

Caractérisation des changements climatiques dans la montagne du Haut Atlas Marocain : cas de la vallée des Ait Bouguemaz

A.BOUTCHKKOUCHT ^{1*}, R.ELMOUFID ¹

¹ Doctorant au laboratoire de Territoire, Environnement et Développement, Université Ibnou Tofail, (UIT, FSHS), Kénitra, Maroc.

Corresponding Author : b.abdelaziz@fm6education.net

ABSTRACT

ARTICLE INFO

Received: Octobre 2020

Accepted: December 2020

Volume: 04

Issue: 04

KEYWORDS :

Climate change, vulnerability, strategy, perception, resilience.

The Moroccan High Central Atlas has been greatly affected by climate change since the early 1980s. Indeed, climate change is translated locally by several changes that modify production conditions. The effects of profound changes in climatic parameters on agriculture, coupled with the low resilience and high vulnerability of communities to shocks, have had negative impacts on the management capacity of natural resource populations, thereby altering their livelihoods, food security and well-being. This study is a contribution to a better understanding of climate change in relation to agriculture in the upper valley of the Ait Bouguemaz. Faced with what they perceive as climate change, they develop strategies to deal with these effects on the agrarian landscape.

RESUME

MOTS CLES :

Changements climatiques, vulnérabilité, stratégie, perception, résilience.

Le Haut Atlas Central Marocain a été largement touché par les changements climatiques survenus depuis le début des années 80. En effet, le changement climatique se traduit localement par plusieurs évolutions qui modifient les conditions de production. Les effets des profondes évolutions des paramètres climatiques sur l'agriculture, couplés avec la faible résilience et la grande vulnérabilité des communautés aux chocs, ont eu des impacts négatifs sur la capacité de gestion des populations des ressources naturelles et altérer ainsi leurs moyens d'existence, leur sécurité alimentaire et leur bien-être. La présente étude est une contribution à une meilleure appréhension de l'évolution du climat en relation avec l'agriculture dans la Haute Vallée des Ait Bouguemaz. Face à ce qu'ils perçoivent comme modification du climat, ils développent des stratégies pour faire face à ces effets sur le paysage agricole.

Introduction

Le changement climatique représente une menace de plus en plus perceptible pour la viabilité des ménages ruraux des montagnes où les communautés vivent principalement de l'exploitation des ressources naturelles. Cet amenuisement de ces dernières affecte la survie de ces communautés et les expose à l'insécurité alimentaire et la pauvreté. Le Haut Atlas Central abrite des systèmes biophysiques très fragiles et des communautés humaines très vulnérables. Cette fragilité et vulnérabilité sont le résultat de l'agencement de plusieurs facteurs notamment, les facteurs intrinsèques au milieu naturel (en conjonction avec la sévérité des conditions topo-édapho-climatiques qui y règnent : relief accidenté, sols squelettiques, aridité), la pauvreté, l'exclusion sociale, la faiblesse de l'infrastructure socio-économique, etc. Ces conditions s'aggravent, davantage, avec la présence des conditions climatiques difficiles qui agissent négativement sur le bien-être des

communautés et sur les ressources naturelles et les écosystèmes. Les économies agraires les plus pauvres seront les plus touchées, car dans la plupart de ces zones rurales de montagnes, l'agriculture est au cœur de l'activité économique. Elle reste toutefois majoritairement traditionnelle donc fortement tributaire des aléas climatiques et elle est par conséquent très vulnérable aux changements climatiques. Si leurs effets sont bien élucidés et leurs impacts sont bien perçus, la mise en place de stratégies d'adaptation au changement climatique à même d'atténuer les risques de catastrophes qui guettent la zone deviennent de plus en plus urgente. La région d'Azilal, compte parmi les régions les plus vulnérables au changement climatique (ADA, 2016).

1. Données et Méthodes

1.1 Présentation de la zone d'étude

La vallée des Aït Bouguemaz, située dans la province d'Azilal, à mi-chemin entre Marrakech et Béni Mellal, est une enclave du Haut-Atlas central (Carte1) enserrée entre de puissantes chaînes de montagnes. Elle est

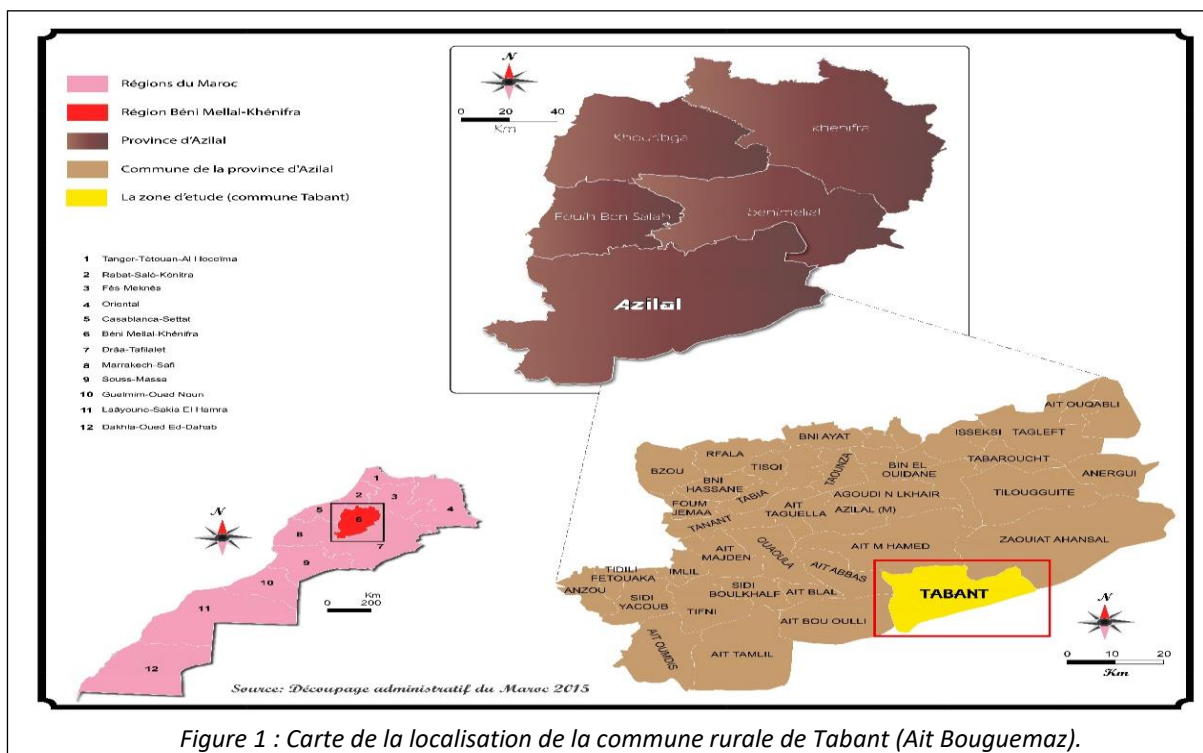


Figure 1 : Carte de la localisation de la commune rurale de Tabant (Ait Bouguemaz).

limitée au nord par le Jbel Azourki (3682 m), au Sud par le Jbel Waougoulzat (3763 m), à l'Est par le Jbel Anzing. La vallée s'étend sur près de 30 Km, entre 1800 m d'altitude (à Agouti, douar le plus en aval) et 2200 m (à Zaouit Alemzi, douar le plus en amont). La vallée est étroite (de quelques dizaines de mètres dans sa partie la plus étroite à près d'un km dans sa partie la plus large) avec un fond relativement plat qui permet la pratique de l'agriculture, activité principale de la population. Des sommets pouvant atteindre 3000 à 4000 m entourent la vallée. Le territoire de Tabant s'étend sur une superficie totale de 400 km² dont la forêt occupe 10.188 ha, soit 25,5%. La superficie agricole (SAU) couvre 2.656 ha, soit 6,6% et les parcours 6.200 ha, soit 15,5%. En 2014, il compte 2.194 ménages avec 14.928 habitants (figure 1).

