

Vulnérabilité Future Des Systèmes De Productions Agricoles Face Aux Changements Climatiques Dans Le 4^{ème} PDA : Cas Des Communes De Djidja Et De Djougou

AWO sourou Malikiyou¹, ALE Agbachi Georges², YABI Ibouaïma², OGOUWALE Romaric²,
ABDOULAYE Awali², SALIFOU Arsène²

^{1,2} Département de Géographie et Aménagement du Territoire, Abomey-Calavi, Bénin.

² Laboratoire Pierre PAGNEY « Climat, Eau, Ecosystème et Développement »,



Résumé – La variabilité climatique dans les communes de Djidja et de Djougou engendre des conséquences aussi bien sur les niveaux de productivités, de production que sur les revenus des exploitants agricoles. L'objectif de cette recherche est d'étudier la vulnérabilité future des systèmes de productions agricoles face aux changements climatiques dans les Communes de Djidja et de Djougou. L'approche méthodologique utilisée comprend la collecte des données, leur traitement et l'analyse des résultats. Les enquêtes ont été faites dans les villages choisis sur la base de critères bien définis (la taille de la population agricole et son implication dans la production agricole). La méthode de D. Schwartz (1995, p. 94) a permis de constituer l'échantillon de 377 producteurs. Enfin, une projection climatique sur la période 2019-2050/2075 est faite au moyen du logiciel climatique « Climate explorer ». Il ressort des résultats de l'étude que, dans la commune de Djougou, la variation au niveau de la température minimale actuelle (RCP8.5) est comprise entre -1,62°C en 1992 et 2,29°C en 2075. La température maximale quant à elle varie entre -1,40°C en 1994 à 2,18°C en 2075. C'est à partir de 2071 que l'augmentation de la température minimale va dépasser les 2°C et si rien n'est fait cette hausse va s'accroître et devenir permanente. De même, dans la commune de Djidja, la température minimale la plus élevée est observée en 2075 avec des variations de 1 à 2°C pour les RCP4.5 et RCP8.5. Au niveau de la température maximale, l'année la moins chaude est 1992 (-1,33mm/jour) pour RCP8.5 et 1991 (-1,02mm/jour) pour RCP4.5. La même évolution s'observe au niveau des températures maximales. L'année 1992 reste la plus déficitaire avec une chute de -1,60°C et l'année la plus excédentaire sera l'année 2075 avec une hausse de 2,18 mm par jour, sur la période 1992-2080. La corrélation est observée en 2042 avec une valeur de 0,322 mm par jour. L'examen des résultats révèle que les valeurs des paramètres climatiques à savoir précipitations et évaporation sont à la hausse sur la période 1980-2080 dans la commune de Djidja. Suivant la trajectoire actuelle, RCP8.5, les années les plus arrosées sont 2037, 2070 et 2073 avec respectivement des variations égales à 0,17mm et 0,27mm de pluie par jour. Face à ces difficultés, les populations agricoles adoptent des mesures pour contrer les contraintes climatiques.

Mots-clés – Djidja, Djougou, vulnérabilité, système de production, agricole, changement climatique.

Abstract – Climatic variability in the communes of Djidja and Djougou has consequences both on the levels of productivity and production and on the income of farmers. The objective of this research is to study the vulnerability of agricultural production systems to climate change in the Communes of Djidja and Djougou. The methodological approach used includes data collection, processing and analysis of the results. The surveys were carried out in the villages chosen on the basis of well-defined criteria (the size of the agricultural population and its involvement in agricultural production). The method of D. Schwartz (1995, p. 94) made it possible to constitute the sample of 377 producers. Finally, a climate projection over the period 2019-2050 / 2075 is made using the climate software "Climate explorer". The results of the study show that, in the municipality of Djougou, the variation in the current minimum temperature (RCP8.5) is between -1.62 ° C in 1992 and 2.29 ° C in 2075. The maximum temperature varies between -1.40 ° C in 1994 to 2.18 ° C in 2075. It is from 2071 that the increase in the minimum temperature will exceed 2 ° C and if nothing is In fact, this increase will increase and become permanent. Similarly, in the municipality of Djidja, the highest minimum temperature is observed in 2075 with variations of 1 to 2 ° C for RCP4.5 and RCP8.5. At maximum temperature, the coolest year is 1992 (-1.33mm / day) for RCP8.5 and 1991 (-1.02mm / day) for RCP4.5. The same development can be observed at the level of maximum temperatures. The year 1992 remains the most in deficit with a fall of -1.60 ° C and the year the most in surplus will be the year 2075 with an increase of 2.18mm per day, over the period 1992-2080. The correlation

is observed in 2042 with a value of 0.322 mm per day. Examination of the results reveals that the values of climatic parameters, namely precipitation and evaporation, are on the rise over the period 1980-2080 in the municipality of Djidja. Following the current trajectory, RCP8.5, the wettest years are 2037, 2070 and 2073 with respectively variations equal to 0.17mm and 0.27mm of rain per day. Faced with these difficulties, agricultural populations are adopting measures to counter climatic constraints.

Keywords – Djidja, Djougou, vulnerability, production system, agriculture, climate change.

