

Université Joseph KI-ZERBO

École Doctorale Lettres, Sciences Humaines et Communication

**Laboratoire d'Études et de recherches sur les Milieux et les Territoires
(LERMIT)**

Revue de Géographie de l'Université de Ouagadougou

**Thème : « Changement climatique :
résilience, solutions et perspectives »**

Sous la coordination scientifique de :

- Prof Bernard HUBERT, Directeur de recherche émérite à l'Institut National de la Recherche Agronomique (INRA), France ;
- Prof Tanga Pierre ZOUNGRANA, Département de Géographie, Université Joseph KI-ZERBO, Burkina Faso.

Numéro Spécial - Novembre 2019

N°ISSN édition numérique : 2424-7375

R-G-O



Revue de Géographie de l'Université de Ouagadougou

R-G-O est une revue scientifique annuelle. Éditée et diffusée par le Laboratoire d'Études et de recherches sur les Milieux et les Territoires (LERMIT), elle est dotée d'un comité scientifique. Les numéros sont publiés soit en version papier, soit en ligne, soit enfin les deux à la fois.

Les opinions émises dans les articles n'engagent que leurs auteurs. La revue n'est pas responsable des manuscrits qui lui sont confiés et se réserve le droit d'y opérer des modifications, pour des raisons éditoriales.

Revue de Géographie de l'Université de Ouagadougou

Directeur de publication : Professeur ZOUNGRANA Tanga Pierre

Rédacteur en chef : Professeur OUEDRAOGO François de Charles

Comité scientifique

- AKIBODE Koffi Ayéchoro, Professeur, Université de Lomé
- ALOKO-N'GUESSAN Jérôme, Directeur de recherche, Univ. Cocody, Abidjan
- BOKO Michel, Professeur, Université d'Abomey-Calavi, Cotonou
- BOUZOU MOUSSA Ibrahim, Professeur, Université Abdou Moumouni, Niamey
- DIPAMA Jean-Marie, Professeur, Université de Ouagadougou
- HOUSSOU Segbè Christophe, Professeur, Université d'Abomey Calavi
- OUEDRAOGO François de Charles, Professeur, Université de Ouagadougou
- TCHAMIE Thiou Tanzidani Komlan, Professeur, Université de Lomé
- ZOUNGRANA Tanga Pierre, Professeur, Université de Ouagadougou
- AMADOU Boureima, Professeur, Université Abdou Moumouni, Niamey

Comité de lecture

- OUEDRAOGO François de Charles (géographie de la santé),
- ZOUNGRANA Tanga Pierre (géographie, aménagement et SIG),
- DIPAMA Jean-Marie (géographie, environnement, SIG & Télédétection),
- YAMEOGO Lassane (géographie rurale),
- LOMPO Olivier (géographie et environnement)

Conseil scientifique

- IGUE O. John (géographie économique, Cotonou)
- MENGHO Maurice Bonaventure (géographie humaine, Brazzaville)
- SAMBA-KIMBATA Joseph Marie (climatologie, Brazzaville)
- SOME P. Honoré (géographie rurale et télédétection, Ouagadougou)

SOMMAIRE

DABIRE Der, COULIBALY Kalifa, NACOULMA Jacques Philippe : Étudier les dynamiques d'adoption des pratiques intelligentes face au climat au Burkina Faso : cas de l'agriculture de conservation (AC) dans les villages de Koumbia, Sindri, Yé et Yilou.....	1
OUEDRAOGO O. C., NEBIE B., TOURE A., WELTZIEN E., SISSOKO I., TOURE A. K., RATTUNDE F., BOUBACAR A., DESHPANDE S., SAWADOGO M. : Introgression of wild sorghum genes to improve sorghum productivity and enhance farmer resilience to climate variability in the Sahel of west Africa.....	17
ALI Ouchar Cherif, METCHEBON TAKOUGANG Aimé Stéphane, YONKEU Samuel, SOME Blaise : Variabilités climatiques et baisse de la production du coton dans les séries des précipitations : cas du Mayo Kebbi, région sud du Tchad.....	35
DABIRE Der, SANKARA Amadou, THIOMBIANO Boundia Alexandre, TOE Patrice, SANGARE Mamadou : Stratégies d'adaptation aux changements climatiques, performances agro-économiques et contraintes des exploitations agricoles des villages de Koumbia et Yilou au Burkina Faso.....	55
MAMAN Issoufou, IBRAHIM Habibou, OUMAROU Abdou et YAMBA Boubacar : La transhumance précoce : une stratégie de résilience des éleveurs de la région de Tahoua au Niger.....	73

SOMDA D'Ela Bienvenu, BLANCHARD Mélanie, BOUGOUMA / YAMEOGO Valérie : L'amélioration des productions animales comme moyen d'atténuer les effets du changement climatique : une étude à l'échelle d'une commune du Burkina Faso	95
ADJAKPA Tchékpo Théodore, CHEKOU KORE Elhadji Mohamoud, ABDOU BAGNA Amadou, BIO BIGOU Bani Léon : Changements climatiques et possibilités de mobilisations des ressources en eaux de surface à des fins agricoles dans la commune de Dassa-Zoumé (Centre du Bénin).....	109
OUEDRAOGO Wendlassida, KABORE/KONKOBO Madeleine, OUEDRAOGO Lucien, DA Dapola Évariste Constant, KESTEMONT Marie-Paule : Problématique de la gestion foncière dans les zones d'accueil des migrants climatiques au Burkina Faso : cas de Koumbia.....	133
BONKOUNGOU Joachim, SAWADOGO Boureima, ZABRE Nanawindin, DA Dapola, YAMBA Boubacar : Acteurs marginalisés de la forêt classée de Tigo au Burkina Faso, une mal adaptation au changement climatique.....	155

CHANGEMENTS CLIMATIQUES ET POSSIBILITES DE MOBILISATIONS DES RESSOURCES EN EAUX DE SURFACE A DES FINS AGRICOLES DANS LA COMMUNE DE DASSA-ZOUME (CENTRE DU BENIN)

**ADJAKPA Tchékpo Théodore¹, CHEKOU KORE Elhadji Mohamoud²,
ABDOU BAGNA Amadou², BIO BIGOU Bani Léon¹**

1. Laboratoire d'Études des Dynamiques Urbaines et Régionales (LEDUR), Université d'Abomey-Calavi (UAC) ; 03 BP 1463 Jéricho-Cotonou-Bénin ; Tél : (+229) 64 06 15 29 ; 03 BP 1463 Jéricho-Cotonou-Bénin ; adjakpatheo@yahoo.fr ;

2. Département de Géographie à l'École Normale Supérieure de l'Université Abdou Moumouni de Niamey (Niger) ; emck12@yahoo.fr ; Tél : +227 90871866 ; amadoubaya@gmail.com ; Tél : +227 90883757 ;

RÉSUMÉ

Dans le contexte des changements climatiques et de leurs effets sur l'agriculture, la maîtrise des ressources en eau par les barrages constitue une alternative d'adaptation. La présente étude tente de faire un état des lieux sur les efforts de mobilisation des ressources en eau à des fins agricoles dans la commune de Dassa-Zoumè. Elle a été réalisée par le biais de la recherche documentaire, les observations directes, l'exploitation de la carte hydrographique de Dassa-Zoumè. Ensuite des enquêtes socio-économiques ont été effectuées auprès des acteurs agricoles aux moyens des questionnaires, guide d'entretien, focus group pour mieux comprendre les manifestations des changements climatiques et l'analyse des résultats a été effectuée par le modèle Forces ; Faiblesses ; Menaces ; Opportunités. Les résultats ont permis de savoir que la commune de Dassa-Zoumè dispose d'un réseau hydrographique plus ou moins fourni. Le régime hydrographique est régulier avec des étiages assez prononcés et des crues d'août à octobre. Outre l'Ouémé le plus grand fleuve du pays qui constitue la limite Est de la commune de Dassa, elle est drainée par des cours d'eau à régime saisonnier. Ils sont des affluents ou des sous affluents du fleuve Ouémé et du Zou. On a Okrou qui fait frontière avec Savalou, Kossi au nord – est, Loto et Etéwi qui arrosent l'intérieur de la commune. Au total, la commune dispose de six (06) cours d'eau alimentés par les eaux de pluie. Ce potentiel hydrographique devrait permettre de régler les problèmes de disponibilité en eau pour des fins agricoles. Malheureusement, les excès de chaleurs induits par les changements climatiques créent l'indisponibilité de l'eau au profit de l'agriculture. A l'heure actuelle, deux sites de retenues d'eau sont fonctionnels pour des fins agro-pastorales. Il est remarqué que ces deux sites sont insuffisants pour mobiliser les besoins réels en eau. Il faut que d'autres retenues supplémentaires soient réalisées pour permettre aux agriculteurs de produire à bonne date afin de régler le problème d'insécurité alimentaire d'une population croissante.

