'Alep (*Pinus halepensis* MILL) en Algérie ecologie, dendrometrie, morphologie ». Thèse de Doctorat Es Sciences Université Aix-Marseille 320 p. + annexe.

109- Khoualdia, W., Djebbar, Y., Hammar, Y., 2014. Caractérisation de la variabilité climatique : cas du bassin versant de La Medjerda (Nord-Est algérien). Revue Science & Technologie. Synthèse 29 : 6-23.

<http://www.ajol.info/index.php/srst/article/view/116855/106420>

110- Kirat, S., 2007. Les conditions d'émergence d'un système d'élevage spécialisé en engraissement et ses conséquences sur la redynamisation de l'exploitation agricole et la filière des viandes rouges bovines – Cas de la Wilaya de Jijel en Algérie. Thèse de Master of Science. CIHEAM – IAMM n° 88, Montpellier. 148p.

http://www.iamm.fr/ressources/opac_css/doc_num.php?explnum_id=4370

111- Krebs, S., 2005. Pluriactivité et mode de financement des exploitations agricoles. Revue Économie rurale, Septembre-décembre 2005 : 289-290.

<https://economierurale.revues.org/148>

112- Lahmar, R., 1993. Intensification céréalière dans les hautes plaines sétifiennes : quelques résultats. In : Bedrani et al. (1993). La vulgarisation agricole au Maghreb : théorie et pratique. CIHEAM, Cahiers Options Méditerranéennes Vol. 2, n°1 : 93-97.

113- Laïd, Y., 2010. Adaptation du secteur de la santé public au changement climatique. Dialogue national interministériel sur le changement climatique, secteur clé : Santé (adaptation). PNUD. Alger, Août 2010. 22p.

[http://www.undpcc.org/docs/National%20issues%20papers/Health%20\(adaptation\)/03_Algeria%20NIP_health%20adaptation.pdf](http://www.undpcc.org/docs/National%20issues%20papers/Health%20(adaptation)/03_Algeria%20NIP_health%20adaptation.pdf)

114- Lelièvre, F., 1981. L'appoint fourrager par déprimage des céréales au Maroc : différentes situations et premières études expérimentales. Fourrages, n°88 : 73-94.

www.afpf-asso.org/download.php?type=1&id=780&statut=0

115- Lemery, B., Ingrand, S., Dedieu, B., Dégrange, B., 2005. Agir en situation d'incertitude : le cas des éleveurs de bovins allaitants. Revue Economie rurale, n°288, Juillet-août 2005: 57-69.

<http://economierurale.revues.org/2718>

116- Lherm, M., Benoit, M., 2003. L'autonomie de l'alimentation des systèmes d'élevage allaitant : évaluation et impacts économiques. Fourrages, n°176 : 411-424.

<http://www.afpf-asso.org/index/action/page/id/33/title/Les-articles/article/1505>

117- Madani T., Abbas K., 2000. Analyse de la structuration et de l'organisation de l'entreprise agricole en région semi-aride. *Congress of the contribution of the scientific research and the new technologies in the development and the value enhancement of the arid and semi-arid region*. El-oued, Algérie, 2000.

118- Maghni, B., 2013. Analyse des politiques de soutien à l'agriculture en Algérie. Communication aux 7^{èmes} journées de recherches en sciences sociales. INRA – SFER – CIRAD, Angers, Décembre 2013. 24p.

119- Magnan, A., 2013. Changement climatique : tous vulnérables ?. Editions Rue de l'ULM, Coll, Sciences durables. Paris. 72p.

120- Mann, M., 2010. Attaques sans précédent sur la recherche climatique. Point of inquiry. Février 2010.

http://www.pointofinquiry.org/michael_mann_unprecedented_attacks_on_climate_research/

121- Marbaix, P., Lefebvre, W., Van Ypersele J-P., 2006. Changements climatiques : ce que le doute scientifique ne justifie plus. Projet ClimNeg 3. Institut d'Astronomie et Géophysique, UCL. Louvain, Décembre 2006. 4p.

<http://www.climate.be/users/marbaix/doc/ClimnegBrief5.pdf>

122- Matari, A., Latrous, H., El Mahi, A., 2007. Analyse de longues séries en vue du changement climatique. Acte des journées internationales sur l'impact des changements climatiques sur les régions arides et semi-arides. CRSTRA. Biskra, 15-17 Décembre 2007. pp 15-25.

123- Messak, M.R., Nezzar Kebaili, N., 2007. La gouvernance mondiale du climat à travers le protocole de Kyoto. Actes des journées internationales sur l'impact des changements climatiques sur les régions arides et semi-arides. CRSTRA. Biskra, 15-17 Décembre 2007. Pp 359-379.

124- Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural (MADR)., 2003. Recensement général de l'Agriculture (RGA) : Rapport général des résultats définitifs. MADR, juin 2003, 125p.

<http://www.minagri.dz/pdf/RGA%20rapport%20general.pdf>

125- Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural (MADR)., 2006. Rapport sur la situation su secteur agricole. Direction des statistiques agricoles et des systèmes d'information, MADR, 2006. 78p.

<http://www.minagri.dz/pdf/Rapports/Rapport%20sur%20la%20situation%20du%20secteur%20agricole%202006.pdf>

126- Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural (MADR)., 2011. Répartition des terres. In : Nedjraoui, D., 2012. Profil fourrager de l'Algérie. Version actualisée. FAO.

<http://www.fao.org/ag/agp/agpc/doc/counprof/algeria/algerie.htm>

127- Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural (MADR)., 2012. Le renouveau agricole et rural en marche : Revue et perspectives. MADR, mai 2012, 95p.

http://www.minagri.dz/pdf/Divers/Juillet/LE_RAR-FR.pdf

128- Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement (MATE)., 2001. Communication nationale initiale de l'Algérie sur les changements climatiques à la CCNUCC. Elaboration de la stratégie et du plan d'action national des changements climatiques. MATE, Alger, Mars 2001. 131p.

<http://unfccc.int/resource/docs/natc/algnc1.pdf>

129- Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement (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. Bilan des expertises. MATE-GEF/PNUD : Projet ALG/97/G31. Alger 2003. 156p.

http://www.naturevivante.org/documents/strategie/tome7_a.pdf

130- Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement (MATE)., 2008. Annuaire statistique. Direction de la Planification et de l'Aménagement du Territoire de la Wilaya de Sétif.

131- Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement (MATE)., 2010. Seconde communication nationale de l'Algérie sur les changements climatiques à la CCNUCC. Projet GEF/PNUD 00039149, Alger, 2010. 211p.

<http://unfccc.int/resource/docs/natc/algnc2.pdf>

132- Ministère des Ressources en Eau (MRE)., 2008. Conférence sur l'eau pour l'agriculture et l'énergie en Afrique : les défis du changement climatique. Rapport d'investissement par pays "Algérie". Sirte, Jamahiriya arabe libyenne, 15-17 Décembre 2008. 13p.

http://www.russia-algeria.ru/2222/projets_eau_en_Alg_rie.pdf

133- Mosnier, C., Agabriel, J., Veysset, P., Bebin, D., Lherm M., 2010. Évolution et sensibilité aux aléas des résultats technico-économiques des exploitations de bovins allaitants selon les profils de production. Inra Prod. Anim., Vol 23, n°1 : 91-102.

134- Mottet, A., Renaudeau, D., Soussana J-F., 2015 Accompagner l'adaptation de l'élevage. Cahier spécial Pour la Science-INRA. Mars 2015 : 14-17.

135- Mouffok CH., 2007. Diversité des systèmes d'élevage bovin laitier et performances animales en région semi-aride de Sétif. Mémoire de Magister. Institut National Agronomique d'El-Harrach, Alger.

136- Mouhot, JF., 2012. Du climat au changement climatique : chantiers, leçons et défis pour l'histoire. Revue Cultures & Conflits, n° 88, hiver 2012 : 19-42.

<http://conflits.revues.org/18571>

137- National Oceanic and Atmospheric Administration" (NOAA-USA)., 2014. Algeria climatological data (1877 - 1968). NOAA Center Library. USA.

http://docs.lib.noaa.gov/rescue/data_rescue_algeria.html

138- Nedjraoui, D., 2003. Profil fourrager de l'Algérie. FAO. 30p.

<http://www.fao.org/ag/agp/agpc/doc/counprof/PDF%20files/Algeria-French.pdf>

139- Nedjraoui, D., Boughani, A., et Hirche, A., 2009. Interaction changements climatiques désertification en Algérie : Vulnérabilité des écosystèmes à la sécheresse et principes d'adaptation. Actes du colloque international « Changements climatiques et évaluation environnementale : enjeux et outils pour l'évaluation des impacts et l'élaboration de plans d'adaptation ». SIFEE. Niamey, Niger, 26-29 Mai 2009.

http://www.sifee.org/static/uploaded/Files/ressources/actes-des-colloques/niamey/simultanee-2/5_NEDJRAOUI.pdf

140- Nettier B., Dobremez L., Coussy J-L., RomagnyT., 2010. Attitudes des éleveurs et sensibilité des systèmes d'élevage face aux sécheresses dans les Alpes françaises. Journal of Alpine Research | Revue de géographie alpine : 98-4.

<https://rga.revues.org/1294>

141- Nichane, M., Khelil, M.A., 2014. Changements climatiques et ressources en eau en Algérie : Vulnérabilité, impact et stratégie d'adaptation. Revue des bioressources. Vol 4 n°2 : 1-7.

<http://dspace.univ-ouargla.dz:8080/jspui/bitstream/123456789/8144/1/B040201.pdf>

142- Novak, S., Chargelegue, F., Delagarde, R., Emile, J.C., Farruggia, A., Fiorelli, J.L., Guichard, L., Liagre, F., 2014. Une stratégie d'élevage innovante pour un système laitier bioclimatique. Renc. Rech. Ruminants, n°21 : 357.

http://www.journees3r.fr/IMG/pdf/Texte_7_affiche_Systeme_S-Novak.pdf

143- Observatoire du Sahara et du Sahel (OSS),. 2007. Cartographie institutionnelle de l'adaptation en Afrique du Nord. OSS, n°603. 61p.

[http://r4d.dfid.gov.uk/PDF/Outputs/ClimateChange/60055-](http://r4d.dfid.gov.uk/PDF/Outputs/ClimateChange/60055-Cartographie_de_adaptation_en_Afrique_du_Nord.pdf.pdf)

[Cartographie_de_adaptation_en_Afrique_du_Nord.pdf.pdf](http://r4d.dfid.gov.uk/PDF/Outputs/ClimateChange/60055-Cartographie_de_adaptation_en_Afrique_du_Nord.pdf.pdf)

144- Office National d'Assainissement (ONA),. 2014. Investir dans le développement durable : La réutilisation des eaux usées épurées. 10^{ème} édition de SIEE Pollutec, ONA Mars 2014, 28p.

http://ona-dz.org/IMG/pdf/Investir_dans_le_developpement_durable-2.pdf

145- Office National de Météorologie (2014). Données climatiques de la station de Ain Sfiha – Wilaya de Sétif. ONM 2014.

146- Omari, Ch., Moisseron J-Y., Alpha, A., 2012. L'agriculture algérienne face aux défis alimentaires. Trajectoire historique et perspectives, Revue Tiers Monde n°210 : 123-141.

www.cairn.info/revue-tiers-monde-2012-2-page-123.htm

147- ONA- Unité de Sétif., 2014. Investir dans le développement durable : La réutilisation des eaux usées épurées. ONA. U-Sétif, Mars 2014 : 28p.

http://www.ona-dz.org/IMG/pdf/Investir_dans_le_developpement_durable-2.pdf

148- Oreskes, N., 2004. Beyond the ivory tower: the scientific consensus on climate change. American Association for the Advancement of Science (AAAS). Vol 306 : 1686.

<ftp://soest.hawaii.edu/coastal/Climate%20Articles/Scientific%20Consensus%20Oreskes.pdf>

149- Organisation de coopération et de développement économiques – Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (OCDE-FAO),. 2008. Perspectives Agricoles de l'OCDE et de la FAO : 2008-2017. Synthèse. OCDE-FAO. Paris. 83p.

<http://www.oecd.org/fr/echanges/echanges-agricoles/40716017.pdf>

150- Organisation des Nations Unies (ONU),. 1992. Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques (CCNUCC). ONU, New York, Mai 1992. 25p.

<http://unfccc.int/resource/docs/convkp/convfr.pdf>

151- Organisation de Nations Unies (ONU)., 2014. L'ONU et le changement climatique : Vers un accord sur le climat. Portail de l'ONU, Septembre 2014.

<http://www.un.org/climatechange/fr/vers-un-accord-sur-le-climat/>

152- Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture (FAO)., 2014a. Lutter contre le changement climatique grâce à l'élevage : Une évaluation des émissions et des opportunités d'atténuation au niveau mondiale. FAO, Rome. 148p.

<http://www.fao.org/3/a-i3437f.pdf>

153- Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture (FAO)., 2014b. La FAO et la protection de l'environnement mondial : Adapter l'agriculture au changement climatique. FAO, Rome. 20p.

http://www.fao.org/fileadmin/templates/tci/pdf/backgroundnotes/Webposting_FR.pdf

154- Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture (FAO)., 2009. La situation mondiale de l'alimentation et de l'agriculture : le point sur l'élevage. FAO, Rome, 2009. 202p.

<http://www.fao.org/docrep/012/i0680f/i0680f.pdf>

155- Organisation des Nations Unies pour l'éducation, la science et la culture (UNESCO)., 2014. Le changement climatique en Afrique : Guide à l'intention des journalistes. Série de l'UNESCO sur la formation des journalistes. UNESCO. 105p.

156- Organisation Mondiale de la Santé (OMS)., 2008. Changement climatique et santé. Rapport du Secrétariat à la 122^{ème} session du conseil exécutif. OMS. Janvier 2008. 5p.

http://apps.who.int/gb/ebwha/pdf_files/EB122/B122_4-fr.pdf?ua=1

157- Paccard, P., Captain, M., Farruggia, A., 2003. Autonomie alimentaire et bilans minéraux des élevages bovins laitiers selon les systèmes de production. Fourrages, n°174 : 243-257.

<http://www.afpf-asso.org/index/action/page/id/33/title/Les-articles/article/1488>

158- Pavé, A., Courtet, C., Volatier J-L., 1998. Environnement : comment la communauté scientifique voit les problèmes. Courrier de l'environnement de l'INRA n°34 : 109-114.

<http://www7.inra.fr/lecourrier/assets/C34Courtet.pdf>

159- Reix, R., 1997. Flexibilité. In : Simon, P., Joffre, Y., 1997. Encyclopédie de gestion. 2^{ème} édition, Economica. pp 1407-1420.