INTRODUCTION

L'un des enjeux majeurs du monde de ces dernières années est incontestablement le changement climatique. Cette problématique qui domine tous les débats est omni présente dans tous les secteurs d'activité dans un contexte où l'Afrique a comme principal défi, le développement d'une agriculture autonome et durable (FAO, 2018, p. 12). En effet, l'Afrique est un continent faiblement émetteur de Gaz à Effets de Serre (GES) et pourtant elle est et sera sans doute le plus touché par les effets du changement climatique (Tinlot, *et al.*, 2010 cité par PAS-PNA, 2017, p. 21). Ces changements climatiques ont entraîné naturellement un changement dans la variabilité des paramètres climatiques comme la température, l'humidité relative, la tension des vapeurs et le changement de régime pluviométrique.

Au Bénin, le secteur agricole est un levier majeur du développement de l'économie. Il contribue à près de 28,3 % au Produit Intérieur Brut (PIB), à 1 % au taux de croissance, à plus de 50 % aux emplois, à 75 % aux recettes d'exportation et constitue la principale source de devises du pays (Boko *et al.* Cité par Orou Nikki, 2019, p. 13) et (MAEP, 2019, p. 49). Selon la même source, cette agriculture est caractérisée par de petites exploitations agricoles de type familial avec une production essentiellement pluviale et tributaire des éléments naturels qui sont de plus en plus affectés par la variabilité et le changement climatique ; ce qui a pour conséquence la faible productivité des différentes spéculations.

D'une manière générale dans le pays, les incidences du changement climatique sur le secteur agricole sont entre autres : « (i) la baisse d'environ 7 % en moyenne du rendement des principales cultures (maïs, riz, sorgho, igname, manioc, tomate, coton, ananas), (ii) apparition de nouveaux ravageurs qui déciment les cultures (cas des chenilles légionnaires qui ont dévasté les cultures de maïs au Bénin en 2016), (iii) perturbation du calendrier agricole, (iv) apparition de nouvelles infections dont la grippe aviaire et les pestes, (v) réduction de la productivité des parcours dans la zone septentrionale, dégradation des pâturages et couloirs de transhumance et l'accentuation des conflits y afférents, (vi) altération des paramètres écologiques propices à la reproduction et à la croissance de certaines espèces de poissons entraînant la baisse de la production halieutique, (vii) comblement des cours et plans d'eau et prolifération des plantes envahissantes (viii) accentuation de la vulnérabilité et dégradation des moyens de subsistance des femmes et des jeunes» (PANA, 2015, Akponipkè *et al.* 2018 p. 68). Ces effets et impacts pourraient s'aggraver puisque le cinquième rapport du GIEC annonce qu'il est probable que notre région connaisse plus d'événements extrêmes tels que les pluies abondantes, les vagues de chaleurs, les inondations et les sécheresses avec des disparités.

L'objectif global de cette recherche est d'étudier la vulnérabilité future des systèmes de productions agricoles face aux changements climatiques dans les Communes de Djidja et de Djougou.

I. ZONE D'ETUDE

Le pôle de Développement Agricole n°4 couvre environ une superficie de 53097 km² soit 46,27% du territoire national. Au plan géographique, cette zone d'intervention occupe la portion centrale du territoire national. Du point de vue administratif, le pôle de développement agricole (4) s'étend sur quatre départements (Borgou sud, Donga, Zou et les Collines) avec seize (16) Communes. Il est limité au Nord par les PDA n°2 (Alibori Sud -Borgou Nord- 2KP) et PDA n°3 (Atacora Ouest), au Sud par les PDA n° 5 (Zou-Couffo) et 6 (Plateau), à l'Est par la République Fédérale du Nigéria et à l'Ouest par la République du Togo. La figure 1 met en exergue le cadre d'étude.

La commune de Djidja est située dans département du Zou à l'ouest du PDA 4 tandis que la commune de Djoudjou est située dans le département de la Donga au Nord-Ouest du PDA 4.

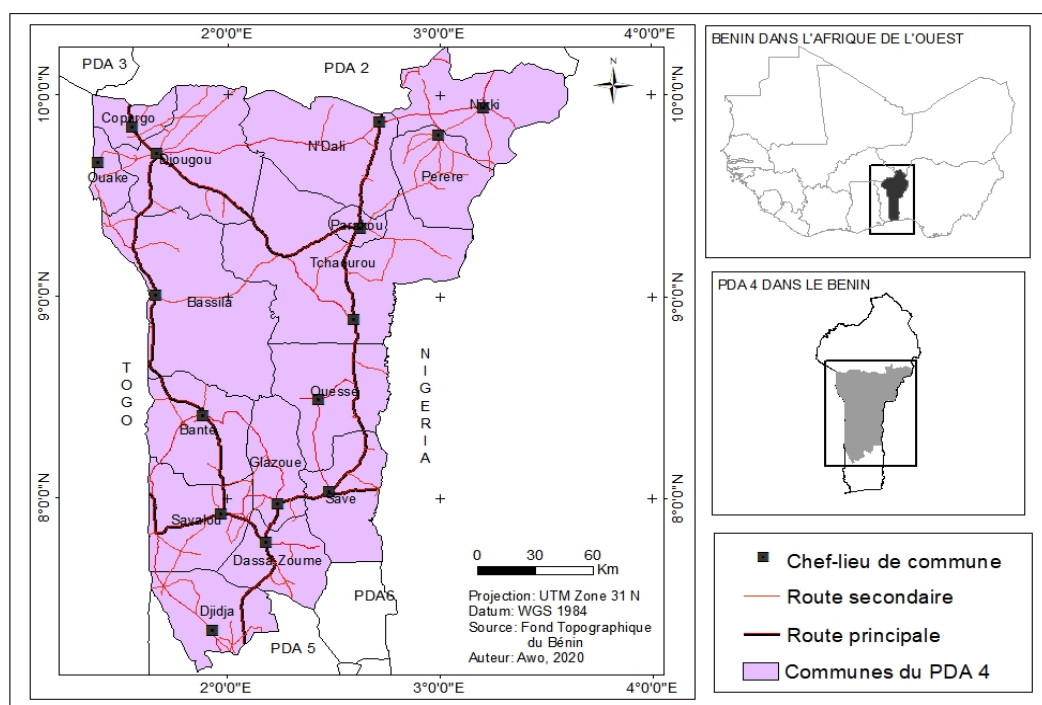


Figure 1 : Situation géographique et administrative du Pôle de Développement Agricole n°4