Mots clés : changement climatique, agriculture, maîtrise de l'eau, perceptions paysannes, Dassa-Zoumè (Bénin).

ABSTRACT

Climate change and the potential for mobilizing surface water resources for agricultural purposes in the commune of Dassa-Zoume (central Benin)

In the scope of climate change and its effects on agriculture, the control of water resources by dams is an adaptation alternative. This study attempts to take stock of efforts to mobilize water resources for agricultural purposes in the commune of Dassa-Zoumè. It was carried out through documentary research, direct observations, and the use of the Dassa-Zoumè hydrographic chart. Then socio-economic surveys were carried out among agricultural stakeholders using questionnaires, interview guide, focus group to better understand the manifestations of climate change and the analysis of the results was carried out by the Forces model; Weaknesses; Threats; Opportunities. The results showed that the commune of Dassa-Zoumé has a more or less extensive hydrographic network. The hydrographic regime is regular with fairly low water levels and floods from August to October. In addition to the Ouémé, the country's largest river, which forms the eastern limit of the commune of Dassa, it is drained by seasonal rivers. They are tributaries or sub-tributaries of the Ouémé and Zou rivers. We have Okrou which borders Savalou, Kossi in the north-east, Loto and Etéwi which water the interior of the Commune. In total, the commune has six (06) watercourses supplied by rainwater. This hydrographic potential should make it possible to solve the problems of water availability for agricultural purposes. Unfortunately, the excess heat induced by climate change creates the unavailability of water for agriculture. At present, two water retention sites are functional for agro-pastoral purposes. It is noted that these two sites are insufficient to mobilize real water needs. Further additional holdbacks are needed to allow farmers to produce on time to address the food insecurity of a growing population.

Keywords: *climate change, agriculture, water management, farmers's perceptions, Dassa-Zoumè (Benin).*

INTRODUCTION

En Afrique de l'Ouest, l'une des principales caractéristiques du climat, est son régime pluviométrique (Ramel, 2005 cité par Assaba et *al.*, 2013). Ce sont les pluies qui déterminent les saisons. Au Bénin en 2050, le contexte climatique sera marqué par une réduction de 11 à 30 % de la pluviométrie avec une augmentation de la température de 1,5°C à 2°C par rapport à la référence 1961-1990 d'après Ogouwalé (2006) dans le Bénin méridional et central où se trouve localisée la commune de Dassa-Zoumè. Plusieurs travaux (N'tcha m'po, 2010 ; Vissin, 2007 ; Afouda, 1990 ; Boko, 1988 ; Bokonon Ganta, 1987) ont également évoqué une diminution des hauteurs de pluie annuelle, le démarrage tardif et la fin précoce de la saison pluvieuse, la fréquence des ruptures de pluies au cœur de la saison pluvieuse, la réduction du nombre d'événements pluvieux. Dans le Bénin central et méridional une étude comparée des périodes 1971-2000 et 1941-1970 a montré que les pluies ont baissé de 16 à 28 %, la température a augmenté de 1°C avec une baisse des rendements agricoles de 10 à 30 % (Ogouwalé, 2006). La commune de Dassa-Zoumè au Bénin, n'est pas en marge de cette tendance. Les hauteurs des pluies ont connu une diminution de 3 % à 24 % et ceci pour ces trois dernières décennies par rapport aux valeurs de la période 1941-1970 selon Agbétou (2012). La commune de Dassa-Zoumè jouissait d'un climat subéquatorial avec deux saisons de pluies à savoir la grande de mars à juillet et la petite de septembre à novembre selon (Adam et Boko, 1993) et les enquêtes de terrain. Elle enregistre en moyenne 1100 mm de pluie annuellement pour favoriser l'agriculture. Mais, les changements climatiques marqués par la baisse des précipitations, la hausse des températures, le décalage des saisons marqué par le retard dans le démarrage des pluies et leurs arrêt précoce ; les poches de sécheresse au cœur des saisons de pluies ont modifié les calendriers agricoles et entraîné la baisse des rendements. Plusieurs auteurs ont fait le même constat dans d'autres régions. Ainsi, Adjovi *et al.* (2019) constatent que dans la commune de Bohicon de 1995 à 2015, la production vivrière principalement de type pluvial a connu une chute progressive des rendements et du volume de production suite à une évolution irrégulière de la pluviométrie et une hausse de la température moyenne d'année en année. Pour Chédé (2012) dans la commune de Savé, les impacts des changements climatiques sont remarqués par une augmentation de la température, un démarrage tardif des pluies, un raccourcissement de la longueur des saisons et une augmentation de la sécheresse. Selon la Note aux décideurs d'AGRHYMET (2015) le changement climatique va fortement affecter l'agriculture. Les principales menaces sont l'augmentation des événements climatiques extrêmes (sécheresse et pluies diluviennes) perturbant fortement le cycle des cultures

calé sur les 3 à 6 mois de saison des pluies en zones sahélienne et soudanienne. D'après le Projet d'Appui Scientifique au processus de Plans Nationaux d'Adaptation (PAS-PANA, 2019) le Bénin, à l'instar des autres pays de l'Afrique de l'Ouest, subit les effets néfastes de la variabilité et des changements climatiques dont les manifestations se traduisent par l'accentuation de la variabilité et la récurrence d'événements météorologiques extrêmes (inondations dévastatrices, longues sécheresses, vagues de chaleur, pluies torrentielles). Selon (Hounkponou, 2015), les communautés sont unanimes sur le fait que les risques climatiques sont devenus très perceptibles et perturbent surtout les activités agricoles. Au nombre de ces risques on distingue le démarrage tardif de la pluie, les inondations, les poches de sécheresse en saison pluvieuse, le démarrage précoce de la petite saison pluvieuse, la mauvaise répartition spatiale de la pluie, la fin précoce des saisons pluvieuses, la hausse de la température, les fortes pluies et les vents violents. Ces conditions compliquent l'approvisionnement et la disponibilité des ressources en eau de surface dans la commune de Dassa-Zoumè. Pour donner une réponse aux perturbations pluviométriques causées par les changements climatiques dans le domaine agropastoral, trois barrages de retenues d'eau dont un à Odo Otchèrè sur l'un des bras de la rivière Loto et deux autres à Bètèkougou sur un des bras du fleuve Ouémé ont été réalisés dans la commune de Dassa-Zoumè pour mobiliser les eaux de surface. Ces barrages ont permis non seulement à ces localités de faire boire les animaux mais ils permettent également aux agriculteurs de pratiquer le maraichage et les cultures de contre saison quand les pluies deviennent rares. C'est pour voir si l'extension des retenues d'eau pour la mobilisation des eaux de surface aux fins agropastorales dans les autres localités de la commune de Dassa-Zoumè peut constituer une solution d'adaptation aux effets des perturbations pluviométriques liées aux changements climatiques que la présente étude a été initiée. L'hypothèse qui sous-tend cette étude est que l'utilisation de retenues d'eau va contribuer à accroître la disponibilité des ressources en eau pour les besoins agropastoraux dans la commune de Dassa-Zoumè.