160- Renard JF, Cheikh L, Knips V. 2004. L'élevage et l'intégration régionale en Afrique de l'Ouest. Rapport sur le secteur de l'élevage de l'Afrique de l'Ouest. FAO-CIRAD. 37p.

http://www.fao.org/ag/againfo/resources/en/publications/sector_reports/lsr_fr_UEMOA.pdf

161- Requier-Desjardins, M., 2010. Impacts des changements climatiques sur l'agriculture au Maroc et en Tunisie et priorités d'adaptation. Notes d'analyse du CIHEAM. CIHEAM – IMM, n° 56, Montpellier, Mars 2010. 15p.

<http://ciheam.org/images/CIHEAM/PDFs/Observatoire/NAN/nan56.pdf>

162- Rochas, M.J., 2011. Les débuts de la mesure du CO₂ atmosphérique. La Météorologie - n° 72 - février 2011 : 49-56.

http://documents.irevues.inist.fr/bitstream/handle/2042/39841/meteo_2011_72_49.pdf

163- Rondia, P., 2006. Aperçu de l'élevage ovin en Afrique du Nord. Filière Ovine et Caprine n°18, octobre 2006 : 11-14.

<http://www.ficow.be/ficow.site/wp-content/uploads/Contenu-18.pdf>

164- Rosenzweig, C., Parry, M.L., 1994. Potential impact of climate change on world food supply. Nature Review, Vol 367 : 133-138.

165- Rouabhi, A., 2014. Implications des changements climatiques dans l'agriculture et le développement durable : Cas des hautes plaines sétifiennes. Thèse Doctorat Es Sciences. Université Ferhat Abbas Sétif 1 (UFAS1).144p + annexes.

166- Rowlinson, P., 2008. Adapting livestock production systems to climate change – temperate zones. Livestock and Global Change conference proceeding. Hammamet, Tunisia, 17-20 may 2008.

167- Saci, A., 2007. Variabilité climatique et changements climatiques. Actes des journées internationales sur l'impact des changements climatiques sur les régions arides et semi-arides. CRSTRA. Biskra, 15-17 Décembre 2007. pp 61-70.

168- Sadoud, M., Chehat, F., 2011. Le marché du bétail et de viande rouge dans la région semi-aride algérienne. Livestock Research for Rural Development, 23 (6), 135.

<http://www.lrrd.org/lrrd23/6/sado23135.htm>

169- Sautier, M., 2013. Outiller l'adaptation des élevages herbagers au changement climatique : de l'analyse de la vulnérabilité à la conception participative de systèmes d'élevage. Thèse de doctorat, INP Toulouse. 194p + annexes.

<https://mia.toulouse.inra.fr/images/d/de/These-Sautier-2013.pdf>

170- Savant, D., Martin, O., 2010. Robustesse, rusticité, flexibilité, plasticité... les nouveaux critères de qualité des animaux et des systèmes d'élevage : définitions systémique et biologique des différents concepts. Inra Prod. Anim., Vol 23, n°1 : 5-10.

<https://www6.inra.fr/productions-animales/2010-Volume-23/Numero-1-2010/Robustesse>

171- Shanahan, M., 2007. Changement climatique et medias : à quand la révolution. Rapport de l'International Institute for Environment and Development. IIED, London, UK, Décembre 2007. 5p.

<http://pubs.iied.org/pdfs/17029FIIED.pdf>

172- Si Youcef, M., 2013. Eau et sécurité alimentaire en Algérie. Séminaire Eau et Sécurité Alimentaire en Méditerranée. Montpellier, Février 2013.

<http://www.agropolis.fr/pdf/actu/2013-seminaire-eau-securite-alimentaire-mediterranee/presentation-si-youcef-sesame-2013.pdf>

173- Souidi, Z., Hanined, 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 : 164-181.

174- SPSS., 2010. SPSS 18.0. Inc. Chicago : M. J. Norusis.

175- Sraïri M.T., 2004. *Typologie des systèmes d'élevage bovin laitier au Maroc en vue d'une analyse de leurs performances*. Thèse de Doctorat. Faculté universitaire des Sciences agronomiques de Gembloux, Belgique.

<http://tel.archives-ouvertes.fr/docs/00/42/35/12/PDF/TheseEntiereWord.pdf>

176- Sraïri, M-T., 2014. Le prix de revient du lait au Maroc et ses implications pour l'avenir de l'élevage bovin. Alternatives rurales, n°1, mars 2014 : 12p.

<http://alternatives-rurales.org/wp-content/uploads/2014/03/AltRur1PrixLaitLectEcr1.pdf>

177- Tabet-Aoul, M., 2008. Impacts du changement climatique sur les agricultures et les ressources hydriques au Maghreb. Notes d'alerte du CIHEAM n°48, Juin 2008. 6p.

<http://ciheam.org/images/CIHEAM/PDFs/Observatoire/NAL/nal48.pdf>

178- Tabet-Aoul, M., 2010. Développement et environnement au Maghreb : Contraintes et enjeux. Institut Québécois des Hautes Etudes Internationales, Université de Laval. Québec, Canada, Juillet 2010. 257p.

http://www.cms.fss.ulaval.ca/recherche/upload/hei/fichiers/developpement_et_environment_au_maghreb.pdf

179- Taithe, A., 2014. Le doute et le climat : Acteurs et stratégies d'influence. AFRI, vol XII, Novembre 2014. 8p.

http://www.afri-ct.org/IMG/pdf/71- Article_Taithe.pdf

180- Tarondeau, J-C., 1999. La flexibilité dans l'entreprise. Collection Que sais-je ?. PUF. 127p.

181- United Nations University-Institute for Environment and Human Security (UNU-EHS), 2014. World Risk Report – 2014. UNU-EHS, Bonn, Germany 2014. 74p.

<http://i.unu.edu/media/ehs.unu.edu/news/4070/11895.pdf>

182- Van Den Ban, A.W. Hawkins, H.S., Brouwers J.H.A.M., Boon, C.A.M. 1994. La vulgarisation rurale en Afrique. Ed Karthala/CTA. 373p.

183- Vanwerts, F., 2015. Nations Unies et COP21 : Quel pouvoir d'action pour sauver le climat ?. Le think & do tank européen pour la solidarité, décembre 2015 : 21p.

<http://www.transition-europe.eu/sites/default/files/publications/files/na-2015-onu-cop21.pdf>

184- Vert J., Schaller N., Villien C., Portet F., Mahé T., Sergent AS., 2013. Agriculture, Forêt, Climat : vers des stratégies d'adaptation. Centre d'études et de prospective, Ministère Français de l'Agriculture, de l'Agroalimentaire et de la Forêt, 2013, 234p.

http://agreste.agriculture.gouv.fr/IMG/pdf/CEP-Prospective_agriculture_foret_climat.pdf

185- Veysset, P., Bénin, D., Lherm, M., 2007. Impacts de la sécheresse de 2003 sur les résultats technico-économiques en élevage bovin allaitant Charolais. Fourrages, n°191 : 311-322.

<http://www.afpf-asso.org/index/action/page/id/33/title/Les-articles/article/1669>

186- Vilain, L., Boisset, K., Girardin, P., Guillaumin, A., Mouchet, C., Viaux, P., Zahm, F., 2008. La méthode IDEA, Indicateurs de Durabilité des Exploitations Agricoles.. Educagri éditions, 3^{ème} éditions actualisée, Dijon : 185p.

187- Walker, B., Holling, C. S., Carpenter, S. R., Kinzig, A., 2004. Resilience, adaptability and transformability in social–ecological systems. *Ecology and Society (E&S)*, 9 (2) : 5.

<http://www.uu.nl/sites/default/files/resilience-adaptability-and-transformability.pdf>

188- Williams, T., 2014. Négociations sur les changements climatiques – la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques en contexte. Bibliothèque du Parlement, Ottawa, Canada, n° 2014-003-F : 19p.

<http://www.bdp.parl.gc.ca/content/lop/ResearchPublications/2014-03-f.pdf>

198- Yakhlef H., 1989. La production extensive du lait en Algérie. In: Tisserand J.-L. (ed.). *Le lait dans la région méditerranéenne*. Paris : CIHEAM, 1989. p 135-1 39 (Options Méditerranéennes : Série A. Séminaires Méditerranéens; n 6).

<http://www.om.ciheam.org/om/pdf/a06/CI000475.pdf>

190- Zaccai, E., Gemenne, F., Decroly J-M., 2012. Controverses climatiques, sciences et politique. Presses Sciences Po (P.F.N.S.P.) « Académique ». p82.

191- Zouggar, S., 2007. Potentiel agricole assurable et perspectives d'évolution. Séminaire sur les risques agricoles. MADR, Alger, Juin 2007. 12p.

<http://www.cna.dz/content/download/1557/11041/version/1/fichier/Cal-Ag-CCR-Com-1-Mme-S.-ZOUGGAR-D.P.I.E-M.A.D.R-ALGERIE.pdf>

ANNEXES

**Annexe 01 : Questionnaire d'enquête relatif à l'étude des systèmes d'élevage
bovin**

Date : / /2009.

Numéro du questionnaire :

1. Identification de l'exploitation :

- Nom de l'exploitation :
- Adresse :
- Type d'exploitation : Propriétaire familiale locataire EAI EAC .
- Historique et évolution de l'exploitation :
 - a- Situation de départ :.....
 - Reprise de l'exploitation parentale : Oui Non
 - Date d'installation :.....
 - Surface total (ha) :.....
 - b- Evolution :
Quelles ont été les grands changements jusqu'à aujourd'hui ?
.....
.....
Quelles sont les principales raisons ?
.....
 - c - Perspectives de production :
.....
.....

2. Exploitant :

- Age :
- Niveau d'instruction : Analphabète Primaire Secondaire Universitaire
- Formation agricole : Oui Non
 - Si oui, dans quel domaine :
- Depuis quand exercez-vous ce métier :
- Nature de l'activité : Principale Secondaire
- Adhésion à une association des éleveurs de bovins de la wilaya : Oui Non
 - Si oui laquelle et Quels sont les profits :
.....
 - Si non : Pourquoi ?
- Adhésion dans le programme de réhabilitation de la filière lait : Oui Non
- Adhésion au plan de développement agricole (PNDA) : Oui Non

3. Moyen de production :**Foncier :**

| S.A.T | S.A.U | S.A.I | SAU propre à l'exploitation | SAU louée | Surface fourragère | Prairies | Jachère |
|-------|-------|-------|-----------------------------|-----------|--------------------|----------|---------|
|-------|-------|-------|-----------------------------|-----------|--------------------|----------|---------|

Main d'œuvre : nombre de travailleurs :

| | Nombre | Type de Travaux | Période de Travaux | Age | Niveau Scolaire | Nombre Des jours |
|--------------------|--------|-----------------|--------------------|-----|-----------------|------------------|
| Familial | | | | | | |
| Salariée | | | | | | |
| Saisonniers | | | | | | |

Equipement :

| Matériel | Propre | Louée |
|------------------------------|--------|-------|
| Matériel d'irrigation | | |
| Matériel de labour | | |
| Matériel de transport | | |
| Matériel de récolte | | |
| Matériel d'élevage | | |

Bâtiment d'élevage :

- Nombre d'étables :

| Etable | Dimensions | Stabulation | aire de couchage | Aération | Eclairage | Etat du bâtiment |
|--------|------------|-------------|------------------|----------|-----------|------------------|
| 01 | | | | | | |
| 02 | | | | | | |
| 03 | | | | | | |
| 04 | | | | | | |

Ressources en eau :

Puits Forage

Oued Source

- Sources externes :

Suffisamment renouvelables Insuffisamment renouvelables .

- Puits ou forages peu profondes :

Suffisamment renouvelables Insuffisamment renouvelables .

- Forages profondes :

Suffisamment renouvelables Insuffisamment renouvelables .

- Périodes d'irrigation :

.....

- Type d'irrigation :

.....

La production animale :

- La structure du troupeau :

| Espèce | Race | Effectif |
|------------------------|------|----------|
| Bovin | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| Ovin | | |
| | | |
| Caprin | | |
| | | |
| Poulet de chair | | |
| pondeuses | | |
| Autres | | |

- Bovin : depuis 3 ans :

| | VL | Génisses | Taurillon | Taureaux | Veaux | vêles |
|------------------------------|----------------------|----------|-----------|----------|-------|-------|
| Acheté | | | | | | |
| 1^{ère} année | Nés à l'exploitation | | | | | |
| Acheté | | | | | | |
| 2^{ème} année | Nés à l'exploitation | | | | | |
| Acheté | | | | | | |
| 3^{ème} année | Nés à l'exploitation | | | | | |

- Les flux selon les saisons :

| Saison | Flux | Raison |
|----------------|------|--------|
| Eté | | |
| Automne | | |
| Hiver | | |
| Printemps | | |

-Les critères de choix :

-Les sources de renouvellement : Achat Importation De la même ferme .

La conduite de troupeau bovin:

1. L'alimentation :

La ration alimentaire :

| Catégories d'animaux | Saison | Composition de la ration | quantité | Ration de base | Fréquence de distribution |
|------------------------------|-----------|--------------------------|----------|----------------|---------------------------|
| Vache laitière | Hiver | | | | |
| | printemps | | | | |
| | Eté | | | | |
| | Automne | | | | |
| Bovin d'engraissement | Hiver | | | | |
| | printemps | | | | |
| | Eté | | | | |
| | Automne | | | | |
| Autre catégorie | Hiver | | | | |
| | printemps | | | | |
| | Eté | | | | |
| | Automne | | | | |

| | Quantité produit par l'exploitation | Quantité achetée | Période d'achat | Période d'utilisation |
|-------------------|-------------------------------------|------------------|-----------------|-----------------------|
| Fourrage | | | | |
| Concentré | | | | |
| Foin | | | | |
| Paille ge) | | | | |

- Périodes de pâturage :

* Durée de la période de pâturage par saison :

.....

* Mode de pâturage :

* Fréquences de la sortie par jours :

- Le changement des pratiques de l'alimentation et basé sur :

Etat corporel Stade physiologique

Variation de production Disponibilité des ressources

- Les problèmes de l'alimentation du cheptel à cause de :

.....
.....
.....

- Les pratiques alimentaires pendant la gestation, et le tarissement :

.....
.....

- L'abreuvement :

.....
.....

4-2 .La reproduction :

-Vos vaches sont – elles identifiées ? Oui Non

-Mode d'insémination : IA MN

Si IA : Origine de semence, lieu d'insémination, agent responsable.

.....
.....
.....

Nombre d'IA par fécondation :

Si monte naturelle :

Origine du taureau : Exploitation Voisin Pâturage

Les critères de choix des reproducteurs :

.....
.....
.....

Bilan de fécondité :

.Quel est l'âge moyen de la génisse à l'apparition des premières chaleurs ?

.....