II. MATERIELS ET METHODE

Pour la projection climatique dans le cadre de cette étude, l'outil KNMI climate explorer conçu par le Groupe Intergouvernemental des Experts en Changements climatiques (GIEC) a été utilisé. Les paramètres climatiques retenus sont d'une part : Tas, Tasmin, Tasmax, Pr et evspbl, AltCdd et AltCwd d'autre part. Les données de ces différents paramètres climatiques sus mentionnés, sont extraites de la base de l'Organisation Mondiale de Météorologie (OMM) à partir des coordonnées géographiques de la zone d'étude qui est ici le Pôle de Développement Agricole qui contient 16 communes dont les communes de Djidja et de Djougou. Ces extractions sont faites sur la base de la référence mondiale climatique qui est 1981-2010 proposée par l'outil KNMI climate explorer. Ensuite les données extraites sont enregistrés au niveau de l'ordinateur et de préférence au niveau de la partie « documents » et importées sur Excel après les avoir transformées et traitées en fichier Word Pad. Ce qui a permis de réaliser les graphes relatifs aux scénarios climatiques du secteur d'étude sur la période 1981-2075 à partir des RCP4.5 (Representative Concentration Pathways /Trajectoire Représentative des concentrations souhaitées) et RCP8.5 (Trajectoire Représentative des Concentrations actuelles) utilisés dans le cadre de la cinquième phase du Projet de comparaison de modèles couplés (Coupled Model Intercomparison Project), base AR4 (Assessment Report CMIP5) de 2013 qui inclut plus de modèles, plus de diagnostics et une documentation plus complète.

L'analyse de ces graphes a permis de faire ressortir les écarts entre les différentes RCP4.5 et RCP8.5 et leurs conséquences probables sur les spéculations choisies dans la zone d'étude au regard de leur préférendum thermique et pluviométrique respectif et des types de sols en présence.

Par ailleurs, les données climatologique (températures, précipitations, évaporation, humidité relative) couvrant tous le PDA4 et recueillies par les stations synoptiques de Savè, Bohicon, Natitingou et Parakou de l'ASECNA ont été utilisées pour analyser l'évolution du climat actuel sur la période 1981-2010 et la vulnérabilité des spéculations choisies aux stress hydriques au regard de leur capacité de rétention des eaux du sol. Mieux elles permettent de faire, dans une certaine mesure, une analyse comparative par rapport aux projections climatiques futures réalisées avec les scénarii climatiques RCP4.5 et RCP8.5 entre trois (03) temps à savoir 1981-2010 ; 2010-2040 et de 2040-2070..

2.1. Méthode d'élaboration des fiches opérationnelles de gestion de risques agro-météorologiques

Pour renforcer la résilience des systèmes de production de l'anacarde, du manioc, du maïs et de l'igname des fiches opérationnelles sont élaborées par spéculation. Elles combinent des aspects liés à l'utilisation de l'information climatique et météorologique pour renforcer le conseil agricole et l'application des innovations technologiques appropriées pour l'amélioration durable des rendements.

➤ Utilisation de l'information climatique et météorologique pour le conseil agricole

Pendant la collecte des données sur le terrain, les besoins en informations climatiques et météorologiques spécifiques sont recensés auprès de tous les acteurs des chaînes de valeur des filières ciblées. Ces besoins sont analysés et suivant les normes et pratiques existantes et les atouts disponibles, des solutions sont proposées et intégrées aux fiches.

➤ Technologies appropriées d'amélioration durable des rendements

Au regard des pratiques culturelles défavorables à la protection de l'environnement et face aux contraintes climatiques, les approches de solutions endogènes ou novatrices en cours d'adoption sont recensées sur le terrain. Elles sont analysées et croisées avec les technologies éprouvées, développées par les centres et institutions de recherche afin de choisir les plus appropriées. L'objectif ultime visé est d'augmenter durablement les rendements tout en réduisant les émissions de gaz à effets de serre.

➤ Etude de la croissance démographique des ménages agricoles actuels et futurs

- Calcul du taux d'accroissement des exploitants des filières étudiées dans la zone de recherche.

Pour mener ces travaux de terrain un échantillon a été défini dans toutes les communes suivant la méthode de Schwartz (1995). En effet, selon les premiers résultats du Recensement National de l'Agriculture (RNA 2019), dans le pôle 4, un ménage agricole sur deux dispose d'une exploitation de cultures pérennes (soit 95.561 ménages) et près d'un ménage sur deux, disposant d'une exploitation de cultures pérennes dispose d'une plantation d'anacardier. Au total, on peut donc dénombrer dans la zone d'étude 47.780 ménages agricoles disposant de plantation d'anacardier.

