



CLIMAT ET DEVELOPPEMENT

Numéro 35
DECEMBRE 2023



Laboratoire Pierre PAGNEY – Climat, Eau, Ecosystème et Développement (LACEEDE))
B.P. : 526 Cotonou, Tél. (229) : 21 36 00 74 Poste 148 (République du Bénin)

CLIMAT ET DEVELOPPEMENT

Revue scientifique semestrielle éditée par

Laboratoire Pierre PAGNEY Climat, Eau, Ecosystème et Développement (LACEEDE)

Directeur de Publication

Pr. Constant HOUNDENOU

Rédacteur en Chef

Pr. Placide G. CLEDJO

Conseiller Scientifique

Pr. Euloge OGOUWALE

Comité de Rédaction

Pr. Expédit W. VISSIN

Pr. Léocadie ODOULAMI

Pr. Ibouraïma YABI

Pr. Ernest AMOUSSOU

Pr. Henri S. TOTIN VODOUNON

Pr Cyr Gervais ETENE

Dr (MA) Patrice M. BOKO

Comité scientifique

Pr. Michel BOKO (Bénin)

Pr. Christophe S. HOUSSOU (Bénin)

Pr. Joseph SAMBA KIMBATA
(Congo Brazzaville)

Pr. Pierre CAMBERLIN (France)

Pr. Tiou TCHAMIE (Togo)

Pr. Fulgence AFOUDA (Bénin)

Pr. Brice SINSIN (Bénin)

Pr. Yves RICHARD (France)

Pr. Téléphore BROU (France)

Pr. Adoté Blim BLIVI (Togo)

Pr. Akpovi AKOEGNINOU (Bénin)

Pr. Abel AFOUDA (Bénin)

Pr. Patrick A. EDORH (Bénin)

Pr. Odile DOSSOU-GUEDEGBE (Bénin)

Pr. Brice TENTE (Bénin)

Editeur: LACEEDE

ISSN: 1840-5452

ISBN-10: 99919-58-64-9

**B.P.: 526 Cotonou,
Tél. (229) : 21 36 00 74 Poste 148
(République du Bénin)
Portable (229) 97 84 66 45**

SOMMAIRE / CONTENTS

5. Caractérisation des vagues de chaleurs à Ouagadougou de 1980 à 2020

(Characterization of heat waves in Ouagadougou from 1980 to 2020)

(KARAMBIRI B. L. C. N., NACOULMA G., DIPAMA J. M.)

15. Dynamique spatio-temporelle des plantations d'orangers dans l'Arrondissement de Za-Kpota (Commune de Za-Kpota)

(Spatio-temporal dynamics of orange plantations in the District of Za-Kpota (Commune of Za-Kpota))

GBESSO F. K., GANKPA M., BRUN L. E., TENTE B.

30. Système d'élevage, vulnérabilité des acteurs et précarité des ressources naturelles au Burkina Faso

(Livestock production systems, stakeholder vulnerability and the precariousness of natural resources in Burkina Faso)

SANOU K.

41. Gestion des points d'eau dans l'arrondissement de Hozin Commune de Dangbo au Bénin (Afrique de l'Ouest)

(Management of water points in the district of Hozin Commune of Dangbo in Benin (West Africa))

ASSABA H. M., DOSSOU I., OYENIRAN R., VISSIN E. W.

54. Caractérisation des propriétés physiques de la rivière Gbêffa, affluent de l'Ouémé au Bénin

(Characterization of the physical properties of the Gbêffa river, a tributary of the Ouémé in Benin)

GBAÏ N. I.

