

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieure et de la Recherche Scientifique

جامعة محمد الصديق بن يحيى - جيجل

Université de Med- Seddik Benyahia -Jijel

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
Département des Sciences de l'Environnement
et des Sciences Agronomiques



كلية علوم الطبيعة و الحياة
قسم علوم المحيط و العلوم الفلاحية

Mémoire de fin d'études

En vue de l'obtention du diplôme : Master Académique en Biologie

Option : Phytopharmacie et Gestion des Agrosystèmes

Thème

Adaptation et flexibilité des agrosystèmes de la région de Jijel face aux changement climatique

Présenté par :

Kehila Warda

- Boudeghdegh Wissam

Jury de Soutenances :

- Président : Mr Rouibeh M.
- Examineur : Mme Khennouf H.
 - Encadreur : Mr Far Z.

SessionJuin 2017

Numéro d'ordre : .../...

Sommaire

Liste des tableaux.....	i
Liste des figures.....	ii
Liste des abréviations.....	iii
Introduction	1

Partie I. Recherche bibliographique

Chapitre I. Le changement climatique dans le monde.

I. Historique du changement climatique	3
I.1. Genèse du discours sur le changement climatique.....	3
I.2. Emergence de la problématique et début d'inquiétude.....	3
I.3. Les événements du changement climatique.....	4
I.4. Les indicateurs de l'évolution climatique.....	6
I.5. Les facteurs d'évolution du climat.....	8
I.5.1. L'augmentation des concentrations atmosphériques de gaz à effet de serre.....	8
I.5.2. La radiation du soleil.....	8
I.5.3. Les cycles d'activité du soleil.....	9
I.6. Scénarios possibles de l'évolution du climat.....	9
I.6.1. Température.....	10
I.6.2. Cycle de l'eau.....	11
I.6.3. La qualité de l'air.....	11
I.6.4. L'océan.....	11
I.6.5. Le niveau des mers.....	11

Chapitre II. Changement climatique en Algérie.

II.1. Projection climatique sur l'Algérie.....	13
II.2. Les effets du changement climatique en Algérie.....	14
II.2.1. Les effets du changement climatique sur les ressources en eau.....	15
II.2.2. Les effets du changement climatique sur le secteur agricole.....	15
II.2.3. Les effets du changement climatique sur les écosystèmes.....	15
II.2.4. Les effets du changement climatique sur la santé publique.....	16
III. Stratégie d'adaptation au changement climatique en Algérie.....	17

Chapitre III. Le concept de flexibilité des agrosystèmes

III.1. Application des concepts d'adaptation et de flexibilité à la dynamique des systèmes.....	18
III.2. Définitions de la flexibilité.....	20
III.3. Forme de flexibilité.....	21

Partie II. Partie expérimentale

Chapitre I. Matériel et méthodes

1. Le Cadre d'étude.....	22
I.1.1. Localisation géographique de la région d'étude.....	22
I.1.2. Caractères agropédo-climatique.....	22
I.1.2.1. Relief.....	22
I.1.2.2. Altitude.....	23
I.1.2.3. Climat.....	23
I.1.2.4. Ressource en sol	23
I.1.2.4.1. Terre agricoles	23
I.1.2.4.2. Les forêts.....	24
I.1.2.5. Ressource en eau.....	24
I.1.3. Caractéristique socio-économique.....	24
I.1.3.1. Population	24
I.1.3.2. Agriculture.....	24
I.1.3.2.1. Production végétale.....	25
I.1.3.2.2. Production animale.....	25
I.1.3.3. Industrie.....	26
I.2. Méthodologie de recherche.....	26
I.2.1. Objectifs de recherche.....	26
I.2.2. Protocole de recherche.....	26
I.2.3. Sources des données et déroulement des enquêtes.....	28
I.2.3.1. Calculs des paramètres climatiques pour l'étude de l'évolution du climat.....	28
I.2.3.2. Enquêtes relatives à l'étude des perceptions des changements climatiques.....	28
I.2.3.2. Enquêtes relatives à l'étude de l'adaptation face au changement climatique....	29

Chapitre II. Résultats et discussion

II.1. Analyse du climat local (région de Jijel) entre 1913-1938 et 2001-2016.....	30
II.1.1. Evolution de la pluviométrie.....	30
II.1.2. Evolution des températures.....	31
II.2. Perception du changement climatique par les agriculteurs.....	34
II.2 2.1. Perception du changement de la pluviométrie	34
II.2 2.2. Perception du changement agroenvironnemental.	35
II.2 2.3. Perception du changement de la température et de la sécheresse.....	37
II.2 2.4. Perception du changement d’humidité et du vent.....	38
II.2.5. Typologie des perceptions du changement climatique.....	39
II.3. Stratégies d’adaptation des agriculteurs face changement climatique.....	42
II.3.1.1.Les réponses adaptatives des éleveurs face aux changements climatiques.....	42
II.3.2.2. Les sources de flexibilité des exploitations face aux changements climatiques.....	45
Conclusion	48
Références bibliographiques	
Annexe 1	
Annexe 2	

Liste des tableaux

Tableau 01 : Production végétale	25
Tableau 0 2 : Production animale	25
Tableau 3 : Les formes de changements climatiques retenues pour l'étude de la perception	28
Tableau 04 : Pluviométrie moyenne saisonnière et annuelle	30
Tableau 05: Pluviométrie moyenne mensuelle	30
Tableau 06 : Valeurs moyennes annuelles et saisonnières des températures moyennes, maximales et minimales	31
Tableau 07 : Valeurs moyennes mensuelles des températures moyennes, maximales et minimales (°C)	32
Tableau 08 : Niveaux de perception des changements de la pluviosité par les éleveurs	35
Tableau09 : Niveaux des perceptions des indicateurs agroenvironnementaux relatifs aux changements climatiques par les éleveurs	36
Tableau 10: Niveaux de perception des changements de la température et de la sécheresse par les éleveurs	38
Tableau 11 : Niveaux de perception des changements d'humidité et du vent par les éleveurs	39
Tableau 12 : Valeurs propres et pourcentage de variance	39
Tableau 13: Contributions des points-lignes aux axes F1 et F2	40
Tableau 14 : Contributions des points-colonnes aux axes F1 et F2	40
Tableau 15: Inventaire des réponses adaptatives des éleveurs face aux changements climatiques ..	44

Liste des Figures

Figure 01 : Projections relatives au réchauffement à la surface du globe, selon plusieurs scénarios climatiques.....	10
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	10
Figure 03 : Projections de l'élévation du niveau des mers au cours du 21 ^{ème} siècle par rapport à la période 1986-2005	12
Figure 04 : Le cycle adaptatif d'un système socio-économique.....	18
Figure 05 : Réponse dynamique d'un système à une perturbation	19
Figure 06 : Modalités d'adaptation d'un système à une contrainte.....	20
Figure 07 : Situation géographique de wilaya de Jijel.....	22
Figure 08 :	
Figure 09 : Courbes de distribution de la pluviométrie (séries : 1913-1938 et 2001-2016).....	30
Figure 10 : Courbes de distribution de la température maximale, moyenne et minimale dans la région de Jijel (séries : 1913-1938 et 2001-2016).....	31
Figure 11 : Evolution du diagramme ombrothermique de la région de Jijel entre 1913-1938 et 2001-2016.....	32
Figure 12 : Barres des niveaux de perception des changements de la pluviosité par.....	34
Figure 13 : Barres de niveaux des perceptions des indicateurs agroenvironnementaux des changements climatiques (%).....	36
Figure 14 : Barres des niveaux de perception des changements de la température et de la sécheresse par les éleveurs (%).....	37
Figure 15 : Barres des niveaux de perception des changements de l'humidité et le vent par les éleveurs (%).....	38
Figure 16 : Distributions des perceptions des éleveurs, des agro systèmes et des classes d'âge sur le plan F1x F2 de L' AFC.....	40

Introduction

Au cours des siècles et des millénaires passé, les variations du climat ont connu de grandes amplitudes. Le globe terrestre a vécu une succession de périodes torrides et de glaciations. La géologie et l'étude de l'évolution des êtres vivants témoignent de ces évolutions naturelles. Les composants des climats évoluent chacune selon une échelle de temps différente. Les conductions de température, des précipitations, les cycles des saisons, ne varient pas de la même façon en tout point du globe. Ce que l'on nomme « température terrestre » est donc une information qui, pour paraître toute simple, n'en recouvre pas moins des phénomènes d'une grande complexité (**Bizec, 2006**).

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 (**Far, 2016**).

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 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 dont l'agriculture 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.

Le changement climatique constitue une menace immédiate et sans précédents pour la sécurité alimentaire de centaines de millions de personnes qui dépendent de l'agriculture à petite échelle comme moyen de subsistance. Des relations complexes et dynamiques existent entre

changement climatique, agriculture et sécurité alimentaire. Ces relations sont notamment façonnées par les politiques économiques, les conflits politiques et des facteurs tels que la propagation de maladies infectieuses. A présent, les relations entre tous ces facteurs ainsi que la manière dont ils interagissent sont mal connues. Il en est de même pour ce qui est des avantages et désavantages des différentes réponses aux changements climatiques.

Ce travail vise, par conséquent, à caractériser les stratégies d'adaptation qui peuvent être développés par les agriculteurs de la région de Jijel face à un climat qui change. Il convient de ce fait de s'interroger sur la capacité des agriculteurs 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 agro systèmes seront développés dans la partie 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.

Chapitre I. Le changement climatique dans le monde

I. 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 d'humanités est récente, le discours sur le changement climatique est ancien. Dans cette rubrique, nous présentons les grands événements histoire de ce phénomène.

I.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).

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, Savante 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).

I.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, G.S. Callendar en 1938, Maurice Ewing en 1947, Hans Suess en 1950, etc. (Grinevald, 1990). Mais, les scientifiques ne pensaient pas qu'une augmentation de la concentration de CO₂ entraînerait un réchauffement climatique planétaire. Ce n'est qu'en 1957 que David Keeling découvre scientifiquement l'augmentation industrielle de 25% du CO₂ atmosphérique (Rochas, 2011).

Les années 1980 constituent une décennie riche d'évènement : l'effet de serre fait pour la première fois la une du *New York Times* en 1981 et 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. En juin 1988, 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). Durant cette année même et suivant les recommandations du rapport Brundtland (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 à 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 (CCNUCC, 2001).

I.3. Les événements autour du changement climatique

Avec une rapidité qui ne lui est pas coutumière, la communauté des états s'est décidée à agir de manière coordonnée. Les nations unies ont été saisies de la question. Aujourd'hui le débat sur les actions à mener pour réduire les émissions de GES se poursuit intensivement. Il porte autant sur les contraintes à imposer aux pays et à leurs acteurs économiques que sur les approches à explorer pour adapter les économies et la société aux futures conditions climatiques (Bizac, 2006)

I.3.1. Création du 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 (GIEC). 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).

Son premier rapport fut publié en 1990, à temps pour que l'assemblée générale des nations unies de cette année approuve le démarrage de « négociations » sur la question climatique. 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).

I.3.2. Convention cadre des nations unies sur les changements climatiques

C'est lors du « sommet de la terre » de Rio de Janeiro en 1992 que fut arrêté le texte de la convention cadre des Nations unies sur les changements climatiques (CCNUCC). Quatre ans plus tard, cette convention était ratifiée par plus de 50 états. Cette convention instaure :

-Le principe de précaution qui veut que l'absence de certitudes scientifiques ne doit pas servir de prétexte pour différer l'adoption de mesures quand il y a risque de perturbations graves ou irréversibles ;

-Un principe de « responsabilités communes » mais « différenciées » des Etats.

La convention impose le fardeau de la lutte contre le changement climatique aux pays développés. Elle reconnaît aux pays en développement le droit d'émettre plus de GES afin d'assurer leur développement économique. De plus, les signataires de la convention-les « parties »-s'engagent à présenter tous les ans des « communications nationales » contenant un inventaire de leurs émissions de gaz à effet de serre, qui précise les différentes sources émettrices et indique les « puits » qui absorbent les GES(**Bizec, 2006**).

La convention est « contraignante »et s'impose juridiquement aux Etats qui l'ont ratifiée, mais elle ne comporte pas de données chiffrée ni d'objectifs quantifiés détaillés. La fixation d'objectifs a été la tâche de la préparation du protocole de Kyoto(**Bizec, 2006**).

I.3.3. Protocole de Kyoto

La troisième COP qui s'est tenue à Kyoto en 1997 est la plus célèbre : elle a adopté le protocole éponyme. Cette COP 3 est le véritable tournant de l'action internationale de lutte contre le changement climatique.Le protocole de Kyoto en effet, est un accord juridique qui contraint les Etats à atteindre des objectifs de réduction d'émissions de GES quantifiés, fixés à l'issue d'une négociation multilatérale. Il arrête également une liste fermée de moyens d'action que les Etats peuvent employer à la poursuite de ses objectifs.Les COP qui ont suivi celle de Kyoto ont été essentiellement consacrées à la mise en œuvre du protocole ainsi qu'à tenter de résoudre les difficultés diplomatiques qu'elle soulève(**Bizec, 2006**).

I.3.4. Conférence de paris (COP21)

L'Accord de Paris a été conclu en 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 (**Vanwerts, 2015 ; Damian et al. , 2015 ; Buffet, 2015**).

I.3.5. Marrakech COP22

La conférence de Marrakech (COP 22) sera un terrain d'essai pour outiller et pousser les pays à prendre des mesures climatiques au cours de la période d'avant 2020, à savoir avant l'entrée en vigueur de l'Accord. Les priorités de la COP 22 se résume essentiellement dans (El katiri, 2016 ; Schleussner et al., 2016 ; Heffron, 2016 ; PNUE, 2016) .

- L'amélioration des actions en faveur du climat ;
- Le renforcement du cadre de la transparence
- Le financement de la lutte contre le changement climatique
- Le renforcement des capacités des pays en développement en faveur de l'adaptation aux changements climatiques
- Le transfert de technologie qui permet aux pays du Sud d'accroître l'efficacité d'exploitation énergétique en faveur de la croissance socio-économique

I.4. Les indicateurs de l'évolution climatique

La paléoclimatologie nous apprend par des observations indirectes à estimer certaines caractéristiques des climats anciens. On peut en déduire l'amplitude des variations du climat de la planète au cours des millions d'années passées. L'accumulation des couches de sédiments par exemple, nous fournit une indication sur les équilibres passés entre précipitations et évaporation de l'eau (Bizec, 2006).

A une échelle de temps courte, les marques de croissance des arbres témoignent des conditions climatiques sur les continents. Celles des concrétions calcaires des coquillages et des coraux sont la mémoire des températures des océans. Il est ainsi bien établi que des périodes glaciaires se sont succédé à l'ère quaternaire, entrecoupées de périodes plus chaudes (Bizec, 2006). Les indicateurs les plus pertinents du changement du climat sont relatifs aux températures terrestre et océanique, à la surface des glaces océaniques arctiques, aux glaciers continentaux, aux calottes polaires et au niveau moyen annuel des océans.