Les sols de la région sont constitués essentiellement d'argile rouge moyenne ou légères et limoneuses. La nature du sous-sol du périmètre est à dominance basaltique. On y rencontre également des couches de calcaire.

La pente des terres est faible. Les extrémités de la vallée, en bordure des montagnes nues, sont soumises à une forte érosion résultant du ruissellement des pluies. Les parties aval, quant à elles, sont sujettes à de fortes inondations.

Le climat de la vallée est de type méditerranéen montagnard (semi-aride en fond de vallée et sub-humide sur les versants les plus arrosés) caractérisé par une longue période froide et humide de novembre à avril. La température maximale est de 40° à 45°C (juillet-août) et la minimale est de -3° à 2°C (décembre à février). La saison pluvieuse est relativement longue (d'octobre à avril) avec une moyenne annuelle de 700 mm. Le gel est un facteur limitant de l'agriculture, et particulièrement de l'arboriculture.

En ce qui concerne la végétation naturelle, elle couvre les versants au-dessus de l'étage cultivé. Les principales formations sont représentées par les forêts claires et des matorrals plus ou moins dégradés, dominés par le genévrier et le chêne vert. Ce dernier couvre la plus vaste superficie forestière, en particulier sur les versants de la haute vallée.

L'économie de la vallée est essentiellement basée sur une économie de subsistance, un élevage extensif voire de transhumance, une agriculture centrée sur la production de céréales (orge, blé dur, luzerne etc...). Le développement de la vallée a su s'adapter à la dynamique économique, sociale et climatique en jouant sur le niveau d'intégration des activités agricoles et de l'élevage et aussi à diversifier les activités génératrices de revenus comme l'écotourisme. Ainsi, suite à l'ouverture de la vallée, la plupart des exploitations ont intégré à leur système productif des cultures marchandes, dont les principales sont la pomme de terre, la pomme et la

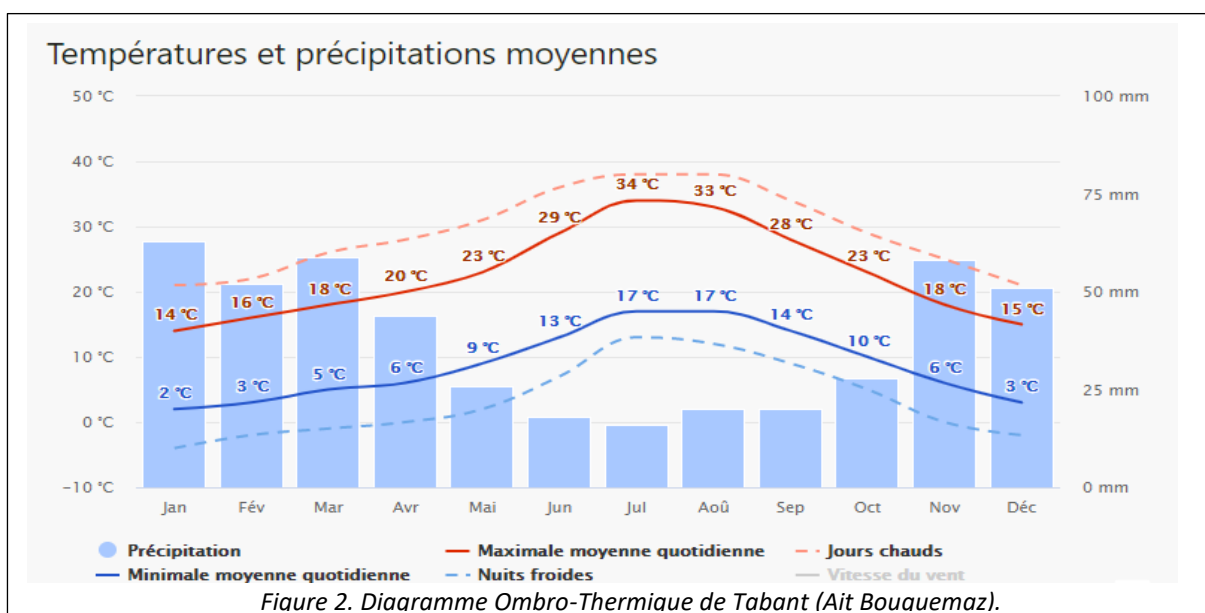


Figure 2. Diagramme Ombro-Thermique de Tabant (Ait Bouguemaz).

noix. Au prix de nombreux changements, elles se sont progressivement insérées à certaines filières agricoles marchandes nationales. Cependant, les rendements des différentes cultures sont généralement faibles et ne reflètent pas les performances de cet écosystème. En partie, cela est dû aux aléas climatiques (sécheresse, crues, gel, etc.). Mais cela est dû aussi, sans conteste, à des itinéraires techniques souvent rudimentaires.

Etant un écosystème typique de la haute montagne, le système de production de la Vallée d'Aït Bouguemaz reflète les conditions de vie et aussi marqué par le capital social et ancestral. Ainsi, Le secteur du

tourisme a créé une dynamique très active dans la région par la promotion et la commercialisation des produits de terroirs agricole et par la construction de gîtes et des auberges. Les artisans s'activent autour de ces derniers avec création d'emploi pour les jeunes en métier de guides et de muletiers d'accompagnateurs.

1.2 Méthodologie

L'approche méthodologique se base sur la mise en œuvre de méthodes qualitatives et quantitatives pour caractériser la variabilité climatique dans le site de l'étude et l'identification des adaptations.

1.2.1 Etude de la variabilité du climat

En ce qui concerne les données climatiques, elles ont été obtenues de sources multiples (Direction de la Météo Nationale, Agences Hydrauliques). C'est dans ce sens de la détection des changements récents observés que notre investigation exploratoire essayera d'analyser les données disponibles (les précipitations, les températures maximales et minimales, les évapotranspirations potentielles ainsi que d'autres indices connexes) sur la région d'Azilal à la recherche de signes acceptables de ces changements. Quant aux traitements visant à montrer la variabilité pluviométrique, ils ont porté principalement sur la détermination des paramètres de tendance centrale, de dispersion et la mise en évidence des tendances.

- **Paramètres de tendance centrale**
- **Paramètres de dispersion**
- **Indice standardisé des précipitations ou (SPI)**
- **Indice de l'aridité**
- **Et autres agrégats**

1.2.2 Collecte et analyse des données socio-économiques

Ceci a pour but de collecter les variables socio-économiques considérés comme déterminants de la perception de la variabilité et du changement climatique par les populations locales et de leurs adaptations.

La méthode de collecte se fait par une enquête directe au niveau des ménages.