Niveau de fertilité :

Nombre moyen des saillies pour une saillie fécondante :.....

Taux de réussite en premières chaleurs :.....

Pour la 1^{ère} saillie, vous tenez compte : Du poids de génisse De l'âge de la génisse

-Quel est la durée de tarissement ?.....

- Es ce que vous changé le locaux durant cette période ?.....

-Isolez –vous les vaches laitières en fin de gestation ? Oui Non

Le renouvellement des troupeaux :

- A quel âge vendez –les génisses?.....

-Nombre de génisse conservée :.....

-Vendez-vous les vaches si vous avez des difficultés financières?
.....

Elevage des jeunes :

-Pois à la naissance : élevé Moyen Faible

-Allaitement des veaux est basé sur :

.Lait de la mère :.....Quantité.....évolution.....Durée

.Lait reconstitué :.....Quantité.....évolution.....Durée.....

-Quel est l'âge du sevrage ?.....Constant Variables

-Après sevrage le produit est destiné vers :

.la ventepoids estimé :.....

.L'engraissement au sein de l'exploitation :.....Durée d'engraissement.....

Période de vente.....

.L'élevage sans engraissement (en maigre),..... Période et

Pratiques alimentaires d'engraissement :
.....

L'hygiène et prophylaxie :

Etat d'étable :

.Fréquence de nettoyage :

.Lieu de traite :

.Hygiène de lieu de traite :

.Nettoyage de lieu de traite : Fréquence :.....

.Lavage de la mamelle :.....Avant la traite Après la traite

-Par quel moyen :

Stockage et conditionnement de lait produit :

.....

Etat des animaux :

-Nettoyage des animaux : Oui Non

-Les maladies fréquentes : mammites Tuberculose Brucellose Autres

-La présence de vétérinaire : Toujours Sur appel Sur programmation

- Les traitements : Préventif Curatif Autres

-Vos animaux vaccinés ou non :.....Si oui programme ou plan de vaccination:.....

-Estimation générale de l'hygiène :

5-Aspect économique :

- Les productions animales : Viande Lait Cuir Autre

1-La production de la viande :

-Nombre de tête vendue /an :

-Type de bétails vendus :

-Prix si possible :

-Période de vente choisi ou non :

Si choisi laquelle :

-La destination du produit : Abattoir Marché Autre

2-La production laitière :

.Quel est l'âge à la première saillie ?

.Quel est l'âge moyen de la saillie fécondante ?

.Quel est l'âge moyen du premier vêlage ?

.Quel est l'écart vêlage-vêlage ?

.Quel l'écart vêlage-première saillie ?

.Quel l'écart vêlage-saillie fécondante ?

-Quantité de lait moyen produit par vache et par jour : (préciser /vache)

Au printemps :.....En été :.....En automne :.....En hiver :.....

-Quantité de lait vendue par vache :.....

-A qui vendu le lait : Usine Laitière privé Voisins

-Prix si possible : préciser

.....

- Mode de traite:
- Fréquences générale de la traite:
- Quelles est la durée moyenne de lactation ?.....
- Y a-t-il des variations sur la durée de lactation ?
.....
.....
- L'âge de débute de lactation et liée à :
 Saison Race Alimentation
- comment procéder à un tarissement ?
- Sur quoi vous basez-vous pour réformer une vache :
 Age Production très réduite Autres .

Annexe 02 : Données climatique de la wilaya de Sétif (1982/2012) (ONM)

Les températures minimales mensuelles (°C)

| Année | Jan | Fév | Mars | Avril | Mai | Juin | Juillet | Aout | Sept | Oct | Nov | Dec |
|-------|-------|-------|------|-------|-------|-------|---------|-------|-------|-------|-------|------|
| 1982 | 2,70 | 2,30 | 3,20 | 6,00 | 11,00 | 17,60 | 20,90 | 18,90 | 15,40 | 9,90 | 5,90 | 1,00 |
| 1983 | 0,50 | 0,90 | 3,40 | 7,30 | 10,70 | 15,50 | 20,30 | 18,50 | 15,40 | 10,60 | 7,30 | 2,10 |
| 1984 | 1,70 | 0,40 | 2,20 | 7,30 | 8,20 | 14,70 | 19,50 | 17,70 | 13,90 | 8,90 | 6,20 | 2,70 |
| 1985 | -0,20 | 5,20 | 2,20 | 7,20 | 9,30 | 16,90 | 20,70 | 18,50 | 15,00 | 9,90 | 6,90 | 2,80 |
| 1986 | 0,80 | 1,80 | 3,50 | 5,10 | 12,50 | 14,60 | 17,20 | 19,60 | 14,80 | 11,20 | 5,40 | 1,70 |
| 1987 | 0,30 | 1,80 | 3,70 | 8,10 | 9,20 | 15,40 | 19,60 | 20,90 | 17,70 | 13,20 | 5,20 | 4,90 |
| 1988 | 3,60 | 1,40 | 3,50 | 7,50 | 11,90 | 15,20 | 20,80 | 20,00 | 14,30 | 12,70 | 6,80 | 1,20 |
| 1989 | 1,20 | 2,30 | 5,40 | 5,20 | 10,60 | 13,60 | 18,70 | 20,00 | 15,70 | 10,70 | 7,70 | 5,60 |
| 1990 | 2,60 | 4,60 | 5,20 | 6,00 | 11,50 | 17,50 | 17,60 | 17,60 | 17,90 | 12,20 | 6,40 | 0,90 |
| 1991 | 1,10 | 0,90 | 5,00 | 4,80 | 6,30 | 14,60 | 18,60 | 18,50 | 15,70 | 10,30 | 4,60 | 1,00 |
| 1992 | 0,40 | 1,40 | 3,40 | 5,20 | 9,70 | 12,00 | 16,20 | 19,00 | 15,70 | 10,00 | 7,50 | 2,80 |
| 1993 | 0,70 | 1,30 | 2,60 | 5,80 | 10,80 | 16,50 | 19,10 | 19,80 | 14,70 | 11,80 | 5,80 | 2,70 |
| 1994 | 2,20 | 2,30 | 6,10 | 4,10 | 13,50 | 16,40 | 20,30 | 22,00 | 16,50 | 11,30 | 6,80 | 2,50 |
| 1995 | 0,80 | 3,90 | 3,40 | 4,60 | 11,60 | 14,80 | 19,50 | 18,00 | 14,20 | 11,20 | 5,90 | 4,60 |
| 1996 | 3,80 | 1,30 | 4,20 | 6,50 | 9,80 | 13,10 | 18,20 | 19,30 | 12,80 | 8,50 | 5,80 | 4,00 |
| 1997 | 3,20 | 4,00 | 3,50 | 6,80 | 13,40 | 18,40 | 19,50 | 19,00 | 15,20 | 11,50 | 6,50 | 3,60 |
| 1998 | 2,40 | 3,20 | 4,30 | 7,10 | 10,30 | 17,00 | 20,20 | 19,50 | 16,40 | 9,00 | 5,40 | 1,90 |
| 1999 | 2,80 | 0,40 | 4,30 | 7,20 | 15,00 | 18,40 | 19,10 | 22,60 | 16,60 | 14,10 | 5,40 | 2,20 |
| 2000 | -0,20 | 3,10 | 5,70 | 8,10 | 14,30 | 16,60 | 20,70 | 20,30 | 16,40 | 9,70 | 6,30 | 4,20 |
| 2001 | 2,70 | 1,90 | 8,30 | 7,00 | 11,40 | 17,50 | 21,00 | 20,80 | 15,80 | 14,80 | 5,80 | 1,70 |
| 2002 | 1,70 | 3,20 | 5,60 | 7,80 | 11,90 | 18,10 | 19,00 | 18,50 | 14,70 | 11,80 | 6,80 | 3,60 |
| 2003 | 2,00 | 0,70 | 4,90 | 8,30 | 11,70 | 17,90 | 21,90 | 20,80 | 15,50 | 12,90 | 6,70 | 2,00 |
| 2004 | 1,90 | 3,70 | 5,40 | 6,20 | 8,40 | 15,40 | 19,60 | 20,60 | 15,10 | 13,50 | 4,80 | 2,90 |
| 2005 | -0,70 | -0,50 | 5,60 | 7,60 | 13,00 | 17,00 | 20,70 | 18,60 | 14,70 | 12,00 | 5,70 | 1,90 |
| 2006 | 0,70 | 0,90 | 5,00 | 9,80 | 14,60 | 17,80 | 20,30 | 18,40 | 14,80 | 13,60 | 7,10 | 3,60 |
| 2007 | 3,20 | 3,80 | 3,70 | 8,40 | 11,10 | 17,40 | 19,70 | 20,20 | 15,40 | 11,70 | 4,70 | 2,00 |
| 2008 | 2,20 | 3,20 | 4,00 | 7,60 | 12,40 | 15,40 | 20,70 | 20,20 | 16,40 | 11,30 | 11,30 | 4,90 |
| 2009 | 2,30 | 1,10 | 4,00 | 5,00 | 12,20 | 16,20 | 21,60 | 19,80 | 15,00 | 10,40 | 6,70 | 4,30 |
| 2010 | 2,70 | 3,70 | 5,60 | 8,10 | 9,30 | 15,10 | 20,10 | 19,50 | 15,30 | 11,00 | 6,30 | 2,30 |
| 2011 | 2,40 | 1,20 | 4,60 | 8,60 | 10,60 | 15,40 | 19,30 | 19,70 | 16,10 | 10,50 | 7,10 | 2,70 |
| 2012 | 1,00 | -1,50 | 5,30 | 6,90 | 11,60 | 19,20 | 21,20 | 22,30 | 16,10 | 12,20 | 7,50 | 2,40 |

Les températures moyennes mensuelles (°C)

| Année | Jan | Fév | Mars | Avril | Mai | Juin | Juillet | Aout | Sep | Oct | Nov | Déc |
|-------|------|------|-------|-------|-------|-------|---------|-------|-------|-------|-------|------|
| 1982 | 6,5 | 6,3 | 8,1 | 10,55 | 15,7 | 24,05 | 27,9 | 25,7 | 21,2 | 14,7 | 9,35 | 4,2 |
| 1983 | 5,95 | 5,6 | 8,35 | 13,5 | 16,8 | 22,4 | 27,35 | 25,45 | 21,75 | 16,05 | 11,4 | 6,2 |
| 1984 | 5,5 | 3,95 | 6,85 | 12,55 | 13,8 | 21,65 | 26,9 | 24,4 | 20,1 | 12,95 | 10,6 | 5,85 |
| 1985 | 3,15 | 10,1 | 6,4 | 12,6 | 14,6 | 23,95 | 27,7 | 25,45 | 20,9 | 15 | 11,05 | 6,95 |
| 1986 | 4,6 | 5,95 | 7,75 | 10,5 | 19,05 | 21,5 | 24,45 | 26,9 | 20,85 | 15,35 | 9,15 | 4,95 |
| 1987 | 4,35 | 5,75 | 8,25 | 13,75 | 15,2 | 22,4 | 26,2 | 27,6 | 24 | 18,5 | 9 | 8,85 |
| 1988 | 7,4 | 6,45 | 8,25 | 13,4 | 18 | 21,55 | 27,85 | 26,9 | 20,25 | 18,2 | 10,7 | 4,75 |
| 1989 | 5,4 | 6,75 | 10,95 | 10,35 | 17,1 | 19,75 | 25,45 | 26,4 | 21,35 | 15,95 | 12,35 | 9,95 |
| 1990 | 5,9 | 10,9 | 10,4 | 11,15 | 16,3 | 24,3 | 24,45 | 24,1 | 24,1 | 17,55 | 10 | 3,95 |
| 1991 | 5,3 | 4,95 | 9,3 | 9,25 | 12,4 | 20,8 | 25,95 | 25,55 | 21,75 | 14,6 | 9,35 | 5 |
| 1992 | 4,5 | 6,5 | 7,7 | 10,05 | 15,45 | 18,55 | 23,15 | 26 | 22,3 | 15,6 | 12,15 | 6,7 |
| 1993 | 5,6 | 5 | 7,7 | 11,6 | 16,85 | 23,95 | 26,25 | 26,5 | 20,5 | 16,95 | 9,65 | 6,95 |
| 1994 | 5,9 | 7,25 | 11,45 | 9,65 | 20,65 | 23,2 | 27,45 | 28,9 | 21,8 | 15,55 | 11,7 | 7,15 |
| 1995 | 4,2 | 9,1 | 7,95 | 10,5 | 18,1 | 21,5 | 26,55 | 24,6 | 20,05 | 16,35 | 10,6 | 8,45 |
| 1996 | 7,45 | 4,8 | 8,75 | 11,2 | 15,35 | 19,3 | 24,85 | 25,95 | 18,8 | 14,2 | 10,75 | 8,05 |
| 1997 | 6,8 | 9,2 | 9,5 | 12,15 | 19,5 | 25,05 | 26,2 | 25 | 20,2 | 15,7 | 10 | 7,1 |
| 1998 | 6,4 | 7,8 | 9,3 | 12,6 | 15,1 | 23,4 | 27,15 | 25,65 | 21,95 | 14 | 9,6 | 5,6 |
| 1999 | 6,25 | 4,2 | 9,15 | 13,2 | 21,2 | 24,85 | 25,85 | 29 | 22,3 | 18,55 | 8,95 | 5,8 |
| 2000 | 4,45 | 8,35 | 11,1 | 13,8 | 20,25 | 22,7 | 27,3 | 26,55 | 22,05 | 14,15 | 10,75 | 8,4 |
| 2001 | 6,5 | 6,5 | 13,6 | 12,4 | 17 | 24,2 | 27,8 | 27,05 | 21,45 | 20,45 | 9,8 | 5,95 |
| 2002 | 6,45 | 8,65 | 10,95 | 13,45 | 18,45 | 24,85 | 25,85 | 24,75 | 20,6 | 17,35 | 10,3 | 7,45 |
| 2003 | 5 | 4,4 | 9,8 | 13 | 17,6 | 24,3 | 28,7 | 27,1 | 20,8 | 16,95 | 10,75 | 5,5 |
| 2004 | 6,05 | 8,85 | 10,4 | 10,95 | 13,6 | 21,9 | 26,55 | 27,4 | 21,25 | 19 | 8,85 | 6,1 |
| 2005 | 3,75 | 3,15 | 10,4 | 12,6 | 19,95 | 23,7 | 27,9 | 25,2 | 20,5 | 17,25 | 10,1 | 5,25 |
| 2006 | 4,15 | 5,1 | 10,45 | 15,35 | 20,15 | 24,25 | 26,85 | 25,35 | 20,5 | 19,2 | 11,8 | 7,05 |
| 2007 | 8,35 | 8,15 | 8,05 | 12,4 | 16,8 | 24,1 | 26,7 | 26,75 | 21,4 | 16,1 | 9,2 | 5,9 |
| 2008 | 7,25 | 8,2 | 9 | 13,4 | 17,8 | 21,8 | 27,7 | 26,95 | 21,65 | 15,65 | 15,65 | 8,65 |
| 2009 | 5,6 | 5,25 | 8,95 | 9,6 | 18,45 | 23,65 | 29 | 26,5 | 20 | 15,65 | 11,95 | 8,4 |
| 2010 | 6,5 | 7,85 | 10,35 | 13,45 | 14,65 | 21,95 | 27,15 | 26,4 | 21,05 | 15,95 | 10,05 | 6,9 |
| 2011 | 6,75 | 5,4 | 8,95 | 14,15 | 16,3 | 21,35 | 26,4 | 26,85 | 22,65 | 15,45 | 11,05 | 6,75 |
| 2012 | 5,6 | 2,4 | 10,05 | 11,75 | 18,35 | 26,3 | 28,15 | 29,05 | 21,9 | 17,65 | 11,95 | 7,1 |