✓ **L'augmentation de la température de surface sur la terre** est de $0.8 \pm 0.2^\circ\text{C}$ 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 700m de profondeur) et de 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 3à 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 0.7mm/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, font des calottes polaires du Groenland et de l'antarctique d'une part, et font des glaciers continentaux d'une 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**).

I.5. Les facteurs d'évolution du climat.

I.5.1. L'augmentation des concentrations atmosphériques des gaz à effet de serre.

Autres que la vapeur d'eau qui 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 continuellement 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 5000 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 (zone 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 2.3W/m².

1.5.2. 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 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 W/m², est 10 fois plus faible que celui dû à l'augmentation de l'effet de serre lié aux activités humaines (**GIEC, 2007b**).

1.5.3. 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 (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 découplage. 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**).

I.6. 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 socioéconomiques. Les scénarios A2, B1 et A1B correspondent aux scénarios les plus couramment employés (Figure 01). À 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. À 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.

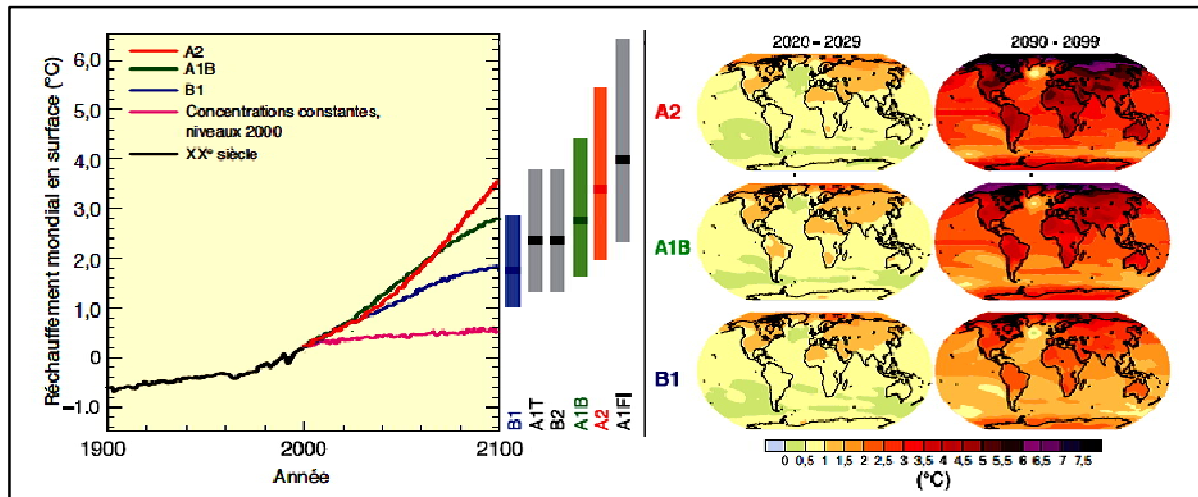


Figure 01 : Projections relatives au réchauffement à la surface du globe, selon plusieurs scénarios climatiques (GIEC, 2007).

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.

I.6.1. La 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).

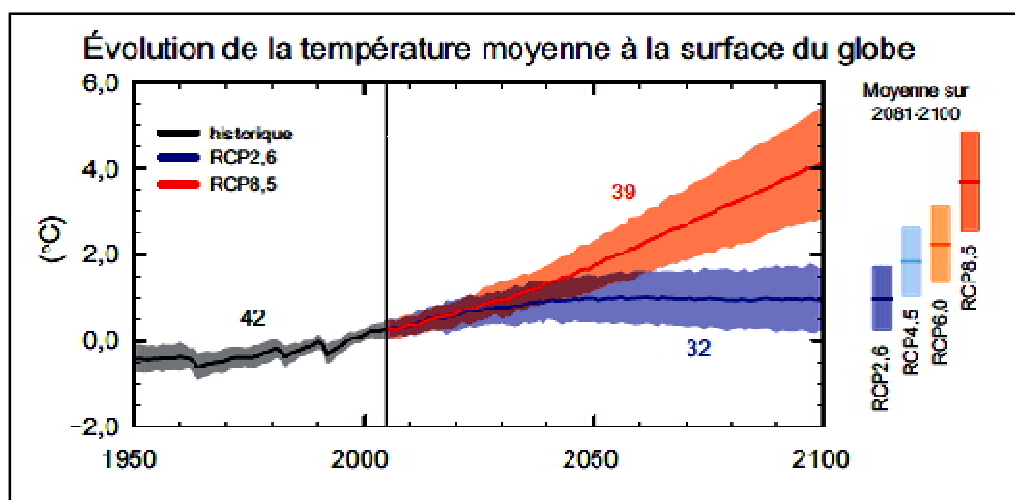


Figure 02 : Séries chronologiques simulées à partir de plusieurs modèles CMIP5 de 1950 à 2100 pour l'évolution de la température annuelle moyenne du globe en surface par rapport à la période 1986-2005 (GIEC, 2013). I.6.2.

Le 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).

I.6.3. La qualité de l'air

La gamme des projections de qualité de l'air (ozone et PM_{2.5} 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.

I.6.4. 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.

I.6.5. 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).

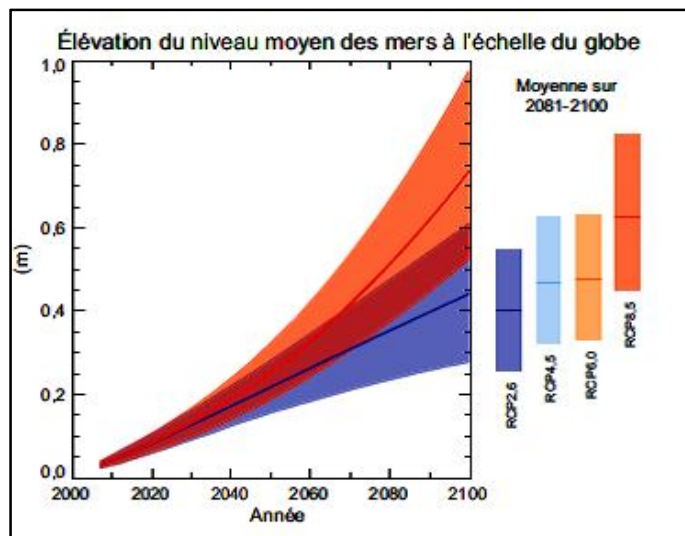


Figure 03 : Projections de l'élévation du niveau des mers au cours du 21^{ème} siècle par rapport à la période 1986-2005 (GIEC, 2013).

Chapitre II. Le changement climatique en Algérie

Le Maghreb a été identifié comme une zone particulièrement vulnérable face aux risques liés au changement climatique. L'exode rural conjugué à l'urbanisation intense sur la côte méditerranéenne durant les dernières décennies ont augmenté la vulnérabilité des populations concernées tout en accentuant les facteurs qui contribuent aux changements climatiques (MATE, 2003).

En Algérie, pays dont la plus grande partie est désertique, les changements climatiques constituent une préoccupation majeure. En effet, de par sa position géographique, l'Algérie est exposée aux effets négatifs des changements climatiques et des émissions des gaz à effet de serre, notamment les inondations, la sécheresse et les températures élevées. D'après des études réalisées par l'ONM sur l'évolution des températures, elles ont révélé que celles-ci sont en hausse depuis 1990, date du début des émissions à effet de serre. Concernant la pluviométrie en Algérie, l'étude fait ressortir un recul de 12% pour la période 1990-2005 en comparaison avec 1961-1990, causant une sécheresse à grande échelle au moment même où d'autres régions enregistrent des inondations dont celle de Bab El Oued en 2001 et dans la ville d'El Taref en 2012. L'évolution des températures en Algérie montre une hausse sur l'ensemble du territoire au cours des saisons d'hiver et d'automne et une hausse nette des températures minimales et maximales dans toutes les stations de l'Algérie du Nord et se prolonge jusqu'à nos jours. Durant ces 20 dernières années, les températures maximales ont augmenté plus que les minimales. Quant aux précipitations, pour les mêmes périodes l'examen montre qu'en automne et en hiver, il y a diminution des pluies sur le Nord, et en printemps dans l'Est du pays (MATE, 2003).

On peut donc conclure qu'entre les périodes 1931-1960 et 1961-1990 (MATE, 2003) :

- la hausse de température a été de l'ordre de 0,5°C ;
- la pluviométrie a baissé en moyenne de 10% ;
- le déficit hydrique sera plus important à l'Ouest qu'au Centre et qu'à l'Est du pays

II.1. Projections climatiques sur l'Algérie

Pour la période 1990 – 2020, la hausse de la température moyenne sera comprise entre 0,8°C et 1,1°C et la baisse des précipitations moyennes sera de l'ordre de 10%. L'élévation du niveau de la mer sera comprise entre 5 cm et 10 cm. L'intensification de l'évaporation due à l'augmentation de la température s'ajoute à la baisse des précipitations pour diminuer encore plus la quantité des eaux mobilisables au niveau des barrages et des nappes souterraines. Les projections à l'horizon 2020 et 2050 indiquent que les saisons seront dérégulées et les températures continueront de croître (Bizec, 2006). La période pluvieuse sera concentrée sur une courte période entraînant des risques d'inondations. De même, il y aura une augmentation de la fréquence des sécheresses. Les

projections ont été obtenues à l'aide de scénarios d'émissions moyens et des modèles climatiques globaux (MATE, 2003).

Selon le CIAT (International Center for Tropical Agriculture, 2010), l'Afrique du Nord subira les impacts les plus négatifs liés au changement climatique, ainsi selon la même source 80 % des cultures montreront des pertes de productivités en 2050.

Les projections climatiques d'avenir indiquent que l'Algérie ressentira davantage les effets des changements climatiques ». Le pays va éventuellement subir encore plus de variations importantes des hausses des températures et des baisses conséquentes des précipitations. De nombreuses études montrent que les projections climatiques, élaborées par les modèles de circulation générale (MCG) actuels, sous-estiment la hausse de température et la baisse des précipitations sur le Maghreb. Ce qui montre que les pays du Maghreb vont subir, plus que d'autre, les effets du changement climatique (Tabet-Aoul, 2008). De plus, de nombreuses études sur les variations possibles dans la région projettent une hausse des température de l'ordre de 1 °C avec des baisses de précipitations de 5 à 10 % à l'horizon 2020 et plus du double de ces valeur à l'horizon 2050, soit une augmentation des températures de 2° à 3°C et une chute des précipitation de 10 à 30% (Chabane, 2012).

II.2. Les effets du changement climatique en Algérie.

Ces évolutions engendreront nécessairement des conséquences néfastes sur les ressources hydriques déjà rares dans la région. A l'horizon 2020, cette tendance ne devrait que peu fléchir et l'usage total dédié à l'agriculture sera important que celui d'aujourd'hui, ce qui devrait accentuer les pressions sur la demande totale en eau dans les pays (Chabane, 2012).

Malgré les incertitudes, les changements climatiques globaux prévisibles devraient se traduire dans les zones sèches semi-arides et arides par un accroissement des conditions d'aridité ; ce qui aggraverait la pression sur les populations et sur les ressources (parcours, sols eau, production agricole) (Kadik, 2007). La dégradation des terres en zones sèches, contribue également à modifier le climat au niveau local et global. L'influence sur le bilan d'énergie de l'atmosphère pourrait provenir de façon conjuguée de la modification de l'albédo, de la modification de l'humidité des sols et du bilan hydrique, du changement de rugosité des surfaces, de l'émission de poussière et des variations dans l'émission ou le stockage du carbone (Kadik, 2007).

La dégradation des terres en zones sèches exerce aussi une influence sur le climat en général. La lutte contre la désertification est importante pour la communauté internationale et notamment pour les pays développés qui ont pris l'engagement de contribuer au financement et au transfert des techniques et des technologies dans le cadre notamment de la convention sur la lutte contre la désertification et la sécheresse, la convention sur la biodiversité, la convention sur les changements climatiques et l'Agenda 21 de la conférence de Rio (Kadik, 2007).

Le changement climatique s'est déjà répercuté sur les hausses de température avec des impacts sur certains systèmes physiques et biologiques dans de nombreuses régions du monde : le retrait des glaciers, le dégel du pergélisol, le gel tardif et la dislocation précoce de la glace sur les rivières et les lacs. Concernant les écosystèmes on constate une modification du cycle biologique des plantes et la perturbation des habitats de la faune et de la flore (**Kadik, 2007**).

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

Selon **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 toujours le plus durement 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 0.81 Km³ à l'industrie (13%).

II.2.2. Les effets du changement climatique sur le secteur agricole

Les changements climatiques, du fait de l'augmentation prononcée de température, de la baisse significative des précipitations et des sécheresses plus fréquentes et intenses, ne permettent pas la régénération du couvert végétal et constitueront une menace grave pour le secteur agricole. Les processus de changement climatique se traduiraient également par une chute des rendements agricoles. Les différentes études citées plus haut affirment que l'augmentation des températures implique un décalage et une réduction des périodes de croissance, ainsi qu'une accélération de la dégradation des sols et de 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 rendement des productions des légumes de 10 à 30 % à l'horizon 2030 (**Chabane, 2012**).

II.2.3. Les effets du changement climatique sur les écosystèmes

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**).

L'augmentation des températures, la diminution des précipitations et leur variabilité impliquent un décalage et une réduction des périodes de croissance en zone sèche, ainsi qu'une accélération de la dégradation des sols et la perte de terres productives.

Les températures et les concentrations de CO₂ dans l'atmosphère influent sur les espèces végétales et animales et sur le fonctionnement des écosystèmes.

La période de croissance des végétaux s'allonge à mesure que l'on va vers le nord, d'où la modification du cycle végétatif (phénologie). Les populations végétales et animales se déplacent vers les pôles et gagnent en altitude, les espèces exotiques moins exigeantes les espèces locales.

La composition et la configuration des systèmes biotiques se modifient du fait des extinctions et des nouvelles aires de répartition des espèces par le changement climatique.

La conversion des écosystèmes se caractérise par des substitutions, suite aux changements de fonctionnement et aux régimes de perturbation.

La modification des relations prédateur/proie, parasite hôte/plante pollinisation/ disperser, influent sur le contrôle des parasites, la lutte intégrée et l'équilibre écologique (**Kadik, 2007**).

II.2.4. Les effets du changement climatique sur la santé public.

Une des questions les plus importantes concernant le possible impact du changement climatique sur la santé humaine est de savoir si les régions affectées par les maladies à vecteurs vont être déplacées et si cela affectera la répartition géographique des maladies dites émergentes.