CARACTÉRISATION DES VAGUES DE CHALEURS À OUAGADOUGOU DE 1980 À 2020

KARAMBIRI BIENVENUE LAWANKILEA CHANTAL NOUMPOA¹, NACOULMA GUILLAUME², DIPAMA JEAN MARIE³

¹ Institut des sciences des Sociétés

² Agence Nationale de la météorologie

³ Université Joseph Ki-Zerbo

Résumé : Les villes qui concentrent plus de la moitié de la population du globe depuis 2007 selon l'ONU sont très vulnérables à ces hausses de température. En fait, les populations du Burkina Faso, particulièrement celles de Ouagadougou, « étouffent » à une certaine période de l'année à cause des vagues de chaleur. Les températures pendant ces périodes atteignent souvent 43°C par endroit. Cette situation caniculaire est très inconfortable pour les populations. L'objectif de cette recherche est de caractériser les vagues de chaleur à Ouagadougou. Les données de températures de 1981 à 2020 de la station synoptique de Ouagadougou sont utilisées. Les résultats montrent que l'année qui a reçu le moins nombre de jours chaud est l'année 1982 avec 163 jours de température supérieur ou égale à 35°C. De plus, la zone d'étude a connu des périodes de vague de chaleur avec une tendance à la hausse. L'année 1998 a connu le plus nombre de jour de vague de chaleur à Ouagadougou avec 28 jours d'événements. Également, concernant le nombre de jour de forte chaleur, c'est l'année 2011 qui détient le record. Enfin, la fréquence des vagues de chaleur a beaucoup augmenté.

Mots-clés : Vagues de chaleur, extrêmes thermiques, chaleur, température, Ouagadougou

Abstract: Characterization of heat waves in Ouagadougou from 1980 to 2020. Cities, which have been home to more than half the world's population since 2007, according to the UN, are highly vulnerable to these temperature rises. In fact, the populations of Burkina Faso, particularly those of Ouagadougou, "suffocate" at certain times of the year due to heat waves. Temperatures during these periods often reach 43°C in places. This canicular situation is very uncomfortable for the population. The aim of this research is to characterize heat waves in Ouagadougou. Temperature data from 1981 to 2020 from the Ouagadougou synoptic station were used. The results show that the year with the fewest number of hot days was 1982, with 163 days with temperatures of 35°C or above. In addition, the study area experienced heatwave periods with an upward trend. The year 1998 saw the highest number of heatwave days in Ouagadougou, with 28 days of events. In terms of the number of hot days, 2011 holds the record, and the frequency of heatwaves has increased significantly.

Keywords: Heat waves, heat extremes, heat, temperature, Ouagadougou

Introduction

Selon le dernier rapport du Groupe d'experts Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat (GIEC), les différents modèles simulent une augmentation des températures (entre 2 et 6°C) ainsi que la fréquence et de l'intensité des phénomènes extrêmes (vagues de chaleur) à l'horizon 2050-2100 (IPCC, 2013 p. 11). Cette augmentation simulée varie suivant les régions du globe et selon les scénarios. Ces changements sont susceptibles d'être plus sensibles aux échelles fines, où l'influence des facteurs locaux engendre une variabilité spatiale du climat souvent plus importante que la variabilité temporelle liée au changement climatique d'échelle globale (S. Powell *et al.*, 2011 P. 150). En effet, on s'attend à ce que la fréquence des vagues de chaleur augmente pendant la période estivale.

Ces vagues de chaleur ont souvent des conséquences multiples et variées. Ces conséquences présentent une grande sensibilité au climat. Il est exposé aux phénomènes extrêmes comme les sécheresses prolongées et plus récemment les canicules.

Selon l'Organisation Mondiale de la Météorologie (OMM, 2004 ; p. 5), une vague de chaleur est un réchauffement important de l'air, ou une invasion d'air très chaud sur un vaste territoire, généralement de quelques jours à quelques semaines. Une vague de chaleur est un extrême climatique de température. Un extrême climatique, d'après le rapport du (GIEC, 2012 ; p.15) sur les événements extrêmes, correspond à l'occurrence d'une valeur au-dessus (ou en-dessous) d'une valeur seuil située dans la partie supérieure (ou inférieure) de la gamme des valeurs observées. Un extrême dépasse donc les limites ordinaires. En effet, c'est un événement rare qui se situe loin de l'état normal anormalement élevé et une température minimale qui ne baisse pas suffisamment durant la nuit. A ce jour, il n'existe pas de définition précise pour la vague de chaleur, on la considère comme un phénomène qui correspond au maintien d'une température

élevée pendant plus de 48 heures avec un maximum diurne anormalement élevé et une température minimale qui ne baisse pas suffisamment durant la nuit.