1.3 Échantillon et enquête

Dans un premier temps, le choix de cette commune d'enquête s'est appuyé sur les résultats de l'étude réalisée dans le cadre de la mise en place de la carte de vulnérabilité d'adaptation des petits agriculteurs aux Changements climatiques, au niveau des régions qui sont couvertes par le financement du Fonds International du Développement agricole (FIDA). Ainsi, il a été retenu parmi les communes appartenant aux zones les plus vulnérables aux manifestations du changement climatique au Maroc.

Dans un second temps, Notre enquête a portée sur un échantillon de 100 agriculteurs, qui sont des chefs de ménage, des fils d'agriculteurs et deux femmes (propriétaires de terrasses et ayant hérité de leurs défunts maris). L'échantillon a été construit en tenant compte de plusieurs critères : la représentativité de tous les douras de l'amont à l'aval de la vallée, l'âge et le nombre d'années vécu dans le milieu.

Le choix des personnes enquêtées est fait sur la base de leur âge par observation de leurs conditions physiques. Ainsi, les producteurs de moins de 40 ans sont systématiquement exclus. La passation de l'enquête

proprement dite s'est effectuée auprès des producteurs. En effet, les producteurs pris en compte ont été ceux qui avaient une exploitation et qui faisaient des cultures associées.

1.4 Exploitation des données collectées

A partir du couplage des données climatiques et socio-économiques que l'approche méthodologique a permis de réaliser, l'analyse des résultats issus des traitements a été possible pour répondre à l'objectif du travail. Ainsi, à la suite de cette partie les résultats seront exposés à travers les caractéristiques climatiques, les impacts des changements sur l'agriculture et les producteurs, les caractéristiques techniques des stratégies d'adaptation, la caractérisation des indicateurs de stratégies d'adaptation, le réajustement des besoins et revenus complémentaires.

1.5 Résultats et discussions

1.5.1 Caractérisation du climat

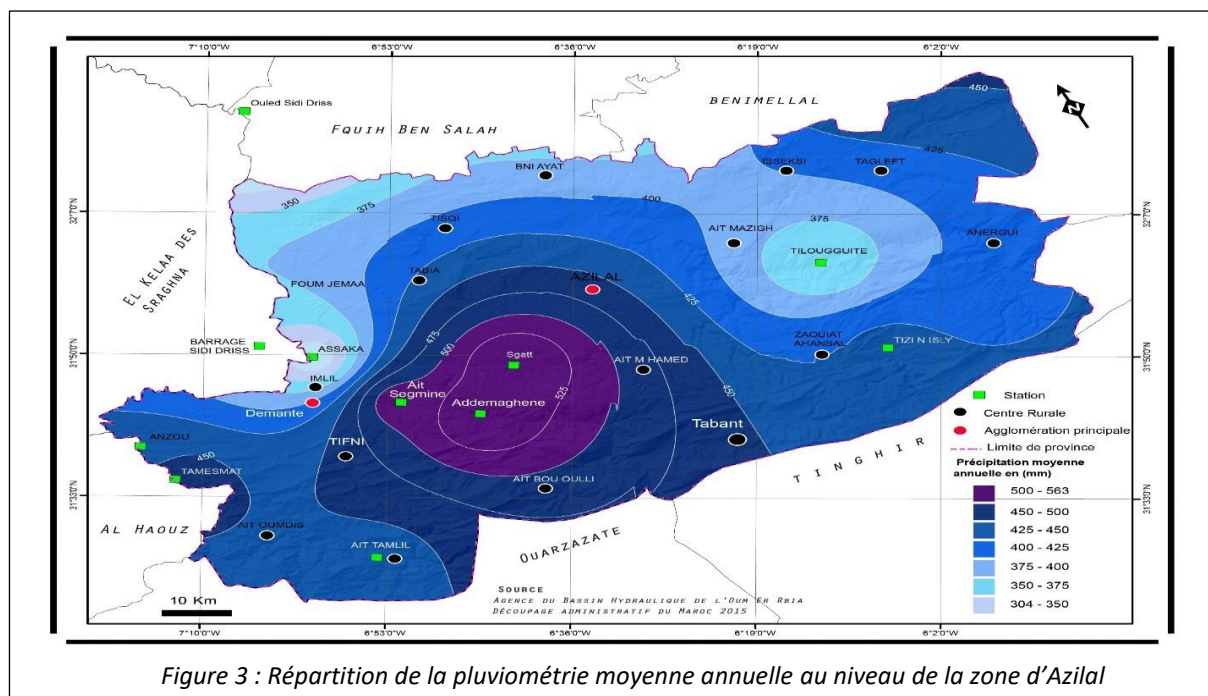


Figure 3 : Répartition de la pluviométrie moyenne annuelle au niveau de la zone d'Azilal

En dépit des mutations récentes de l'écosystèmes d'Ait Bouguemaz, l'agriculture reste la principale occupation de cette communauté. Elle est confrontée à des bouleversements climatiques importants. Dans ce travail, le regard est porté sur cet aléa pour montrer les variabilités observées. Il ne s'agit pas du seul paramètre climatique qui détermine les changements notés en rapport avec le climat, mais c'est plutôt le plus déterminant pour l'agriculture dans le milieu d'étude. Les impacts des changements climatiques sont évalués et analysés. Enfin, il est question d'identifier les stratégies développées par les producteurs pour assurer leur sécurité alimentaire. Pour ce qui concerne notre étude, nous disposons des mesures des éléments du climat prises dans notre terrain d'étude (figure 3).

L'analyse de la carte des isohyètes (figure 3), qui illustre la répartition spatiale des précipitations moyennes annuelles montre que la zone d'étude reçoit plus de précipitations qui varie entre 550 mm et 700 mm à Azilal.

Par ailleurs, les précipitations sont caractérisées par une grande variation interannuelle liée aux variations altitudinales et à l'exposition géographique. Ainsi, le relief induit des grandes variations climatiques entre les zones de basses et hautes altitudes ; ce qui se traduit par la présence des zones micro ou méso climatiques.

Ces variations impactent de manière significative l'activité agricole et pastorale au niveau de la région. La répartition spatiale des isohyètes comme le montre la carte ci-dessus se répercute de manière directe sur la distribution de la végétation naturelle au niveau de ses espaces. Ceci conduit les pasteurs à s'adapter à travers la pratique de la transhumance entre la montagne et la plaine.

1.5.2 L'évolution de la pluviométrie a été analysée au station Tilouguitte

En raison de la disponibilité des données climatiques sans rupture, distance qui les séparent et de la caractéristique. L'étude de la variabilité interannuelle de la pluviométrie et de tendance des précipitations permettent d'apprécier l'évolution de la pluie au cours de la période 1980 – 2017 (figure 4).