Ainsi, suivant la méthode de Schwartz (1995). La formule est :
$$N = \frac{Z\alpha^2 PQ}{d^2}$$

Avec : N = Taille de l'échantillon par commune ; $Z\alpha$ = écart fixé à 1,96 qui correspond à un degré de confiance de 95 % ; P = nombre de ménages agricoles de la commune produisant des filières retenues / nombre total de ménages agricole, Q = 1 - P ; d = marge d'erreur qui est égale à 5 %. La taille de l'échantillon enquêté est présentée dans le Tableau 1.

Tableau 1 : Echantillonnage par commune.

Communes	Nombre de ménages agricoles	Nombre de ménages disposant de cultures pérennes	Nombre de ménages produisant des filières retenues	$Z\alpha^2$	P	Q	D ²	N
Tchaourou	20181,07	10090,535	5045,2675	3,8416	0,0263981	0,9736019	0,0025	39,4935524
Parakou	21705,07	10852,535	5426,2675	3,8416	0,02839159	0,97160841	0,0025	42,3889887
N'Dali	9422,21	4711,105	2355,5525	3,8416	0,01232484	0,98767516	0,0025	18,7054219
Nikki	11525,07	5762,535	2881,2675	3,8416	0,01507551	0,98492449	0,0025	22,8163991
Pèrèrè	6729,84	3364,92	1682,46	3,8416	0,00880305	0,99119695	0,0025	13,4080399
Djougou	18721,45	9360,725	4680,3625	3,8416	0,02448882	0,97551118	0,0025	36,708981
Ouaké	5425,86	2712,93	1356,465	3,8416	0,00709736	0,99290264	0,0025	10,8286881
Bassila	9817,66	4908,83	2454,415	3,8416	0,01284211	0,98715789	0,0025	19,4802805
Copargo	5506,96	2753,48	1376,74	3,8416	0,00720345	0,99279655	0,0025	10,9893696
Savalou	14840,53	7420,265	3710,1325	3,8416	0,01941234	0,98058766	0,0025	29,2507114
Bantè	10382,55	5191,275	2595,6375	3,8416	0,01358102	0,98641898	0,0025	20,5857193

Dassa-Zoumè	11323,5	5661,75	2830,875	3,8416	0,01481184	0,98518816	0,0025	22,4233484
Glazoué	11166,5	5583,25	2791,625	3,8416	0,01460648	0,98539352	0,0025	22,1170587
Savè	7565,12	3782,56	1891,28	3,8416	0,00989565	0,99010435	0,0025	15,0555764
Ouèssè	12464,19	6232,095	3116,0475	3,8416	0,01630394	0,98369606	0,0025	24,6448166
Djidja	14344,8	7172,4	3586,2	3,8416	0,01876389	0,98123611	0,0025	28,2923235
TOTAL	191122,38	95561,19	47780,595		0,25	0,75		377,189276

Source : d'après données de l'INSAE, 2019

Au total, la taille de l'échantillon considéré pour la recherche est estimée à 377 chefs d'exploitation disposant au moins une exploitation agricole.

III. RESULTATS

3.1. Vulnérabilité des systèmes de productions agricoles dans Commune de Djougou

La commune de Djougou s'étend sur une superficie de 3.966 km² et fait partie des quatre communes qui composent le département de la Donga au Nord du Bénin. Elle est limitée au nord par les communes de Kouandé et de Pehunco, au sud par la commune de Bassila, à l'est par les communes de Sinendé, de N'dali et de Tchaourou, toutes dans le département du Borgou et à l'ouest par les communes de Ouaké et de Copargo. Djougou chef-lieu du département et de la commune est située à environ 450 km de Cotonou.

La commune de Djougou a un relief de plateau parsemé de collines de faibles dénivellations. Le climat est de type soudano-guinéen avec une saison de pluies (avril à octobre) et une saison sèche (octobre à avril). La moyenne annuelle de précipitation est comprise entre 1200 et 1300 mm ; elle varie entre 1000 et 1500 mm d'eau pour 75 à 140 jours effectifs de pluies. En début des saisons de pluies, la région connaît périodiquement le passage de vents fort soufflant de l'est vers l'ouest. Les sols sont de texture argilo-sableuse ou latéritique (gravillonnaire ou caillouteux) globalement favorables à l'agriculture. La superficie cultivée représente 35,7 % de la superficie de la commune. La végétation de la commune est dominée par des savanes arborées et arbustives dont 37182 ha de forêts classées sous aménagement. Néanmoins des poches non négligeables de forêts claires et de forêts denses s'observent par endroits. La commune est traversée et arrosée par quatre (04) cours d'eau sur une longueur totale de 21 km (PDC, 2003).