Les vagues de chaleur sont différents d'une région à l'autre. Au sahel également, elles sont en augmentation ces 20 dernières années. Les vagues de chaleur sont encore peu documentées au Sahel. Effectivement, J. Barbier (2017 p.10) montre que la plupart des études se concentrent sur l'Europe, l'Australie et les Etats-Unis, avec pour finir très peu de publications sur le Sahel. Selon les études, elles pourraient aller en accroissant face à l'augmentation des gaz à effet de serre (M. Ouédraogo, 2018). Par exemple en avril 2010, une vague de chaleur a impacté l'Afrique tropicale et en particulier le Sahel, entraînant à Niamey près de 40 décès par jour particulièrement chez les enfants et les personnes âgées. Le Burkina Faso suit la même tendance en termes de chaleur. On note une augmentation des températures au cours de 50 dernières années au Burkina Faso et particulièrement à Ouagadougou. Il existe un effet de lien entre le phénomène de chaleur, de morbidité, de pénurie d'eau et des conditions climatiques extrêmes à l'intérieur des habitations. Pourtant, peu d'articles scientifiques traitent de ces événements climatiques au Burkina Faso, avec une difficulté supplémentaire de manque de données disponibles qui limite les analyses possibles. C'est dans cet objectif qu'on veut caractériser les vagues de chaleurs à Ouagadougou.

1. Données et méthodes

1.1. Localisation de la zone d'étude

Ouagadougou est située dans le centre du Burkina Faso, plus précisément dans la province du Kadiogo. Cette ville se trouve dans la zone nord-soudanien du pays. Elle est limitée au nord par les communes rurales de Pabré et de Loumbila, à l'est par celle de Saaba, au sud par celles de Koubri et de Komsilga et, enfin, à l'ouest par la commune rurale de Tanghin-Dassouri (figure 1). La ville compte 12 arrondissements qui présentes des inégalités. En effets, on remarque un contraste entre une zone nantie constituée des arrondissements 1, 2, 3, 5, 6, 10 et 11 où l'on retrouve la quasi-totalité des équipements publics et une zone (Ouédraogo R. U. E., 2015 ; p 44).