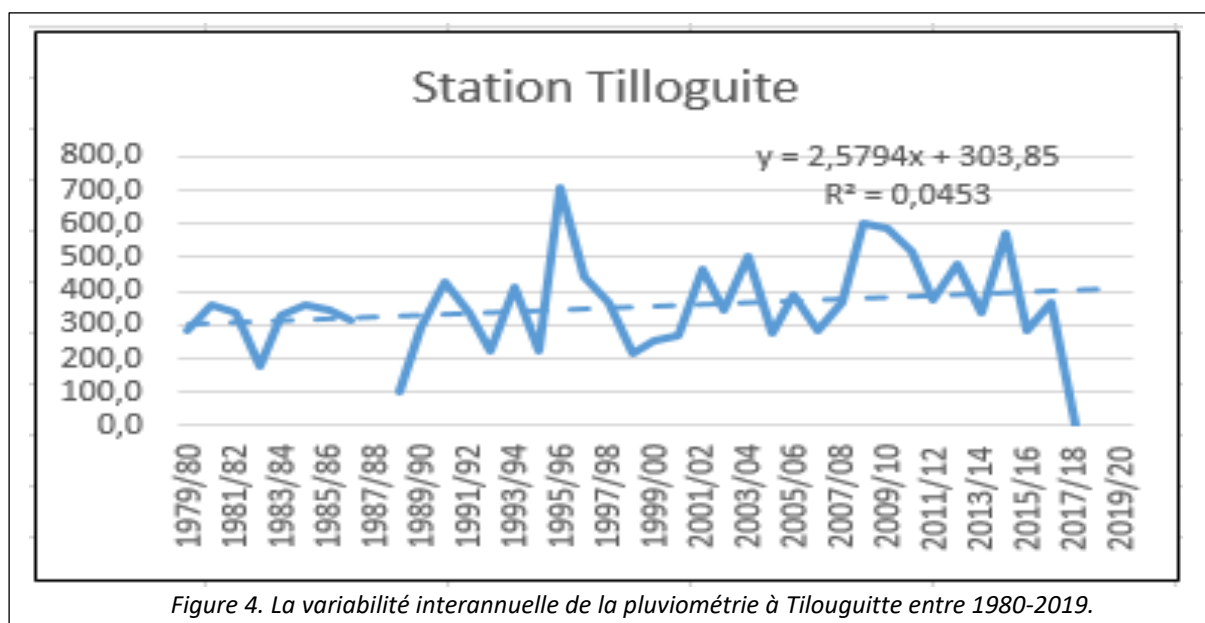


Figure 4. La variabilité interannuelle de la pluviométrie à Tilouguitte entre 1980-2019.

1.5.3 Evolution des températures moyennes annuelles à Tilouguitte

Le site de l'étude présente des tendances à long terme au réchauffement bien que ces tendances ne soient pas assez significatives ($R^2 < 0.2$). Parmi les caractéristiques saillantes on relève pour les deux dernières décennies des anomalies thermiques positives au niveau de cette zone, et ce après une assez longue période d'anomalies négatives.

2. Etude du Climat du site d'étude :

Les caractéristiques du site nous incitent à étudier le type du climat qui règne et déterminer ses caractéristiques afin de connaître son origine ses conséquences et ses impacts sur le développement du site et sa population.

Plusieurs méthodes de calcul surtout mathématiques permettent de déterminer ce type de climat dont on étudiera quelques-unes d'entre elle dans ce modeste article.

2.1 Indice bioclimatique d'EMBERGER¹ :

Selon Mokhtari&al², l'indice bioclimatique d'Emberger est parmi les indices bioclimatiques utilisés de façon traditionnelle en Afrique du Nord et ailleurs en Méditerranée (EMBERGER, 1931, GAUSSEN³, 1954, DAGET⁴, 1977, QUEZEL⁵, 1979) on distingue l'indice bioclimatique d'Emberger.

Celui-ci prend en compte les précipitations annuelles, la moyenne des Maxima de température du mois le plus chaud (M en °C) et la moyenne des minima de température du mois le plus froid (m en °C) (Emberger, 1955). Cet indice est exprimé par la formule :

$$Q_2 = \frac{(2000 \times P)}{(M+m+546,40) \times (M-m)} = 23,99$$

Formule corrigée selon Stewart (1969) : $Q_2 = \frac{(3,436 \times P)}{(M-m)} = 24,14$

Où :

P : la pluviométrie annuelle en mm = **366 mm**

M : la température maximale du mois le plus chaud en °C (juillet) est **45,7°C**

m : la température minimale du mois le plus froid en °C (janvier) est **-6,4°C**

Résultat :

Selon le quotient d'Emberger le climat est à la limite semi-aride à aride avec hiver froid car le **Q₂** est situé entre (10 et 40), la pluviométrie P est située entre (100 et 400).

Indice d'aridité de de MARTONNE :

$$I = \frac{P}{T+10} = 13,61$$

Où :

P : précipitation moyenne annuelle en mm : **366 mm**

T : température moyenne annuelle en °C : **16,9 °C**

¹ Louis Emberger (né à Thann le 23 janvier 1897 et mort à Saint-Sulpice en novembre 1969) est un botaniste phytogéographe français connu pour sa classification des bioclimats méditerranéens selon l'indice climatique d'Emberger.

² Spatialisation des bioclimats, de l'aridité et des étages de végétation du Maroc, Rev. Mar. Sci. Agron. Vét. (2014) 2 (1):50-66.

³ Marcel-Henri Gaussen, né à Cabrières-d'Aigues (Vaucluse) le 14 juillet 1891 et mort à Toulouse le 27 juillet 1981, est un botaniste et biogéographe français.

⁴ Jacques Daget, né le 30 juin 1919 à Vineuil près de Blois (Loir-et-Cher), et mort le 29 juin 2009, est un ichtyologiste français, professeur au Muséum national d'histoire naturelle de Paris.

⁵ Quézel, Pierre (1926-2015), Botaniste. Docteur en Sciences et en Médecine de l'Université de Montpellier, Professeur à l'Université d'Alger jusqu'en 1962 puis à l'Université d'Aix-Marseille, où il a fondé en 1969, à la Faculté des sciences de St-Jérôme, le Laboratoire de Botanique et d'Écologie méditerranéenne qu'il a dirigé jusqu'en 1990. Également co-fondateur de l'Institut méditerranéen d'écologie et de paléocologie (IMEP), créé en 1985.

L'Indice d'Aridité de de Martonne du site El Tillouguite est 13,61 (entre 10 et 20) selon le tableau des classes De Martonne donc son climat est « Semi-aride » c'est son étage bioclimatique, ce type de Climat occupe 25% de la superficie du Maroc.

Tab. 1 : Importance des classes de climat selon l'indice de De Martonne

Classe	Types de climat	Pourcentage de la superficie totale du Maroc
> 20	Humide et subhumide	11%
10 à 20	Semi-aride	25%
5 à 10	Aride	11%
< 5	Hyperaride	53%

Source : la classification des étages bioclimatiques de Mokhtari et al.

Remarque:

Selon la classification des étages bioclimatiques de Mokhtari et al. dans son article : Spatialisation des bioclimats, de l'aridité et des étages de végétation du Maroc, Rev. Mar. Sci. Agron. Vét. (2014) 2 (1):50-66, six étages bioclimatiques sont existant au Maroc.

2.2 Indice d'aridité UNEP⁶ :

L'indice d'aridité UNEP ou PNUE (Programme des Nations Unis pour l'Environnement) (UNEP, 1992 est un indicateur du degré d'aridité du climat à un endroit donné par rapport à la demande évaporative de l'atmosphère. Il est défini comme suit :

$$IA = \frac{P}{ETP} = 0,47$$

Où :

P : précipitation annuelle moyenne en mm = **366 mm**

ETP : évapotranspiration potentielle annuelle moyenne en mm = **771,66 mm**

Tab. 2 : les climats selon l'indice d'UNEP

Hyperaride	$I < 0,05$	
Aride	$0,05 < I < 0,20$	
Semi-aride	$0,21 < I < 0,50$	0,47 Tbant (station tillouguite)
Sub-humide sec	$0,51 < I < 0,65$	
Sub-humide et humide	$I > 0,65$	

Source : <https://wikimonde.com>

Résultat:

L'indice d'aridité (IA=0,47) est entre 0,21 et 0,50, donc Tabant a un climat semi-aride.