Les températures maximales mensuelles (°C)

| Année | Janv | Fev | Mars | Avril | Mai | Juin | Juillet | Aout | Sept | Oct | Nov | Dec |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1982 | 10,30 | 10,30 | 13,00 | 15,10 | 20,40 | 30,50 | 34,90 | 32,50 | 27,00 | 19,50 | 12,80 | 7,40 |
| 1983 | 11,40 | 10,30 | 13,30 | 19,70 | 22,90 | 29,30 | 34,40 | 32,40 | 28,10 | 21,50 | 15,50 | 10,30 |
| 1984 | 9,30 | 7,50 | 11,50 | 17,80 | 19,40 | 28,60 | 34,30 | 31,10 | 26,30 | 17,00 | 15,00 | 9,00 |
| 1985 | 6,50 | 15,00 | 10,60 | 18,00 | 19,90 | 31,00 | 34,70 | 32,40 | 26,80 | 20,10 | 15,20 | 11,10 |
| 1986 | 8,40 | 10,10 | 12,00 | 15,90 | 25,60 | 28,40 | 31,70 | 34,20 | 26,90 | 19,50 | 12,90 | 8,20 |
| 1987 | 8,40 | 9,70 | 12,80 | 19,40 | 21,20 | 29,40 | 32,80 | 34,30 | 30,30 | 23,80 | 12,80 | 12,80 |
| 1988 | 11,20 | 11,50 | 13,00 | 19,30 | 24,10 | 27,90 | 34,90 | 33,80 | 26,20 | 23,70 | 14,60 | 8,30 |
| 1989 | 9,60 | 11,20 | 16,50 | 15,50 | 23,60 | 25,90 | 32,20 | 32,80 | 27,00 | 21,20 | 17,00 | 14,30 |
| 1990 | 9,20 | 17,20 | 15,60 | 16,30 | 21,10 | 31,10 | 31,30 | 30,60 | 30,30 | 22,90 | 13,60 | 7,00 |
| 1991 | 9,50 | 9,00 | 13,60 | 13,70 | 18,50 | 27,00 | 33,30 | 32,60 | 27,80 | 18,90 | 14,10 | 9,00 |
| 1992 | 8,60 | 11,60 | 12,00 | 14,90 | 21,20 | 25,10 | 30,10 | 33,00 | 28,90 | 21,20 | 16,80 | 10,60 |
| 1993 | 10,50 | 8,70 | 12,80 | 17,40 | 22,90 | 31,40 | 33,40 | 33,20 | 26,30 | 22,10 | 13,50 | 11,20 |
| 1994 | 9,60 | 12,20 | 16,80 | 15,20 | 27,80 | 30,00 | 34,60 | 35,80 | 27,10 | 19,80 | 16,60 | 11,80 |
| 1995 | 7,60 | 14,30 | 12,50 | 16,40 | 24,60 | 28,20 | 33,60 | 31,20 | 25,90 | 21,50 | 15,30 | 12,30 |
| 1996 | 11,10 | 8,30 | 13,30 | 15,90 | 20,90 | 25,50 | 31,50 | 32,60 | 24,80 | 19,90 | 15,70 | 12,10 |
| 1997 | 10,40 | 14,40 | 15,50 | 17,50 | 25,60 | 31,70 | 32,90 | 31,00 | 25,20 | 19,90 | 13,50 | 10,60 |
| 1998 | 10,40 | 12,40 | 14,30 | 18,10 | 19,90 | 29,80 | 34,10 | 31,80 | 27,50 | 19,00 | 13,80 | 9,30 |
| 1999 | 9,70 | 8,00 | 14,00 | 19,20 | 27,40 | 31,30 | 32,60 | 35,40 | 28,00 | 23,00 | 12,50 | 9,40 |
| 2000 | 9,10 | 13,60 | 16,50 | 19,50 | 26,20 | 28,80 | 33,90 | 32,80 | 27,70 | 18,60 | 15,20 | 12,60 |
| 2001 | 10,30 | 11,10 | 18,90 | 17,80 | 22,60 | 30,90 | 34,60 | 33,30 | 27,10 | 26,10 | 13,80 | 10,20 |
| 2002 | 11,20 | 14,10 | 16,30 | 19,10 | 25,00 | 31,60 | 32,70 | 31,00 | 26,50 | 22,90 | 13,80 | 11,30 |
| 2003 | 8,00 | 8,10 | 14,70 | 17,70 | 23,50 | 30,70 | 35,50 | 33,40 | 26,10 | 21,00 | 14,80 | 9,00 |
| 2004 | 10,20 | 14,00 | 15,40 | 15,70 | 18,80 | 28,40 | 33,50 | 34,20 | 27,40 | 24,50 | 12,90 | 9,30 |
| 2005 | 8,20 | 6,80 | 15,20 | 17,60 | 26,90 | 30,40 | 35,10 | 31,80 | 26,30 | 22,50 | 14,50 | 8,60 |
| 2006 | 7,60 | 9,30 | 15,90 | 20,90 | 25,70 | 30,70 | 33,40 | 32,30 | 26,20 | 24,80 | 16,50 | 10,50 |
| 2007 | 13,50 | 12,50 | 12,40 | 16,40 | 22,50 | 30,80 | 33,70 | 33,30 | 27,40 | 20,50 | 13,70 | 9,80 |
| 2008 | 12,30 | 13,20 | 14,00 | 19,20 | 23,20 | 28,20 | 34,70 | 33,70 | 26,90 | 20,00 | 20,00 | 12,40 |
| 2009 | 8,90 | 9,40 | 13,90 | 14,20 | 24,70 | 31,10 | 36,40 | 33,20 | 25,00 | 20,90 | 17,20 | 12,50 |
| 2010 | 10,30 | 12,00 | 15,10 | 18,80 | 20,00 | 28,80 | 34,20 | 33,30 | 26,80 | 20,90 | 13,80 | 11,50 |
| 2011 | 11,10 | 9,60 | 13,30 | 19,70 | 22,00 | 27,30 | 33,50 | 34,00 | 29,20 | 20,40 | 15,00 | 10,80 |
| 2012 | 10,20 | 6,30 | 14,80 | 16,60 | 25,10 | 33,40 | 35,10 | 35,80 | 27,70 | 23,10 | 16,40 | 11,80 |

Les précipitations mensuelles (mm)

| Année | Jan | Fev | Mars | Avr | Mai | Juin | Juill | Aout | Sept | Oct | Nov | Dec |
|-------|-------|-------|-------|------|-------|------|-------|------|------|-------|-------|-------|
| 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 |

Annexe 03 : Questionnaire d'enquête relatif à l'étude de la perception des changements climatiques par les éleveurs de bovins de la wilaya de Sétif

Numéro d'enquête :

Nom et prénoms :

Age :

Adresse :

Niveau scolaire :, Formation agricole :, Plus de détails :

Type d'exploitation : propriétaire, familiale....., locataire, EAI....., EAC.....

Date d'installation :, Durée d'expérience dans le domaine :

Système de production :

Laitier, Mixte laitier, Diversifiée, Mixte à viande, Engraisseur, Allaitant

PNDA :

Programme de réhabilitation de la PL :

Assurances :

Main-d'œuvre familiale :, Main-d'œuvre Salariée :, Main-d'œuvre Saisonnière :

Est-ce que tu perçois (ressens) que le temps (climat) change dans cette région ? Oui Non

Si oui : Quelles sont les types du changement climatique perçus ?

| N° | Type de CC | Oui/Non | Exemple ou année | Explication |
|----|---------------------|---------|------------------|-------------|
| 1 | Sécheresse | | | |
| 2 | Pluviométrie | | | |
| 3 | Neige | | | |
| 4 | Températures | | | |
| 5 | Vents | | | |
| 6 | Humidité | | | |
| 7 | Environnement | | | |
| 8 | Autres observations | | | |

Si oui : Quelles sont les formes du changement climatique perçus ?

1. Sécheresses ?

| N° | Forme du CC | Oui/Non | Exemple ou année | Explication |
|----|----------------------------|---------|------------------|-------------|
| 1 | Cyclicité de la sécheresse | | | |
| 2 | Prolongement de sécheresse | | | |
| 3 | Poches de sécheresse | | | |

2. Pluviométrie ?

| N° | Forme du CC | Oui/Non | Exemple ou année | Explication |
|----|--|---------|------------------|-------------|
| 4 | Retard des pluies | | | |
| 5 | Prolongement des pluies | | | |
| 6 | Arrêt précoce des pluies | | | |
| 7 | Rareté des pluies | | | |
| 8 | Inondations | | | |
| 9 | Irrégularité des pluies | | | |
| 10 | Rareté des pluies de printemps | | | |
| 11 | Pluies de printemps tardives | | | |
| 12 | Mauvaise répartition spatiale des pluies | | | |
| 13 | Forte intensité des pluies | | | |
| 14 | Tarissement des puits | | | |

3. Neige ?

| N° | Forme du CC | Oui/Non | Exemple ou année | Explication |
|----|---|---------|------------------|-------------|
| 15 | Enneigement tardive | | | |
| 16 | Arrêt précoce des neiges | | | |
| 17 | Durée d'enneigement raccourcie | | | |
| 18 | Faible quantité de neiges | | | |
| 19 | Répartition aléatoire des intervalles d'enneigement | | | |

4. Températures ?

| N° | Forme du CC | Oui/Non | Exemple ou année | Explication |
|----|---|---------|------------------|-------------|
| 20 | Excès de chaleur | | | |
| 21 | Température estivale durant l'hiver | | | |
| 22 | Température estivale pendant le printemps | | | |
| 23 | Température estivale durant l'automne | | | |
| 24 | Restriction de la période de froid | | | |
| 25 | Effet de serre | | | |

5. Humidité ?

| N° | Forme du CC | Oui/Non | Exemple ou année | Explication |
|----|--|---------|------------------|-------------|
| 29 | Brouillard | | | |
| 30 | Augmentation des niveaux de l'humidité | | | |

6. Vents ?

| N° | Forme du CC | Oui/ Non | Exemple ou année | Explication |
|----|--|-------------|---------------------|-------------|
| 26 | Sirocco | | | |
| 27 | Violence des vents | | | |
| 28 | Instabilité de la direction des vents | | | |

7. Environnement et observations ?

| N° | Forme du CC | Oui/ Non | Exemple ou année | Explication |
|----|---|-------------|---------------------|-------------|
| 31 | Assèchement des oueds | | | |
| 32 | Apparition d'SP végétales inexistantes auparavant | | | |
| 33 | Disparition d'SP végétales existantes auparavant | | | |
| 34 | Déforestation | | | |
| 35 | Chute de rendement (lait & cultures) | | | |
| 36 | apparition de maladies inconnues ds la région | | | |
| 37 | apparition d'insectes et d'animaux inconnus | | | |
| 38 | Flétrissement précoce de la végétation | | | |
| 39 | Aridité du sol | | | |
| 40 | Autres OBS | | | |

En année sèche

| Type de fourrage cultivé | Période de semi | Superficie (ha) | Superficie irriguée (ha) | Période d'irrigation | Fréquence d'irrigation | Période de fauche | RDT (Qx/ha ou Bottes/ha) | Utilisation (Foin ou ensilage) | Période de pâturage (si pratiquée) | Durée de pâturage en nombre de jours (si pratiquée) | Horaire ou durée journalière de pâturage |
|--------------------------|-----------------|-----------------|--------------------------|----------------------|------------------------|-------------------|--------------------------|--------------------------------|------------------------------------|---|--|
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |

Achat du concentré

Année ordinaire

| Type d'aliment | Automne | | | Hiver | | | printemps | | | Eté | | | Total de l'année | | |
|------------------|----------------|-----------|--------------|----------------|-----------|--------------|----------------|-----------|--------------|----------------|-----------|--------------|------------------|-----------|--------------|
| | Quantités (Qx) | Prix (da) | Montant (da) | Quantités (Qx) | Prix (da) | Montant (da) | Quantités (Qx) | Prix (da) | Montant (da) | Quantités (Qx) | Prix (da) | Montant (da) | Quantités (Qx) | Prix (da) | Montant (da) |
| [] VL | | | | | | | | | | | | | | | |
| [] engrais | | | | | | | | | | | | | | | |
| [] VL orge | | | | | | | | | | | | | | | |
| [] Maïs | | | | | | | | | | | | | | | |
| Autre [] :..... | | | | | | | | | | | | | | | |
| Autre [] :..... | | | | | | | | | | | | | | | |

Alimentation

| | Année ordinaire | | | | Année sèche | | | |
|---|-----------------|--------------------------|----------|------------------------|-------------|--|--|--|
| | saison | Composition de la ration | quantité | Fréquence de distribut | | | | |
| Vaches laitières | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| Vaches allaitantes | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| Vaches tarées | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| Génisses | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| Bovin d'engrais | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| Taureau | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| Veaux et vèles (ou l'Σ des catégories) | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |

Calculs de l'autonomie alimentaire, de l'autonomie fourragère et de l'autonomie en concentré

$$A = P/C$$

Production de viande

Année ordinaire

Préciser pour chaque vente et pour chaque marché ciblé : âge, nombre, poids et prix...si possible

| Catégorie | Age de vente | Nombre | Poids /individu (si possible) | Prix (/individu si possible) | Marché ciblé (marché de bestiaux, boucherie, restaurant, collectivités) |
|------------------|--------------|--------|-------------------------------|------------------------------|---|
| Taurillon | | | | | |
| Génisse grasse | | | | | |
| Vaches réformées | | | | | |
| autres | | | | | |
| Observations | | | | | |

Année faible ou sèche

Préciser pour chaque vente et pour chaque marché ciblé : âge, nombre, poids et prix...si possible

| Catégorie | Age de vente | Nombre | Poids /individu (si possible) | Prix (/individu si possible) | Marché ciblé (marché de bestiaux, boucherie, restaurant, collectivités) |
|------------------|--------------|--------|-------------------------------|------------------------------|---|
| Taurillon | | | | | |
| Génisse grasse | | | | | |
| Vaches réformées | | | | | |
| autres | | | | | |
| Observations | | | | | |

Pathologie (à développer aussi auprès des vétérinaires et de l'inspection vétérinaire de la DSA)

Indiquer + pour fréquence légère ++ pour fréquence moyenne +++ pour fréquence intense avec précision des conséquences dans chaque casier

| Maladie | Année ordinaire | Année sèche |
|--------------------------------|-----------------|-------------|
| Avortements | | |
| Mammites | | |
| Maladies respiratoires | | |
| Diarrhées néonatales des veaux | | |
| Maladies nutritionnelles | | |
| Fièvre aphteuse | | |
| Peste bovine | | |
| Tuberculose | | |
| Brucellose | | |
| Salmonellose | | |
| Piétin | | |
| Maladies parasitaires | | |

Coût de production du lait et de la viande**Coûts de production fourrages**

Coûts de production cultures fourragères (si possibles par espèce de fourrage cultivée : détailler sur le verso)

| Produit ou tâche | Année ordinaire | | Année sèche | |
|--|-----------------|-----|-------------|-----|
| | Total | /ha | total | /ha |
| Travaux du sol (y compris l'énergie (mazout...)) | | | | |
| Frais Semences | | | | |
| Irrigation (y compris l'énergie) | | | | |
| Autres frais | | | | |
| Récolte et conditionnement | | | | |
| Transport | | | | |
| stockage | | | | |
| totaux | | | | |

Coûts de production prairies

| Produit ou tâche | Année ordinaire | | Année sèche | |
|--|-----------------|-----|-------------|-----|
| | Total | /ha | total | /ha |
| Travaux d'aménagement (labours, semences si re-semi, énergie...) | | | | |
| Irrigation (y compris l'énergie) | | | | |
| Autres frais | | | | |
| Récolte et conditionnement | | | | |
| Transport | | | | |
| stockage | | | | |
| totaux | | | | |

Frais achats de l'alimentation (fourrages + concentrés) : voir page 3.