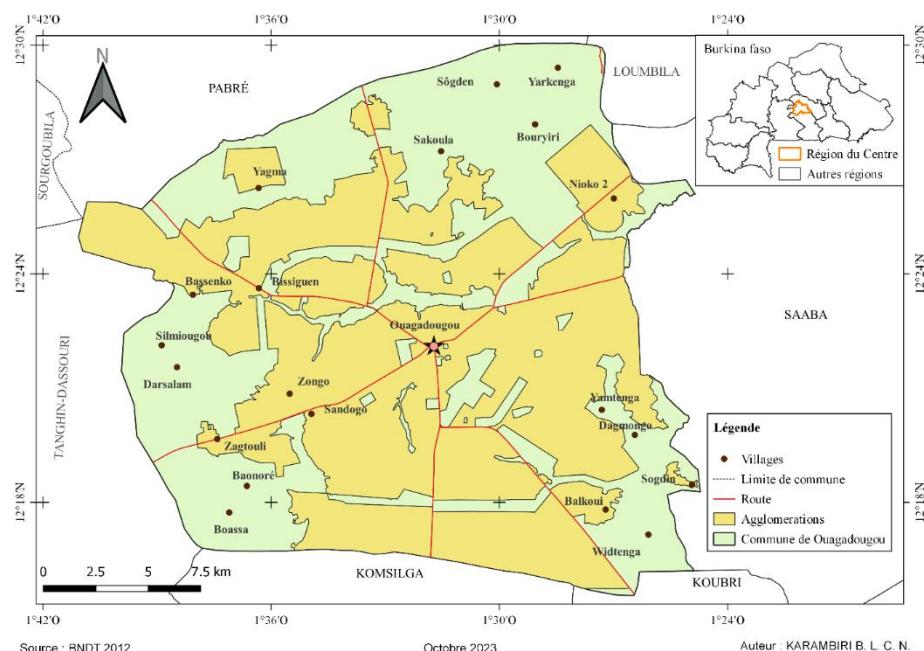


Figure 1 : Localisation de Ouagadougou

Le climat est tropical à saison alternée avec une saison sèche de novembre à mars et une saison des pluies qui s'étend approximativement de fin avril à début octobre. La température moyenne du mois le plus froid (janvier) est de 25,4 °C, celle du mois le plus chaud (avril) est de 33,7 °C. L'altitude moyenne est de 300 mètres.

1.2. Données de l'étude

Pour la présente étude, des données journalières de température minimale, maximale et moyenne de la station synoptique de Ouagadougou ont été utilisé. Ces données sont de l'Agence Nationale de la Météorologie (ANAM). Il s'agit de la série de 1980 à 2020.

1.3. Méthodes de traitement des données

Le logiciel R a servi au traitement des données. Les données quotidiennes de température utilisées proviennent de la base de l'Agence Nationale de Météorologie sur la période 1980 à 2020. Ces observations synoptiques comprennent les températures journalières maximales (TX) et minimales (TN). Le package climpact2 de R a servi au calcul des indice. Pour calculer les indices de ClimPACT2, des séries chronologiques de la température minimale quotidienne (TN), de la température maximale quotidienne (TX) et des précipitations quotidiennes (PR) sont nécessaires. La température moyenne quotidienne (TM) est calculée à partir de $TM = (TX + TN) / 2$.

1.4. Méthode d'interprétation des résultats

Les seuils de température dépendent de nombreux facteurs dont le type du climat, la sensibilité des personnes et autres. Toutefois tous les auteurs s'accordent pour dire que c'est une période de très forte chaleur. Certains prennent en considération uniquement la température de la journée, mais la température durant la nuit a également son importance sur le bien-être des personnes, car elle ne permet pas du repos nocturne. Dans notre étude on tiendra compte aussi bien du maximum que du minimum de la journée, non pas on les prenant individuellement mais en faisant leur somme qui est assez représentative de la moyenne journalière de la température. On parlera de vague de chaleur, lorsqu'on constatera période de 3 jours successifs où Tmax supérieur P90 calculé sur une fenêtre mobile de 6 jours, suivant l'indicateur de la durée de la vague de chaleur de ClimPACT2. Les degrés de la vague de chaleur diffèrent en fonction de la valeur. Ce qui fait qu'il y'a plusieurs classes de vague de chaleur comme l'indique le tableau 1.

Tableau I: Niveau de classification d'une vague de chaleur à partir de l'indice de vague de chaleur

WSDI	Classes
$1 \leq WSDI < 2$	Normale
$2 \leq WSDI < 3$	Modérée
$3 \leq WSDI < 4$	Sévère
$4 \leq WSDI < 8$	Extrême
$8 \leq WSDI < 16$	Très extrême
$16 \leq WSDI < 32$	Super Extrême
$WSDI \geq 32$	Ultra extrême

L'étude fera avant tout référence aux journées de très forte chaleur (température maximale ($T_x \geq 35^\circ C$), mais aussi aux journées de forte chaleur ($T_x \geq 30^\circ C$). Le tableau présente les éléments descriptifs qui permettent de comprendre le langage et les abréviations de ClimPACT2 dans R sur les indices de température et de vague de chaleur.