3. L'intensité de la sécheresse au site Tabant

2.3 Calcul du déficit climatique :

⁶ UNEP : Programme des Nations unies pour l'environnement

Le déficit climatique est la deuxième face de la même monnaie « sécheresse », on le calcule à l'aide de la formule suivante :

$$Dc = P - ETP$$

Avec **Dc** : Déficit climatique (sécheresse)

P : Précipitation annuelle moyenne

ETP : Évapotranspiration

Comment calculer l'ETP ?

À l'aide de la formule de **Thornthwaite**⁷ :

$$ETP(m) = 16 * \left[\frac{10 * \bar{T}(m)}{I} \right]^a * F(m,\varphi)$$

Avec :

- ETP(m) : l'évapotranspiration moyenne du mois m (m = 1 à 12) en mm,
- T : moyenne interannuelle des températures du mois en °C
- a : 0.016 * I + 0.5
- I : indice thermique annuel :

$$I = \sum_{m=1}^{12} i(m) \quad i(m) = \left[\frac{\bar{T}(m)}{5} \right]^{1.514}$$

- F (m, φ) ou souvent nommé K : facteur correctif fonction du mois (m) et de la latitude :

Dans notre cas :

Tab. 3 : calcul d'ETP par mois

Mois	Jan	Fév.	Mar	Avr.	Mai	Jui	Juil	Août	Sep	Oct.	Nov.	Déc
T°C	22,91	17,97	12,48	9,25	8,39	10,1	12,35	14,74	18,35	22,75	27,02	26,52
k	0,9	0,87	1,03	1,08	1,18	1,18	1,2	1,14	1,03	0,98	0,89	0,88
i	10,02	6,94	3,99	2,54	2,19	2,90	3,93	5,14	7,16	9,91	12,86	12,50
ETP	93,63	58,73	36,32	22,34	20,51	28,54	41,53	54,07	72,18	100,71	124,25	118,84

Avec :

⁷ Charles Warren Thornthwaite (1899-1963) climatologue américain (géographe américain)

<i>I</i>	<i>a</i>
96,61	2,045784182

Donc :

<i>ETP tot</i>	<i>ETP moy</i>
942,14	78,53

3.1.1 Application numérique :

$$Dc = P - ETP$$

$$Dc = 366 - 771,66$$

$$Dc = -405,66 \text{ mm}$$

3.1.2 Interprétation :

Le déficit climatique d'une valeur de -405,66 mm par an reflète le degré de sécheresse, tenant compte de l'évapotranspiration qui, aggrave aussi la situation climatique déjà aride, ce qui implique que le site Tabant est un site qui connaît toujours une température moins élevée, une activité évaporitique importante, malgré son microclimat humide (les eaux courantes ou stagnantes), ce qui constitue une des problématiques de ce site.

3.2 Calcul de l'intensité de précipitation ou sécheresse :

Tenant compte de la sécheresse qui ne peut être étudiée que dans une large étendue spatio-temporaire, dans notre cas on s'intéressera à un site géographiquement bien limité « entité spatiale » bien déterminée, mais un étendu temporaire allant jusqu'à 37 ans (avec des données journalières, mensuelles, annuelles manquantes dont certaines sont calculées par la méthode des moyennes pour ne pas falsifier les résultats).

3.2.1 La méthode de calcul du SPI

La formule :

$$SPI = (Xi - Xm) / Si$$

Avec :

SPI : L'Indice Standardisé des Précipitations,

Xm : la moyenne des pluies annuelles observées pour la série statistique donnée,

Xi : le cumul de la pluie pour une année i,

Si : l'écart type des pluies annuelles observées pour une série statistique donnée

3.2.2 Résultats :

Selon la valeur du SPI on distingue en général des valeurs positives (SPI>0) ou des valeurs négatives (SPI<0).

Selon le tableau référentiel suivant :

Tab. 4: Classe de sévérité de sécheresse selon (Mckee et al., 1993)

<i>Valeurs de l'indice SPI</i>		
SPI 2,0 et plus	Extrêmement humide	Humidité
De 1,5 à 1,99	Très humide	
De 1,0 à 1,49	Modérément humide	
De -0,99 à 0,99	Proche de la normale	Normale
De -1,0 à -1,49	Modérément sec	Sécheresse
De -1,5 à -1,99	Très sec	
-2 et moins	Extrêmement sec	

Source : Caractérisation De La Sécheresse Climatique Du Bassin Versant D'oum Er Rbia (Maroc) Par Le Biais De L'indice De Précipitation Standardisé (SPI) ; European Scientific Journal May 2016 edition vol.12, No.14

3.2.3 Avantages :

Les précipitations représentent le seul paramètre dont il faut disposer. Il est possible de calculer l'indice pour diverses échelles de temps, celui-ci permettant de détecter rapidement les situations de sécheresse et d'en évaluer la gravité. Il est moins complexe que bien d'autres indices et notamment l'indice de sécheresse de Palmer⁸.

3.2.4 Inconvénients :

Il ne permet de quantifier que le déficit de précipitations, les valeurs basées sur des données préliminaires peuvent changer et les valeurs varient si la durée de la période des relevés s'allonge.

3.3 Analyse et interprétation des résultats obtenus :

La première remarque, la période de sécheresse est présente sur cette séquence statistique avec une fréquence de 19 années contre 18 années pour la période humide. Soit 51,35% de la période.

Le calcul de l'indice de sécheresse SPI à Tabant (station Tillouguite) nous a confirmé une alternance des années humides et des années sèches.

Entre 1980 et 1990 une alternance visible entre des périodes sèches et des périodes humides, Ainsi on détecte des périodes sèches de 8 ans, périodes humides de 2 ans, ce qui coïncide avec la période (les années quatre-vingt) qui a connu la sécheresse la plus intense au Maroc.

Hormis, à partir de 1990, on assiste à une humidification du climat avec 5 années de sécheresses, 5 années de climats humides.

Autrement dit, on assiste à un changement du climat, avec un équilibre entre les périodes sèches et celles humides.

⁸ Indice développé par le météorologue américain Wayne Palmer, qui publia sa méthode en 1965 dans un rapport sur la sécheresse pour l'Office of Climatology du National Weather Service des États-Unis.

A partir de 2000 jusqu'au 2017 on assiste à des années humides plus que les années sèches avec 11 années humides contre 6 années sèches. Ce qui renforce cette alternance de dominance entre les trois dernières décennies.