1. MÉTHODOLOGIE

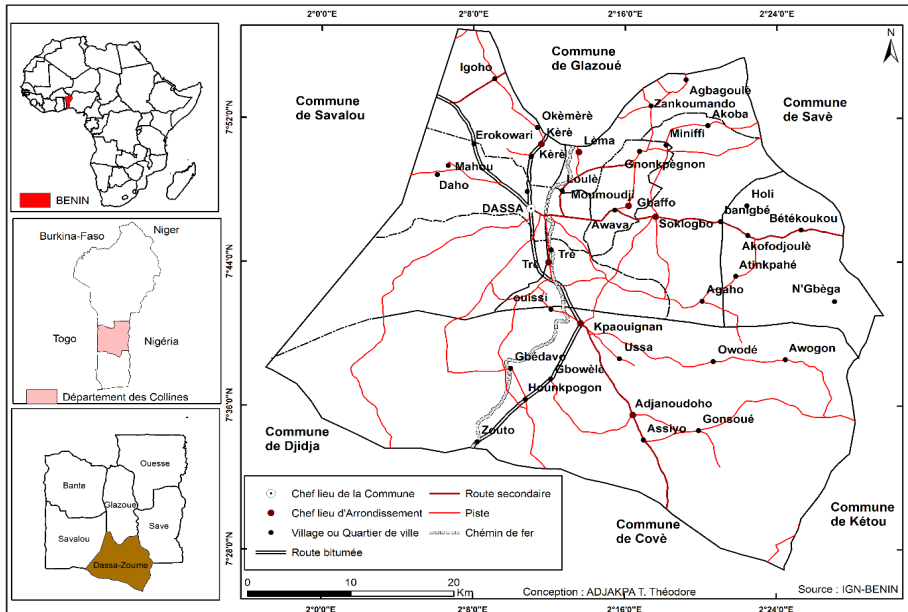
1.1. Présentation du milieu d'étude

La commune de Dassa-Zoumè (figure 1) fait partie des six communes qui composent le département des Collines. Elle est comprise entre 7° 29' et 7° 57' de latitude nord et entre 2° 9' et 2° 13' de longitude est. Elle couvre une superficie de 1 711 km² et compte 121 855 habitants (INSAE, 2014). Elle est limitée au nord par la commune de Glazoué, au sud par la commune de

CHANGEMENTS CLIMATIQUES ET POSSIBILITES DE MOBILISATIONS DES
RESSOURCES EN EAU DE SURFACE A DES FINS AGRICOLES DANS LA
COMMUNE DE DASSA-ZOUMÉ

Djidja, à l'est par les communes de Savè et Kétou, et à l'ouest par la commune de Savalou.

Figure 1 : Situation géographique et administrative de la commune de Dassa-Zoumè



1.2. Méthodes d'étude

1.2.1. Les données utilisées

Les données utilisées regroupent entre autres les données climatologiques, pédologiques, démographiques. Les statistiques démographiques et sur la croissance de la population sont celles de l'Institut National de la Statistique et de l'Analyse Economique (INSAE). Les données climatologiques (températures, pluviométrie) sont celles de météo-Bénin de la station météorologique synoptique de Savè qui est la plus proche de la commune de Dassa-Zoumè. Les données hydrographiques et hydro-agricoles sont celles obtenues par nos investigations et dans le livre de la géographie du Bénin. Par ailleurs, les investigations du terrain sur les manifestations des changements climatiques (début et fin des saisons pluvieuses ; régularité et importance des pluies ; rendements agricoles, adaptation aux impacts des changements climatiques) effectuées au moyen de questionnaires et de guides d'entretien ont permis d'échanger avec les autorités locales (chef de village, chef d'arrondissement, maire) et certains agriculteurs ciblés parmi ceux qui sont victimes des impacts des changements climatiques. La

Méthode Active de Recherche Participative (MARP) et les observations directes de terrain ont favorisé l'appréciation des effets du manque d'eau causé par les changements climatiques sur les cultures. Grâce à l'approche cartographique, les différentes zones d'implantation des retenues d'eau existantes et opérationnelles sont positionnées. Il s'agit des barrages agropastoraux d'Odo Otchèrè et de Bètèkougou. Les retenues d'eau à implanter en fonction des besoins, de la taille des agglomérations et des conditions physiques du milieu ont été positionnées.

Le choix a porté sur des agriculteurs et des maraîchers ayant 40 ans au moins et ayant résidé pendant les 20 dernières années dans la zone d'étude. Les personnes ressources ont été choisies en fonction de leur responsabilité dans la gestion des problèmes d'eau. L'échantillon a pris en compte les populations des villages d'Odo Otchèrè et de Bètèkougou qui ont l'expérience de l'irrigation autour des barrages existants. Les échanges ont été plus approfondis avec les agriculteurs de ces deux villages car ils ont l'expérience et constituent des modèles de réussite en matière d'utilisation des barrages comme une réponse aux effets néfastes des changements climatiques.

- La taille de l'échantillon

La taille de l'échantillon T a été déterminée par la formule de Schwartz (1995) qui a tenu compte du nombre total des ménages et des ménages agricoles de la commune de Dassa-Zoumè. La formule de Schwartz (1995) est la suivante : $T = [(t^2 \times pq/d^2)]$. Dans cette formule, T désigne la Taille de l'échantillon ; t^2 le niveau de confiance fixé à 1,96 qui correspond à un degré de confiance de 95 % ; $p = n/N$ avec n = nombre de ménages agricoles pour la commune en 2013 selon l'INSAE ; N = nombre de ménages total en 2013 ; p : pourcentage de ménages agricoles en 2013 ; $q = 1 - p$ = pourcentage des ménages non agricoles au niveau de la commune ; d : marge d'erreur qui est de 5 %. La taille de l'échantillon est déterminée dans le tableau I.

CHANGEMENTS CLIMATIQUES ET POSSIBILITES DE MOBILISATIONS DES RESSOURCES EN EAU DE SURFACE A DES FINS
AGRICOLAS DANS LA COMMUNE DE DASSA-ZOUME

Tableau I : Taille de l'échantillon

Commune	Nombre de ménages en 2013	Nombre de ménages agricoles en 2013	Proportion de ménages agricoles en 2013	t	t ²	p	q=1- p	t ² x pq	d ²	Effectif de l'échantillon n Tme (t ² x pq)/d ²)
Dassa – Zoomè	22647	11268	0,4975	1,96	3,8416	0,4975	0,5025	0,9603	0,0025	384

Source : INSAE 2013 (RGPH 4)

Sur la base d'une répartition proportionnelle, le nombre de ménages enquêtés par arrondissements est représenté dans le tableau II.

Tableau II : Échantillon

Arrondissements	Akofo djoulé	Gbaffo	Kèrè	Kpingni	Lèma	Paoui gnan	Soclogbo	Tré	Dassa 1	Dassa 2	Total
Population agricole totale	1056	455	1323	972	635	3570	1540	684	117	916	11268
Population agricole enquêtée	36	16	45	33	22	122	52	23	04	31	384

Source : INSAE 2013 (RGPH 4)

Au total 384 personnes ont été enquêtées dans toute la commune à raison d'une personne par ménage qui est le chef. En dehors de ces personnes, des entretiens ont eu lieu avec les chefs d'arrondissement et le maire. Avec les questionnaires et guides d'entretien les données et avis des enquêtés ont été recueillis sur la croissance démographique, les rendements agricoles en lien avec la disponibilité de l'eau de la commune ; le retard dans le démarrage des pluies ; les poches de sécheresse à l'intérieur des saisons des pluies, l'arrêt précoce des pluies ; l'élévation des températures, les moyens de maîtrise des eaux de surface existantes ; les solutions à envisager pour une plus grande maîtrise de l'eau. Le traitement des données a été manuel et a permis de déterminer le pourcentage des populations sur les différentes manifestations des changements climatiques et sur les mesures de retenues d'eau comme moyen d'adaptation.

L'analyse des résultats a été fait au moyen du modèle (Forces, Faiblesses ; Menaces ; Opportunité) représenté par le tableau III.