Plus de trente-six nouvelles maladies infectieuses ont été répertoriées depuis 1976 par l'OMS (organisation mondiale de la santé), dont plusieurs d'entre elles réapparaissent dans des régions d'où elles avaient précédemment disparu, comme c'est le cas pour le paludisme et la dengue. Plusieurs facteurs anthropiques peuvent être incriminés, comme la déforestation, le développement agricole, industriel et hydrologique, la construction de routes, le transport aérien, etc. mais des facteurs climatiques sont aussi candidats, tant directs (changements de la température, de l'humidité, des précipitations, du rayonnement, ct.) qu'indirects (via la modification des écosystèmes et, plus généralement, de la biodiversité).

Les facteurs climatiques sont généralement considérés comme très efficaces pour donner naissance à de nouvelles épidémies, de par leur action amplificatrice vis-à-vis de l'action, de la diffusion des agents pathogènes. Dans le cas des maladies à vecteurs, les conditions climatiques locales (pluie, température, eaux libres, végétation, ct.) contrôlent par exemple les propriétés biologiques des vecteurs (moustiques, tiques, etc.), propriétés qui déterminent leur aptitude à servir d'hôtes aux agents pathogènes responsables de la maladie. Le changement climatique pourrait conduire à une extension des zones géographiques où habitent de tels vecteurs, et pourrait par ailleurs favoriser leur développement. On estime actuellement que 40 à 50 % de la population mondiale pourraient ainsi être potentiellement affectés par le paludisme ou la dengue. Il reste

toutefois nécessaire de comprendre à quelles échelles, tant spatiales que temporelles, les impacts seront les plus importants (**Jean-Louis, 2007**).

II.3. Stratégie d'adaptation au changement climatique en Algérie.

L'Algérie a présenté, en 2001, sa première communication Nationale Initiale (CNI) dans le cadre de la Conférence des Parties de la Convention Cadre des Nations Unies pour les Changements Climatiques. Cette Communication Nationale intègre les données et les informations relatives aux modifications du climat sur son territoire. 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 mesure d'atténuation des émissions des 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**). Dans ce cadre, 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, forêt).

Grace à la mise en place de ces procédures, deux résultats préliminaires ont été atteint. D'abord, la réduction des émissions de gaz à effet de serre par le biais d'une initiative favorisant la réalisation de petits projets reproductibles et démonstratifs concernant l'efficacité énergétique au niveau des PME /PMI. Cela rentre dans le cadre de l'augmentation de l'efficacité énergétique en milieu industriel à travers la réduction de la consommation énergétique thermique et électrique. Ensuite, l'appui à la stratégie régionale pour lutter contre le changement climatique à travers un atelier régional maghrébin qui a été organisé autour des différents thèmes communs : transferts de connaissances et de savoir-faire, augmentation de l'efficacité des politiques environnementales entreprises (**Chabane, 2012**). La situation actuelle de l'agriculture algérienne, l'évolution de la demande agricole au niveau international, la cherté des prix des produits agricoles, tant d'éléments qui affirment que l'Algérie a besoin plus que jamais de développer son agriculture (**Chabane, 2012**).

Chapitre III. Le concept de flexibilité des agrosystèmes

III.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'écologiste **Holling(1973)** qui considèrerait 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 4). 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.

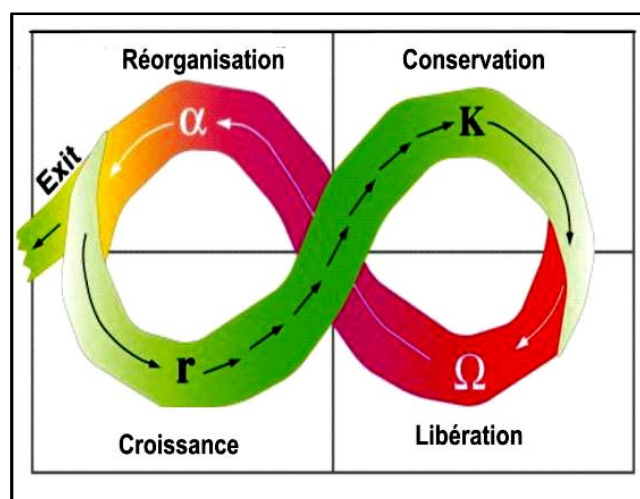


Figure 04: Le cycle adaptatif d'un système socio-économique¹ (Holling, 2001).

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 05). 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).

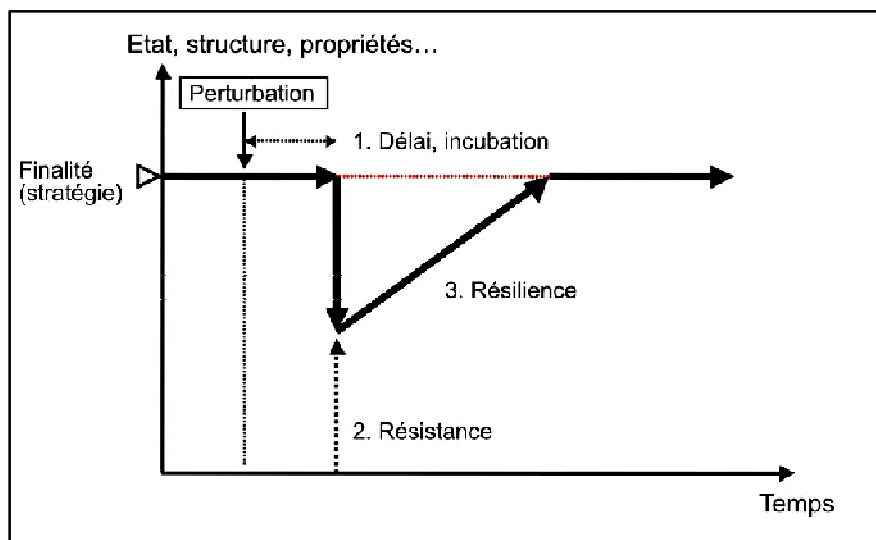


Figure 05 : Réponse dynamique d'un système à une perturbation (Sauvant et Martin, 2010).

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).

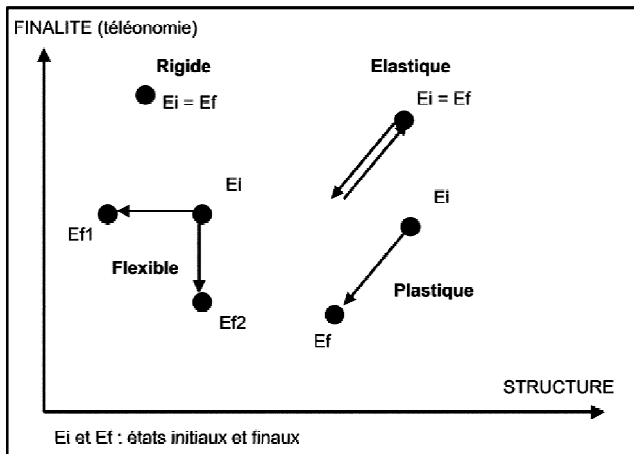


Figure 06.a : Modalités des réponses des systèmes à une perturbation (Alcaras et Lacroux, 1999).

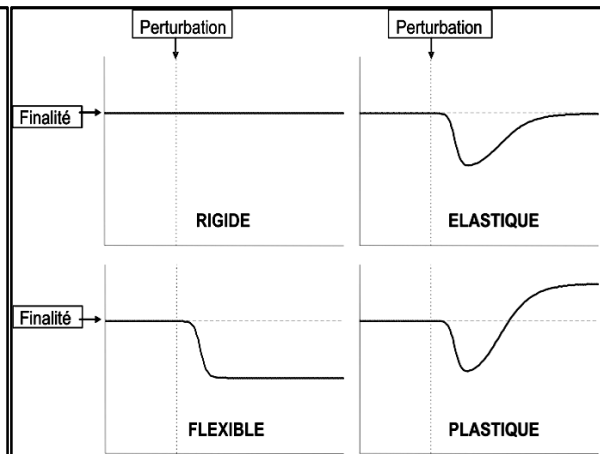


Figure 06.b : Modalités des réponses dynamiques d'un système perturbé (Sauvant et Martin, 2010).

Figure 06 : 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.

Chapitre I. Matériel et méthodes

1. Le Cadre d'étude

1.1. Localisation géographique de la région d'étude

La wilaya de Jijel fait partie du littoral de l'Algérie. Elle s'étend entre les latitudes $36^{\circ}29'22''$ et $36^{\circ}56'43''$ Nord et les longitudes $5^{\circ}29'25''$ et $6^{\circ}33'41''$ Est. Elle est limitée au nord par la mer Méditerranée, à l'ouest par la Wilaya de Bejaïa, à l'est par la Wilaya de Skikda, au sud-ouest par la Wilaya de Sétif, au sud par la Wilaya de Mila et enfin au sud-est par la Wilaya de Constantine (figure 07).

La wilaya de Jijel s'ouvre sur une façade maritime de 123,90 Km soit 10.32% du linéaire côtier Algérien. Elle regroupe treize communes littorales dont neuf côtières : Ziama Mansouriah, EL-Aouana, Jijel, Emir Abdelkader, Taher, EL kennar Nouchfi, Sidi Abdelaziz, Oued adjoule, EL-Milia, et quatre communes en partie, dans la bande des trois Km : El Chakfa, Kaous, Selma et Texana. Cette frange littorale recèle d'importants milieux naturels d'intérêts écologiques incontestables (Bourib et Kaouche, 2016).

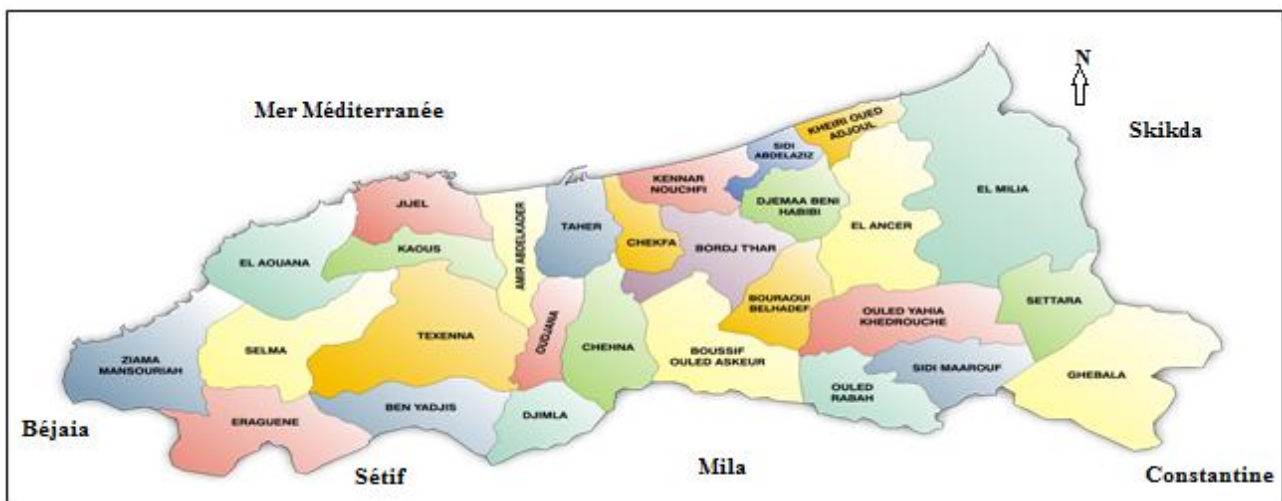


Figure 7 : Situation géographique de wilaya de Jijel (Direction de l'environnement, 2008).

1.2. Caractères agropédoclimatiques

1.2.1. Les éléments du relief

La wilaya de Jijel se distingue par un relief essentiellement montagneux très complexe dans sa structure et dans sa morphologie. Elle se distingue par un grand massif montagneux, par un ensemble collinaire et par des étendues de plaines côtières et de vallées. Du point de vue morphologique, le territoire de la région peut être subdivisé en trois grands ensembles, à savoir :

- la Kabylie de barbors qui correspond à tout le territoire côtier accidentel et s'étend jusqu'à la limite sud-ouest de la région ;

- la Kabylie de Collo qui correspond au secteur oriental et les monts de Tamesguida ;
- et la chaîne de Constantine qui se limite juste au versant nord de Zouahra et M'sika Aïcha (Boudjedjou, 2010).

1.2.2. Altitude

Compte tenu de l'influence de l'altitude sur le climat est conséquente sur la composante agro-écologique, le territoire de la wilaya a été divisé en 03 classes d'altitudes :

✓ **Classe1 : altitude inférieure à 400m**

Cette classe, qui est la plus répandue, représente globalement 48,99% de la surface de la wilaya. Elle correspond aux basses altitudes, favorables à la pratique de toutes les cultures.

✓ **Classe2 : Altitude comprise entre 400 et 800m**

Cette classe représente globalement 32,40% de la surface de la wilaya. Elle correspond aux reliefs moyennement élevés, considérés comme un facteur limitant pour la culture à grande échelle de certaines spéculations.

✓ **Classe3 : Altitude supérieure à 800m**

Cette classe représente globalement 18,61% de la surface wilaya. Elle correspond aux reliefs relativement élevés. Il est toutefois à signaler qu'au sein de cette classe les points culminants de certaines montagnes peuvent atteindre jusqu'à 1589 mètres d'altitude (PATW, 2011).

1.2.3. Climat

La région de Jijel est considérée parmi les régions les plus pluvieuses d'Algérie. Elle est caractérisée par un climat méditerranéen, pluvieux et froid en Hiver, chaud et humide en été. Les températures varient de 20°C à 35°C en Été et de 5°C à 15°C en hiver. La saison des pluies dure environ 6 mois. Les vents dominants soufflent généralement de la mer vers le continent (ANDI, 2013).

1.2.4. Ressource en sol

1.2.4.1. Terres agricoles

La superficie agricole utile (SAU) est estimée à 16142 hectares soit 48,41% de la superficie agricole totale qui est estimée à 33342 ha. Pour diverses raisons liées au climat, à la géographie et aux facteurs anthropiques, une grande partie de ces sols est fragile. Ces sols sont sujets à plusieurs pressions et menaces tel que l'érosion, essentiellement hydrique, due au relief ridé, aux pratiques culturales non appropriées et à l'urbanisation (Ayadi-Yahiaoui, 2010).

1.2.4.2. Forêt

La forêt occupe au total une superficie de 137457ha ce qui représente 57% de la superficie terrestre totale de la wilaya de Jijel, constituée en majorité de chêne zen, chêne liège, chênaie

mixte : chêne liège/ chêne zen, chêne afarès. Ces forêts sont d'intérêt économique primordial (production du bois et de liège). Le climat local a permis aussi l'évolution de quelques ripisylves : Saule, Frêne houx, Orme, Aulne, Merisier, Peuplier noir et blanc des maquis et des garrigues (**Bourib et Kaoche, 2016**).

1.2.5. Ressources en eau

La région de Jijel est très arrosée, elle reçoit plus de 1000mm de précipitation par an. A travers la répartition des ressources et disponibilités, la wilaya de Jijel apparaît comme privilégiée par rapport aux autres wilayas de région Nord-Est.