Au total :

Tab. 5 : Récapitule des résultats du SPI (Tabant)

Catégorie de SPI	Fréquence en année sur 37	Fréquence en pourcentage
Catégorie normale	0	0%
Catégorie humide	18	48,65%
Catégorie sèche	19	51,35%

Source : données station tillouguite

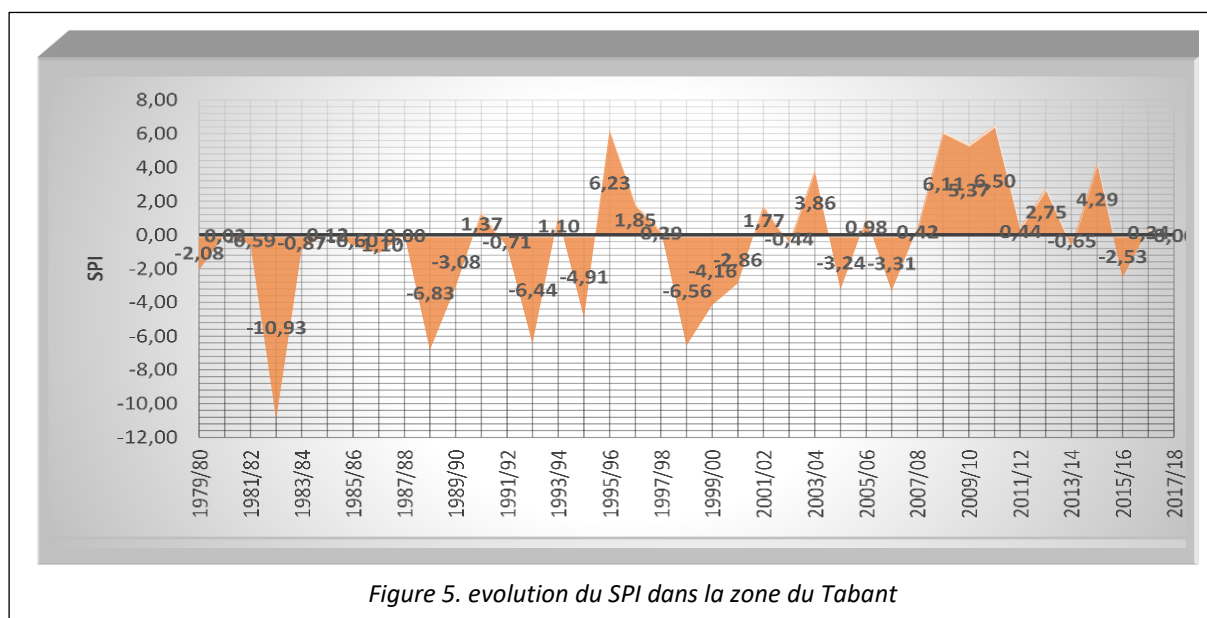


Figure 5. evolution du SPI dans la zone du Tabant

On assiste à peu près de 51% à des périodes sèches durant ces 37 ans et 49% humides, donc sur 10 ans on a la probabilité d'avoir une année Sèche sur deux.

Tab. 6: Illustration de la répartition des années selon son type de précipitation :

Année sèche	Année normale	Année humide
18	0	19
49%	0%	51%

Source : Station Tillouguite

Conclusion :

Une alternance de la sécheresse avec les périodes humides est claire selon ces calculs préliminaires.

L'humidité, peut-être aussi dû au microclimat du fait de la présence des rivières et de son altitude qui le privilège avec de forte de précipitation et de son hiver froid avec un climat comme déjà calculé est aride. Cette alternance influence la vie des habitants en dépit de la topographie déjà difficile (montagneuse) ce qui impactera

le rendement économique surtout l'agriculture, d'où un plan d'aménagement territorial est primordial et d'urgence pour rendre ce site plus attractif et rendre la stabilité à ses habitants qui sont à la merci de la variabilité climatique.

3.4 Les types de sécheresses :

D'après les calculs et selon la méthode du SPI on a été reconduit aux résultats cités dans le tableau ci-dessous :

Tab. 7 : Les résultats obtenus selon des calculs de SPI :

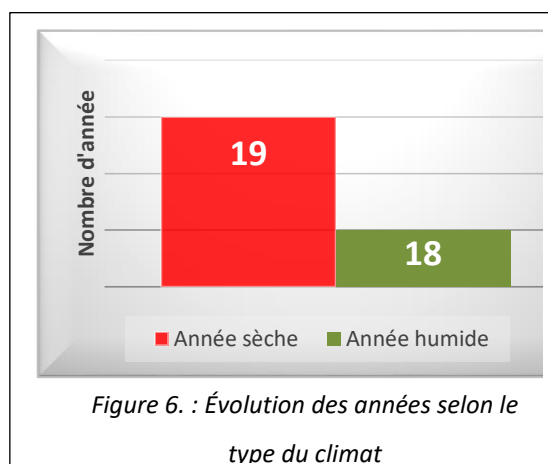
	Sécheresse			Humide		
	Extrême	Forte	Légère	Légère	Forte	Extrême
SPI	12	1	6	7	4	7
	32,43%	2,70%	16,22%	18,92%	10,81%	18,92%

Source : Station Tillouguite

On constate alors :

- Une manifestation du climat sec avec 19 fois contre 18 fois pour le climat humide.
- Deux chiffres sont remarquables et caractérisent le « caractère extrême » chez le climat du site étudié : 12 fois sécheresses extrêmes et 7 fois humidités extrêmes soit au total 19 fois de climat extrêmes (51%).
- Avec dominance d'une sécheresse extrême de 32% par rapport au climat total et 63% par rapport à la sécheresse totale observée.
- Ceci-dit que la sécheresse est avec dominance de la sécheresse extrême. Elle est donc donnée structurelle du climat du site.
- En contrepartie, l'humidité extrême est présente avec 7% par rapport au climat total et 39% par rapport à la période humide totale observée.

Dans le même contexte, le climat extrême est omniprésent : or les phénomènes extrêmes sont signe de changements climatiques ou dérèglements climatiques, induisant des phénomènes extrêmes (inondations par exemple ou la sécheresse comme dans notre cas).



Conclusion :

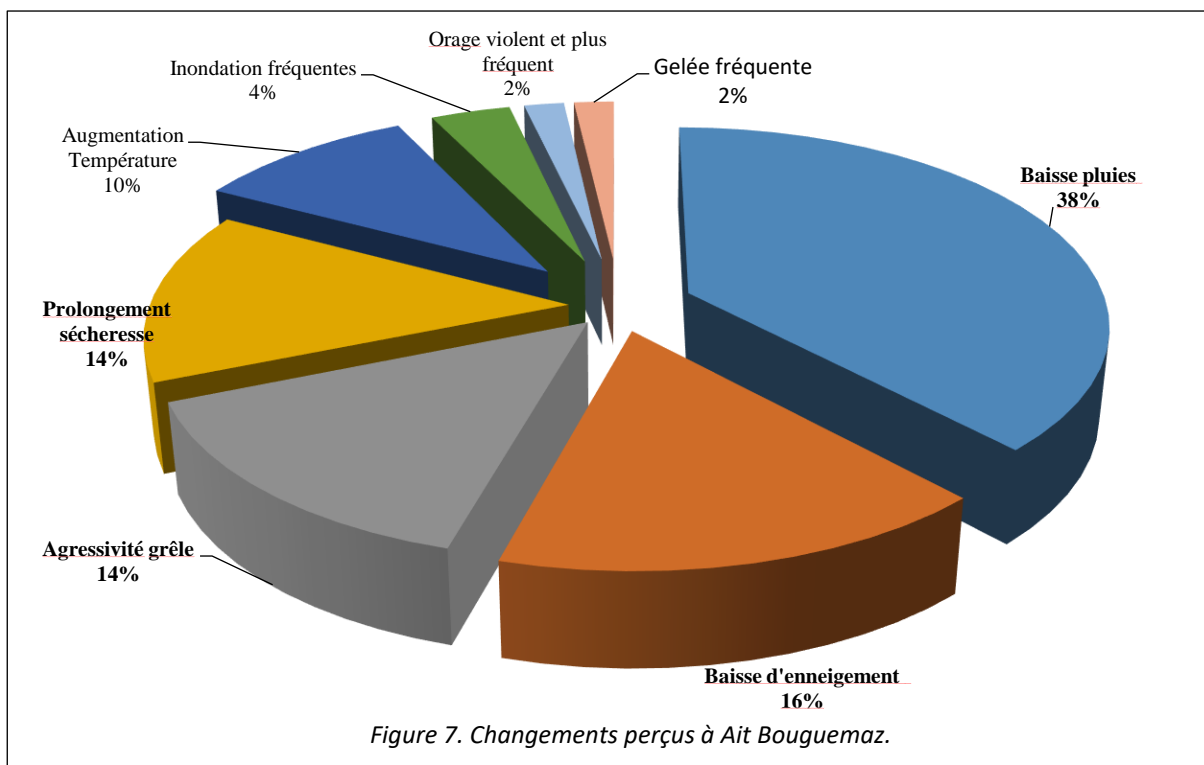
D'après les résultats du calcul du déficit climatique ayant un résultat de déficit hydrique et d'après le calcul de l'indice de sécheresse, on déduit que le site connaît un déficit pluviométrique d'ordre météorologique, c'est-à-dire une sécheresse météorologique, ce qui impactera sûrement le rendement agricole malgré l'irrigation favorisée par des sources et des « Seguia » (type de Canal d'irrigation, en Afrique du Nord.), ce qui aboutira à