2. Résultats et discussion

2.1. Variation de la forte température à Ouagadougou

Selon les données de la station synoptique de Ouagadougou, la ville a connu de très fortes températures de 1980 à 2020. Ces fortes températures ont beaucoup évolué d'une année à l'autre avec un nombre de jour chaud différent d'une année à l'autre. En effet, sur les 41 années que compte la série, 31 années ont eu des températures supérieurs ou égale à 35° C sur plus de la moitié de l'année. L'année qui a plus de jours chauds est l'année 1982 avec 163 jours de température supérieur ou égale à 35 °C. Et 2014 est l'année qui a connu le plus nombre de jours chaud de la série avec 232 jours. Plus de la moitié de la série a compté au moins 200 jours de plus de 35 °C. La figure 2 présente le nombre de jours par an où la température est supérieure ou égale à 35°C.

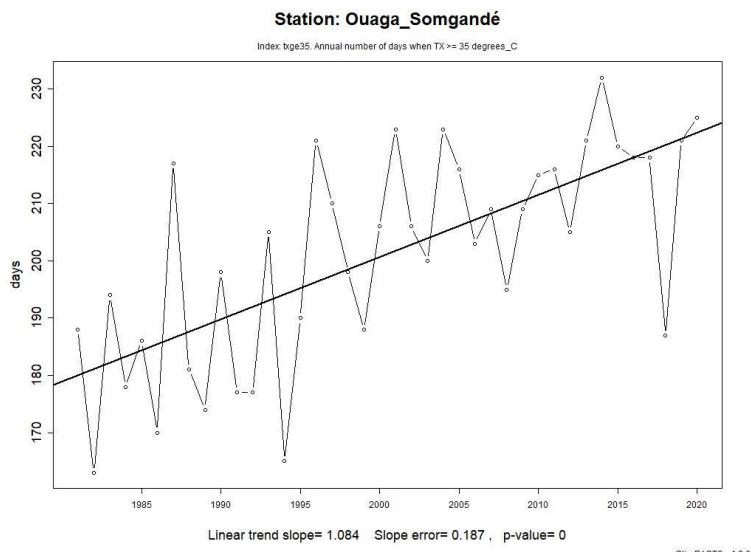


Figure 2 : nombre de jours par an où la température est supérieure ou égale à 35°C

Sur le plan mensuel, les mois de mars, avril et mai qui sont généralement les mois les plus chaud de l'année à Ouagadougou ont connu des jours très chauds. En effet, ces mois ont eu plus de 20 jours dont la température est > ou = à 35 °C. Sauf en 1991 seulement que le mois de mai à Ouagadougou a eu 12 jours de température très chaud. Ces données montrent que sur cette série, ces trois mois ont connu de très longue vague de chaleur. La figure 3 présente le nombre de jours chaud durant trois mois de l'année.

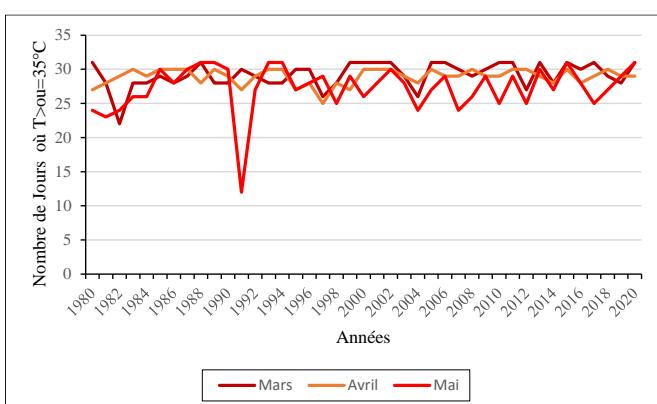


Figure 3 : Nombre de jours chaud durant trois mois de l'année

2.2. Principale caractéristique des vagues de chaleur à Ouagadougou

2.2.1. Tendance des vagues de chaleur

Les vagues de chaleurs ont des durées différentes en fonction des conditions météorologiques. De 1980 à 2020, la station de Ouagadougou a connu plusieurs vagues de chaleur au cours des différentes années. Le tableau 3 présente les vagues de chaleurs à Ouagadougou.