Tableau III : Présentation du modèle d'analyse des résultats avec le modèle (Forces, Faiblesses ; Menaces ; Opportunités)

Facteurs	Positifs	Négatifs
Internes	Forces	Faiblesses
Externes	Opportunités	Menaces

Source : Documentation et enquête de terrain

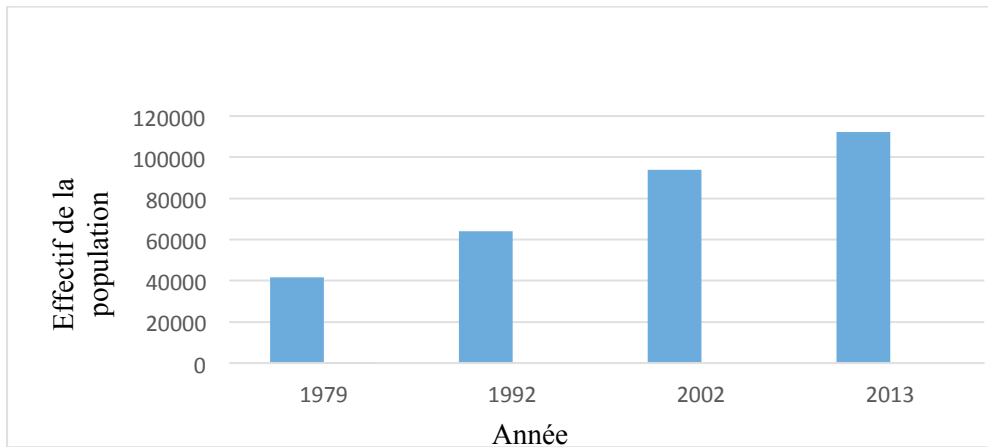
2. RÉSULTATS

2.1. Évolution de la population de la commune de Dassa-Zoumè

De 1979 à nos jours, la population de la commune de Dassa-Zoumè a connu une croissance d'une année à une autre. La figure 2 présente l'évolution de la population tandis que la figure 3 présente les taux d'accroissement de cette population

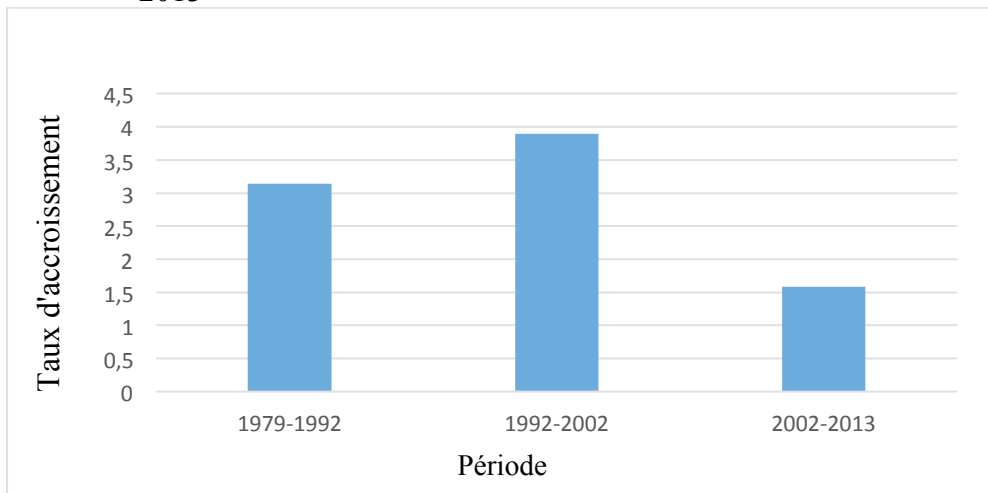
CHANGEMENTS CLIMATIQUES ET POSSIBILITES DE MOBILISATIONS DES
RESSOURCES EN EAUX DE SURFACE A DES FINS AGRICOLES DANS LA
COMMUNE DE DASSA-ZOUME

Figure 2 : Évolution de la population de Dassa-Zoumè de 1979 à 2013



Source : Traitement des données de l'INSAE, 2013

Figure 3 : Taux d'accroissement de la population de Dassa-Zoumè de 1979 à 2013



Source : Traitement des données de l'INSAE, 2013

En 1979, la population de la commune de Dassa-Zoumè était de 41 579 habitants. Elle a progressivement évolué pour atteindre 112 118 habitants en 2013. Le taux d'accroissement de la population a évolué entre 1979 et 2002 et a régressé de 2002 à 2013. Il est ainsi passé de 3,14 % entre 1979 et 2002 à 3,9 % entre 1992 et 2002 qui est la période où la commune a connu son plus grand accroissement de population. De 2002 à 2013 le taux d'accroissement est de 1,5 % et cette période correspond à celle où la commune a enregistré son plus faible taux d'accroissement. Il est à noter que face à l'évolution de la population, les besoins alimentaires ont naturellement évolué. C'est ce qui

a fait augmenter les superficies emblavées pour les cultures de grande consommation dont les racines et tubercules. Selon Kadjegbin et *al.* (2015), les superficies des racines et tubercules (manioc, igname, patate douce) ont passé de 15 540 ha en 1992 à 49 999 ha en 2011 dans les communes de Dassa-Zoumè et de Glazoué. Il en est de même pour les céréales (maïs, mil, sorgho, riz) dont les superficies ont évolué de 23 808 ha en 1992 à 36 146 ha en 2011.

2.2. Facteurs de la production agricole à Dassa-Zoumè

La commune de Dassa-Zoumè dispose des sols ferrugineux tropicaux à concrétion sur embréchites d'une fertilité moyenne et d'une saison pluvieuse (d'avril à octobre) qui totalise en moyenne annuellement 1100 mm d'eau favorable à l'agriculture. En plus de ces atouts que sont les sols et le climat, les ménages agricoles font 49,75 % des ménages de la commune de Dassa-Zoumè selon l'INSAE (2014). Tous ces éléments devraient permettre à la commune de produire suffisamment des denrées pouvant assurer une sécurité alimentaire. Mais, il est remarqué de nos jours que l'élévation des températures ; les irrégularités observées dans la répartition des pluies depuis plus de deux décennies, les poches de sécheresse observées au cœur des saisons pluvieuses sont autant de facteurs qui ont conduit à la baisse des rendements et à la recherche de retenues d'eau comme solution alternative pour des besoins agropastoraux

2.3. Perception des populations locales enquêtées des changements climatiques dans la commune de Dassa-Zoumè

Les populations locales enquêtées apprécient différemment les manifestations des changements climatiques dans la commune. Le tableau IV présente la perception des populations locales. Celles-ci estiment que les changements climatiques se manifestent par le démarrage tardif et la mauvaise répartition des pluies. Il y a aussi la réduction du nombre de jours de pluies et celle des hauteurs pluviométriques. Il est observé également la sécheresse et des chaleurs intenses. Au-delà de la perception des populations locales, apprécions les manifestations des changements climatiques dans la commune de Dassa-Zoumè.

Tableau IV : Perception des populations locales des changements climatiques

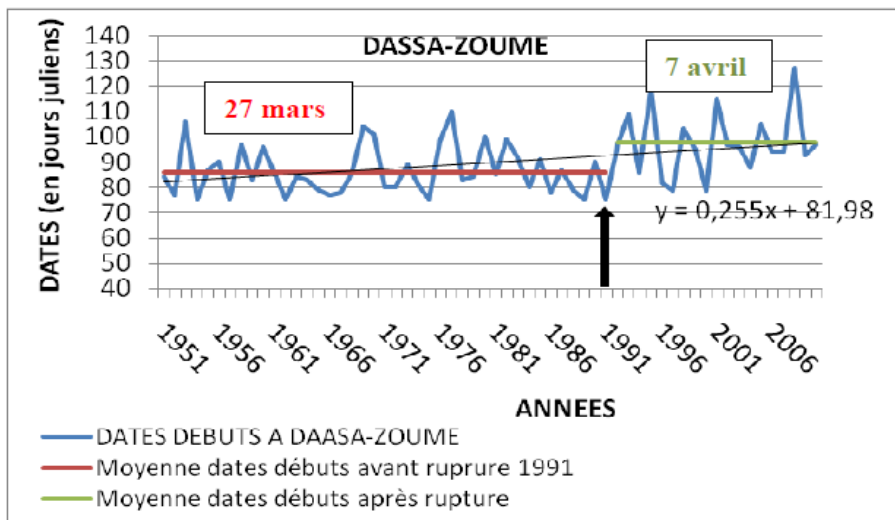
Changements climatiques observés	Manifestations et conséquences
Démarrage tardif et /ou mauvaise répartition des pluies	79 % des enquêtés indiquent qu'il y a un retard dans le démarrage des saisons des pluies depuis environ 20 ans et les calendriers agricoles sont perturbés. Pour eux, les pluies démarraient en mars et finissaient en novembre
Diminution du nombre de jours de pluie	81% des enquêtés la reconnaissent et estiment que c'est pour cette raison que les activités agricoles se concentrent sur une période courte
Diminution des eaux de pluies et sécheresses	65 % des enquêtés estiment que cette situation perturbe le déroulement normal des activités agricoles et explique la baisse des rendements
Chaleur de plus en plus intense	79 % des enquêtés pensent que les temps deviennent de plus en plus chauds et ceci traduit les le flétrissement et la disparition des plantes qui n'arrivent pas à résister