une sécheresse agricole. Enfin, ce déficit impactera l'hydrologie et par conséquent on est face à une sécheresse hydrologique.

Bref, le site connaît une sécheresse qui a sévi dans cette commune depuis des années. Donc, peut-on toujours s'attendre, à la générosité des précipitations pour une bonne campagne agricole ou bien anticiper pour prendre la décision par d'autres alternatives ? pour nous aider à prendre la bonne décision.

4. Perception des agriculteurs au changement climatique :

Les enquêtes, les entretiens de terrain et leur exploitation ont abouti à des résultats qui permettent de répondre à l'objectif énoncé. En définitive, les producteurs perçoivent clairement leur vulnérabilité aux effets



des changements du climat qui se traduisent par une modification de l'environnement biophysique et agrobiologique. Dans ce cadre, les différents points de vues ont relaté la baisse de la pluviométrie, le retard des pluies, la faible quantité d'enneigement voire même arrêt d'enneigement, l'agressivité de la grêle, la diminution de la quantité et le raccourcissement de la durée d'enneigement, une augmentation de la température, ainsi que l'intensité de gel. Ces changements avaient des répercussions directes sur le système de productions végétales et animales vu que la diminution de la neige et de pluies affecte directement la disponibilité des ressources en eau, par la suite la productivité des cultures et des parcours. Aussi, la baisse de production à cause de la grêle est assez importante au niveau de la vallée. La grêle touche surtout les plantations fruitières qui représentent une source de revenu importante pour les agriculteurs. Ainsi, les plus redoutables inondations sont enregistrés en mi- hiver et en été (juillet-aout), pluies orageuses. Il touche surtout, les douars de la rive gauche situé en aval de la vallée.

Il ressort des réponses obtenues que 100 % des agriculteurs interrogés affirment qu'il existe dans la localité un changement climatique. Sur la base des réponses données par les agriculteurs, 38 % des enquêtés

perçoivent le changement climatique à travers l'irrégularité des pluies, 16 % des producteurs pensent qu'il y a un changement climatique au regard des baisses d'enneigement observées depuis plus de trois décennies et 14% des enquêtés évoquent l'agressivité de la grêle et le prolongement de la sécheresse.

4.1 Impacts des changements climatiques sur l'agriculture et les producteurs

L'impact du changement climatique sur l'agriculture est multiple et pèse sur les personnes, le capital des exploitations et les résultats (systèmes d'élevage et de culture moins productifs).

Les impacts des pluies torrentielles ont entraîné des dégradations sur les habitations (traditionnellement construites en argile, « Louh ») et les pistes (coupant l'accès au douar). La coupure des accès est une contrainte économique et sociale extrêmement forte sur les communautés : les hommes ne peuvent se déplacer au souk pour vendre ou acheter les produits nécessaires, les femmes et les enfants doivent être transportés à pied sur de longues distances pour bénéficier de soins de santé.

Les pluies de printemps ont d'autres impacts sur les cultures. Les effets peuvent être bénéfiques sur les parcelles à cultures tardives pour la croissance des plants. Au contraire, les effets sont négatifs sur les cultures précoces. Des dégâts dits « de verse », qui donnent un aspect couché à la culture, abîment la qualité des produits, un taux d'humidité élevé du grain risque de poser des problèmes lors du stockage et enfin on peut assister à une levée tardive des mauvaises herbes qui profitent de l'humidité du sol.

L'impact des sécheresses touche les productions agricoles et particulièrement les productions de fourrages. Sans fourrages suffisants pour les cheptels lors de la période hivernale, les communautés doivent acheter des compléments alimentaires au souk et se reportent sur les espaces forestiers en coupant les feuillages des essences persistantes, dont le Genévrier Thurifère.

L'augmentation de la fréquence et de l'intensité des sécheresses depuis les années 1990, se traduit par le report des éleveurs sur des coupes d'arbres. Les effets des changements climatiques sur les écosystèmes forestiers sont néfastes car ces écosystèmes deviennent fragiles malgré leur diversité en raison de la pression accrue sur la ressource.

Les agriculteurs-éleveurs sont directement touchés par la réduction des fourrages. Les femmes doivent parcourir de plus grandes distances pour trouver le bois et les feuilles pour apporter du fourrage en hiver à des troupeaux qui n'ont pas d'autres apports alimentaires. Le lien entre les éleveurs et les écosystèmes forestiers est très fort : c'est une ressource stratégique pour des populations enclavées.

L'augmentation du phénomène d'érosion des sols, avec la disparition du couvert arboré, expose les communautés à des aléas naturels : glissements de terrain, perte de la fertilité des sols.... Les aléas de l'érosion des sols sont en effet visibles aujourd'hui sur la zone et en contre bas : ravines, accumulation de sols, mise à nu des racines des arbres sur les versants les plus touchés.

Dans ces conditions de vie difficiles, on assiste au phénomène d'exode rural qui conduit les jeunes hommes des foyers à migrer vers les villes pour trouver des moyens de subsistance pour les familles restées au

douar. Aujourd'hui, cet exode existe, mais on observe le retour annuel des jeunes gens pour aider aux travaux dans les champs, notamment lors de la récolte.

4.2 Caractéristiques techniques des stratégies d'adaptation

Pour faire face à ces impacts, les producteurs mettent en place des systèmes d'adaptation. Ils commencent en général par modifier leurs pratiques culturales. En effet, les Bouguemazi changent de variétés (recherche de précocité comme facteur d'adaptation à la baisse de pluviométrie), voire d'espèces cultivées pour privilégier des cultures plus rustiques. Les pratiques culturales évoluent également aussi bien sur le plan des dates de réalisation, changement du calendrier culturel, que des techniques employées. L'utilisation des moyens de production (travail, intrants) est raisonnée pour tenir compte des risques. Une autre voie d'adaptation explorée par les producteurs est basée sur le développement de nouvelles activités agricoles pour tenter de répartir les risques et/ou de s'adapter aux nouvelles conditions de production : introduction de nouvelles spéculations comme le safran, implantation de cultures vivrières par certains éleveurs, pratique de l'élevage par les agriculteurs, développement du maraîchage (la pomme de terre) puis transformation et valorisation des produits en se basant sur leur savoir-faire spécifique.