Frais vétérinaires (par maladie ou intervention ou la somme totale : selon la disponibilité des données)

| Maladie ou intervention vétérinaire (y compris IA ou intervention sur parturition ou autres) | Année ordinaire | | Année sèche | |
|--|---------------------------------|----------|---------------------------------|----------|
| | Fréquence (nbre de traitements) | Montants | Fréquence (nbre de traitements) | Montants |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| Total | | | | |

Frais Mains d'œuvre

| Main d'œuvre | Année ordinaire | | | Année sèche | | |
|--|-----------------|-----------------------|-------------------------------|-------------|-----------------------|-------------------------------|
| | Nbre | Nbre de jours travail | Salaire mensuel ou journalier | Nbre | Nbre de jours travail | Salaire mensuel ou journalier |
| MO Salarié | | | | | | |
| MO Familiale (préciser si payée ou non) | | | | | | |
| MO Saisonnière (détailler un par un) | | | | | | |
| Totale | | | | | | |

Amortissements

| Matériel | | Série | Prix d'achat | Année d'achat | Frais d'entretien | |
|-----------------------|-----------------------|-------|--------------|---------------|-------------------|-------------|
| | | | | | Année ordinaire | Année sèche |
| Bâtiments | Bâtiment 1 | | | | | |
| | Bâtiment 2 | | | | | |
| | Bâtiment 3 | | | | | |
| Camions | Camion 1 | | | | | |
| | Camion 2 | | | | | |
| Moissonneuses | M 1 | | | | | |
| | M 2 | | | | | |
| Tracteurs | Tracteur 1 | | | | | |
| | Tracteur 2 | | | | | |
| | Tracteur 3 | | | | | |
| Matériel de labour | Charrue 1 | | | | | |
| | Charrue 2 | | | | | |
| | Cover-crob | | | | | |
| | Rotavator | | | | | |
| | Semoir | | | | | |
| Faucheuses | Faucheuse 1 | | | | | |
| | Faucheuse 2 | | | | | |
| Botteleuses | Botteleuse 1 | | | | | |
| | Botteleuse 2 | | | | | |
| Remorque | Remorque 1 | | | | | |
| | Remorque 2 | | | | | |
| Matériel d'irrigation | Moteur 1 | | | | | |
| | Moteur 2 | | | | | |
| | Tuyauterie | | | | | |
| | Asperseur 1 | | | | | |
| | Asperseur 2 | | | | | |
| | Asperseur 3 | | | | | |
| | Gaine goutte à goutte | | | | | |
| Matériel d'élevage | Chariot traite 1 | | | | | |
| | Chariot traite 2 | | | | | |
| | Autres | | | | | |

Autres frais liés à la production de lait et/ou de la viande

| Nature du frais ou dépenses | Année ordinaire | | Année sèche | |
|--------------------------------|-----------------|----------|-------------|----------|
| | Utilisation | Montants | Utilisation | Montants |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| Total | | | | |

Annexe 05 : Charges de production, Prix de revient lait et prix de revient viande

A. Charges de production

| Année | Système | Achat Fourrages | Concentré | SFP | Ch vétérinaire | Amortissement | Ch MO S+F | Divers | Charge totale |
|---------------|---------------|-----------------|------------|-----------|----------------|---------------|-----------|-----------|---------------|
| Année normale | Laitier | 267297,33 | 724536,00 | 215777,17 | 51353,33 | 145093,13 | 198080,00 | 348264,00 | 1950400,96 |
| | Mixte laitier | 310635,00 | 949839,75 | 245251,88 | 69065,00 | 164766,36 | 193140,00 | 513560,25 | 2446258,24 |
| | Diversifié | 327441,00 | 575094,63 | 141679,77 | 33158,33 | 75765,51 | 79700,00 | 284522,04 | 1517361,28 |
| | Mixte Viande | 549904,88 | 914682,51 | 168290,34 | 44705,88 | 133278,02 | 124870,59 | 346841,01 | 2282573,24 |
| | Allaitant | 115038,06 | 526968,28 | 47954,37 | 28657,14 | 24700,86 | 60514,29 | 408563,15 | 1212396,14 |
| | Engraisseur | 617380,08 | 802241,77 | 3977,92 | 29677,78 | 129080,02 | 152800,00 | 432750,64 | 2167908,20 |
| | Total | 373269,03 | 790306,59 | 163428,37 | 47215,00 | 124765,79 | 146400,00 | 394505,31 | 2039890,08 |
| Année sèche | Laitier | 583500,00 | 922938,47 | 107451,17 | 50755,89 | 137929,15 | 135320,00 | 363194,87 | 2301089,54 |
| | Mixte laitier | 671250,00 | 1256114,75 | 114248,13 | 60497,42 | 156631,02 | 88740,00 | 526085,25 | 2873566,57 |
| | Diversifié | 448750,00 | 706477,96 | 32984,31 | 30946,86 | 72024,59 | 65900,00 | 298022,04 | 1655105,76 |
| | Mixte Viande | 914558,82 | 1202364,87 | 29921,69 | 41041,84 | 126697,42 | 71541,18 | 359870,43 | 2745996,24 |
| | Allaitant | 204712,22 | 360275,65 | 3623,29 | 28540,70 | 23481,25 | 66771,43 | 283687,27 | 971091,80 |
| | Engraisseur | 894333,33 | 961416,02 | 4011,25 | 28300,46 | 122706,69 | 71266,67 | 561428,42 | 2643462,85 |
| | Total | 657399,82 | 988237,30 | 60783,43 | 43685,62 | 118605,47 | 86505,00 | 408779,46 | 2363996,10 |

B. Prix de revient lait et viande

| | Système | QTLP (L) | QTVP | Vente Lait | Vente Animaux | Vente Paille | Vente Fumier | Total Ventes | charge | Coprt L | PRL | Copt V | PRV |
|---------------|----------------|----------|-----------|------------|---------------|--------------|--------------|--------------|------------|------------|-------|------------|--------|
| Année normale | Laitiers | 37957,04 | 319866,67 | 1579944,07 | 381333,33 | 48533,33 | 6406,67 | 2016217,40 | 1950400,96 | 436273,33 | 40,54 | 1634884,07 | 603,99 |
| | Mixte Laitiers | 34226,98 | 393552,50 | 1587591,23 | 961000,00 | 123150,00 | 4610,00 | 2676351,23 | 2446258,24 | 1088760,00 | 39,89 | 1715351,23 | 620,83 |
| | Diversifiés | 13229,51 | 257579,17 | 588964,02 | 834166,67 | 121666,67 | 5416,67 | 1550214,02 | 1517361,28 | 961250,00 | 42,04 | 716047,35 | 586,80 |
| | Mixte à viande | 13980,04 | 387018,24 | 407806,88 | 1587941,18 | 100647,06 | 17382,35 | 2113777,47 | 2282573,24 | 1705970,59 | 41,72 | 525836,29 | 590,53 |
| | Allaitant | 4411,25 | 213471,43 | 0,00 | 859285,71 | 197875,00 | 4500,00 | 1061660,71 | 1244988,43 | 1061660,71 | 41,27 | 202375,00 | 580,35 |
| | Engraisseurs | 6585,37 | 373716,67 | 84240,44 | 1891111,11 | 39083,33 | 8066,67 | 2022501,56 | 2217183,49 | 1938261,11 | 42,61 | 131390,44 | 594,05 |
| Année sèche | Laitiers | 35065,24 | 352933,33 | 1379855,40 | 692666,67 | 52533,33 | 6540,00 | 2131595,40 | 2301089,54 | 751740,00 | 44,28 | 1438928,73 | 650,44 |
| | Mixte Laitiers | 29815,54 | 434225,00 | 1137595,25 | 1372050,00 | 147025,00 | 7935,00 | 2664605,25 | 2873566,57 | 1527010,00 | 45,19 | 1292555,25 | 659,86 |
| | Diversifiés | 10891,11 | 257579,17 | 446776,55 | 1061458,33 | 85250,00 | 7083,33 | 1600568,22 | 1655105,76 | 1153791,67 | 45,56 | 539109,88 | 640,92 |
| | Mixte à viande | 10338,57 | 430474,12 | 296804,69 | 2164250,00 | 98661,76 | 15617,65 | 2575334,10 | 2745996,24 | 2278529,41 | 45,65 | 411084,10 | 643,48 |
| | Allaitant | 3324,49 | 146385,71 | 0,00 | 793071,43 | 12642,86 | 4500,00 | 810214,29 | 960059,52 | 810214,29 | 44,95 | 17142,86 | 662,05 |
| | Engraisseurs | 4662,85 | 412244,44 | 30369,78 | 2401361,11 | 21861,11 | 7066,67 | 2460658,67 | 2643462,85 | 2430288,89 | 45,92 | 59297,56 | 640,33 |

C. Prix de référence

| Produits | | Prix unitaire |
|--------------|--|--|
| semence | Avoine | 100 Da/kg |
| | Orge | 40 Da/kg |
| | Luzerne | 300 Da/kg |
| | Sorgho | 205 Da/kg |
| Mécanisation | Fioul | 13,7 Da/l |
| | Travaux du sol | 2500 Da/ ha |
| | Fauchage | 1000 Da/ heure |
| | Conditionnement | 50 Da/botte |
| | Moissonneuse | 3000 à 3500 Da/heure |
| | Semoir | 600 Da/ql |
| MO | Salaire mensuel | 18000 Da |
| | Salaire journalier | 1200 Da |
| Aliments | Paille | 250 à 350 Da en été 600 à 850 Da en Hiver |
| | Foin | 450 Da en été 1000 à 1200 Da en hiver |
| | Concentré | 2500 à 3500 Da/ql |
| | Maïs | 2800 Da/ql |
| Produits | Lait | 45 Da /l |
| | Viande | 7400 Da/kg |
| | Fumier | 2000 Da/remorque |
| | Animaux | Selon déclaration de l'éleveur |
| Autres | Assurance véhicules | Selon déclaration de l'éleveur |
| | Amortissement | Selon l'année de série (amortissement linéaire) |
| | D'autres produits ou services sont déterminés cas par cas selon les déclarations des éleveurs comme les traitements et suivis vétérinaire. | |

Annexe 06 : Questionnaire d'enquête relatif à l'étude des stratégies adoptées par les éleveurs face aux changements climatiques

Stratégies adoptées par rapport aux animaux (y compris les petits ruminants et d'autres)

Ventes d'animaux en cas de sécheresse ou d'autres aléas climatiques (préciser s'il s'agit d'un changement du système de production, d'un besoin de trésorerie ou d'autres raisons:

| Catégories | En cas de | Pourquoi (raison) |
|------------------|-----------|-------------------|
| Vaches âgées | | |
| Vaches laitières | | |
| Génisses | | |
| Vêles | | |
| Taurillons | | |
| Veaux | | |
| Ovins | | |
| Caprins | | |
| Autres | | |

Achats d'animaux en cas de sécheresse ou d'autres aléas climatiques :

| Catégories | En cas de (préciser) | Pourquoi |
|------------------|----------------------|----------|
| Vaches âgées | | |
| Vaches laitières | | |
| Génisses | | |
| Vêles | | |
| Taurillons | | |
| Veaux | | |
| Ovins | | |
| Caprins | | |
| Autres | | |

Par rapport aux races

- Est-ce que les races bovines élevées sont adaptées aux CC (supportent bien les sécheresses en terme d'exigence alimentaire, d'état sanitaire et de performances zootechniques [PL, GMD et reproduction]) ?

.....

- Est-ce que vous choisissez des races qui s'adaptent aux CC ?

.....

- Lesquelles ?

.....

- Quelles sont vos critères de choix ?
.....
- Est que vous avez les moyens pour changer les races de façon flexible, efficace et rapide ?
.....
- Lesquelles ?..
.....
- Si les moyens financiers ne suffissent pas, que faites-vous ?
.....

Reproduction

- Est-ce que vous programmez les vêlages ?
.....
- Dans quelle période ?
.....
- Pourquoi ? (est-ce qu'il y a une relation avec la disponibilité alimentaire ? la gestion des pâturages ? la gestion des stocks alimentaires ? d'autres ? expliquer ?
.....

Stratégies adoptées par rapport à l'alimentation et aux fourrages

- Recours aux stocks de sécurité ? Oui ou non ?.....
- Quel aliments (Paille, foin, concentré, autres) ?
.....
- Comment et pourquoi ?
.....

Intensification fourragère (augmentation de la P° fourragère à l'hectare?