Source : Résultats d'enquêtes, Adjakpa, 2018

2.4. Manifestations des changements climatiques dans la commune de Dassa-Zoumè

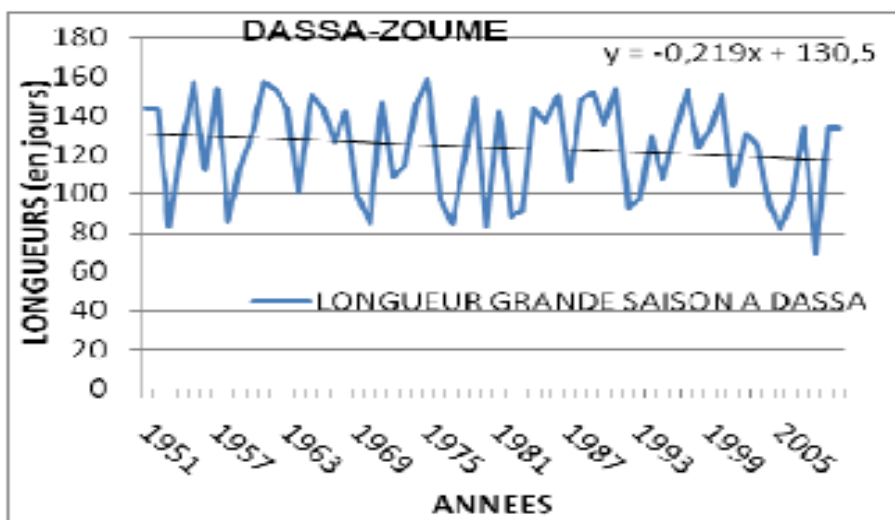
Au-delà des avis des populations locales recueillis sur les manifestations des changements climatiques, les paramètres météorologiques de la station synoptique de Savé qui est la plus proche du milieu d'étude ont été exploités. Ils ont permis d'apprécier les dates du début des saisons de pluie et l'évolution des températures minimales et maximales. Ces paramètres ont été calculés par Chédé (2012) lors de ces travaux sur la vulnérabilité et les stratégies d'adaptation au changement climatique des paysans de la commune de Savé dans le département des collines au Bénin. Les figures 4 et 5 présentent respectivement l'évolution des dates des débuts et la longueur des saisons de pluie.

Figure 4 : Évolution interannuelle des dates de début de la grande saison des pluies à Dassa-Zoumè de 1951 à 2010



Source : Chédé (2012)

Figure 5 : Évolution interannuelle des longueurs de la grande saison des pluies à Dassa-Zoumè de 1951 à 2010



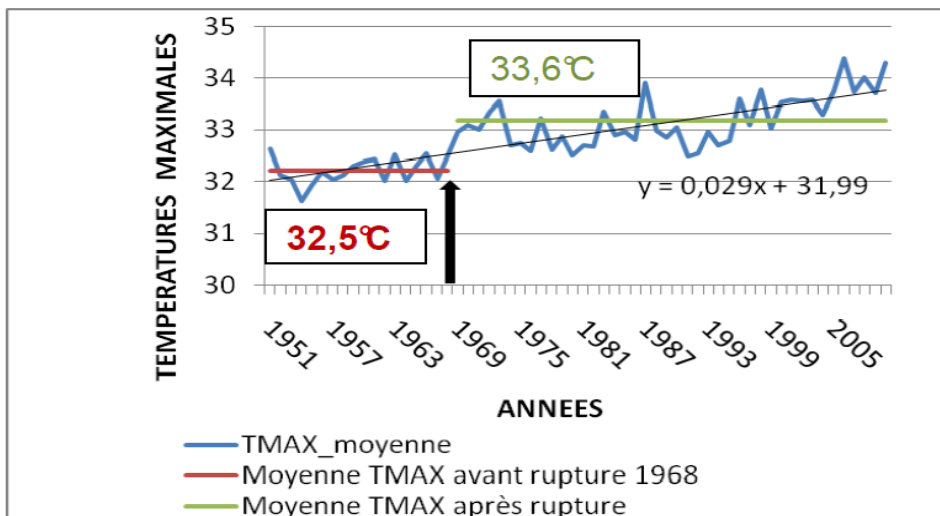
Source : Chédé (2012)

L'analyse de la figure 4 montre que la grande saison des pluies au cours de laquelle se déroule l'essentiel des activités agricoles démarre de plus en plus tard et par conséquent le démarrage tardif des pluies reste un risque climatique dans la commune de Dassa-Zoumè. De même, il est observé la

tendance à la baisse de la longueur de la grande saison des pluies comme l'indique la figure 5. La longueur moyenne de la grande saison est 124 jours à Dassa-Zoumè. Ceci est conforme aux résultats des observations des populations enquêtées.

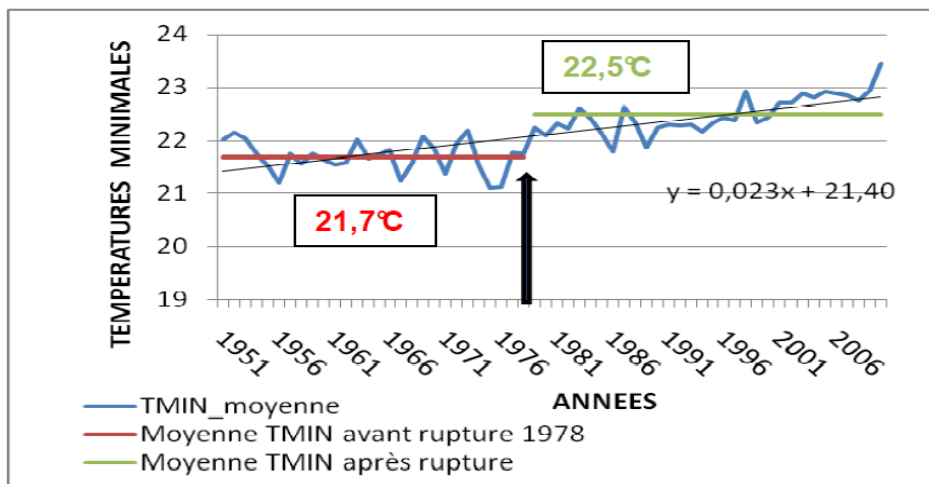
S'agissant des valeurs de températures minimales et maximales, leur évolution est illustrée par les figures 6 et 7.

Figure 6 : Évolution des températures maximales à Savè de 1951 à 2010



Source : Chédé (2012)

Figure 7 : Évolution des températures minimales à Savè de 1951 à 2010



Source : Chédé (2012)

L'évolution des températures maximales à Savè montre sur la période 1951- 2010 une tendance à la hausse. Le test de Pettitt a indiqué une rupture en 1968 (figure 6). Les moyennes annuelles de températures maximales avant la rupture (32,2°C) et après la rupture (33,2°C) avec un écart de 1°C. L'évolution des températures minimales moyennes présente également une tendance à la hausse sur la période 1951-2010. Le test de Pettitt a montré une rupture en 1978 (figure 7). Les moyennes des sous séries avant la rupture (21,7°C) et après la rupture (22,5°C), soit un écart de 0,8° C. Une tendance à la hausse du nombre de jours chauds (température maximale supérieure à 37°C) a été notée sur la période 1951-2010. Nos observations supplémentaires ont permis de constater que la rupture a eu lieu en 1968 avec des moyennes des sous séries avant la rupture (12 jours) et après la rupture (36 jours) avec un écart de 24 jours. La tendance à la hausse suivie des ruptures dont les moyennes avant et après la rupture ont connu des écarts de 1°C pour la température maximale, 0,8°C pour la température minimale et 24 jours pour les jours chauds confirment que l'augmentation de la température est un risque climatique dans la localité.