• Projection des températures de la Commune de Djougou

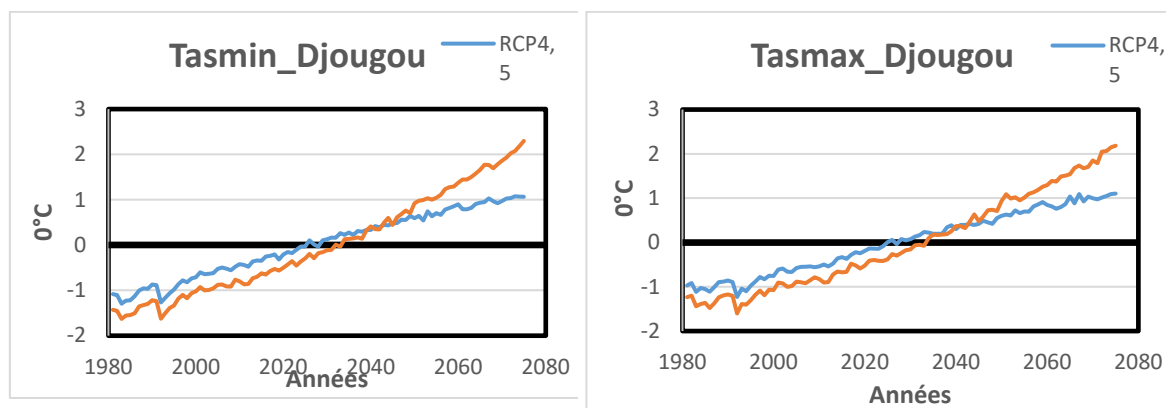


Figure 2 : Scénarii climatiques des températures dans la Commune de Djougou

Source: ASECNA, 2017 et travaux de terrain, 2020

Les températures minimales et maximales sont à la hausse. La variation au niveau de la température minimale actuelle (RCP8.5) est comprise entre -1,62°C en 1992 et 2,29°C en 2075. La température maximale quant à elle varie entre -1,40°C en 1994 à 2,18°C en 2075. C'est à partir de 2071 que l'augmentation de la température minimale va dépasser les 2°C et si rien n'est fait cette hausse

va s'accroître et devenir permanente. Ce qui n'aidera pas les producteurs. En effet, la hausse des températures (jusqu'à 37,8°C), consécutive à des sévères périodes d'harmattan va négativement impacter par exemple la production du maïs et du soja. Ces deux (02) spéculations, pendant leur cycle de croissance, exigent des températures n'excédant pas une moyenne de 36°C.

La même évolution s'observe au niveau des températures maximales. L'année 1992 reste la plus déficitaire avec une chute de -1,60°C et l'année la plus excédentaire sera l'année 2075 avec une hausse de 2,18°C par jour, sur la période 1992-2080.

- **Projection des précipitations et évaporation Commune de Djougou**

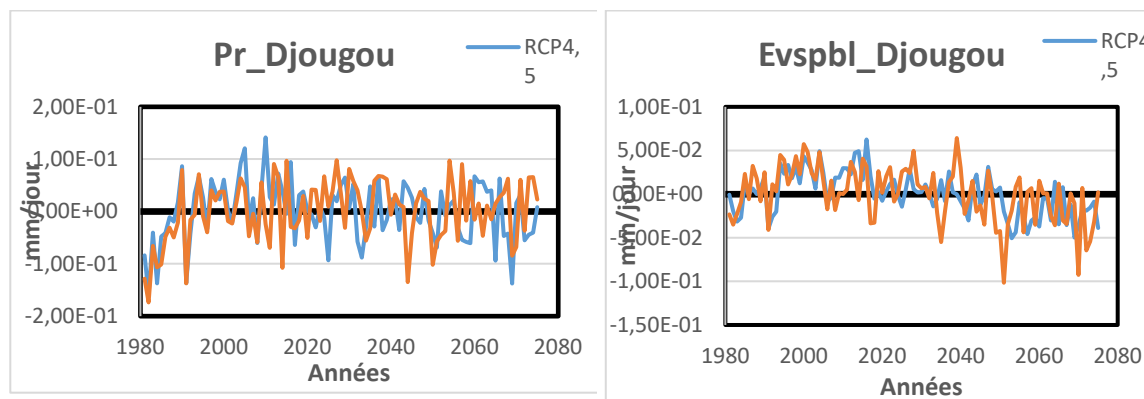


Figure 3 : Scénarii climatiques des précipitations et évaporation Commune de Djougou
Source: ASECNA, 2017 et travaux de terrain, 2020

Globalement, sur la période 1980-2080, les précipitations dans la Commune de Djougou sont à la hausse avec un pic de la trajectoire actuelle (RCP8.5) en 2027 et 2057, soit 1mm par jour. Quant au RCP4.5 qui est la trajectoire du climat souhaité, le pic était prévu pour 2010 avec une valeur de 1,41mm par jour. L'année la plus déficitaire est 1982 pour le RCP8.5 et pour le RCP4.5, ce sont les années 1981 et 2069. Ce qui suppose que dans la commune de Djougou des mesures doivent être prises pour faire face à la sécheresse en 2069.

Egalement, il faut noter que sur la période 1980-2080, il y a une baisse des épisodes de chaleurs. Pour le RCP8.5, l'année 2051 sera la moins chaude égale à -1,02 mm par jour tandis que l'année la plus chaude sera 2039 avec une valeur égale à 6,42 mm par jour.

En somme, les niveaux de précipitation dans la commune de Djougou restent globalement acceptables et favorables aux cultures ciblées, sous réserve d'une bonne répartition spatiale et temporaire. Toutefois, les niveaux élevés de chaleur envisagés pourraient entraîner des chutes de fleur, des stress hydriques temporaires et donc des baisses importantes de rendement.

3.2. Vulnérabilité des systèmes de productions agricoles dans Commune de Djidja

La commune de Djidja est la plus vaste des neuf (9) communes du Département du Zou. S'étendant sur une superficie de 41,66% de la superficie totale du département, elle est située dans sa partie nord-ouest et est limitée au sud par les communes d'Abomey et de Bohicon, au sud-ouest par le Département du Couffo (commune d'Aplahoué), à l'est par la commune de Za-Kpota et au nord par le Département des Collines (communes de Dassa et Savalou).