5. Discussion

Les changements perçus au niveau des paramètres climatiques corroborent avec ceux que les enquêtés (agriculteurs) ont déclaré à propos de la baisse des pluies. Cette vision des agriculteurs qui parlent de réduction de la quantité des pluies peut être influencée par la variation saisonnière des précipitations. Outre l'instabilité pluviométrique, la variation de la température constitue une contrainte aux agriculteurs. Dans cette zone l'agriculture reste majoritairement traditionnelle. La population locale perçoit le changement climatique, ressent son impact, mais vu l'absence des moyens pour les stratégies d'innovation, les stratégies d'adaptation développées par les agriculteurs sont surtout des stratégies de repli et de minimisation de risque. Avec l'encore développé aucune mesure efficace, des actions d'aménagement des parcelles de cultures, de plantation de certaines cultures plus résistantes à la sécheresse ou qui s'adaptent mieux avec le climat de la zone sont impérieuses.

Conclusion :

Finalement, la présente étude a permis de mettre en lumière l'analyse des paramètres climatologiques. Les différentes perceptions des agriculteurs du changement climatique, des entretiens et des données issues de l'enquête par questionnaire a permis d'établir les réalités du changement climatique sur les quarante dernières années. Face à ce changement, les producteurs développent une diversité de stratégies d'adaptation dominées par la diversification culturale. Les différentes transformations du système de culture, du système de production et du système d'exploitation apparaissent comme un ensemble de mécanismes d'adaptation que l'agriculteur met en place pour répondre aux besoins nouveaux liés à la dynamique agraire. Il devient naturel que les paysages humanisés mis en place au fil des temps par les exploitants agricoles connaissent une modification significative.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] Al Karkouri, J., 2017. Les milieux montagneux marocains à l'épreuve du changement climatique (cas de la montagne rifaine). *Hespéris-Tamuda* LII (1) (2017): 237-267.
- [2] Balaghi, Riad, Mohammed Jlibene, Bernard Tychon, et Rachid Mrabet. « Gestion du risque de sécheresse agricole au Maroc ». *Science et changements planétaires/Sécheresse* 18, no 3 (2007): 169–176.
- [3] Doukpolo, B., 2014, Changements climatiques et productions agricoles dans l'Ouest de la République Centrafricaine, Thèse de doctorat unique de géographie, Laboratoire Pierre PAGNEY « *Climat, Eau, Écosystèmes et Développement* », Université de Abomey-Calavi, 338 p.
- [4] Fiissel et Klein. 2002. « Vulnerability and Adaptation Assessments to Climate Change: An Evolution of Conceptual Thinking ». *Integrating Disaster Reduction and Adaptation to Climate Change*. 2002.
- [5] Folke, Carl. 2006. Resilience: The emergence of a perspective for social–ecological systems analyses. *Global Environmental Change*. 2006, pp. 253–267.
- [6] Hammi S., Simonneaux V., Alifriqui M., Auclair L. et Montes N. 2007. Evolution des recouvrements forestiers et de l'Occupation des sols entre 1964 et 2002 dans la haute vallée des Ait Bouguemaz (Haut Atlas Central, Maroc). *Impact des modes de gestion. Sécheresse*, 2007, 18, pp.271-277.
- [7] INRA. 2013. Stratégie agricole intégrant la dimension environnemental et du changement climatique, Andaloussi Meryam, INRA., 2013.
- [8] IRES. 2011. Le Maroc face au changement climatique, Incidences sur la trajectoire de développement et perspectives d'adaptation. 2011.
- [9] IRES. 2014. Vulnérabilités climatiques et stratégies de développement : Synthèse et recommandations stratégiques pour une prise en compte du risque « climat » dans les politiques et stratégies sectorielles. 2014.
- [10] Kasperson. 2002. « Vulnerability to global environmental change ». *The human dimensions of global environmental change*. 2002.
- [11] Mokhtari et al. (2014). Spatialisation des bioclimats, de l'aridité et des étages de végétation du Maroc. *Rev. Mar. Sci. Agron. Vét.* 2 (1):50-66
- [12] Moulay-Driss Eljihad. Changement climatique et développement rural dans les montagnes du Moyen-Atlas et leurs bordures (Maroc).
- [13] OCDE. 2016. L'adaptation nationale au changement climatique : Nouvelles pratiques de suivi-évaluation . 2016.
- [14] Rebotier, J., G. Simonet, 2014, Adaptations aux changements environnementaux et territoire. Questions de (science en) société, *Adaptations aux changements environnementaux et territoires*, Revue Sud-Ouest Européen, 37, Presses Universitaires du Mirail, Toulouse, p. 5.
- [15] Saloui A. (2011) : Les changements climatiques au Maroc : état actuel et perspectives, Acte de la table ronde organisée par l'Institut National d'Aménagement et d'Urbanisme, 08 juillet 2009 : Les changements climatiques : Quels défis pour le développement au Maroc, Publication INAU, p. p. 36-49.
- [16] Sebbar A., 2013. Etude de la variabilité et de l'évolution de la pluviométrie au Maroc (1935-2005): Réactualisation de la carte des précipitations (Doctoral dissertation, Thèse de Doctorat en Bioclimatologie, Univ. Hassan II, Fac. Sci. Ben M'sik, Casablanca.

- [17] Viviroli. 2007. Mountains of the world, water towers for humanity: typology, mapping, and global significance. 2007.
- [18] Vodounou, Jean Bosco K. et Doubogan, Yvette Onibon. 2016. Agriculture paysanne et stratégies d'adaptation au changement climatique au Nord-Bénin . 2016.
- [19] Wisner. 2004. At Risk Natural Hazards. People's Vulnerability and Disasters. 2004.
- [20] Yves Le Bars. 2010. Le changement climatique peut-il être utile au développement ? 2010.



ELMOUFID Rajaa, Né le 13.01.1983 à Benslimane, Maroc, Email:

rajaa.elmoufid@uit.ac.ma

- Ingénieur en agronomie tropicale et méditerranéenne
- Master : changements climatiques, Ressources en eau et développement durable au Maroc
- Doctorante en Géographie, Aménagement de l'espace et développement territoriale, laboratoire : Territoire, environnement et développement, faculté des Sciences Humaines et Sociales (FSHS. UIT. Kénitra).
- Vacataire à FSHS. UIT. Kénitra



BOUTCHKKOUCHT Abdelaziz, Né le 10.10.1970 (Taoujdate El-Hajeb, Maroc),

Email : abdelaziz.boutchkoucht@uit.ac.ma

- Conseiller en Planification de l'éducation
- Chef du service des statistiques et des études. Ministère de l'éducation nationale (AREF : Rabat-Salé-Kénitra)
- Master : changements climatiques, Ressources en eau et développement durable au Maroc
- Doctorant en Géographie, laboratoire : Territoire, environnement et développement, (FSHS. UIT. Kénitra)
- Vacataire à FSHS. UIT. Kénitra