- Comment ? (irrigation, fertilisants, traitements, choix de semences productives)
.....
- Agrandissement des surfaces cultivées ?
.....
- Choix d'SP et de variétés végétales rustiques ?.....
- Choix d'SP et de variétés végétales adaptées aux contextes climatiques et résistantes aux maladies et ravageurs ?
.....
- Gestion des pâturages ? (vaches au piquet, mise en défend, rotation des parcelles pâturées, jachères pâturées, réduction du chargement animal)
.....
- Réduction du chargement animal aux pâturages ?
.....
- Pratiques de la jachère pâturée ? (gestion, SP animales concernées, périodes, programme, importance....)
.....
- Achat de fourrage ?

Quel type, dans quelle période et pour quel but ? (foin, paille et/ou concentré)(automne, hiver ou été)(stock, utilisation direct ou utilisation pour rationnement ou engraissement)

.....
.....

Gestion des apports d’eaux et fertilisants ?

Quelles sont vos ressources en eaux ?

.....

Pour quel usage ?.....

Est-ce qu’elles sont suffisantes ?

.....

Sinon, quelles sont vos remèdes ?

.....

Quelles sont vos stratégies en matière de ressources en eau ?

.....

Irrigation ?

Systèmes d’irrigation.....

Programme d’irrigation/ culture ou prairie (tout ce qui est irrigable)

.....

Economie d’eau

Quelles sont les mesures prises en matière d’économie d’eau ?

.....

Fertilisation

Quelles sont vos sources de fertilisation si elle est pratiquée ?

.....

Est-ce que vous avez une stratégie de fertilisation d’appuie en cas de sécheresse ?

.....

Diversité des pratiques agricoles et d’élevage

Est-ce qu’il y a des changements dans les pratiques agricoles lors des aléas climatiques ?

.....

Lesquelles ?

Est-ce qu’il y a des changements dans les pratiques d’élevage (notamment bovin) les lors des aléas climatiques ? oui ou non

Lesquelles ?.....

Choix de localisation et de positionnement des activités agricoles ?

Labours, semis, traitements, irrigation, fertilisation, récoltes, fauchages, stockage, ...etc

.....

Pour bovins: traite, allaitement, pâturage, distribution à l'auge, différents soins, reproduction, IA,..etc

.....
Environnement décisionnel des éleveurs

Systèmes d'information et de conseil

- Utilisation des prévisions météorologiques

.....
- Réseaux d'avertissement relatifs aux maladies et ravageurs ...etc. (INPV, DSA, Inspections vétérinaires, APC)

.....
- Association d'éleveurs et conseils collectifs

.....
Cadres conceptuels d'adaptation

Est-ce que vous planifiez les mesures d'adaptation ou bien en réponse aux aléas (réaction direct) ?

.....
Est-ce que cela en groupe de producteurs ou de façon individuelle ?

.....
Pluriactivité

Est-ce que vous avez d'autres revenus (activités) non agricoles sur lesquelles vous vous basent pour financier les différentes mesures d'adaptation face aux aléas ?

.....
Lesquels

A quel niveau d'appui ? %

.....
Sinon, quelles sont les procédures que vous effectuez pour le financement ?

.....
Est-ce que vous faites recours aux crédits bancaires

.....
Est-ce que vous assurez votre cheptel, votre capital et vos différents biens ?

.....
Enfin, quels sont les véritables problèmes que vous rencontrez en de l'élevage bovin (aussi dans les autres activités) ?

.....

Typology of cattle farming systems in the semi-arid region of Setif: diversity of productive directions?

Z Far and H Yakhler¹

Department of Agronomic Sciences, University of Sétif, 19000, Algeria

Farzahir@yahoo.fr

¹Department of Animal Productions, ENSA El-Harrach, 16200 Algiers, Algeria

Abstract

This study, conducted on 148 cattle farms in semi-arid region of Setif, aims to determine through a typology, the diversity of cattle farms and productive orientation. The Principal Components Analysis (PCA) identified six cattle farming systems that differ regarding herd size and its racial composition, in addition to food supply, fodder system and economic performance.

More than 70% of farmers prefer preserving the mixed nature of their breeding and consider specialization as a risk without guarantee in the future. Thus, the average size herds are dairy strict or beef mixed and large herds are rather dairy mixed. In contrast, small herds are especially beef fattening. This last type is zero grazing or with poor fodder areas. Local breeds are conducted also in grazing dairy system. Finally, the association of cattle to small ruminants follows the following logic in the area management; the more important is the size of grazing area the more diversified are farms.

Keywords: Algeria, beef, dairy, forage areas, mixed, productive orientation.

Introduction

Considerable development of cattle breeding is taking place in the semi-arid region of Setif. With 135 thousand heads of cattle representing 9.3% of the national herd (MARD 2003), this province ranks in the first position in cattle production. Although sheep breeding is a basic speculation in this region (Abbas et al 2002), cattle gradually integrated into production systems resulting in significant animal diversity. We note, with the strong presence of cereal breeding association, the existence of several sub orientations: cultivation of cereals and strict sheep farming, small ruminants and rangelands, truck farming and cattle breeding, poly-culture and sheep and cattle breeding and also a strong presence of dairy cattle (Abbas and Madani 2005). Several studies confirm that the diversity of production systems result from the combination of physical and climatic conditions and structural factors of agricultural units that lead into various forms of organization (Madani and Abbas 2000; Benniou and Aubry 2009; Far 2007; Bir 2008).

What are the production strategies adopted by farmers in an unfavorable climate and facing several socio-economic and agro-ecological constraints? Do breeders choose to specialize in dairy production supported for a long time by the government through various development programs (MARD 2012) or engage in beef production with regard to the attractiveness of an ambitious market or even prefer to preserve the mixed nature of activities (beef _ dairy system) and diversify their product, a path that shows according Far and Yakhlef (2012) considerable flexibility to climate and economic hazards? To answer these questions, this

work attempts relying on a typology of cattle farming systems that have emerged in the semi-arid region of Setif, to identify the relationship between food resource especially fodder availability, forage system adopted and the degree of specialization in dairy or beef of each breeding type.

Materials and methods

Presentation of the study area

Located in Algerian high plains region the Setif province occupies a central position and is a crossroad linking the regions of East and South East to the Centre of the country (CENEAP 2011). It is characterized by a semi-arid climate and receives between 200 and 600 mm of rainfall per year. This region for cereal and sheep farming vocation has in recent years a considerable development of mixed farming including marked crops, cattle and poultry. Today, the agricultural sector is characterized by a wide diversity of production systems.

Data collection and methodology analysis

Investigations were conducted on 148 farms in the semi-arid region of Setif to gather information about cattle farming activities. Then, a typology of cattle farming systems has been performed with the data collected. It considered the elements defining a farming system namely farm size (AL, LU and cattle herd), the structure of cattle herd (dairy cows, beef and racial composition), food resource (forage area, grassland, fodder crops and grazed area) and economic performances of cattle activities (sale of milk and livestock). Statistical analyzes were performed by SPSS 18.0 software [2010]. A principal component analysis (PCA) of a set of ten (10) discriminating quantitative variables (Table 01) was applied to the data. Finally, a hierarchical clustering (HCA) was performed to identify classes of livestock farming systems to synthesize the diversity of situations and trends observed.

The farm typology is a useful tool to provide an initial assessment of cattle farms management in a context dominated by the lack of reliable and updated references (no databases of cow performance). Furthermore, this tool also provides a means to target future interventions in agricultural development by adapting measures for each type of farming duly identified (Sraïri 2004).

Table 1. Variables used for Principal Component Analysis (PCA)

| Variables | Designation |
|-----------|---|
| TLH | Total livestock herd (LU) |
| CH | Cattle herd (LU) |
| DC | Dairy cows (LU) |
| PC | Part of cattle (%) |
| TFA | Total fodder area (Ha) |
| PG | Part grass (%) |
| OF | Offer feed (Ha/LU) |
| DNC | Duration of nursing calves (month) |
| QMS | Quantity of milk sold per cow per year (liters) |
| SAC | Sale of animals per cow (%) |

The preceding variables have been defined as follows:

- Total livestock herd (TLH) = Sum of numbers of cattle, sheep and goats converted in LU;
- Part of cattle (PC) = [Cattle /Livestock number] x 100 (in %);
- Part grass (PG) = [grass area /total fodder area] x100 (in %);
- Offer feed (OF) = [total fodder area/ cattle herd] (in Ha / LU);
- Sale of animals per cow (SAC) = [Sum of sales of beef, heifers and cull cows except early sales of calves].

Results and discussion

Characteristics of farms

The variables describing the farms in our sample are shown in Table 02. The Used Arable Area (UAA) of farms varies from 0 to 45 ha with an average of 22 ha. The small farms predominate as 60% of them have less than 20 ha. Farm size is also strongly linked to legal status. According to the last agricultural census (GAC), more than 72% of farms are privately owned and 84% of them hold less than 20 ha (MARD 2003). Cultivated areas average is 12 ha against nearly 3 reserved to fallow. In the Mediterranean regions, usually provided with poor water potential, fallow still remains; it represents 9% of the fodder supply (Abbas and Abdelguerfi 2005) and plays a significant role in food complementarity especially for sheep. Finally, the part of the fodder area average is 7 ha representing 32% of the UAA. Farmers rely increasingly on fodder crops (69% of the SFP) while natural grasslands are used for grazing much more and represents 31% of the principal fodder area.

Herd size, mainly consisting of 83% of cattle, nearly 16% of sheep and only 1% of goats is about 20 LU. Farms are characterized by the combination cattle - sheep in 98% of cases. The traditional character of the association cereal - livestock (sheep and cattle) in the high plains region of Setif is seen as the result of farms sustainability strategies combining a structural and climatic adaptation which is interpreted according to Benniou (2008) by the extensive nature of cereal and fodder little mechanized system. Goat for its part is only present in 28 farms with a small herd (0.18 LU) equivalent to less than 2 animals per farm. That is generally farmed in silvopastoral grazing in north region and marginal grazing in the south of the high cereal plains region of Setif.

Cattle herd was composed in majority (44%) of dairy cows with 10 cows on average and varied between 3 cows in small farms and 19 cows in large herd. Other cattle categories (heifers, beef and calves) seem to have the same size within studied farms with average of 3 heads (14% of total cattle each). However, the standard deviations are high (Table 02), the fact that shows a significant heterogeneity and diversity in possible orientations from farm to another. This tendency is similar to the results obtained by Far (2007) who reported that dairy cows represent 43% of cattle herd and replacement heifers and beef are comparable with an average of 10%. The author explains this herd structure by the mixed vocation of cattle activities in this region.

Economic results relating to the sale of milk shows a small amount of milk sold per cow per year; it is an average of about 1760 ± 1029 liters. Indeed, eight farms of them do not sell milk and the others sell amount ranging from 305 to 3434 liters of milk per cow per year.

Sale of fattening animals concerns mainly beef calves, and to a lesser extent cull cows and heifers especially during periods of high consumption of meat (month of Ramadan, the sacred feasts and weddings). The average sales per studied farm are to $51 \pm 30\%$. These sales ranged from 0% in dairy farms to 100% in some beef farms.

Table 2. General Characteristics of Studied Farms

| | Parameters | Min | Mean (Standard deviation) | Max | % |
|--------------------------|----------------------|------|---------------------------|--------|--------------------|
| Land | UAA (Ha) | 0 | 22.08 (19.53) | 145 | - |
| | Irrigated Area (Ha) | 0 | 5.22 (4.94) | 25 | 23.64 ^a |
| | Cultivated Area (Ha) | 0 | 12.19 (13.94) | 90 | 55.21 ^a |
| | PFA (Ha) | 0 | 7.06 (4.28) | 19 | 31.97 ^a |
| | Fallow (Ha) | 0 | 2.84 (4.52) | 46 | 12.86 ^a |
| Exploited species | TLH (LU) | 8.95 | 19.84 (6.90) | 37.75 | - |
| | Cattle herd (LU) | 5.20 | 16.54 (6.39) | 33.25 | 83.37 ^b |
| | Sheep (LU) | 0 | 3.11 (2.15) | 12 | 15.67 ^b |
| | Goats (LU) | 0 | 0.18 (0.49) | 3.15 | 0.95 ^b |
| Bovine workshop | Cattle herd (LU) | 5.2 | 16.54 (6.39) | 33.25 | - |
| | Dairy cows (Heads) | 3 | 9.71 (3.79) | 19 | 43.89 ^c |
| | Heifers (Heads) | 0 | 2.99 (2.13) | 9 | 13.52 ^c |
| | Calf female (Heads) | 0 | 3.26 (2.02) | 9 | 14.74 ^c |
| | Calf male (Heads) | 0 | 3.29 (1.86) | 8 | 14.87 ^c |
| | Beefs (Heads) | 0 | 2.87 (1.72) | 7 | 12.97 ^c |
| Economic results | QMS (L/cow/year) | 0 | 1760 (1029) | 3434 | - |
| | SAC (%) | 0 | 50.67 (29.66) | 166.67 | - |

UAA: Used Arable Area; PFA: Principal fodder area; TLH: Total Livestock herd; QMS: Quantity of milk sold per cow per year (liters); SAC: Sale of animals per cow (%).a: % to UAA; b: % to TLH; c: % to Cattle herd

Results of principal component analysis (PCA)

The first three factorial axes accumulate 87% of total variability. The F1 axis alone explains 58% of information; the F2 and F3 axes explain respectively 20 and 10% (Table 03). The projection of variables on the principal axis F1xF2 is reported in Figure 01.