Pour mobiliser ces ressources en eau, plus de 25 petits et grands barrages et retenues d'eau ont été édifiés dont la capacité totale des retenues est d'environ 2,7 millions de m³. Aussi, un réseau dense d'un nombre remarquable de puits a été réalisé. Ce réseau permet de disposer chaque jour d'un volume d'environ 57 millions m³. La capacité totale des aquifères de la zone littorale est estimée en 2010 à 73,8hm³/an (**Bourib et Kaouche, 2016**).

1.3. Caractéristiques socio-économiques

1.3.1. Population

L'étude statistique du nombre des habitants dans la wilaya de Jijel, selon la direction de la programmation et du suivi Budgétaire, passe de 643571 à 696577 habitants entre 2008 et 2013. La croissance démographique dans la zone d'étude a connu une évolution progressive avec le temps à cause de l'augmentation de natalité par rapport à la mortalité.

La population est condensée et localisée au niveau de grandes agglomérations (Jijel, Taher et El-Milia) et dispersées sous forme de Douar ou Mechtas. La répartition irrégulière des habitations est liée aux conditions de vie (**PATW, 2011**).

1.3.2. Agriculture

L'agriculture est le premier secteur économique dans la zone d'étude. Généralement, on rencontre la culture des légumes et les cultures maraichères. Elles consistent à satisfaire les besoins sans cesse croissants de la population mais l'utilisation intensive des engrais et des pesticides provoque des effets nocifs sur la qualité chimique des eaux de boisson (**PATW, 2011**).

1.3.2.1. Production végétale

L'agriculture est essentiellement dominée par les cultures maraichères (tableau 01). On trouve aussi de la céréaliculture et des cultures fruitières (**DSA, 2016**).

Tableau 1 : Production végétale de la wilaya de Jijel

	Superficie (ha)	Production (quintaux)	Rendement (qx/ha)
Céréales	53	6060	114.34
Culture fruitières	2311.8	161351	69.79
Cultures maraichères s/serre	1018.36	707472	694.72
Cultures maraichères de plein champ	6863	1605290	233.9
Culture industrielles	120.5	19707	163.54

Source : DSA de Jijel (2016)

1.3.2.2. Production animale

Les productions animales subissent des fluctuations durant les différentes campagnes agricoles. La dinde a tendance à augmenter passant à 4504340 têtes, suivi par la poule pondeuse dont l'effectif est évalué à 208896 têtes puis l'élevage bovin avec 80491 têtes alors que l'élevage caprin est faible. Il est de type traditionnel et généralement associé à l'élevage ovin d'un effectif de 73469 têtes (DSA, 2016).

Tableau 2: Production animale de la wilaya de Jijel

Elevage	Nombre de têtes
Bovin	80491
Dont vaches laitières	43290
Dont B.L.M	3271
Dont B.L.L /B.L.A	40019
Ovin	73469
Dont brebis	43044
Caprin	42566
Dont chèvres	22056
Poulets de chaires	1233
Poules pondeuses	208896
Dindes	4504340

1.3.3. Industrie

L'industrie est le deuxième secteur économique de la wilaya de Jijel. Elle est concentrée dans la zone industrielle d'Ouled Salah (commune de Taher). On peut recenser différents types d'activités industrielles : briqueterie, cimenterie, verrerie, boissonnerie et industrie alimentaire. Les rejets de ces industries sont le plus souvent déversés dans les oueds sans traitement préalable et sont capables de polluer la nappe (eaux souterraines) par l'infiltration de différents contaminants (PATW, 2011).

2. Méthodologie de recherche

2.1. Objectifs de recherche

L'objectif principal de recherche est de mettre en évidence la capacité d'adaptation des systèmes agricoles face au changement climatique à travers l'étude de leurs réponses adaptatives suite à la crise en question.

Le deuxième objectif consiste à étudier le climat local de la région de Jijel pour confirmer si non infirmer un éventuel changement de celui-ci, ensuite, d'évaluer le niveau de perception du changement climatique par les agriculteurs, à discerner les formes du changement les plus perçus.

2.2. Protocole de recherche

Le protocole expérimental de ce travail s'appuie sur des enquêtes réalisées auprès des agriculteurs appartenant aux différents systèmes agricoles dominants dans la région de Jijel ; il s'agit de l'agrosystème "Fraisier", de l'agrosystème "Plein champs", de l'agrosystème "Plasticulture" et de l'agrosystème "Elevage". Ces enquêtes sont suivies d'enquêtes rétrospectives ciblant les mêmes agriculteurs de l'échantillon du départ soit quarante exploitations (Figure 08).

Dans une première étape, le travail analyse l'évolution du climat local à travers la comparaison de deux séries de données climatiques ; la première ancienne de 1913 à 1938 dont les données sont extraites de l'ouvrage "Climat de l'Algérie" publié par Seltzer et *al.* (1946) et, la deuxième série récente entre 2001 et 2016 est issue des données de l'ONM.

La deuxième étape traite la notion des perceptions du changement climatique par les agriculteurs. Pour se faire, nous avons réalisé des enquêtes sur un échantillon de 40 exploitations agricoles. L'investigation s'interroge sur 34 perceptions possibles du changement climatique. Elles concernent la pluviométrie, la neige, la température, l'humidité, le vent, la sécheresse et l'agroenvironnement (Annexe 01). L'échantillon est réparti sur la région d'étude de telle sorte à couvrir le maximum de situations possibles en respectant la diversité des systèmes agricoles pratiqués, soit 10 exploitations par agrosystème. Ensuite, les phénomènes les plus perçus ont été représentés. Egalement, une analyse factorielle des correspondances (AFC) a été réalisée sur les perceptions selon le système agricole et selon la catégorie d'âge des agriculteurs enquêtés.

Dans la troisième étape, nous avons abordé le sujet de l'adaptation des systèmes agricoles face au changement climatique. Suivant cette problématique, nous avons organisé également des investigations auprès des 40 agriculteurs (de départ) pour déterminer leurs réponses adaptatives face aux contraintes climatiques et mettre en évidence leurs sources de flexibilité (Annexe 02).

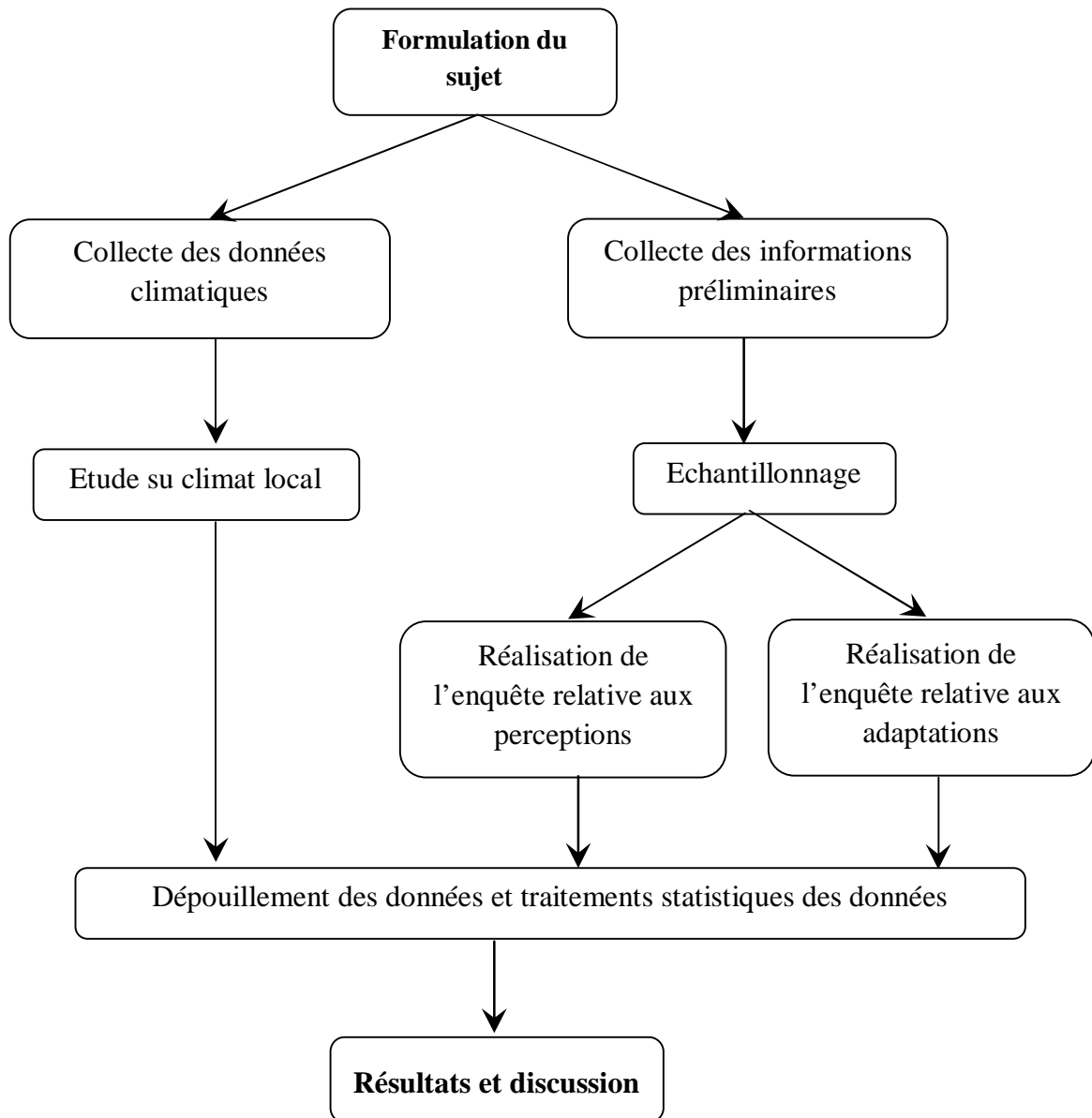


Figure 08 : Schéma de la démarche méthodologique

2.3. Sources des données et déroulement des enquêtes

La collecte des données s'est déroulée en deux étapes : la première est une enquête relative aux perceptions des changements climatiques par agriculteurs et la deuxième concerne des enquêtes rétrospectives pour l'étude de l'adaptation des agrosystèmes face au changement du climat.

2.3.1. Calculs des paramètres climatiques pour l'étude de l'évolution du climat

Les données climatiques collectées concernent les précipitations et les températures minimales, maximales et moyennes sur deux périodes espacées dans le temps. La période ancienne s'étale sur 25 ans allant de 1913 à 1938. La période récente couvre 15 ans passant de 2001 à 2016.

Les données relatives à l'ancienne période ont été extraites directement des calculs moyens publiés par Seltzer et *al.* en 1946. Quant aux données relatives à la période récente (2001-2016) ont pour origine la station de l'ONM de Achouat (Jijel Aéroport).

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.

2.3.2. Enquêtes relatives à l'étude des perceptions des changements climatiques

Les enquêtes ont été réalisées suivant une démarche logique auprès de chaque agriculteur : une phase d'introduction au sujet et de clarification conceptuelle du phénomène en question ensuite, une phase d'exploration approfondie et de collecte finale des données qualitatives et quantitatives à base de questionnaire individuel (Annexe 01). 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 34 formes possibles de changements climatiques. Elles concernent la perception des changements des pluies, celle des changements des températures et de l'ampleur de la sécheresse et la perception des changements agroenvironnementaux, le vent et l'humidité (tableau 3).

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 les agro système et selon la catégorie d'âge des agriculteurs.

Tableau 3 : Les formes de changements climatiques retenues pour l'étude de la perception

Paramètre	Nombre de perception	Forme de changement possible
Pluies	10	<ul style="list-style-type: none"> - Retard des pluies - Prolongement des pluies - Arrêt précoce des pluies - Pluies de printemps tardives - Mauvaise répartition des pluies - Inondation - Forte intensité des pluies - Rareté des pluies d'automne - Rareté des pluies de printemps - Irrégularité des pluies
Températures	06	<ul style="list-style-type: none"> - Excès de chaleur - T° estivales durant l'hiver - T° estivales durant le printemps - T° estivales durant l'automne - Effet de serre - Restriction de la période de froid
Sécheresse	03	<ul style="list-style-type: none"> - Cyclicité de la Sécheresse - Prolongement de la sécheresse - Poches de sécheresse
Humidité	02	<ul style="list-style-type: none"> - Bouillard - Niveaux de l'humidité
Vent	03	<ul style="list-style-type: none"> - Sirocco - Violence - Instabilité des vents
Agroenvironnement	10	<ul style="list-style-type: none"> - Tariessement 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 - Apparition d'insectes et d'animaux inconnu - Aridité du sol

2.3.2. Enquêtes relatives à l'étude de l'adaptation face au changement climatique

Le questionnaire d'enquête a été conçu de manière à permettre de rassembler les informations nécessaires pour l'étude des réponses pouvant être élaborée face aux contraintes du climat. Les questions détaillées sont relatives aux animaux, à la reproduction et aux ressources alimentaires (stocks de sécurité, fourrage,...) à la gestion des apports d'eau de fertilisation, à la diversité des productions à l'environnement décisionnel des agriculteurs, à la pluriactivité, à l'assurance, à la sélection et utilisation de semences adaptées à la sécheresse et aux changements des pratiques agricoles et à d'éventuels changements du système de production (Annexe02).

II.1. Analyse du climat local (région de Jijel) entre 1913-1938 et 2001-2016

II.1.1. Evolution de la pluviométrie

II.1.1.1. Pluviométries annuelle et saisonnière

Les valeurs moyennes de la pluviométrie annuelle sont de 1204mm pour l'ancienne période contre 1016,43mm pour la période récente, soit une différence de près de 187,57mm (Tableau 04). Cette diminution de l'ordre de 15,58% s'avère importante. **Boucherf (2007)** présente des reculs des précipitations de 105mm à Annaba ; 22mm Oran, de 5mm à Alger entre la période 1931-1960 et la période 1961-1990.

La comparaison des valeurs moyennes de la pluviométrie saisonnière entre les deux périodes étudiées montre des diminutions des précipitations de 106,16mm en hiver, de 52,80 en automne et de 23,26mm au printemps. On note aussi une légère diminution en été, de l'ordre de 5,35mm.

Tableau 04 : Pluviométrie moyenne saisonnière et annuelle (mm).

	Hiver	Printemps	Eté	Automne	Année
Période récente (2001-2016)	441,84	222,74	31,65	320,2	1016,43
Période ancienne (1913-1938)	548	246	37	373	1204
Différence (mm)	-106,16	-23,26	-5,35	-52,8	-187,57
Différence (%)	19,37	9,45	14,46	14,15	15,58

II.1.1.2. 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 : -51,39mm pour le mois de décembre et -45,36mm pour celui de janvier. Toutefois, les mois d'août et de septembre enregistrent quelques millimètres de pluies de plus (Tableau 05).

Tableau 05: Pluviométrie moyenne mensuelle (mm).