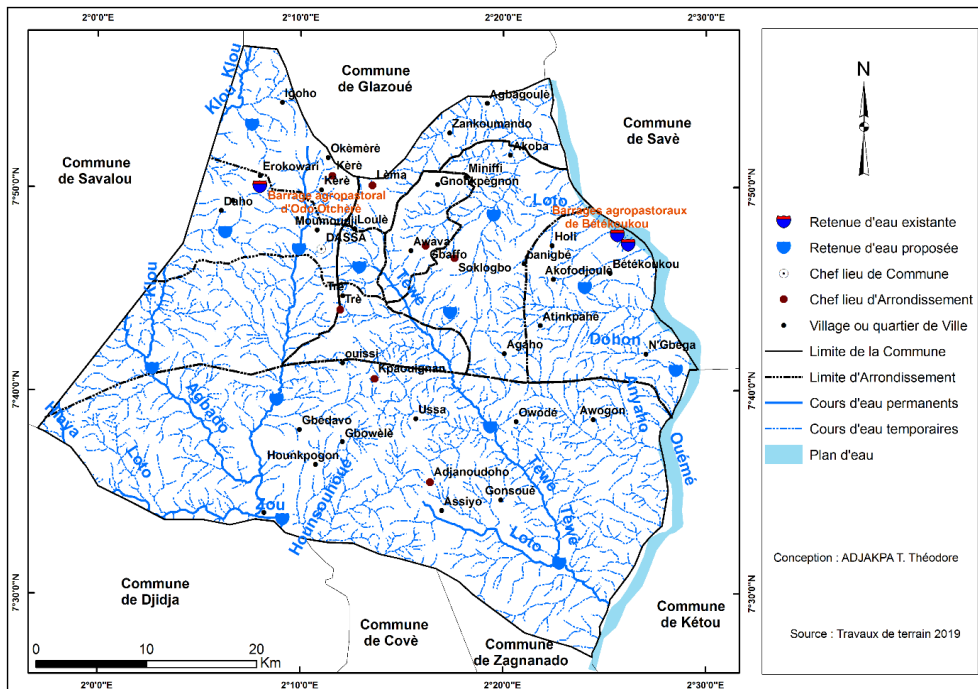
De tout ce qui précède, il est observé que les changements climatiques se manifestent par le démarrage tardif de la saison des pluies, la réduction de la longueur de la grande saison des pluies, la hausse des températures maximales et minimales et une augmentation du nombre de jours chauds. Face à cette situation, il est préconisé l'option des barrages de retenues d'eau comme solution d'adaptation aux effets des changements climatiques dans la commune de Dassa-Zoumè.

2.5. Les barrages de retenues d'eau existants et à réaliser dans la commune de Dassa-Zoumè

Pour pallier les effets des changements climatiques dans la commune de Dassa-Zoumè, l'option de réalisation des barrages de retenue d'eau est indispensable. C'est pour cette raison qu'à l'heure actuelle, deux barrages de retenue d'eau que sont celui d'Odo Otchèrè et celui de Bètèkougou sont réalisés et servent pour des fins agro-pastorales. L'option de généralisation de ces deux expériences a été proposée par 95 % des populations enquêtées. Elles souhaitent que ces ouvrages soient réalisés sur les cours d'eau permanent qui traversent les localités. La carte de la figure 8 indique le positionnement des ouvrages existant et de ceux proposés par les populations.

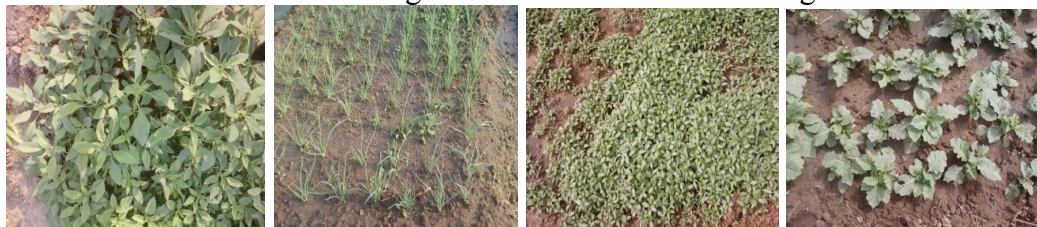
CHANGEMENTS CLIMATIQUES ET POSSIBILITES DE MOBILISATIONS DES RESSOURCES EN EAUX DE SURFACE A DES FINS AGRICOLES DANS LA COMMUNE DE DASSA-ZOUME

Figure 8 : Répartition des aménagements hydro-agricoles existants et à réaliser



Sur cette figure, on observe deux catégories de barrages de retenue d'eau. Il y a ceux existants dont les noms sont écrits au rouge sur la carte et ceux positionnés à côté ou sur les cours d'eau permanents. Pour ceux existants, il s'agit du barrage agropastoral d'Odo Otchère et de ceux de Bètèkòukou. Celui d'Odo Otchère est situé au nord-ouest et celui de Bètèkòukou au nord-est au bord du fleuve Ouémé. Ces barrages permettent aux populations locales de faire face au manque d'eau créé par les changements climatiques. Ils sont utilisés non seulement pour des usages agropastoraux mais aussi pour des usages domestiques surtout en saison sèche. Ils soulagent beaucoup les populations. La planche 1 illustre l'utilité du barrage d'Odo Otchère pour la culture maraîchère.

Planche 1 : les différentes légumes cultivés autour du barrage d'Odo Otchèrè



épinard (*Spinacia oleracea*)

oignon (*Allium cepa*)

crinrin
(*Corchorus tridens*)

grande morelle
(*Solanum macrocarpon L*)

Prise de vue : Adjakpa, novembre 2018

La planche 1 présente de la gauche vers la droite : (l'épinard, l'oignon, le crinrin et la grande morelle) qui constituent les légumes cultivés à 95 % autour du barrage d'Odo Otchèrè. En dehors de ces légumes il est à noter que d'autres cultures ayant besoin d'apport en engrais chimiques (urée et NPK) telles que : le riz, le sorgho, le piment, le maïs et l'haricot se font également tout autour de la retenue. L'eau du barrage est utilisé également pour des fins domestiques ainsi que pour l'abreuvement des animaux. La photo 1 ci-dessous montre un jeune homme qui transporte de l'eau dans un bidon du barrage vers son hameau pour des fins domestiques tels : la boisson, la lessive, la cuisine.

Photo 1 : Transport de l'eau du barrage vers un hameau



Prise de vue : Adjakpa, novembre 2018

Les populations qui n'ont pas actuellement de barrage veulent en disposer dans leurs localités. Cependant, plusieurs difficultés sont à noter à savoir, le comblement du lit des cours d'eau abritant ces barrages par du sable. Ceci menace l'existence des ouvrages. Les sites de barrages à réaliser dans le futur sont ceux souhaités par les populations locales et qui ont été observés au cours des enquêtes. Ils sont généralement situés sur les bras des rivières : Agbado ; Klou ; Tévè ou Tèwi ; Loto ; Dohon ; Ouémé. Les populations locales estiment qu'avec la réalisation de ces infrastructures, elles seront à l'abri des besoins en eau pour les différents usages. Il est donc urgent pour le cas de la commune de Dassa-Zoumè que des études de faisabilité soient faites afin que les techniciens qualifiés puissent réaliser des retenues d'eau nécessaires.

2.6. Analyse des résultats par le modèle Forces, Faiblesses, Opportunités, Menaces

Les résultats de l'analyse sont dans le tableau V. Les résultats obtenus sont analysés par le modèle Forces ; Faiblesses ; Opportunités ; Menaces. Les facteurs internes regroupent les forces et les faiblesses. Pour ce qui est des forces, il y a la disponibilité de nombreux cours d'eau dans la commune qui jouit d'un climat favorisant une bonne pluviométrie. Il existe déjà deux barrages agropastoraux (un à Odo Otchèrè et un autre à Bètèkougou) qui règlent les besoins en eaux des populations et des animaux. La faiblesse s'explique par l'existence de nombreuses collines ne favorisant pas la disponibilité des eaux de surface ; les coupes sauvages des arbres par les populations locales entraînant les perturbations pluviométriques et le raccourcissement des saisons de pluie. Il y a l'absence des mesures antiérosives pour protéger le barrage d'Odo Otchèrè et celui de Bètèkougou. Ainsi, il est observé l'érosion et le comblement de ces barrages par du sable hypothéquant leur existence. La pollution des eaux des barrages par des pesticides et autres déchets provenant des cours d'eau qui les alimentent en eau de facteurs qui limitent l'usage de ces retenues d'eau. Les facteurs externes sont les opportunités et les menaces.