La commune de Djidja jouit d'un climat de type subéquatorial tendant vers le soudano-guinéen dans les parties septentrionales. Aussi remarque-t-on que dans ces parties les deux saisons pluvieuses deviennent pratiquement une seule (perturbation climatique).

Le relief est constitué de plateaux avec des dépressions, mais aussi des affleurements granitiques (Lô, Lalo...) atteignant 100 m d'altitude. Deux substrats géologiques portent les sols de la commune. Il s'agit du continental terminal qui porte les sols ferralitiques du Sud et du socle cristallin du crétacé qui porte les sols ferrugineux.

La commune de Djidja dispose d'une variété de sols à savoir, les sols ferralitiques, les sols ferrugineux tropicaux, les vertisols et les sols hydromorphes.

- Projection des températures dans la Commune de Djidja

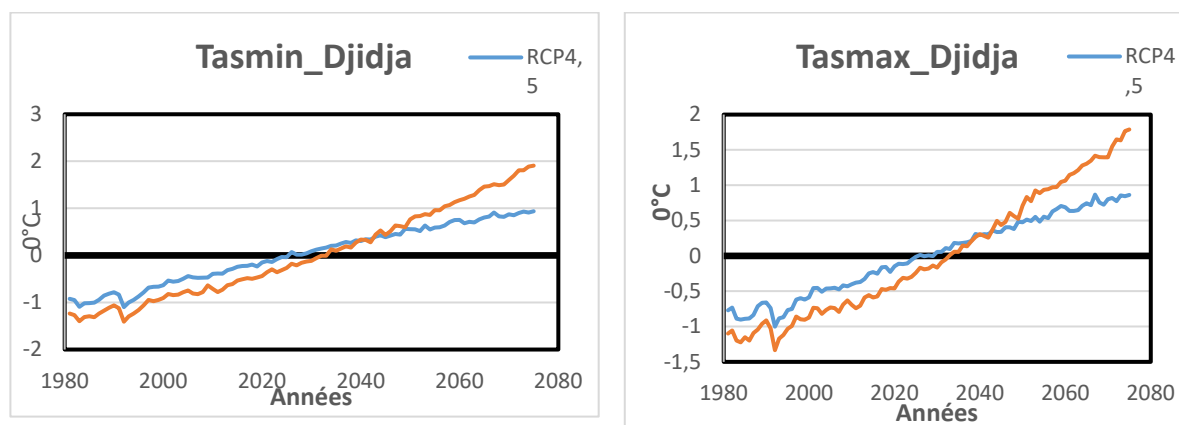


Figure 4 : Scénarii climatiques des températures dans la Commune de Djidja

Source: ASECNA, 2017 et travaux de terrain, 2020

La figure 4 montre une hausse croissante des températures sur la période 1980-2080. La température minimale la plus élevée est observée en 2075 avec des variations de 1 à 2°C pour les RCP4.5 et RCP8.5. Au niveau de la température maximale, l'année la moins chaude est 1992 (-1,33mm/jour) pour RCP8.5 et 1991 (-1,02mm/jour) pour RCP4.5. Les températures minimales sont en dessous de 2°C. Ce qui veut dire que les impacts des changements climatiques sur les cultures sont maîtrisables. Cependant, des mesures additionnelles sont nécessaires pour réduire leur vulnérabilité, notamment l'adoption du paillage et de l'agroforesterie.

La corrélation entre la trajectoire actuelle RCP8.5 et celle souhaitée RCP4.5 sera observée en 2041 avec une variation entre 0,28°C et 0,32°C. Cette légère hausse n'est pas susceptible d'influencer la production agricole au niveau des cultures cibles. Il y a donc un lien logique entre ces deux paramètres des scénarii climatiques.

- Projection des précipitations et évaporations dans la Commune de Djidja

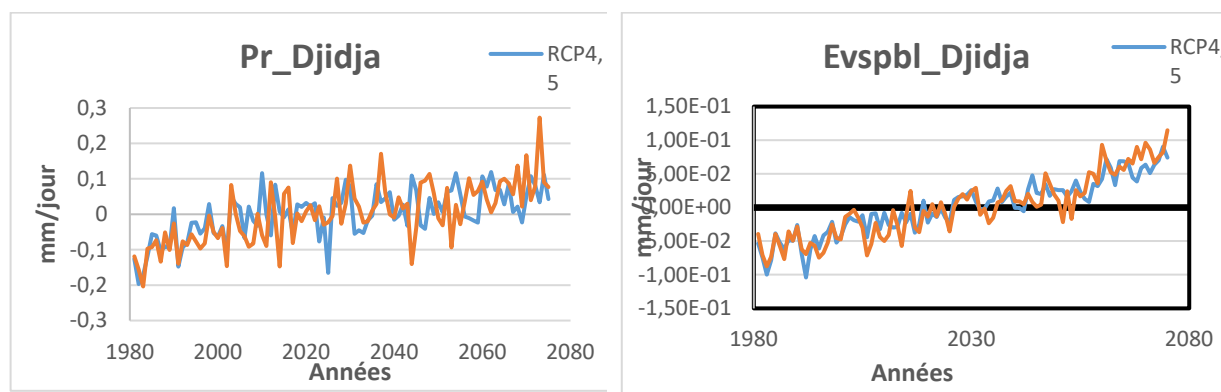


Figure 5 : Scénarii climatiques des précipitations et évaporations la Commune de Djidja

Source: ASECNA, 2017 et travaux de terrain, 2020

L'examen de la figure 5 révèle que les valeurs des paramètres climatiques à savoir précipitations et évaporation sont à la hausse sur la période 1980-2080 dans la commune de Djidja. Suivant la trajectoire actuelle, RCP8.5, les années les plus arrosées sont 2037, 2070 et 2073 avec respectivement des variations égales à 0,17mm et 0,27mm de pluie par jour. Cependant, cette hausse est en dessous de 1mm, donc non significative. C'est-à-dire qu'elle n'est pas susceptible d'impacter le cycle végétatif et des cultures cibles.