Mois	sept.	oct.	nov.	déc.	janv.	fév.	mars	avr.	Mai	Juin	juil.	Août
Période récente (2001-2016)	68,21	95,45	156,54	160,61	147,64	133,6	103,42	73,2	46,13	14,21	2,19	15,25
Période ancienne (1913-1938)	56	125	192	212	193	143	107	82	57	27	3	7
Différence (mm)	12,21	-29,55	-35,46	-51,39	-45,36	-9,4	-3,58	-8,8	-10,87	-12,79	-0,81	8,25
Différence (%)	+21,80	-23,64	-18,47	-24,24	-23,50	-6,57	-3,35	-10,74	-19,07	-47,37	-27	+117,86

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 09). Par rapport à la série

ancienne, les cumuls mensuels de la période récente affichent des hauteurs de pluies raccourcies à partir du mois d'octobre jusqu'au mois de mars. Le mois de décembre demeure toujours le mois le plus arrosé de l'année mais avec un recul de l'ordre de plus de 24%.

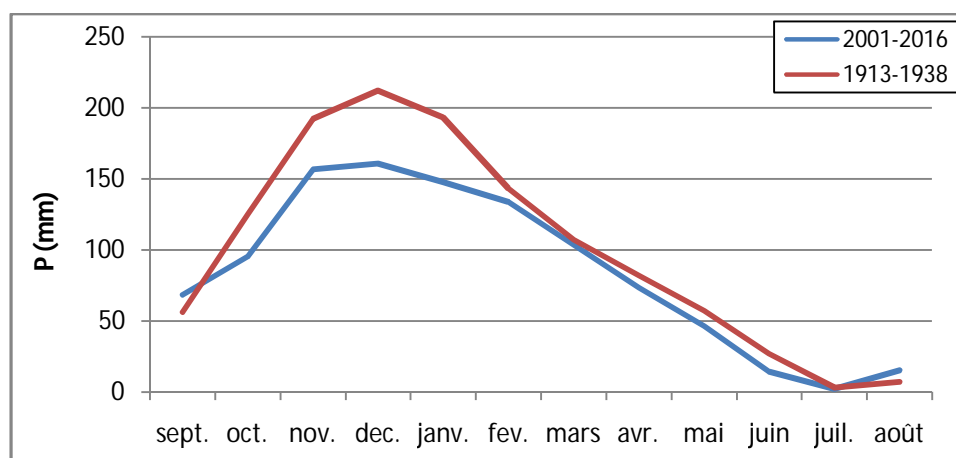


Figure 09 : Courbes de distribution de la pluviométrie (séries : 1913-1938 et 2001-2016).

II.1.2. Evolution des températures

II.1.2.3. Températures annuelles et saisonnières

Le tableau 06 récapitule les valeurs des températures annuelles moyennes, minimales et maximales de la période ancienne (1913-38) et de la période récente (2001-16). Les températures moyennes annuelles et celles minimales augmentent légèrement de 0,21°C et 0,23°C respectivement durant la période récente. Pour les températures maximales, les valeurs moyennes augmentent considérablement de 1,26°C passant de 22,11 à 23,37°C.

La période récente connaît une hausse des températures moyennes saisonnières de 0,3°C en été et de 0,35°C en automne. Pour les minimales, la hausse des températures a le même effet que pour les moyennes avec cependant une légère diminution de 0,11°C en hiver. En revanche, les maximales augmentent en dépassant 1°C pour les saisons notamment en été avec +1,50°C.

Tableau 06 : Valeurs moyennes annuelles et saisonnières des températures moyennes, maximales et minimales (°C).

		Hiver	Printemps	Eté	Automne	Année
T° Max (°C)	2001-2016	16,89	21,15	30,1	25,38	23,37
	1913-1938	15,6	20,1	28,6	24,13	22,11
	Différence	1,29	1,05	1,5	1,25	1,26
T° Moy (°C)	2001-2016	12,24	16,22	24,73	20,53	18,43
	1913-1938	12,18	16,1	24,43	20,18	18,22
	Différence	0,06	0,12	0,3	0,35	0,21
T° Min (°C)	2001-2016	8,76	12,1	20,27	16,23	14,34
	1913-1938	8,87	12,06	19,86	15,65	14,11
	Différence	-0,11	0,04	0,41	0,58	0,23

II.1.2.4. 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. Les mois de l'hiver restent les plus froids et les mois de l'été les plus chauds de l'année. Cependant, l'observation des niveaux mensuels montre que les températures augmentent durant la 2^{ème} période de l'étude (2001-2016) par rapport à l'ancienne (1913-1938) pour tous les mois avec des degrés variables aussi bien pour les moyennes que pour les maximales et les minimales (Figure 10).

Tableau 07 : Valeurs moyennes mensuelles des températures moyennes, maximales et minimales (°C).

T°	Période	janv.	fev.	mars	avr.	mai	juin	juil.	août	sept.	oct.	nov.	dec.
Max	2001-2016	16,66	16,42	18,76	20,89	23,80	27,90	30,93	31,45	28,74	26,41	20,98	17,58
	1913-1938	14,90	15,90	17,80	19,90	22,60	26,30	29,30	30,20	28,40	24,30	19,70	16,00
	différence	1,76	0,52	0,96	0,99	1,20	1,60	1,63	1,25	0,34	2,11	1,28	1,58
Moy	2001-2016	12,00	11,72	13,84	15,99	18,84	22,52	25,60	26,07	23,84	21,36	16,40	13,01
	1913-1938	11,60	12,35	13,85	15,85	18,60	22,20	25,05	26,05	24,25	20,35	15,95	12,60
	différence	0,40	-0,63	-0,01	0,14	0,24	0,32	0,55	0,02	-0,41	1,01	0,45	0,41
Min	2001-2016	8,50	8,76	9,89	11,84	14,44	17,94	20,62	21,02	18,94	16,22	11,79	9,35
	1913-1938	8,30	8,80	9,90	11,80	14,60	18,10	20,80	21,90	20,10	16,40	12,20	9,20
	différence	0,20	-0,04	-0,01	0,04	-0,16	-0,16	-0,18	-0,88	-1,16	-0,18	-0,41	0,15

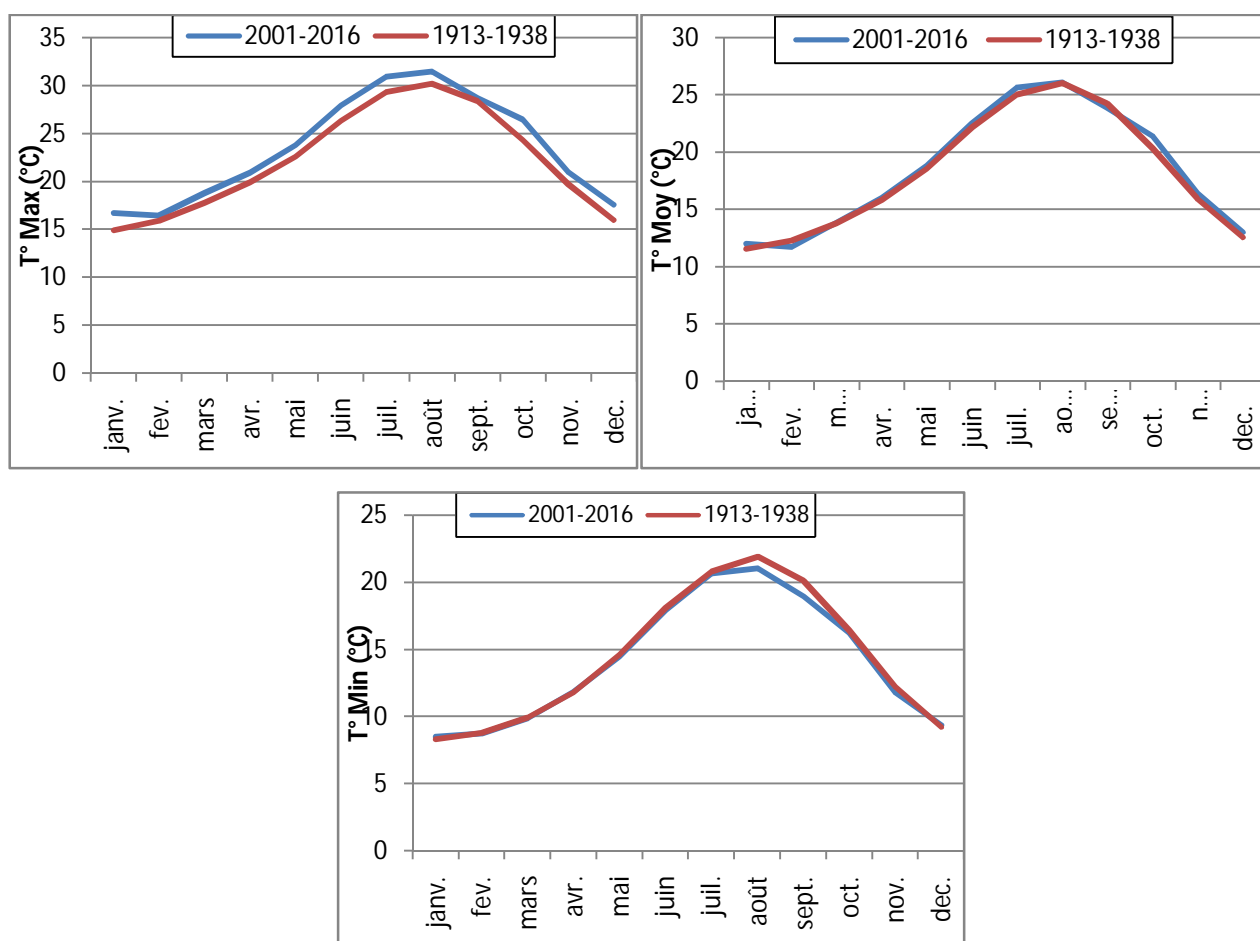


Figure 10 : Courbes de distribution de la température maximale, moyenne et minimale dans la région de Jijel (séries : 1913-1938 et 2001-2016).

II.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 se caractérise par une étendue de la période sèche de 6 mois allant de la deuxième moitié du mois de mars jusqu'au mois de septembre. Par comparaison à cette époque, la série récente exprime une période sèche plus longue allant de mars à octobre et une période humide moins intense en hauteur (Figure 11).

Enfin, l'assemblage des deux diagrammes (Figure 11) montre que la région de Jijel connaît un raccourcissement important de la période humide.

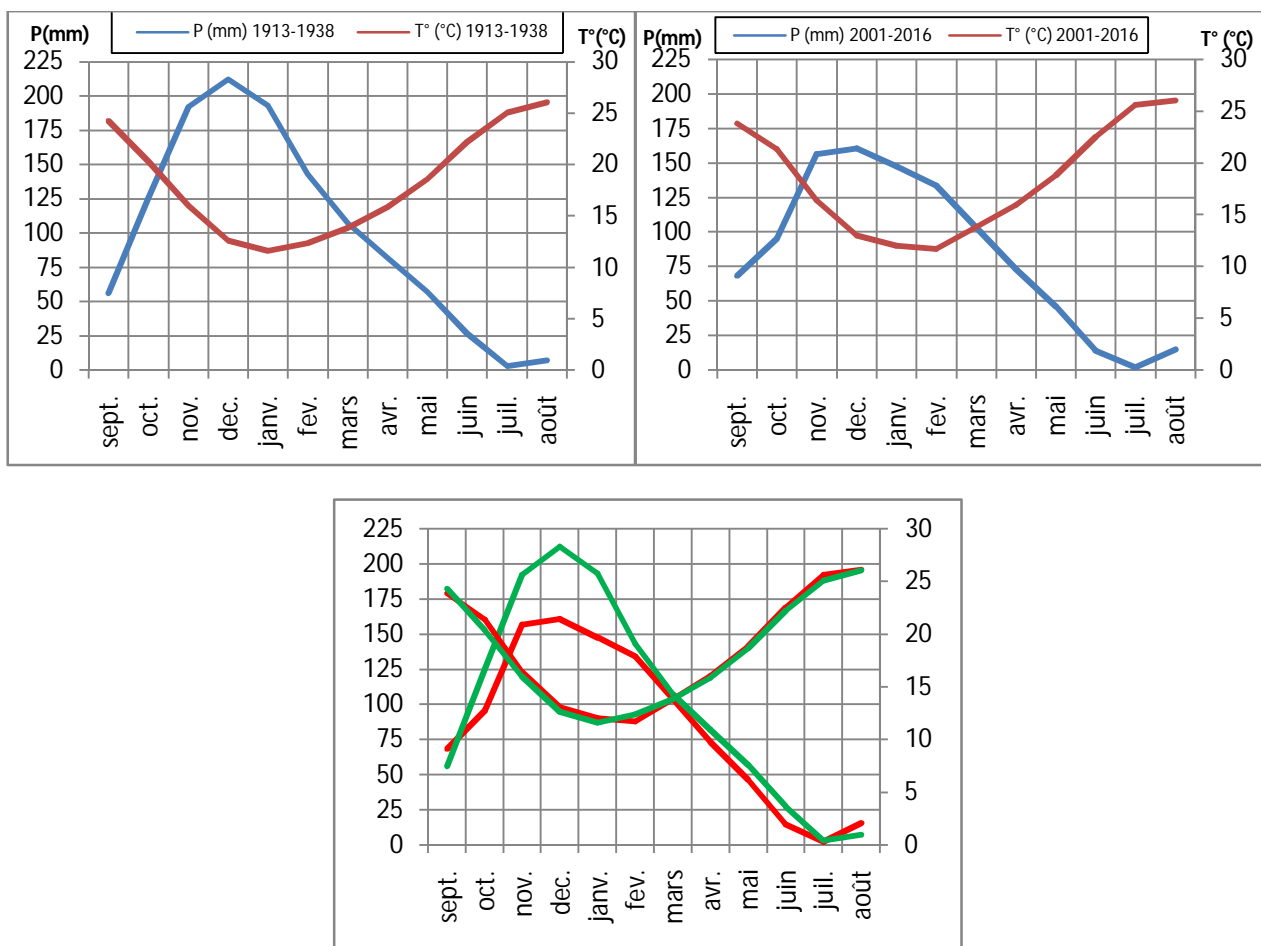


Figure 11 : Evolution du diagramme Ombrothermique de la région de Jijel entre 1913-1938 et 2001-2016.

II.2. Perception du changement climatique par les agriculteurs

Le traitement des niveaux de perception du changement climatique par les agriculteurs montre que 23 sur les 34 formes de changements retenues pour l'étude ont un niveau de perception qui dépasse le seuil de 50%. Parmi ces indicateurs, 11 changements climatiques sont les plus perçus. Ils proviennent des facteurs naturels liés à la pluviométrie (retard des pluies et arrêt précoce des pluies), de ceux relatifs aux températures (excès de chaleurs et effet de serre), de celui exprimant la violence des vents et des indicateurs agroenvironnementaux (assèchement des oueds, chute des rendements, apparition de maladies inconnues auparavant, déforestation). Il est à noter que les formes agroenvironnementales des changements climatiques sont les mieux exprimées par les agriculteurs enquêtés. En revanche, celles relatives à la sécheresse et à l'humidité semblent être les moins perçues.