Tableau V : Analyse des résultats par le modèle Forces, Faiblesses, Opportunités, Menaces

Facteurs	Positifs	Négatifs
Internes	<p>Forces :</p> <ul style="list-style-type: none"> - disponibilités de nombreux cours d'eau dans la commune ; - climat favorisant une bonne pluviométrie, - existence des barrages agropastoraux d'Odo Otchèrè et de Bètèkougou qui règlent les besoins en eaux des populations et des animaux 	<p>Faiblesses :</p> <ul style="list-style-type: none"> - existence de nombreuses collines ne favorisant pas la disponibilité des eaux de surface ; - coupe sauvage des arbres par les populations locales entraînant les perturbations pluviométriques et le raccourcissement des saisons de pluies ; - inexistence des mesures antiérosives pour protéger les barrages d'Odo Otchèrè et de Bètèkougou ; - érosion et comblement des barrages par du sable hypothéquant leur existence ; - pollution des eaux par des pesticides et autres déchets provenant des cours d'eau qui les alimentent en eau ;
Externes	<p>Opportunités :</p> <ul style="list-style-type: none"> - construction de barrages de retenues d'eau ; - de 1968 à 1986 : assistance de l'Etat béninois par les Partenaires Techniques et Financiers dans la réalisation des aménagements hydro agricoles de moyenne et de grande taille ; - depuis 1984, adoption par l'Etat béninois d'une nouvelle approche hydro agricole basée sur la promotion de la petite irrigation avec la mise en valeur des bas-fonds 	<p>Menaces :</p> <ul style="list-style-type: none"> - changements climatiques ; - baisse des hauteurs pluviométriques ; - longues sécheresses ; - élévation des températures

Source : Documentation et enquête de terrain

Face aux menaces des changements climatiques entraînant la baisse des hauteurs pluviométriques, l'élévation des températures et de longues sécheresses, la construction des barrages de retenues d'eau constitue des opportunités pour assurer la disponibilité de l'eau pour le développement socio-économique de la commune. Avec l'appui des Partenaires Techniques et Financiers, la commune de Dassa-Zoumè pourra bénéficier de la réalisation des aménagements hydro agricoles de moyenne et de grande taille, de la petite irrigation pour mettre en valeur des bas-fonds.

3. DISCUSSION

Cette étude portant sur la maîtrise des ressources en eau comme une réponse aux effets néfastes des changements climatiques pour l'agriculture dans la commune de Dassa-Zoumè au centre du Bénin a démontré qu'ils se manifestent par le décalage ou le raccourcissement des saisons de pluie, la baisse de la pluviométrie et la hausse des températures. Tous ces éléments combinés aux facteurs physiques du milieu entraînent des pénuries d'eau de surface pour les divers besoins agropastoraux. C'est ainsi qu'il a été démontré que la généralisation des expériences de barrages de retenue d'eau d'Odo Otchèrè et de Bètèkougou peuvent apporter des réponses adéquates pour la maîtrise des eaux de surface pour les différents besoins. Pour ce qui est des manifestations des changements climatiques, les résultats sont comparables à ceux de Chédé (2012) dans son étude sur la vulnérabilité et les stratégies d'adaptation aux changements climatiques des paysans de la commune de Savè qui démontre qu'ils se manifestent par une augmentation de la température, un démarrage tardif ou précoce des pluies, un raccourcissement de la longueur des saisons de pluie ou une augmentation de la longueur de la sécheresse. Dans le même sens, Goula *et al.* (2006), en Côte d'Ivoire montre que le début des saisons de pluie accuse un retard dont la durée reste variable d'une région à l'autre. Adejuwon *et al.* (1990) décrivent aussi un retard dans le début des saisons de pluie dans l'étude de quelques stations réparties sur différentes zones climatiques du Nigeria. Diop *et al.* (1996) au Sénégal confirment nos résultats en démontrant que sur la période 1950-1991, les localités de Kédougou, Kolda, Linguère, et Dakar, ont connu une variabilité interannuelle élevée de la saison des pluies avec des démarrages souvent tardifs depuis 1973. Le Projet d'Appui Scientifique aux processus de Plans Nationaux d'Adaptation (PAS-PNA-Bénin) sur l'étude de la vulnérabilité sectorielle face aux changements climatiques au Bénin, dans le secteur de l'agriculture en 2019, abondant dans le même sens, affirme que le Bénin, à l'instar des autres pays de l'Afrique de l'Ouest, subit les effets néfastes de la variabilité et des changements climatiques dont les manifestations se traduisent par l'accentuation de la variabilité et la

réurrence d'événements météorologiques extrêmes (inondations dévastatrices, longues sécheresses, vagues de chaleur, pluies torrentielles). Il démontre que certaines projections pessimistes annoncent une baisse continue de 10 à 20 % des précipitations d'ici à 2025 et une baisse de la production agricole de l'ordre de 23 % d'ici 2020 dans certaines régions du pays. De même, il est observé une élévation interannuelle des températures moyennes (de 27 à 29 °C) et les communes de Savalou et de Dassa-Zoumè sont les plus sensibles aux aléas. (Hounkponou, 2015) confirme également nos résultats en montrant que parmi les impacts des changements climatiques, la sécheresse entraîne pour l'agriculture la baisse de rendement, les déficits hydriques pour les cultures. Pour l'élevage, il y a le manque d'eau pour abreuver les animaux et il n'y a pas d'herbe fraîche pour leur alimentation. Pour ce qui est de l'eau pour la consommation humaine, il y a le tarissement des sources d'eau, et le déplacement sur une longue distance des populations avant de s'approvisionner. Pour ce qui concerne la pêche il y a la rareté des espèces halieutiques et les captures de pêches deviennent décroissantes. La forte température engendrée par les changements climatiques crée pour l'agriculture le murissement précoce des fruits, des brûlures de cultures et la baisse des rendements. Pour ce qui est de la généralisation des expériences de barrages de retenue d'eau d'Odo Otchèrè et de Bètèkougou comme solution d'adaptation aux pénuries d'eau de surface créées par les changements climatiques, les résultats sont conformes à ceux de Lénou et *al.* (2014) qui affirment, dans leurs travaux sur l'aménagement des barrages de retenue d'eau comme une stratégie d'adaptation à la sécheresse dans le bassin du fleuve Niger, que dans une vision de maîtrise des ressources en eau du fleuve Niger pour leur utilisation efficiente, plusieurs barrages de retenues d'eau ont été construits sur le cours principal du fleuve et ses affluents, certains depuis le début du siècle. Ils sont aussi conformes à ceux de Chabi et *al.* (2015) qui affirment dans leurs travaux sur l'exploitation de la retenue d'eau du barrage d'Odo-Otchèrè dans la commune de Dassa-Zoumè que dans le contexte du changement climatique actuel, de nombreux Etats africains mettent de plus en plus l'accent sur la construction de barrages et autres formes de retenues d'eau. Ils affirment également que l'exploitation de ces infrastructures à des fins agricoles est une source de revenus complémentaires essentiels pour les populations, notamment les femmes et que dans la commune de Dassa-Zoumè en République du Bénin, la retenue d'eau du barrage d'Odo-Otchèrè s'inscrit dans cette perspective. Selon Aka et *al.* (2000) en Côte-d'Ivoire, plus de 500 petits barrages ont été réalisés dans les régions centre et nord pour pallier aux effets négatifs des fortes variations hydriques sur les activités agricoles et pastorales. Pour Brown (1994), ces ouvrages sont destinés à pallier le problème du manque d'eau pour l'agriculture et par ricochet permettront

d'améliorer les conditions de vie des populations notamment des localités rurales ou déshéritées. Yonkeu (2003), en abondant dans le même sens, a montré que les retenues d'eau dans la zone de Ouagadougou sont principalement utilisées pour les cultures maraîchères. Il observe ainsi que le maraîchage et le riz pluvial sont les cultures de rente pratiquées sur le périmètre et en amont du barrage de Yitenga tout le long de l'année. En définitive, les résultats de la présente recherche sont en concordance avec les conclusions des travaux antérieurs. Ceci indique que l'hypothèse selon laquelle les retenues d'eau vont contribuer à accroître la disponibilité des ressources en eau pour les besoins agropastoraux dans la commune de Dassa-Zoumè est confirmée.