L'année la plus arrosée sera 2075 avec une valeur égale à 1,15mm mm de pluie par jour tandis que l'année la moins arrosée est 1983 avec une valeur égale à -0,83mm pour le RCP8.5.

Par contre, pour le RCP4.5, l'année la plus excédentaire sur la période 1980-2080 est 2010 (0,11mm de pluie par jour) et l'année la plus déficitaire et donc la moins arrosée sera 1982 avec une valeur égale à -0,19mm de pluie par jour.

Quant à la trajectoire de l'évaporation sur la période 1980-2080, elle est ascendante et l'année ayant de plus grands épisodes de chaleurs est 2075 (1,15mm/jour) avec une variation de 1,15mm de pluie par jour et l'année la moins chaude est 1983 avec une valeur égale à -0,87mm de pluie par jour pour le RCP8.5. Quant au RCP4.5, l'année la plus chaude sera 2074 avec une valeur relativement égale à 1mm de pluie par jour et la moins chaude sera 1992 avec une valeur égale à -1,04 mm de pluie par jour. Ce qui est susceptible d'impacter la production et les rendements des cultures ciblées. D'où la nécessité de développer et promouvoir des outils pour mieux gérer ces risques notamment d'agroforesterie, des variétés à cycle court et à haut rendement.

IV. DISCUSSION

Dans la Commune de Djougou, les températures minimales et maximales sont à la hausse. La variation au niveau de la température minimale actuelle (RCP8.5) est comprise entre -1,62°C en 1992 et 2,29°C en 2075. La température maximale quant à elle varie entre -1,40°C en 1994 à 2,18°C en 2075. C'est à partir de 2071 que l'augmentation de la température minimale va dépasser les 2°C et si rien n'est fait cette hausse va s'accroître et devenir permanente. Ce qui est un facteur défavorable pour les cultures. La corrélation entre les trajectoires actuelles et souhaitées sera observée en 2041 avec une hausse cumulative de 0,34mm de pluie par jour. De même, à Djidja, une hausse croissante des températures sur la période 1980-2080. La température minimale la plus élevée est observée en 2075 avec des variations de 1 à 2°C pour les RCP4.5 et RCP8.5. L'examen des résultats révèle que les valeurs des paramètres climatiques à savoir précipitations et évaporation sont à la hausse sur la période 1980-2080 dans la commune de Djidja. Suivant la trajectoire actuelle, RCP8.5, les années les plus arrosées sont 2037, 2070 et 2073 avec respectivement des variations égales à 0,17mm et 0,27mm de pluie par jour. Cependant, cette hausse est en dessous de 1mm, donc non significative. C'est-à-dire qu'elle n'est pas susceptible d'impacter le cycle végétatif et des cultures cibles.

Les résultats similaires ont été obtenus par G. Agbétou Essé en (2012, p. 7). Il ressort de ses analyses que, les populations de la commune de Dassa-Zoumé ont connu une augmentation des températures variant de 0,47 à 0,86 °C de mars en juillet (période de la grande saison agricole). Pendant cette même période, il est noté aussi une diminution de 3 % à 24 % des hauteurs pluviométriques et ceci pour ces trois dernières décennies par rapport aux valeurs de la période 1941-1970. Cette situation a affaibli les rendements agricoles qui engendrent parfois des insuffisances des produits alimentaires et la réduction du pouvoir d'achat. C'est-à-dire la baisse des revenus agricoles à près de 40 %. Face à ces difficultés, les populations de la commune adoptent des mesures pour contrer les contraintes climatiques. Aux nombre de ces mesures, il faut citer les stratégies utilisées pour améliorer les rendements agricoles (travaux de groupes, des semis répétés, semis étalés, le paillage, l'augmentation des emblavures, l'utilisation des engrais chimiques raisonnés) et les reconversions socio-professionnelles (M. BOKO, 1988, p. 13) et (C. G. Wokou, 2014, p. 14).

Globalement, sur la période 1980-2080, les précipitations dans la Commune de Djougou sont à la hausse avec un pic de la température actuelle (RCP8.5) en 2027 et 2057, soit 1mm par jour. Egalement, il faut noter que sur la période 1980-2080, il y a une baisse des épisodes de chaleurs. Pour le RCP8.5, l'année 2051 sera la moins chaude égale à -1,02mm par jour tandis que l'année la plus chaude sera 2039 avec une valeur égale à 6,42mm par jour. Ces résultats concordent avec ceux de Ogouwalé, (2001, p.) qui montre qu'au Bénin, le contexte climatique serait marqué par une réduction de 15 à 30 % de pluie entre 1990 et 2025, si l'augmentation de la température venait à être de 0,6 °C (notamment sous les latitudes comprises entre 5 ° et 10 ° nord. Allant dans le même sens, M. Issa, (2012, p. 34), GIEC (2007, p. 11) et I. F. Ouorou Barré (2014 p. 6) relèvent que la quantité d'eau précipitée diminuerait et le besoin en eau des cultures se trouveraient insatisfait. En effet, il existe une forte corrélation entre le rendement des cultures et la pluviométrie dans les différentes régions du pays. Cette situation accentue fortement la vulnérabilité des systèmes de production agricole.