II.2.1. Perception du changement de la pluviométrie

Les résultats des niveaux de perception du changement climatique relatif à la pluviométrie sont présentés dans le tableau 07 illustré par la figure 12. Le retard des pluies est le plus ressenti des changements avec une fréquence de 100%. Il est perçu par tous les agriculteurs. Cela s'explique par la dépendance aux précipitations de l'ensemble des agrosystèmes.

L'arrêt précoce des pluies est fortement perçu avec 97% des cas. A ce propos, les agriculteurs expriment leur inquiétude sur l'insuffisance des quantités de pluies nécessaires au développement de leurs cultures. Aussi, L'irrégularité des pluies et la mauvaise répartition de celles-ci sont fortement observées avec 87,5% des cas pour chaque forme. Quant à la perception de la rareté des pluies de printemps, elle est de l'ordre de 72,5%. Cependant, les pluies de printemps qualifiées comme tardives est une forme moins perçue avec 42,5%. Cette perception a des niveaux proches pour tous les systèmes.

Sighomnou (2004), confirme que la périodicité de l'écoulement fluvial dans de nombreuses régions où les précipitations hivernales tombent sous forme de neige s'est considérablement modifiée. Ainsi, les précipitations hivernales tombent davantage sous forme de pluie que de neige et la saison de fonte des neiges commence plus tôt.

Tableau 07 : Niveaux de perception des changements de la pluviosité et par les agriculteurs

Agro système		Fraisier	Plein champs	Maraichage sous serre	Elevage	Total (%)
Nombre d'exploitation		10	10	10	10	40
âge moyen		41,89	46,67	39,6	42,01	
Pluviométrie	Retard de pluies	100	100	100	100	100
	Prolongement des pluies	50	40	50	50	47,5
	Arrêt précoce de pluies	100	100	100	90	97,5
	Rareté des pluies	10	10	10	50	20
	Rareté des pluies de printemps	90	70	60	70	72,5
	Pluies de printemps tardives	40	30	60	40	42,5
	Mauvaise répartitions des pluies	100	100	70	80	87,5
	Forte intensité des pluies	60	40	50	40	47,5
	Irrégularité des pluies	100	80	90	80	87,5
	Inondation	20	40	40	30	32,5

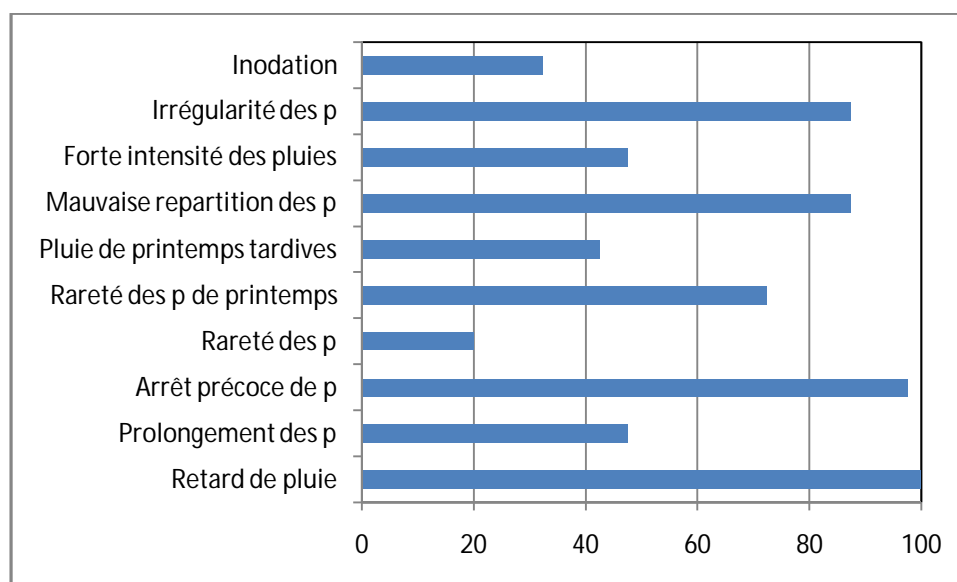


Figure12 : Barres des niveaux de perception des changements de la pluviosité par les agriculteurs

II.2.2. Perception du changement agroenvironnemental

Les niveaux de perception agroenvironnementale relatives aux changements climatiques sont indiqués dans le tableau08 illustré par la figure 13. Il ressort que les indicateurs les plus

exprimés par les agriculteurs sont par ordre d'importance, l'apparition des maladies inconnues l'assèchement des oueds, l'aridité du sol et le flétrissement précoce des végétaux. D'autres indicateurs sont également bien perçus mais avec des niveaux inférieurs. Il s'agit de la chute des rendements et du tarissement des puits.

La perception de l'assèchement des oueds atteint 100% et celle du tarissement des puits 77,5% 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 exploitants à cette ressource précieuse. En effet, le tarissement des puits et l'assèchement des oueds suite à la diminution des précipitations, limitent les possibilités d'irrigation et l'usage de l'eau à des fins domestiques. Seule la disparition d'espèces végétales existantes auparavant et l'apparition de maladies inconnues sont observées par tous les agriculteurs enquêtés avec un niveau de perception maximal, de l'ordre de 100%. Selon le **GIEC (2008)**, la sécheresse a toujours été présente dans l'histoire du Maghreb, caractérisé par une diminution des précipitations et une tendance nette à la hausse des températures. La caractérisation de la sécheresse climatique au cours de la période 1961-2004 a montré une augmentation significative de la fréquence des sécheresses, de leur sévérité et de leur champ de couverture spatiale. Cette dynamique de sécheresse s'accompagne d'un réchauffement important lié au changement climatique planétaire, qui rend ces années sèches de plus en plus difficiles pour différents secteurs socio-économiques du pays.

La déforestation et l'aridité du sol atteignent une fréquence de perception très élevée entre 92 et 100% de cas pour l'ensemble des systèmes étudiés.

Tableau 08: Niveaux des perceptions des indicateurs agroenvironnementaux relatifs aux changements climatiques par les agriculteurs.

Agro-système		Fraisier	Plein champs	Plasticulture	Elevage	Total (%)
Nombre d'exploitation		10	10	10	10	40
âge moyen		41,89	46,67	39,6	42,1	
Environnement	Tarissement des puits	100	70	70	70	77,5
	Assèchement des oueds	100	100	100	100	100
	Apparition d'SP végétales inexistantes auparavant	70	50	80	40	60
	Disparition d'SP végétales existantes auparavant	100	100	100	100	100
	Déforestation	100	90	100	100	97,5
	Chute de rendement	70	70	60	60	65
	Apparition de maladies inconnues	100	100	100	100	100
	Apparition d'insectes et d'animaux inconnus	100	100	100	70	92,5

Flétrissement précoce de la végétation	100	100	100	100	100
Aridité du sol	100	100	100	100	100

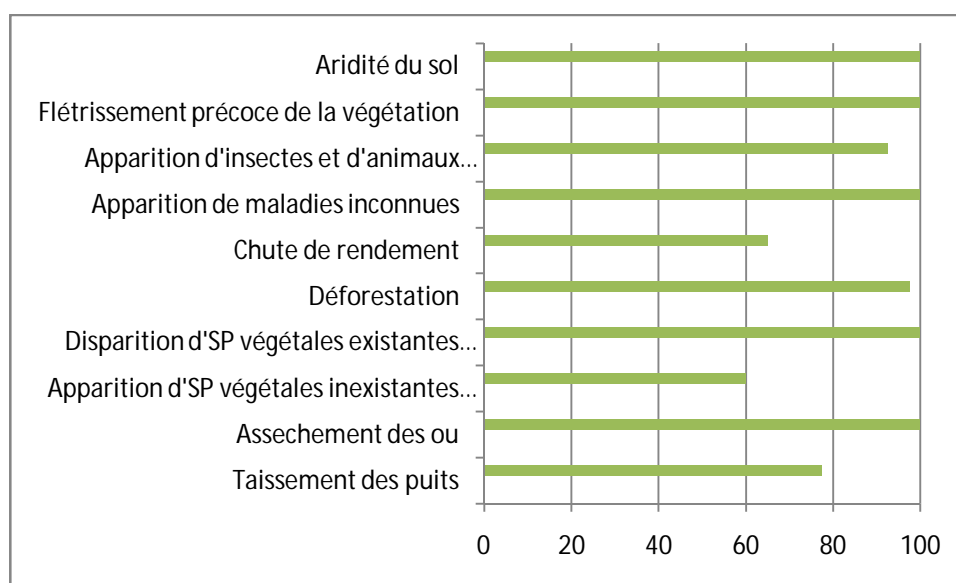


Figure13 : Barres de niveaux des perceptions des indicateurs agroenvironnementaux des changements climatiques (%).

II.2.3. Perception du changement de la température et de la sécheresse

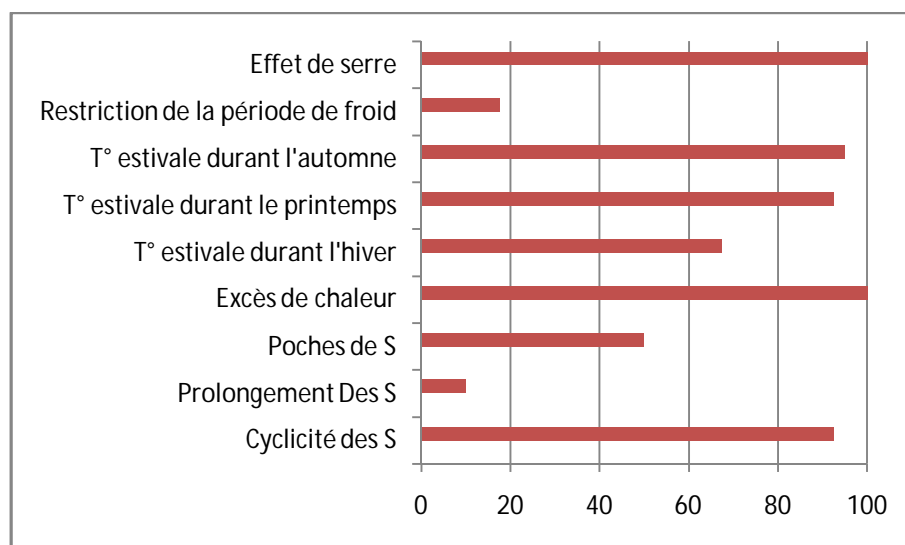
L'excès de chaleur est le plus classé des changements climatiques. Il est perçu par tous les agriculteurs enquêtés (100%). Ils expriment ce phénomène sous forme d'augmentation brutale des chaleurs de courte durée (2 à 3 jours) sans préciser la saison ou les mois durant lesquels il survient. Il peut être en relation aussi avec l'effet de serre dont les niveaux de perception sont à 100%.

La cyclicité de la sécheresse atteint une fréquence de perception de 92,5%. Sa distinction par système agricole montre des niveaux variables allant de 80 % pour le système plein champs à 100% pour les systèmes fraisier et plasticulture. Selon **Fenniet Machane (2010)**, la sécheresse puise les ressources naturelles lesquelles exerceront une pression énorme sur la sécurité alimentaire de la population. Le régime des précipitations et le cycle hydrologique seront affectés. La sécheresse entraînera une diminution de l'humidité du sol et provoquera de l'érosion accrue.

Les températures estivales au printemps se produisent généralement selon les agriculteurs à partir du mois d'avril et durent parfois jusqu'à une semaine. Cet indicateur atteint 92,5% en moyenne. Aussi, les températures estivales durant l'automne se manifestent à partir du mois de septembre. Cet indicateur atteint une fréquence de 95% de perception par les agriculteurs enquêtés.

Tableau 09: Niveaux de perception des changements de la température et de la sécheresse par les agriculteurs

Agro –système		Fraisier	Plein champs	Maraichage sous Plastique	Elevage	Total (%)
Nombre d'exploitation		10	10	10	10	40
âge moyen		41,89	46,67	39,6	42,1	
sécheresse	Cyclicité des S	100	80	100	90	92,5
	Prolongement Des S	0	20	10	10	10
	Poches de S	50	50	70	30	50
Température	Excès de chaleur	100	100	100	100	100
	T° estivale durant l'hiver	80	60	80	50	67,5
	T° estivale durant le printemps	90	100	100	80	92,5
	T° estivale durant l'automne	90	100	100	90	95
	Restriction de la période de froid	20	30	0	20	17,5
	Effet de serre	100	100	100	100	100

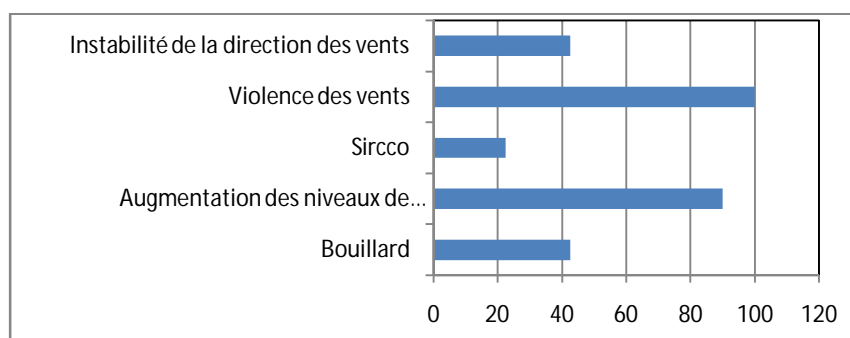
**Figure 14:** Barres des niveaux de perception des changements de la température et de la sécheresse par les agriculteurs.

II.2.4. Perception du changement d'humidité et du vent

La violence des vents est perçue par tous les agriculteurs enquêtés (soit 100%). Aussi, la perception de l'augmentation des niveaux d'humidité est très élevée dans tous les agrosystèmes ; elle atteint un niveau de perception de l'ordre de 90%.

Tableau 10: Niveaux de perception des changements d'humidité et du vent par les agriculteurs

Agro-système		Fraisier	Plein champs	Maraichage sous Plastique	Elevage	Total (%)
Nombre d'exploitation		10	10	10	10	40
âge moyen		41,89	46,67	39,6	42,1	
Humidité	Bouillard	40	60	40	30	42,5
	Augmentation des niveaux de l'humidité	80	100	100	80	90
Vent	Sirocco	40	30	20	0	22,5
	Violence des vents	100	100	100	100	100
	Instabilité de la direction des vents	50	50	50	20	42,5

**Figure15 :** Barres des niveaux de perception des changements de l'humidité et le vent par les agriculteurs.

II.2.5. Typologie des perceptions du changement climatique

Les résultats de l'analyse factorielle des correspondances (AFC) ont mis en relation les agros-systèmes, les classes d'âge et les perceptions du changement climatique par les agriculteurs (Figure 16). Les informations contenues dans les variables sont contrôlées à 79,86% par le plan d'axes F1 et F2 (Tableau 11).