CONCLUSION

Cette étude portant sur la maîtrise des ressources en eau de surface comme une réponse aux effets néfastes des changements climatiques pour l'agriculture dans la commune de Dassa-Zoumè au centre du Bénin a permis de comprendre que les changements climatiques sont réels dans la commune. Ils se manifestent par le retard dans le démarrage ou le raccourcissement des saisons pluvieuses ; l'augmentation des températures. Ces perturbations compromettent la production agricole et la sécurité alimentaire des populations. Face à cette situation, les barrages de retenues d'eau d'Odo Otchèrè et de Bètèkougou ont été réalisés pour les divers besoins en eau des localités riveraines. Ils sont utilisés pour des usages agropastoraux (cultures maraîchères, abreuvement du bétail) et également pour des usages domestiques surtout en saison sèche. Cette étude a proposé que les expériences existantes soient généralisées à l'ensemble de la commune. Des sites de réalisation de ces infrastructures ont été proposés sur la base des connaissances empiriques des populations locales. Il faudra donc que des études de faisabilité soient effectuées en complément des propositions des populations pour un succès dans la réalisation desdits ouvrages pour un développement socioéconomique du secteur d'étude. La généralisation de ces ouvrages se fera à travers des projets de réalisation des retenues d'eau qui vont impliquer les populations locales, le maire, l'Etat central et les partenaires techniques et financiers. Dans un premier temps, le maire lancera des études de réalisation nécessaires. Dans un second temps, il interviendra auprès de l'Etat central et des partenaires techniques et financiers pour mobiliser les ressources financières qu'il faudra. Quant aux populations locales bénéficiaires, elles apporteront leur part de contribution par la mise à disposition de la main d'œuvre nécessaire.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ADAM (S.), BOKO (M.), 1993 : *Le Bénin*. Ed du flamboyant, nouvelle Ed., EDICEF, France, 95 p.
- ADEJUWON (J. O.), BALOGUN (E. E.) and ADEJUWON (S. A.), 1990. « On the annual and seasonal patterns of rainfall fluctuations Sub-Saharan West-Africa” in *International Journal of Climatology*, n°10, pp. 839-848.
- AHOYO ADJOVI (R. N.), AGBOTON (A. A. G.), QUENUM (F.), MIASSI (Y. E.), Fabrice Kossivi DOSSA (K. F.) et Oswald ADEDEMI (O.), 2019. *Variation climatique et production vivrière au Sud-Bénin : cas de la commune de Bohicon*, 12 p.
- AFOUDA (F.), 1990. *Eau et culture dans le Bénin central et méridional : Etude de la variabilité des bilans de l'eau dans leur relation avec le milieu de la savane africaine*. Thèse de doctorat nouveau régime, Paris IV- Sorbonne, 428 p.
- AGBETOU (E. G.), 2012. *Vulnérabilité et adaptation du paysannat aux contraintes climatiques dans la commune de Dassa-Zoumè*. Mémoire de maîtrise UAC/FLASH/DGAT, 85 p.
- AKA (M.), PAGANO (M.), SAINT-JEAN (L.), 2000. « Zooplankton variability in 49 shallow tropical reservoirs of Ivory Coast (West Africa)” in *Int. Rev. Hydrobiol.*, n°85, pp. 491-504.
- AGRHYMET, 2015. *Unité de communication ; Notes aux décideurs sur l'agriculture intelligente face au climat, une solution gagnante pour relever le défi de l'insécurité alimentaire et la lutte contre la désertification au Sahel et en Afrique de l'Ouest*, 9 p.
- ASSABA (M.), ABDOULAYE (D.), VISSIN (E. W.) et HOUSSOU (C.), 2013. « Caractérisation interannuelle et saisonnière du régime pluviométrique de 1965 à 2010 dans le bassin versant du fleuve Ouémé à l'exutoire de Savè au Bénin (Afrique de l'ouest) » in *AIC*, Cotonou, pp. 69-74.
- BOKO (M.), 1988. *Climat et communautés rurales du Bénin : Rythmes climatiques et Rythmes de développement*. Thèse de doctorat d'Etat ès Lettres et Sciences Humaines. CRC, URA 909, Université de Bourgogne, Dijon, volume 2, 601 p.
- BOKONON-GANTA (E. B.), 1987. *Les climats de la région du Golfe du Bénin*. Thèse de doctorat de 3^{ème} cycle. Institut de Géographie, Université de Paris Sorbonne, Paris, 248 p + Annexe.
- CHABI (G.), AZONHE (Th. H.), AGBOSSOU (K. E), 2015. « Impacts sanitaires de l'exploitation de la retenue d'eau du barrage d'Odo-Otchèrè dans la commune de Dassa-Zoumè » in *Journal de la Recherche Scientifique de l'Université de Lomé (Togo)*, 2015, Série B, n°17, vol. 1, pp. 119-129.

CHEDE (D. F.), 2012. *Vulnérabilité et stratégies d'adaptation au changement climatique des paysans du Département des Collines au Bénin : cas de la commune de Savè*. Mémoire de Master en changement climatique et développement durable à AGRHYMET (Niamey), 86 p.

DIOP (M.), HOUNDENOU (C.), RICHARD (Y.), 1996. « Variabilité des dates de début et de fin de l'hivernage au Sénégal (1950-1991) », in *Association Internationale de climatologie*, n° 9, pp. 430-436.

INSAE, (2013) ; *Quatrième Recensement Général de la Population et de l'Habitation (RGPH4) : Principaux indicateurs socio démographiques et économiques du département des collines* ; 31 p.

GOULA (B. T. A.), SAVANE (I.), KONAN (B.), FADIKA. (V.) et KOUADIO (G. B.), 2006. « Impact de la variabilité climatique sur les ressources hydriques des bassins de N'zo et N'zi en Côte d'Ivoire », in *VertigO*, N°7 / vol. 1, pp. 42-43.

KADJEBIN (T. R. G.), EGBETOWOKPO (K. M.), ADJAKPA (T. T.), SEWADE (S. G.), HOUSSOU (S. C), 2015. « Croissance démographique et rendements agricoles dans les communes de Dassa-Zoumé et de Glazoué au centre du Bénin », in *Afrique Science* n°11, vol. 6, pp. 377-389.

LIENOU (G.), MAHE (G.), PIIH (S. L.), SIGHOMNOU (D.), PATUREL (E.) & BAMBA (F.), 2014. *L'aménagement des barrages de retenue d'eau, une stratégie d'adaptation à la sécheresse dans le bassin du fleuve Niger*, 6 p.

N'TCHA, M'PO (.Y), 2010 *Impacts de la variabilité climatique sur le fonctionnement du barrage hydroélectrique de Yéripao et alimentation en eau des populations de la ville de Natitingou*. Mémoire de licence professionnelle en hydrologie, FAST/ UAC, 69 p.

OGOUWALE (E.), 2001. *Vulnérabilité/Adaptation de l'agriculture aux changements climatiques dans le Département des Collines*. Mémoire de maîtrise de géographie, 103 p. + annexe.

OGOUWALE (E.), 2006. *Changements climatiques dans le Bénin méridional et central : indicateurs, scénarios et prospective de la sécurité alimentaire*. Thèse de doctorat unique, Université d'Abomey-Calavi, 302 p.

VISSIN (W. E.), 2007. *Impact de la variabilité climatique et de la dynamique des états de surface sur les écoulements du bassin béninois du fleuve Niger*. Thèse de doctorat, Université de Bourgoine, 310 p.

Projet d'Appui Scientifique aux processus de Plans Nationaux d'Adaptation (PAS-PNA-Bénin, 2019. *Étude de vulnérabilité sectorielle face aux changements climatiques au Bénin Secteur : Agriculture d'Appui Scientifique*, 101 p.

RAMEL (R.), 2005. *Impact des processus de surface sur le climat en Afrique de l'ouest*. Thèse de doctorat, Université Joseph Fourier de Grenoble, 150 p.

Réseau Action Climat, 2015. *Rapport d'étude sur les impacts des changements climatiques et avancées en matière d'adaptation : cas du bassin de Tèwi dans la commune de Dassa-Zoumè*, 32 p.

SCHWARTZ (D.), 1995. *Méthodes statistiques à l'usage des médecins et des biologistes*. 4^e édition, Editions médicales, Flammarion, Paris, 314 p.

YONKEU (S.), MAÏGA (A. H.) J., WETHE (J.), MAMPOUYA (M.) et (MAGA G. P.), 2003. « Conditions socio-économiques des populations et risques de maladies : le bassin versant du barrage de Yitenga au Burkina Faso », *VertigO. La revue électronique en sciences de l'environnement* [En ligne], Volume 4 Numéro1 | mai 2003, mis en ligne le 01 mai 2003, Consulté le 13 juillet 2012. URL : <http://vertigo.revues.org/4778> ; DOI : 10.4000/vertigo.4