V. CONCLUSION

Au terme de cette recherche qui porte sur vulnérabilité des systèmes de productions agricoles face aux changements climatiques dans la Commune de Djidja et de Djougou, il ressort globalement que les températures minimales et maximales sur l'ensemble des communes de Djidja et de Djougou du Pôle de Développement Agricole 4 sont à la hausse sur la période 1980-2080. Ce qui suppose

que si la tendance est maintenue, leur vulnérabilité par rapport aux changements climatiques sera limitée. Quant aux précipitations, la hausse est observée à Djidja et de Djougou; seulement qu'elle est plus prononcée dans les Communes de Djougou, avec une variation dépassant 1 mm de pluie par jour. Ce qui est suffisant pour impacter le cycle végétatif des cultures cibles depuis les semis jusqu'à la maturation et les récoltes. Il urge donc adopter des variétés à cycle court et à forts rendements sans oublier la mise en place d'une agriculture durable pour une conservation durable de la fertilité des sols et des eaux.

REFERENCES

- [1] AGBETOU ESSE Géoffroy, 2012 : Vulnérabilité et adaptation du paysannat aux contraintes climatiques dans la commune de Dassa-Zoume. Mémoire de maîtrise de Géographie FLASH/UAC. 100 p.
- [2] BOKO Michel, 1988 : Climats et communautés rurales du Bénin : Rythmes de développement. Thèse d'Etat, Dijon, 2 vol, 607 p.
- [3] DDAEP, 2018 : Statistiques agricole du département de l'Atacora, Rapport annuel, 62 p.
- [4] FAO-Bénin, 2018 : Etude relative aux services d'informations météorologiques et climatiques et incidences de la variabilité du climat sur la production de manioc et d'igname et les fluctuations des prix au Bénin, 103 p
- [5] FAO Bénin, 2017 : Pratiques et technologies pour une Agriculture Intelligente face au Climat (AIC) au Bénin, 104 p.
- [6] GIEC, 2007: Observed changes in climat and the effects. Fourth assement report. Synthesis report, 21 p.
- [7] GIEC, 2007 : Changements climatiques : Impacts, Adaptation et vulnérabilité, Résumé à l'intention des décideurs, GIEC CAMBRIDGE, 22 p.
- [8] GIEC, 2007 : Bilan 2007 des changements climatiques. Rapport de synthèse. GIEC, Genève, Suisse. 114 p.
- [9] HOUNKANRIN Jézukupégo Barnabé, 2015 : Mise en valeur agricole de la vallee de l'oueme dans la commune de bonou : diagnostic et trajectoire. Thèse de Doctorat Unique, EDP/FASHS/UAC, 275 p.
- [10] ISSA Mama, 2012 : Changements climatiques dans le moyen Bénin : impacts, analyse prospective des agrosystemes. Thèse de Doctorat Unique, Université d'Abomey-Calavi, 250 p.
- [11] INSAE, 2013 : Quatrième Recensement Général de la Population et de l'Habitation (RGPH3). Cotonou, MPPD/INSAE, 234 p.
- [12] MAEP, 2019 : Rapport de performance du secteur agricole, gestion 2018 ; 99p.
- [13] MAEP, 2017 : Plan Stratégique de Développement du Secteur Agricole (PSDSA) 2025 et Plan National d'Investissements Agricoles et de Sécurité Alimentaire et Nutritionnelle PNIASAN 2017 - 2021, 131 p.
- [14] MAEP, 2010 : Rapport annuel d'activités; Bénin ; 106 p.
- [15] LACEEDE, 2005 : Impacts potentiels d'un changement climatique sur la sécurité alimentaire dans le sud et le centre du Bénin 80 p.
- [16] OGOUWALE Euloge 2006 : Changements climatiques dans le bénin méridional et central : indicateurs, scénarios et prospective de la sécurité alimentaire. Thèse présentée pour obtenir le Diplôme de Doctorat Unique de l'Université d'Abomey-Calavi, 302 p.
- [17] OGOUWALE Euloge, 2004 : Changements climatiques et sécurité alimentaire dans le Bénin méridional. Mémoire de DEA, UAC/FLASH/DGAT.95 p.
- [18] OROU NIKKI Bio, 2019 : le changement climatique dans les communes de Kérou, Kouandé et Ouassa Péhunco : Stratégies d'information et de sensibilisation des populations par les radios communautaires pour l'adaptation. Thèse de Doctorat, EDP/FASHS/UAC, 397 p.
- [19] PAS-PNA, 2017 : Etat des lieux scientifique tu processus du Plan National d'Adaptation, Rapport d'étude, 48p.

- [20] OUOROU BARRE Imorou Fousséni, 2014 : Contraintes climatiques, pédologiques et production agricole dans l'Atacora (Nord-ouest du Bénin). Thèse de doctorat unique de géographie, UAC/FLASH/EDP, 241 p.
- [21] SCHWARTZ Daniel, 1995 : Méthodes statistiques à l'usage des médecins et des biologistes. 4è édition (Editions médicales Flammarion), Paris, 314 p.
- [22] Wokou Cossi Guy, 2014 : Croissance démographique, évolution climatique et mutations agricoles et environnementales dans le bassin versant du Zou au Bénin. Thèse de Doctorat de Géographie, EDP/FLASH/UAC, 244 p.