Tableau 11 : Valeurs propres et pourcentage de variance

	F1	F2
Valeur propre	0,016	0,007
Inertie (%)	56,763	23,194
% cumulé	56,763	79,957

L'axe F1 est formé beaucoup plus par les perceptions des agriculteurs du système fraisier, des éleveurs, du système plein champs et de ceux de la catégorie d'âge des jeunes. L'axe F2 traduit par contre, les perceptions des agriculteurs appartenant au système maraîchage sous plastique et des agriculteurs âgés. Les autres points lignes sont distribués au centre du plan F1xF2(tableau 12).

Tableau 12: Contributions des points-lignes aux axes F1 et F2 (%).

	F1	F2
Fraisier	0,825	0,041
Plein champs	0,036	0,015
Maraichage sous plasticulture	0,003	0,382
Elevage	0,029	0,004
Total	0,008	0,010
Jeunes	0,004	0,026
35 à 55 ans	0,005	0,024
Agés	0,091	0,497

Pour les points colonnes, seules les perceptions du changement climatique relatif à l'arrêt précoce des pluies contribuent à la formation du premier axe (F1). En revanche, celles relatives aux pluies de printemps tardives et au tarissement des puits sont les perceptions les plus liées au second axe (F2) (Tableau 13).

Tableau13 : Contributions des points-colonnes aux axes F1 et F2 (%).

	F1	F2
Cyclicité de la sécheresse	0,001	0,046
Arrêt précoce des pluies	0,820	0,010
Pluies de printemps tardives	0,002	0,272
Mauvaise répartition des pluies	0,014	0,063
Irrégularité	0,054	0,111
Température estivale en hiver	0,048	0,054
Tarissement des puits	0,021	0,338
Apparition d'espèces végétales inexistantes auparavant	0,033	0,073
Chute des rendements	0,006	0,000
Apparition de maladies	0,002	0,032

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 agriculteurs ainsi que les classes d'âge ayant contribué à la formation des deux axes. A ce propos, les agriculteurs âgés s'opposent aux autres (plus jeunes et catégorie 35-55 ans) en exprimant

différemment les perceptions du changement climatique (Figure 15). En effet, les jeunes font plus 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 évènements climatiques extrêmes. Par contre, les agriculteurs âgés perçoivent au mieux les changements climatiques relatifs aux niveaux des précipitations, aux poches de sécheresse et à l’effet de serre.

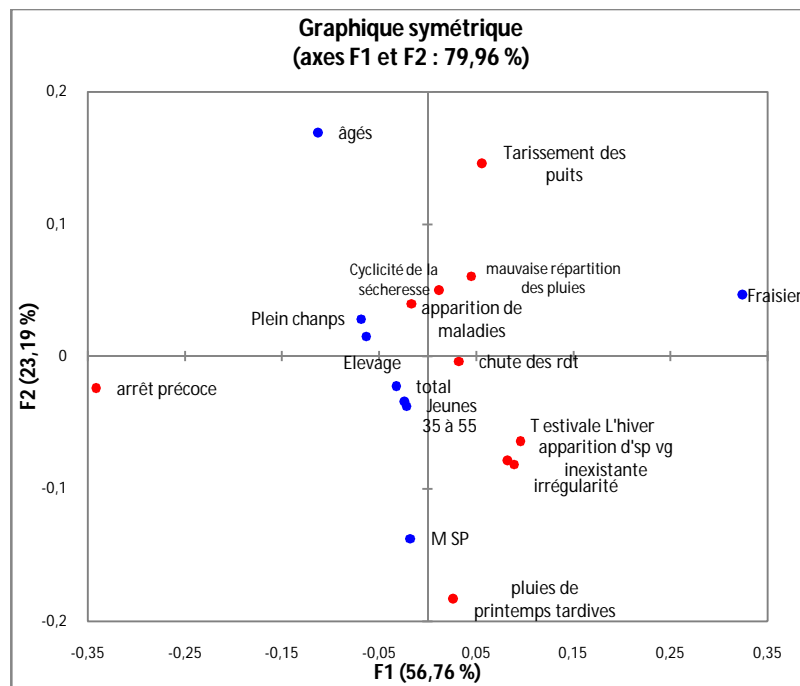


Figure 16: Distributions des perceptions des éleveurs, des agro systèmes et des classes d’âge sur le plan F1xF2 de L’AFC.

II.3. Stratégies d'adaptation des agriculteurs face aux changements climatiques

II.3.1. Les réponses adaptatives des agriculteurs 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 agriculteurs pour faire face aux incertitudes suite au changement du climat.

II.3.1.1. 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. Longtemps considérée comme une entrave au développement d'une agriculture professionnelle, la pluriactivité des familles d'agriculteurs apparaît aujourd'hui comme un moyen d'assurer la viabilité des exploitations agricoles (**Butault et al. , 1999**).

Nos investigations ont permis de signaler l'importance de la pluriactivité par 23 exploitations (7 élevages/10 ; 6 exploitations des fraises ; 6 en plein champs et 1 exploitation appartenant au système plasticulture), soit 57,5% de l'ensemble des exploitations étudiées. Les activités hors agriculture ayant été recensées sont relatives aux domaines du transport public des voyageurs, du commerce et du salariat. 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.

II.3.1.2. Diversité des productions

La diversité des productions végétales est caractéristique dans la région d'étude. Exceptées les exploitations du système élevage, toutes les autres exploitations diversifient leurs productions avec des mêmes niveaux de diversité selon le système de production. Dans les exploitations basées sur la culture du fraisier, celles en plein champ et celles basées sur la plasticulture, les polycultures sont bien conduites. L'importance que les agriculteurs de ces systèmes peuvent accorder pour l'une des productions se définit selon les circonstances du marché et celles du climat. Les productions sont moins diversifiées dans les élevages. Pour la plupart des exploitations de ce système, seule la monoproduction de viande s'impose.

II.3.1.3. Irrigation et gestion des apports d'eau

Le recours à l'irrigation est une réponse systématique lors des années sèches dans tous les agrosystèmes étudiés. L'irrigation est de plus en plus maîtrisée par les agriculteurs du fait de la généralisation presque totale de la technique de l'irrigation localisée (goutte à goutte) notamment par les exploitations des systèmes fraisier et plasticulture.

II.3.1.4. Planification

Selon leurs déclarations, les agriculteurs tentent de planifier les plantations pour faciliter l'adéquation, au moment des récoltes, entre l'offre en produits et les demandes de leurs clients. L'objectif des planifications est de pallier les difficultés rencontrées chaque année lors de la commercialisation des produits car avec le développement de l'agriculture saharienne, le marché des légumes et produits agricoles est devenu, selon les agriculteurs enquêtés, de plus en plus risqué. Aussi, les planifications exprimées par ces derniers visent à éviter les risques des extrêmes climatiques que connaît la région ces dernières années (sécheresses et inondations).

II.3.1.5. Assurance

L'assurance indicielle a été développée compte tenu des limites de l'assurance classique. Le remboursement de l'agriculteur est déclenché en fonction d'un indicateur objectif, fortement corrélé au rendement (le niveau des précipitations, par exemple). Toutefois, les questions d'acceptabilité par les agriculteurs et les questions des formations/sensibilisations sont fondamentales dans la mise en place d'assurances climatiques. Ainsi, les agriculteurs du système "Fraisier" sont ceux qui assurent de plus par rapport aux autres agriculteurs (6/10 cas) contre ceux du système "Plasticulture" (2/10) cas. On note cependant que pour l'ensemble des systèmes de production, les agriculteurs font recours aux assurances dommages pour leurs équipements et non contre les catastrophes naturelles à l'exemple des dommages causées par les extrêmes climatiques.

II.3.1.6. Sélection et utilisation de semences adaptées à la sécheresse

La vulgarisation des variétés créées par la recherche a connu peu de succès parce qu'elles étaient inadaptées aux conditions de culture des paysans. Cet échec de la recherche s'explique en partie par la faible prise en compte des contraintes climatiques de la zone et des méthodes employées par les agriculteurs pour en tenir compte: choix des dates de semis, travail du sol, choix de variété (Soumaré *et al.*, 2006). En effet, l'ensemble des agriculteurs enquêtés ont exprimé leur sérénité lors du choix de la semence utilisée. Toutefois, le critère principal du choix demeure la rentabilité. L'adaptation à la sécheresse étant un critère secondaire.

II.3.1.7. 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 adaptée en conséquence (Vert et al., 2013). Ces ajustements techniques, comme les changements de date dans les périodes demise 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 déclarent un volonté de programmer les mises-bas pour faire coïncider le pic des besoins du bovins (les vaches laitières) aux périodes de forte production fourragère de l'année. Dans ce cas, les mises-bas de fin d'hiver (février mars) sont recherchées. Toutefois, seuls trois éleveurs confirment l'adoption de cette stratégie alors que les autres éleveurs pratiquent l'engraissement.

II.3.1.8. Intensification et stockage des aliments

Les stocks de sécurité concernent les fourrages conservés surtout le foin mais aussi la paille utilisée lors des périodes de soudures alimentaires. Excepté les éleveurs pratiquant les bovines races à viande dont le foncier est faible ou inexistant pour produire des fourrages, les autres éleveurs prévoient des stocks de foin, paille lors de chaque campagne agricole. 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.

II.3.2.1.9. Vente

Dans les trois agrosystèmes fraisier, plein champs et plasticulture, la stratégie de la vente est rare lors des périodes de crises suite à une sécheresse, à un hiver difficile ou à la faiblesse de la trésorerie de l'exploitation. Pour les éleveurs enquêtés, les revenus des ventes sont convertis en partie en achats d'aliments pour couvrir les besoins du troupeau. Cette stratégie est pratiquée principalement par les éleveurs engraisseurs.

II.3.1.10. Achat de matériel et aliment

L'achat des aliments et d'équipement est caractéristique dans les exploitations d'étude. Excepté les exploitations du système plein champs, l'achat d'équipements agricoles est une préoccupation dans les exploitations du système fraisier et celles de plasticulture avec des niveaux variables. L'achat des fourrages est rencontré auprès des élevages. Il 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. Cedeuxième type d'achat devient de plus en plus fréquent durant les saisons sèches pour tous les éleveurs, mêmes pour ceux réalisant une autonomie élevée en saisons pluvieuses.

Tableau 14: Inventaire des réponses adaptatives des éleveurs face aux changements climatiques.

Agrosystème	Fraisier	Plein champs	Plasticulture	Elevage
Diversité des productions	7	7	7	4
Irrigation et gestion des apports d'eau	10	10	10	5
Sélection et utilisation de semences adaptées à la sécheresse	10	9	10	1
Gestion de la reproduction	/	/	/	4
Pluriactivité	6	6	1	7
Achat de matériel et aliment	4	/	3	10
La vente	/	/	1	7
Intensification et stockage des aliments	/	/	/	10
Planification	5	6	4	5
Assurance	6	3	2	3

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

La flexibilité de l'agrosystème Elevage

Le système élevage se définit par la particularité d'une tendance vers la spécialisation en viande mais secondairement en lait (dans quelques exploitations. Les troupeaux sont presque exclusivement bovins et par conséquent, le niveau de la diversité est faible ce qui fragilise la flexibilité opérationnelle à l'échelle technico-économique interne (une seule production principale : le lait ou la viande). Bien que l'achat et stockages des aliments 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.

Par ailleurs, l'intensification fourragère adoptée par quelques éleveurs (3/10) et la gestion de la reproduction sont des pratiques actionnées par les éleveurs pour limiter l'impact des 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, l'agrosystème élevage est celui qui a recours le plus au stockage des aliments et à l'achat des équipements et des aliments, ce qui lui 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 vu la forte rémunération de la viande et les faibles risques d'investissement en comparaison avec l'élevage laitier.

La flexibilité de l'agrosystème Fraisier

L'agrosystème fraisier est caractérisé par une diversité importante, les polycultures sont bien conduites. L'importance que les agriculteurs de ces systèmes peuvent accorder pour l'une des productions se définit selon les circonstances du marché pour assurer leur durabilité face aux changements climatiques. Cette diversité des productions végétales 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.

Des leviers autres que la diversité sont mobilisés par les agriculteurs de l'agrosystème de fraisier lors des périodes de sécheresse. Il s'agit du choix de la semence ou des plants. L'irrigation et la gestion des apports d'eau. Ces leviers permettent de renforcer 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 agriculteurs de saisir les opportunités et d'amortir efficacement les chocs du climat grâce à la possibilité de transformation rapide et sans risque du système de production et ajuster l'investissement aux opportunités du marché et cibler les périodes de grandes consommations de la fraise.

La flexibilité externe s'avère par la pluriactivité (commerce), l'assurance et le recours à l'endettement.

La flexibilité de l'agrosystème Plein champs

La diversité des productions est caractéristique dans l'agrosystème plein champs. Le niveau de la diversité est élevée ce qui renforce la flexibilité opérationnelle à l'échelle technico-économique interne (plusieurs productions principales : Tomate, haricot, courgette.....). Bien que l'association de la diversité des productions 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 notamment en plein

champs. Des leviers autres que la diversité sont mobilisés par les agriculteurs : La sélection des semences et l'irrigation et la gestion des apports d'eau. Ces leviers permettent de renforcer la flexibilité opérationnelle interne de l'exploitation. La flexibilité externe s'avère cependant fragilisée par les ventes faibles, l'attitude négative des agriculteurs quant à l'assurance et le recours à l'endettement.

Enfin, la flexibilité stratégique se définit par deux tendances. La première consiste à maintenir le niveau de production et agrandir simultanément la taille du champs 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. La deuxième tendance consiste à planifier le transfert du système de production vers une activité plus rentable et plus durable comme la culture des fraises, la plasticulture ou l'arboriculture fruitière. Toutefois, une éventuelle transformation du système de production en élevage est écartée par l'ensemble des agriculteurs de ce système à cause de la taille réduite des surfaces aussi ce type de système (élevage) est un investissement lourd et exige une capacité de financement importante par rapport aux disponibilités de ceux-ci.

La flexibilité de l'agrosystème Plasticulture

L'agrosystème plasticulture est orienté vers la production du maraichage. Cet agrosystème est caractérisé par une diversité de production végétale importante en produisant saisonnièrement et en contre saison (Tomate, Piment, Poivron, Concombre, Aubergine...). Les niveaux de diversification sont variables selon la capacité de chaque exploitation mais les objectifs sont les mêmes : faire coïncider la vente des produits aux périodes de prix élevés sur le marché, pouvoir compenser les pertes en cas de déclin du marché et assurer la durabilité du système de production en cas de risque économique ou face aux incertitudes du climat. Plusieurs autres leviers comme le choix des semences et l'irrigation contribuent à la flexibilité opérationnelle interne. En revanche, la flexibilité externe est faible suite à la faible pluriactivité et l'absence de l'assurance.

Enfin, la flexibilité stratégique est faible ; elle est fragilisée par la faiblesse des planifications conditionnées par la capacité d'investissement à long terme.