Table 3. Contribution of Variables to Axes F1 and F2 of PCA

| Axe | Definition of axis | | Proportion (%) | Cumulative variation (%) |
|-----|--------------------|---------------------|----------------|--------------------------|
| | Variable | Corrélation to axis | | |
| F1 | DC | 0.81 | | |
| | PC | 0.63 | | |
| | PFA | 0.95 | | |
| | OF | 0.78 | | |
| | DN | - 0.70 | | |
| | QMS | 0.88 | | |
| F2 | SAC | - 0.82 | 57.66 | |
| | TLH | 0.73 | | |
| | CH | 0.59 | 19.68 | 77.33 |
| F3 | PG | 0.83 | 10.16 | 87.49 |

TLH: Total Livestock herd (LU); CH: cattle herd (LU); DC: dairy cows (LU); PC: part of cattle (%); PFA: principal fodder area (ha); OF: Offer feed (ha/LU); PG: Part of grass (%); DN: Duration of nursing calves (Month); QMS: Quantity of milk sold per cow per year (liters); SAC: Sale of animals per cow (%)

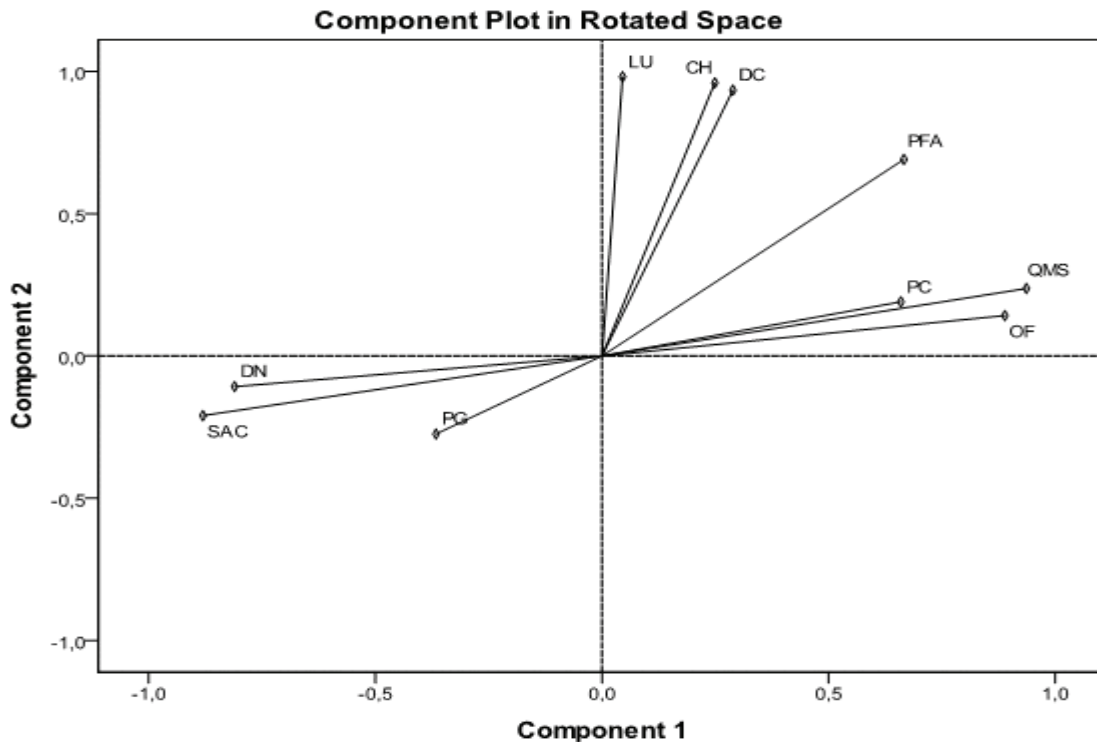


Figure 1. Projection of variables on F1x F2 Principal Plan of PCA

TLH: Total Livestock herd (LU); CH: cattle herd (LU); DC: dairy cows (LU); PC: part of cattle (%); PFA: principal fodder area (ha); OF: Offer feed (ha/LU); PG: Part of grass (%); DN: Duration of nursing calves (Month); QMS: Quantity of milk sold per cow per year (liters); SAC: Sale of animals per cow (%)

The first axis (F1) is positively correlated with variables reflecting specialization in dairy production (DC: $r = 0.81$ and QMS: $r = 0.87$) and negatively with variables reflecting the beef production (DA: -0.70 and AVV $r = -0.81$). It is also positively correlated with variables expressing fodder area and management (SFP: $r = 0.95$ and OF: $r = 0.78$) as well as those revealing the level of animal species diversity (PC: $r = 0.63$). This axis opposes dairy farms to farms practicing beef production. It can thus be regarded as the axis determining productive orientation of cattle farms. In addition, it illustrates the level of diversification and farm feed autonomy.

The second axis (F2) is positively correlated with variables related to herd size (TLH: $r = 0.73$ and CH: $r = 0.59$).

The third axis is correlated with the F3 variable expressing the forage system practiced by farmers (PG: $r = 0.83$). This axis can be considered as the axis distinguishing farms with grassland system from those with crops fodder system (Figure 01).

Identified farm types

The principal components analysis (PCA) followed by hierarchical clustering (AHC) has identified six (06) types of cattle farms with mainly mixed orientation (dairy - beef) but specialized more according to herd size, structure and racial composition and according to food supply including areas reserved to fodder, the level of milk production and the importance of beef unit (Table 04, Figure 02).

- **Type 1. Dairy Farms**

This system represents 16% of study farms (23 dairy farms). These farms are grouped into positive values on the F1 axis (Figure 02). The average herd size (nearly 17 LU) is almost exclusively cattle. They are composed of 62% of dairy cows and dominated by exotic

Holstein and Montbeliard breeds. Both races are recognized to be higher milk producing cows. In France, the reference lactation of Holstein and Montbeliard are respectively 10751 kg and 7924 kg (Institut d'élevage / FCEL., 2011). Feed supply is high. Nearly 60% of the UAA is devoted to fodder (11 ha or 0.65 ha of FA / LU) supported by a feed system based on irrigated forage; permanent grassland is only 24% of the FA. These farms achieve a level of milk production, expressed in quantity of milk sold per cow per year of about 3234 liters. This is a much higher level of production in comparison with the average level (1760 liters) and with that obtained by Mouffok (2007) in the same region (2800 liters / cow / year). However, it is relatively low if compared to the level of races exploited and to the importance of available fodder area. According to Sraïri (2004), similar dairy farms in the region of Rabat-Salé in Morocco, record milk yields between 3310 and 4231 kg of milk / cow. In the same country, Boujenane and Aïssa (2008) reported a reference lactation of 6239 kg for Holsteins and 5617 kg of milk for the Montbeliard breed.

- **Type 2. Dairy mixed farms**

Totalling 36 farms (24% of the sample) projected on the F1 x F2 plan with mainly positive values on both axes, this type is, compared to other groups, large herds averaging 26 LU including 23LU of cattle. The part of dairy cows was 55% dominated by the Montbeliard breed. This breed is most used in mixed farms and small dairy farms, whereas it is associated with the Friesian and Holstein in farms more oriented towards milk production (Mouffok 2007). The average of the principal fodder area was 11.42 ha (34% of UAA) offered nearly 0.5 ha FA / LU. These herds were oriented for dairy production and sold annually equivalent 2676 liters of milk per cow. In parallel, we note the presence of a beef production unit (17% of the total cattle population) associated with a small sheep herd (17.53 heads in average). Sales of animals are around 31%.

- **Type 3. Diversified farms**

This type of farms represents 11.5% of the whole studied farms (17 farms). With scattered values around the center of F1xF2 plan between the two mixed systems, farms of this type are closer to the beef mixed system than to the dairy mixed system. They are marked by the diversity of species (cattle, sheep and goats) and of farmed cattle breeds, and by the importance of sheep herd (over 40 heads) and fallow (5.12 ha). Herds total 19 LU in average with 12 LU of cattle (62%) including 8 dairy cows. The fodder area average is 5 ha and offers 0.44 ha / LU of cattle. Breeders in this system give more importance to pasture. In addition to fallow grazed by small ruminants, feed system is defined by a grassing system with more than 41% of natural grassland areas reserved for pasture and, within eight farms in a silvopastoral system met the foothills of the mountains in the northern region. Finally, the economic performance of this farms class is on the average compared to other classes; the average amount of milk sold per cow is 1812 liters and the sale of animals is approximately 49%. However, milk production of this type is more variable and more dependent on climatic conditions. During rainy years, the surfaces of pasture are good and contribute to increase produced milk; milk sales then extend over 8 months a year. Conversely, in years of low rainfall, milk production drops and ranchers invest more in beef production.

- **Type 4. Beef mixed farms**

The beef mixed orientation is most marked in the region of Setif. This type of farming characterizes 52 farms (35% of total farms number) with medium herd size (20 LU). They are near the center of the principal plan F1xF2 with negative values on the F2 axis. Herds consist of 80 % of cattle associated to 25 head of sheep in average. Dairy cows dominate with 58% and beef unit accounted for 25% of total cattle. Therefore, these farms dominated by Montbeliard breed, are of moderately low forage autonomy (0.3 ha FA / LU) assured at 69%

by fodder crops against 31% of natural grasslands. The feed system is supported by the presence of fallow (nearly 3 ha or 17% of UAA) valued mainly by sheep but also used by cattle during food deficit periods. Farms are characterized by a mixed productive vocation (dairy - beef) rather oriented towards beef production. Sales of animals per cow reached 61% while milk production is limited to 1044 liters of milk sold per cow per year. In fact, milk is used for calf feeding for more than four months.

- **Type 5. Beef suckling farms**

This type is the least important of the identified systems. It includes eight farms which represent 5.4% of the sample and are concentrated with negative values on the two axes F1 and F2 of the principal plan. This system corresponds to farmers owning 16 LU herd on average. Cattle represent more than two thirds of ruminant species with about 7 suckler cows and 4-6 heaves either fattened or sold without fattening (farmers keep only 1 at 2 heifers for replacement, the rest is for the production of meat). For all farmers, cattle are associated with sheep with an average of 30 heads. Goats are present in 5 farms but their number is rather small (5 to 12 heads). Farms of this type are characterized by a grass food system more or less autonomous. These farms are characterized by the absence of milk sales, a product exceptionally reserved to feed calves for almost six months and home self-consumption. The level of milk production of the predominant race (Brown of Atlas) is very limited; it ranges between 900 and 1400 liters of milk for a lactation of 4 to 6 months (Yakhlef 1989). However, this breed is used for beef production. Finally, cows sales are around 70% per year.

- **Type 6. Small beef farms**

This type consists of 12 farms (8.1%) of all study farms. They are projected with negatively high values on both axes F1 and F2 of the principal plan. The size of the cattle herd is low; 10.6 LU with only 4.7 dairy cows. The majority of cattle are Montbeliard or cross-breed. However, some farms used local breed. The area reserved to fodder is low; it averages only 1.23 ha that represent 0.12 ha / LU. We so note that six farms (50% of this type) do not have land (zero-grazing). Therefore, milk production remains low and its sale is secondary. It is mainly intended to feed calves (for about 5 months) and family consumption; the amounts of milk sold per cow per year directly especially to neighbors do not exceed 400 liters. This type is mainly based on fattening beef with a herd of 62% of total cattle. Sales of animals reach 120% per cow per year equivalent to an average of 5.58 heads.

These results agree with those obtained by Sraïri (2004) in the region of Sidi Allal Tazi (Scope of Gharb) in Morocco where landless farmers who operate small herds of local breed with less than 1 ha UAA benefit from the fattening of cattle destined for sale.

Table 4. Characteristics of types of cattle farms identified

| Variable | Dairy Farms | Dairy mixed farms | Diversified farms | Beef mixed farms | Beef suckling farms | Small beef farms |
|----------|-------------|-------------------|-------------------|------------------|---------------------|------------------|
| Number | 23 | 36 | 17 | 52 | 8 | 12 |
| % | 15.54 | 24.32 | 11.49 | 35.13 | 5.40 | 8.11 |
| TLH | 16.99 | 26.05 | 18.62 | 19.76 | 15.98 | 12.77 |
| CH | 16.73 | 23.40 | 11.56 | 15.81 | 11.44 | 10.58 |
| DR | H & M | M | M & BA | M | BA | C & BA |
| DC | 10.35 | 12.75 | 7.53 | 9.13 | 6.87 | 4.75 |
| PC | 98.81 | 89.88 | 62.09 | 79.95 | 71.66 | 82.87 |

| | | | | | | |
|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| UAA | 23.22 | 39.38 | 23.03 | 17.29 | 18.91 | 6.87 |
| FLW | 1.02 | 3.18 | 5.12 | 2.95 | 3.25 | 1.19 |
| PFA | 10.92 | 11.42 | 5.04 | 4.81 | 3.78 | 1.23 |
| PG | 24.13 | 14.65 | 41.57 | 31.03 | 94.15 | 34.44 |
| OF | 0.65 | 0.48 | 0.44 | 0.30 | 0.333 | 0.12 |
| DN | 2.84 | 3.36 | 3.56 | 4.22 | 5.87 | 4.85 |
| QMS | 3234 | 2676 | 1813 | 1044 | 0.00 | 392 |
| SAS | 10.57 | 31.45 | 48.86 | 61.35 | 69.59 | 120 |

TLH: Total Livestock herd (LU); CH: cattle herd (LU); DR: dominant race; H: Holstein; M: Monbeliard; BA: Brown atlas; C: Cross breed; DC: dairy cows (LU); PC: part of cattle (%); PFA: principal fodder area (ha); OF: Offer feed (ha/LU); PG: Part of grass (%); DN: Duration of nursing calves (Month); QMS: Quantity of milk sold per cow per year (liters); SAC: Sale of animals per cow (%)

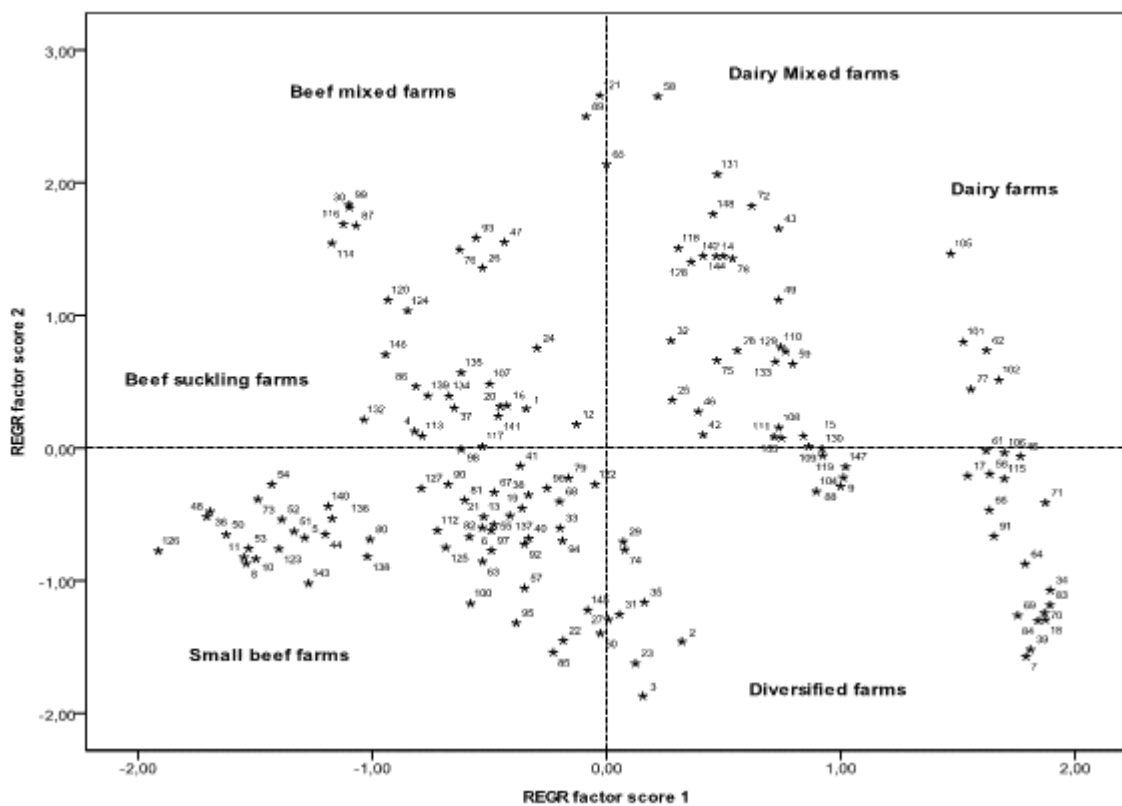


Figure 2. Projection of types of cattle breeding on principal plan of PCA

Conclusion

- This study conducted on 148 herds confirms the trend towards diversification of cattle farming in the semi-arid region of Setif on functional, structural and organizational levels, a new trend that strongly contributes to the sustainability of animal production, but also to the adaptability and resilience of farms face to market, economic and climatic constraints.
- The productive orientation of cattle production system is defined firstly, by farming practices (feeding, beef unit, animal sales, females breeding and integration of exotic breeds) and, secondly, by food availability itself determined by the importance of land area and water resources especially subsurface irrigation.