Conclusion

Cette étude confirme le constat des changements climatiques au niveau local de la région de Jijel avec moins de pluies (-187,57mm), et plus de chaleurs manifestées surtout par les températures maximales (+1,5°C), et des sécheresses plus prononcées qui persistent jusqu'à l'automne. Ces changements sont perçus différemment par les agriculteurs enquêtés selon leur âge et selon l'agrosystème mise en place.

Enfin, l'étude permet de discerner plusieurs réponses adaptatives actionnées par les agriculteurs face au changement climatique. Les réponses les plus pertinentes semblent être l'irrigation et la gestion des apports d'eau, la diversité des productions et la pluriactivité. Ainsi, l'analyse de la flexibilité des agrosystèmes étudiés montre que l'agrosystème « élevage » est le plus flexible ; il est doté d'une capacité d'adaptation considérable face aux différentes situations de crises notamment climatiques grâce à la possibilité de mobiliser plusieurs leviers (intensification et autonomie fourragère, gestion des stocks, gestion de la reproduction...).

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 agrosystèmes 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'agriculture ;
- d'étudier l'adaptation des systèmes de productions animales agricoles face aux effets conjugués du climat, des pathologies et du marché ;
- et d'étudier également l'adaptation des systèmes de productions agricoles par rapport aux opportunités et aux bienfaits que présentent les risques du changement climatique.

- 01 - Alcaras, J.R et Lacroux, F., 1999.** Planifier, c'est s'adapter. *Économie et Sociétés*, série S.G., 26-27 : 7-37
- 02- 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.
- 03- ANDI. ,2013.** Agence Nationale de Développement de l'Investissement (ANDI), 2013. Investir en Algérie : Monographie de la wilaya de Jijel. ANDI, 2013.24p
- 04- Ayadi-Yahyaoui F.2010.**Contribution à l'étude des indicateurs de durabilité du littoral Dans la wilaya de Jijel, Mémoire en vue de l'obtention du diplôme de magister en (analyse de L'environnement et biodiversité), Université du Bejaïa ,81p.
- 05- Bagnouls, F, et 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-Agro ParisTech. Paris, France Mai 2010. P49.
- 06- Butault, J. P., Delame, N., Krebs, S., & Lerouillois, P. 1999.** La pluriactivité: un Correctif aux inégalités du revenu agricole. *Économie et statistique*, 329(1), 165-180.
- 07- Buffet, C., 2015.** L'impératif d'adaptation, pierre d'achoppement de la COP21 ?. Presses Universitaires de France/Cités, 2015/3, n° 63 : 185-194.
- 08 -Bizec, F, 2006 .**Gaz à effet de serre et changement climatique, AFNOR22-27 p
- 09- Boudjedjou. L., 2010.** Etude de la flore adventice des cultures de la région de Jijel, thèse de magister, valorisation des ressources végétales, Université FERHAT ABBAS – SETIFE- ,155p
- 10- Chabane, M., 2012.** Comment concilier changement climatique et développement agricole En Algérie ?, *Territoire en mouvement* n°14 et 15 : 72-91.
- 11- CCNUCC., 2001.** Changements climatiques. Fiches informatives. PNUE/UNFCCC, Octobre 2001. 63p.
- 12- CCNUCC., 2015.** Adoption de l'Accord de Paris. 21ème session de la Conférence des Parties. FCCC/CP/2015/L.9, Paris, 12 décembre 2015 : 39p.
<http://unfccc.int/resource/docs/2015/cop21/fre/109f.pdf>.

13- 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.

14 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

15- Chia, E., 2008. La flexibilité relationnelle : rôle des réseaux, groupements et associations D'éleveurs. In : Climatique de l'après 2020] Document de travail (en anglais). Washington, DC: World Ressources Institute.

16- 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.

17- Cohendet, P., Llerena, P., 1999. Flexibilité et modes d'organisation. Paris, Revue française De gestion, n° 123 : 72-79.

18- 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.

19- DSA., direction du service agricole. 2016. Production végétale et animale de la wilaya de Jijel

20-

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: pp 81-90.

21- 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.

22- Direction de l'environnement, 2008. Données statistiques.

23- EL-Katiri, L. , 2016. La voie vers Marrakech : Quelles priorités pour la COP22 ? OCP Policy Center. Septembre2016. 12p.

24-Far, Z.,2016. Les élevage bovins de la région semi- aride de setif face au changement climatique : impacts et flexibilité .Thèse de Doctorat en sciences Agronomiques. Université Ferhat Abbas-Setifs.pp40.

25-Fenni, M., &Machane, Y. 2010. Climate change and agricultural conservation. *Revue Agriculture, 1*, 16-22.

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

27-Grinevald, J., Urgelli, B., 2000. Historique de l'effet de serre. Eduscol. ENS de Lyon, Mars 2000 n° 1 : 9-34.

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

29- GIEC, E. 2007a. Bilan 2007 des changements climatiques. *Contribution des Groupes de travail I, II.*

30-GIEC, 2007b. 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.

31-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.

32-Holling, C.S., 1973. Resilience and stability of ecological systems. *Annual Review of Ecology and Systematic*, Vol4: 1-23.

33-Holling, CS., 2001. Understanding the complexity of economic, ecological, and social systems. *Ecosystems* n° 4 : 390-405.

34-Heffron, R.J. 2016 . "The implications of the Paris Agreement and climate change from a legal perspective" (Les implications de l'Accord de Paris et du changement climatique D'un point de vue juridique) *Oxford Energy Forum* No.105, mai 2016, pp.10-13.

35-International Food Policy Research Institute (IFPRI). Nelson, G. C., Rosegrant, M. W., Koo, J., Robertson, R., Sulser, T., Zhu, T., ... & Magalhaes, M. (2009). *Changement climatique: Impact sur l'agriculture et coûts de l'adaptation.*

36-Jean,L 2007. Comprendre le changement climatique. Odile Jacob. 195 P.

37- Jacques, G., Le Treut, H., 2014. Le changement climatique. Éd. UNESCO, Paris 2014. 158p

38-Kadik, B., 1983. Contribution à l'étude du Pin d'Alep (*Pinus halepensis* MILL) en Algérie Ecologie, dendrométrie, morphologie ». Thèse de Doctorat Es Sciences Université Aix-Marseille 320 p. + annexe

39-Kadik, B., 2007 .Eléments d'une stratégie d'adaptation au changement climatique en zone Aride et semi aride. Centre de recherche scientifique et techniques sur les régions arides Biskra

40-Krebs, S. (2005). Pluriactivité et mode de financement des exploitations agricoles. *Économie rurale. Agricultures, alimentations, territoires*, (289-290), 91-105.

41-Mouhot, JF., 2012. Du climat au changement climatique : chantiers, leçons et défis pour L'histoire. *Revue Cultures & Conflits*, n° 88, hiver 2012 : 19-42

42-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. disponible en ligne à l'adresse : http://www.naturevivante.org/documents/strategie/tome7_a.pdf

43-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. disponible en ligne sur L'adresse : <http://unfccc.int/resource/docs/natc/algnc2.pdf>.

44-OPNUE., 2016. Douillet, P. L. 18 décembre 2016.

45-Reix, 1997.Reix, R., 1997. Flexibilité. In : Simon, P., Joffre, Y., 1997. Encyclopédie de gestion. 2ème édition, Economica. pp 1407-1420

46-Rochas, M.J., 2011. Les débuts de la mesure du CO2 atmosphérique. *La Météorologie* - n°72 février 2011 : 49-56.

47-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>

48-Schleussner, C.F. 2016. "Armed-conflictrisksenhanced by climate-relateddisasters in ethnicallyfractionalized countries" [Les risques de conflits armés exacerbés par les Catastrophes climatiques dans les pays ethniquement divisés] *Revue scientifique Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 25 juillet 2016.pp94.

49-Seguin B, 2010.Le changement climatique : conséquences pour les végétaux.Quaderni : 27-40.

50- Seltzer P., Lasserre A., Grandjean A., Auberty A et Fourey. 1946. Le climat de l'Algérie. Institut de météorologie et de physique du globe de l'Algérie. Université d'Alger. 292 p

51-Sighomnou., D, 2004. Analyse et redéfinition des régimes climatiques et hydrologiques du Cameroun: perspectives d'évolution des ressources en eau

52-Soumaré, M., Vaksman, M., Bazile, D., Kouressy, M., et Diakité, C. H, 2006. Adaptation des systèmes Fellous, J., Gautier., 2007. Comprendre le changement climatique. Odile Jacob. 195
Pes de production soudano sahéliens à la sécheresse et conséquences
Pour la sélection variétale: le cas des sorghos du Mali.

53-Tarondeau, J-C., 1999. La flexibilité dans l'entreprise. Collection Que sais-je ? PUF. 127p.

54-Tabet-Aoul, M., 2008. Impacts du changement climatique sur les agricultures et les Ressources hydriques au Maghreb. Notes d'alerte du CIHEAM n°48. 6p.

55-Vert, J., Schaller, N., & Villien, C, 2013. Agriculture, forêt, climat: vers des stratégies d'adaptation. *Centre d'études et de prospective, Ministères de l'Agriculture, de L'Agroalimentaire et de la Forêt, Paris, France, 50p*

56-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.

57-Walker, B., Holling, C. S., Carpenter, S. R., et Kinzig, A., 2004. Resilience, adaptability and Transformability in social ecological systems. *Ecology and Society (E&S)*, 9 (2) : 5.

Annexe 01 : Questionnaire d'enquête relatif à l'étude de la perception des changements climatiques par les agriculteurs de la wilaya de Jijel

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 :

Elevage plain champ Fraisier Maraichage sous plastique

Type du main-d'œuvre :

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
26	Brouillard			
27	Augmentation des niveaux de l'humidité			

6. Vents ?

N°	Forme du CC	Oui/Non	Exemple ou année	Explication
28	Sirocco			
29	Violence des vents			
30	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 dans la région			
37	apparition d'insectes et d'animaux inconnus			
38	Flétrissement précoce de la végétation			
39	Aridité du sol			
40	Autres OBS			

Annexe 02 : Questionnaire d'enquête relatif à l'étude des stratégies adoptées par les agriculteurs face aux changements climatiques

1. Stratégies adoptées par rapport aux élevages (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, GMQ 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 animale 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 ?

.....
.....

Systemes 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 ?

.....
.....
.....

Utilisation des pesticides

Impact sur l'agriculteur (intoxication)

.....

Impact sur la plante (efficacité et réaction)

.....

Impact sur le sol

.....

Impact sur le produit

.....

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 d'agriculteurs 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
.....
.....
.....

Assurance

Est-ce que vous assurez votre cheptel et vos cultures, votre capital et vos différents biens ?
.....
.....
.....

.....
.....

Si non Pourquoi ?

.....

Enfin, quels sont les véritables problèmes que vous rencontrez dans cette activité agricole ?

.....
.....
.....
.....
.....

Présenté par : Kehilawarda	Encadreur : Mr. Far zahir
Boudeghdegh wissam	Date de soutenance : Juin 2017

Thème

L'adaptation et flexibilité des agrosystèmes de la région de Jijel face aux changement climatique

Résumé

L'agriculture occupe un rôle très important dans la région de Jijel. Le changement du climat de celle-ci, constitue un handicap au développement des activités agricoles et d'élevages. La problématique sur l'adaptation et la flexibilité des agrosystèmes face au changement climatique. De ce fait, la présente étude aborde la question du changement climatique comme facteur d'influence sur l'efficacité des agrosystèmes, de leur sensibilité et de leur flexibilité et sur la perception des agriculteurs et leurs réponses au phénomène. L'étude du climat local confirme l'évènement des changements avec moins de pluies (-187,57mm), plus de chaleurs manifestées surtout par les températures maximales (+1,5°C).

L'étude de la perception auprès de 40 agriculteurs montre que ces changements sont perçus différemment selon l'âge et selon l'agrosystème. Enfin, l'étude des stratégies d'adaptation, menée auprès des agriculteurs, a permis de discerner plusieurs réponses adaptatives face au changement climatique. Les réponses les plus pertinentes sont l'irrigation et la gestion des apports d'eau la diversité des productions et la pluriactivité. L'analyse de la flexibilité montre que l'agrosystème « élevage » est le plus flexible face aux crises de nature climatique

Mots clés : changement climatique, agrosystèmes, impact, flexibilité, Jijel.

Abstract

Agriculture occupies a very significant role in the area of Jijel. The climate change of this one constitutes a handicap to the development of the agricultural activities and breedings. Problems on the adaptation and flexibility of the farm-systems to climate change. So the present study tackles the question of the climate change like factor of influence about the efficiency of the agrosystèmes, of their sensitivity and their flexibility and on perception of the farmers and their answers to the phenomenon. The study of the local climate was then analyzed. The results confirms the event of the changes with less rains (-187,57mm), more the heats (+1,5°C) expressed especially by the maximum temperatures (+1,5°C).

The study of perception near 40 farmers shows that these changes are perceived differently according to the age and the farm-system. Lastly, the study of the strategies of adaptation, carried out near the farmers, made it possible to distinguish several adaptive answers to the climate change. The most relevant answers are the irrigation and the management of water, the diversity of the productions, the pluriactivity. The analysis of flexibility shows that the breeding farm-system is most flexible.

Key words: climate change, farm-systems, impact, flexibility, Jijel.

ملخص

تحتل الزراعة مكانة مهمة بمنطقة جيجل. غير أن تغير المناخ لهذه الأخيرة بشكل عائقا لتطورا لزراعة و الثروة الحيوانية. و لهذا نطرح إشكالية تكيف و مرونة الأنظمة الزراعية تجاه تغير المناخ. تبعا لذلك نتناول هذه الدراسة مسالة تغير المناخ كعامل من عوامل التأثير على كفاءة الأنظمة الزراعية حساسيتها و مرونتها و كذلك إدراك المزارعين و ردود أفعالهم تجاه هذه الظاهرة. بالنسبة لدراسة تطور المناخ المحلي أكدت النتائج حدوث التغير المناخي مع اقل أمطار (-187.57م)، أكثر حرارة خاصة درجة الحرارة القصوى (+1.50م⁰)

و تشير دراسة الإدراك المنجزة على أربعين مزارعا أن هذه التغيرات ينظر إليها بشكل مختلف اعتمادا على نظام الزراعة. وأخيرا فإن دراسة استراتيجيات التكيف التي أجريت على المزارعين، مكنت من تمييز عدة استجابات تكيفية لتغير المناخ. الإستجابات الأكثر تداولاً هي الري وتسيير موارد الماء، تنويع المنتجات، تعدد النشاطات و تخزين المواد الغذائية (شراء الغذاء، المراعي البيع.....) ذات الصلة بنظام تربية الماشية.

و يظهر تحليل المرونة أن المزارع الخاصة بتربية الماشية هي الأكثر مرونة تجاه الأزمات المرتبطة بالمناخ....

الكلمات المفتاحية : التغير المناخي، أنظمة الانتاج، التأثير، المرونة، جيجل.