- Six types of cattle farms emerge from the principal component analysis (PCA). Except the second and sixth type whose herds are respectively large and small, other types of farms hold an average herd size but adopt different strategies. The first type, specializing in dairy production is characterized by the strong presence of dairy cows dominated by exotic breed, high forage autonomy and a forage system based on irrigated crops; while types "mixed beef" and "diversified farms" give more importance to beef production and use similar technical approach. However, within the "diversified farm" type sheep and fallow are the most important. As for the "suckling" type, it keeps animals for local breed and is characterized by a natural grassland system. Breeders of this type do not sell milk; it is intended to calves and domestic consumption. Large herds are "dairy mixed farms". This orientation is dictated primarily by the importance of means of production. Finally, the last type is that of small beef farms that is characterized by reduced herd size, low land area and the practice of fattening cattle for market.
- In addition, the mixed cattle activities are typical in more than 70% of farms. It seems that the breeders of the Setif region do prefer venturing mainly into dairy specialization. Thus, the diversity of farms and especially of productions can be at the center of farmers strategies to safeguard this economic activity in front of the uncertainty of climate and market.

References

- Abbas K, Abdelguerfi A 2005** Perspectives d'avenir de la jachère pâturée dans les zones céréalières semi-arides. *Revue Fourrages*, n° 184: 533-546. From <http://www.afpf-asso.org/download.php?type=1&id=1600&statut=0>
- Abbas K, Madani T, Ben Cheick EH et Merouche L 2002** Systèmes d'élevage ovin en zone semi-aride céréalière: taille d'exploitation et caractère pastoral. *Revue New Medit*, n° 1: 50-55. From http://www.iamb.it/share/img_new_medit_articoli/354_50abbas.pdf
- Abbas K et Madani T 2005** Place des systèmes de production animale en zone semi-aride algérienne: transformation et tendances dans la région de Sétif. 12ème Rencontres des Recherches sur les Ruminants (3R), Paris 2005 (France) n°12: 208. From http://www.journees3r.fr/IMG/pdf/2005_systemes_12_abbas.pdf
- Benniou R et Aubry C 2009** Place et rôle de l'élevage dans les systèmes de production agricole en régions semi-arides de l'est de l'Algérie. *Revue Fourrage*, n°198: 239-251. From <http://www.afpf-asso.org/download.php?type=1&id=1745&statut=0>
- Benniou R 2008** Les systèmes de production dans les milieux semi-arides en Algérie: Analyse agronomique de leur diversité et des systèmes de culture céréalières dans les hautes plaines sétifiennes. Thèse de Doctorat. Institut National Agronomique d'El-Harrach, Alger, 293p.
- Bir A 2008** Essai d'adaptation de la méthode des indicateurs de durabilité des exploitations agricoles (IDEA) au contexte de l'élevage bovin laitier de la zone semi-aride de Sétif. Mémoire de Magister. Institut National Agronomique d'El-Harrach, Alger, 122p.
- Boujenane I et Aïssa H 2008** Performances de reproduction et de production laitière des vaches de race Holstein et Montbéliarde au Maroc. *Revue d'Élevage et de Médecine vétérinaire des Pays tropicaux* n° 61 (3-4) : 191-196. From http://remvt.cirad.fr/cd/derniers_num/2008/EMVT08_191_196.pdf
- Bouslikhane M 1998** Tropical theileriosis (*Theileria annulata*) in Morocco: epidemiology and economic investigations. Ph D thesis. The university of Reading. UK.

CENEAP (Centre National d'Etude et d'Analyse pour la Population et le Développement) 2011 Le développement durable intégré de vingt-trois communes de la wilaya de Sétif: Synthèse. CENEAP 2011. 5p. From http://www.ceneap.com.dz/Pdf/SETIF_%20Synthese.pdf

Far Z et Yakhlef H 2012 Trajectoires d'évolution de la durabilité agroécologique des systèmes d'élevage bovin dans le contexte semi-aride de Sétif (Algérie). 19ème Rencontres des Recherches sur les Ruminants (3R), Paris (France) n°19: 410. From http://www.journees3r.fr/IMG/pdf/Texte_10_innovation_Z-Far.pdf

Far Z 2007 Evaluation de la durabilité des systèmes agro-pastoraux bovins dans le contexte de la zone semi-aride de Sétif. Mémoire de Magister. Institut National Agronomique d'El-Harrach, Alger, 138p.

Faye B et Alary V 2001 Les enjeux des productions animales dans les pays du Sud. INRA Productions Animales, n° 14: 3 - 13.

Institut de l'élevage/France conseil Elevage (FCEL) 2011 Résultats 2010 du contrôle laitier des races bovines françaises. In: FGE., 2011. La France, sélection laitière et progrès génétique. France-Génétique-Elevage (FGE), juin 2011. From http://fr.france-genetique-elevage.org/IMG/pdf/fge_selection_des_races_bovines_laitieres-2.pdf

Madani T et Abbas K 2000 Analyse de la structuration et de l'organisation de l'entreprise agricole en région semi-aride. Congress of the contribution of the scientific research and the new technologies in the development and the value enhancement of the arid and semi-arid region. El-oued, Algérie, 2000. 8p.

MADR (Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural) 2003 Recensement général de l'Agriculture (RGA): Rapport général des résultats définitifs. MADR, juin 2003, 125p. From <http://www.minagri.dz/pdf/RGA%20rapport%20general.pdf>

MADR (Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural) 2012 Le renouveau agricole et rural en marche: Revue et perspectives. MADR, mai 2012, 95p. From http://www.minagri.dz/pdf/Divers/Juillet/LE_RAR-FR.pdf

Mouffok Ch 2007 Diversité des systèmes d'élevage bovin laitier et performances animales en région semi-aride de Sétif. Mémoire de Magister. Institut National Agronomique d'El-Harrach, Alger, 184p.

Statistical Package for the Social Sciences 2010 SPSS. 18.0. Inc. Chicago: M. J. Norusis.

Sraïri M T 2004 Typologie des systèmes d'élevage bovin laitier au Maroc en vue d'une analyse de leurs performances. Thèse de Doctorat. Faculté universitaire des Sciences agronomiques de Gembloux, Belgique, 213p From <http://tel.archives-ouvertes.fr/docs/00/42/35/12/PDF/TheseEntiereWord.pdf>

Yakhlef H 1989 La production extensive du lait en Algérie. In: Tisserand JL (ed.). Le lait dans la région méditerranéenne. Paris : CIHEAM, 1989. p 135-139 (Options Méditerranéennes : Série A. Séminaires Méditerranéens; n 6). Rabat, Maroc. From <http://www.om.ciheam.org/om/pdf/a06/CI000475.pdf>

| | | |
|------------------|------------|-------------|
| Received | Accepted | Published |
| 24 February 2015 | 7 May 2015 | 1 June 2015 |

Résumé

L'élevage bovin occupe une place importante dans la région de Sétif. Le climat semi-aride de celle-ci, constitue un handicap au développement des activités agricoles et d'élevages. De plus, la région est fortement soumise aux effets du changement climatique. La problématique sur l'adaptation et la flexibilité des élevages bovins face au changement climatique, s'impose donc avec acuité. De ce fait, la présente étude aborde la question du changement climatique comme facteur d'influence sur l'efficacité des systèmes d'élevage bovin, de leur sensibilité et de leur flexibilité et sur la perception des éleveurs et leurs réponses au phénomène. Le premier résultat de ce travail est la mise en évidence de la diversité des systèmes d'élevages bovins : six systèmes d'élevage ont été identifiés par l'analyse en composantes principales, réalisée sur 148 exploitations. L'évolution du climat local a été ensuite analysée. Les résultats confirment l'évènement des changements avec moins de pluies (-90mm), plus de chaleurs (+1°C) surtout les minimas (+1,25°C) et des sécheresses jusqu'à l'automne. L'étude de la perception auprès de 80 éleveurs montre que ces changements sont perçus différemment selon l'âge et selon le système d'élevage. Les résultats dévoilent également la sensibilité des élevages bovins à la sécheresse. L'autonomie alimentaire totale diminue au-dessous de 30%, celle en fourrages régresse de 11% et celle en concentré n'atteint pas 5%. Les charges de production augmentent de près de 16% et, par conséquent, le prix de revient des produits augmentent de 10% et de 8,5% respectivement pour le lait et pour la viande. La production de lait s'avère, en moyenne, déficitaire de 1,23DA lors des sécheresses. Enfin, l'étude des stratégies d'adaptation, menée auprès de 30 éleveurs, a permis de discerner plusieurs réponses adaptatives face au changement climatique. Les réponses les plus pertinentes sont la diversité des productions, le stockage d'aliments de sécurité et la tendance vers l'engraissement. L'analyse de la flexibilité montre que les élevages diversifiés sont les plus flexibles face aux crises de nature climatique. Les élevages mixtes sont plastiques alors que les élevages allaitants semblent être élastiques grâce leur autonomie et leur robustesse. Cependant, les élevages laitiers s'avèrent moins flexibles et plus sensibles aux sécheresses. Enfin, les élevages à l'engrais sont plutôt rigides.

Mots clés : changement climatique, élevage bovin, impact, flexibilité, semi-aride, Sétif.

ملخص

تحتل تربية الأبقار مكانة مهمة بمنطقة سطيف غير أن المناخ شبه الجاف لهذه الأخيرة يشكل عائقا لتطوير الزراعة والثروة الحيوانية. إضافة إلى ذلك، فإن المنطقة معرضة بشدة لتأثيرات تغير المناخ. ولهذا نطرح إشكالية تكيف ومرونة مزارع الأبقار تجاه تغير المناخ بحدود. تبعا لذلك، تتناول هذه الدراسة مسألة تغير المناخ كعامل من عوامل التأثير على كفاءة مزارع الأبقار، حساسيتها ومرونتها وكذلك على ادراك المزارعين وردود أفعالهم تجاه هذه الظاهرة. أول نتيجة لهذا العمل هو الدلالة على تنوع نظم تربية الماشية: تم تحديد ستة نظم من خلال تحليل المكونات الرئيسية، التي أجريت على 148 مزرعة. بالنسبة لتحليل تطور المناخ المحلي أكدت النتائج حدوث التغيير المناخي مع أقل أمطار (-90مم)، أكثر حرارة (+1°C) خاصة درجات الحرارة الدنيا (+1,25°C) والجفاف حتى الخريف. وتشير دراسة الإدراك المنجزة على 80 مزارع أن هذه التغييرات ينظر إليها بشكل مختلف اعتمادا على نظام التربية و السن. كما كشفت النتائج حساسية مزارع الماشية من الجفاف حيث انخفض إجمالي التغذية الذاتية إلى أقل من 30%، وانخفض العلف بنسبة 11% ولا يتعدى الغذاء المركز نسبة 5%. كما ارتفعت تكاليف الإنتاج بنحو 16%، وبالتالي، فزيادة تكلفة المنتج تقدر بـ 10% و 8,5% على التوالي بالنسبة للحليب واللحوم. أيضا، تم تسجيل عجز في إنتاج الحليب بمعدل 1.23 دج خلال فترات الجفاف. وأخيرا، فإن دراسة استراتيجيات التكيف، التي أجريت على 30 مزارعا، مكنت من تمييز عدة استجابات تكيفية لتغير المناخ. الإجابات و الأكثر تداولاً منها هي تنويع المنتجات ، تأمين تخزين الغذاء والاتجاه نحو التسمين. ويظهر تحليل المرونة أن المزارع المتنوعة الانتاج هي الأكثر مرونة تجاه الأزمات المرتبطة بالمناخ. أما المزارع مختلطة فهي بلاستيكية في حين تتميز المزارع المعتمدة على الارضاع بالتمدد بسبب استقلاليتها ومثانتها. وعلى العكس، فإن مزارع الألبان أقل مرونة وأكثر حساسية للجفاف. و أخيرا، تعد مزارع التسمين صلبة نوعا ما.

الكلمات المفتاحية : تغير المناخ، تربية الأبقار، التأثير، المرونة، شبه جاف، سطيف.

Abstract

Cattle breeding have an important place in the Setif region. The semi-arid climate of the latter is a handicap to the development of agriculture and livestock. In addition, the region is highly exposed to the effects of climate change. So, the question of adaptation and flexibility of cattle farms to climate change is acutely required. Therefore, this study addresses the issue of climate change as a factor of influence on the efficiency of cattle farms, their sensitivity and their flexibility and the perception of farmers and their responses to the phenomenon. The first result of this work is the demonstration of the diversity of farming systems cattle: six farming systems have been identified by the principal component analysis, performed on 148 farms. The evolution of the local climate was then analyzed. The results confirmed the event of changes with less rain (-90mm), more heat (+ 1 ° C) above the minima (+ 1.25 ° C) and drought until fall. The study of perception among 80 farmers shows that these changes are perceived differently depending on the age and the farming system. The results also reveal the vulnerability of cattle farms to drought. The total food autonomy decreases below 30%, the forage autonomy fell by 11% and that of concentrate don't reached the 5%. Production charges increased by almost 16% and, consequently, the cost price increase by 10% and 8.5% respectively for milk and meat. Milk production turns an average deficit of 1,23DA during droughts. Finally, the study of adaptation strategies, conducted among 30 farmers, helped to discern several adaptive responses to climate change. The most relevant answers are productions diversity, storage of food security and the trend toward beef fattening. The flexibility analysis shows that the diversified livestock are the most flexible deal with climate-related crises. Mixed farms are plastic while suckling farms appear to be elastic because of their autonomy and robustness. However, dairy farms are less flexible and more susceptible to droughts. Finally, farms for fattening are rather rigid.

Keywords: climate change, cattle, impact, flexibility, semi-arid, Sétif.