Tableau III : Nombre annuel de jours contribuant à des événements pour lesquels 6 jours consécutifs ou plus présentent un TX > 90e percentile

Années	Nombre de jour dont 6 jours consécutifs présente un TX> 90 ^e percentile	Valeurs normalisées
1993	6	-0.06
1996	11	0.49
1997	14	0.82
1998	28	2.38
2000	7	0.04
2004	9	0.26
2009	8	0.15
2010	23	1.82
2011	26	2.16
2012	12	0.60
2013	22	1.71
2014	16	1.04
2015	22	1.71
2016	17	1.16
2017	14	0.82
2019	7	0.04
2020	21	1.60

Source : traitement des données, mai, 2022

L'analyse du tableau permet de voir que 17 années sur les 30 de la série ont connu plus de 6 vagues de chaleur. C'est l'année 1998 qui a le record du nombre de vague de chaleur de la série avec 28. Suivit respectivement de 2001 (26), 2010 (23), 2013 et 2015 (22) et enfin 2020 avec 21 événements vagues de chaleur l'année. En plus de ces records, il y'a au moins 6 années différents qui ont connu plus de 10 vagues de chaleur. La figure 4 montre l'évolution de la vague de chaleur dans la station de Ouagadougou.

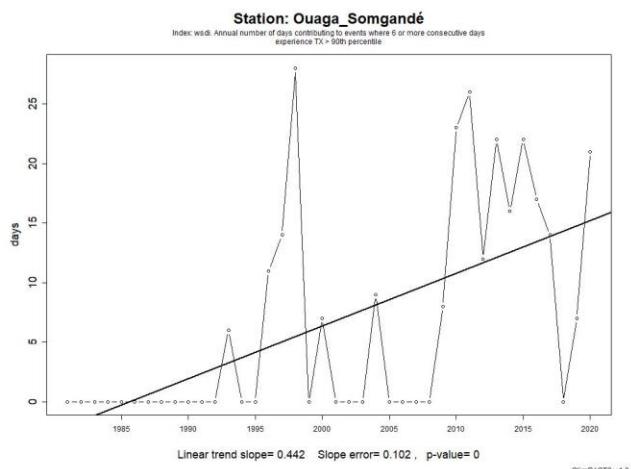


Figure 4 : Evolution de la vague de chaleur à la station de Ouagadougou

2.2.2. Tendance de la vague de chaleur

Le nombre annuel de jours avec au moins 30 jours consécutifs où le TX > 90e percentile" ont évolué de 1980 à 2020. Des années de longue vague de chaleur se succèdent avec celles de courtes vagues de chaleur. L'année 1998 a connu la plus longue vague de chaleur. Après cette date, les vagues de chaleurs étaient moins

Longues mais avec des valeurs de plus de 10 jours en moyennes. De façon générale, les vagues de chaleurs ont une tendance à la hausse dans cette station synoptique.

Le nombre de jour qui a eu des records de températures a également varié dans cette période. Et cette variation n'est pas en adéquation avec le nombre de jour successif de forte température. En effet, concernant le nombre de jour de forte chaleur, c'est l'année 2011 qui détient le record avec 74 jours de forte température, puis vient 2013 (60 jours), 2015 (58 jours), 2020 (57 jours), 2014 (55 jours), 2013 (53 jours) et enfin 1998 avec 50 jours comme le montre le tableau 4.

Tableau IV: Nombre annuel de jours avec au moins 30 jours consécutifs où le TX > 90e percentile

Année	Nombre de jours dont 30 jours consécutifs à un TX > 90e percentile	Valeurs normalisées
1987	35	0.41
1997	39	0.63
1998	50	1.23
2002	33	0.30
2004	34	0.35
2007	36	0.46
2010	43	0.85
2011	74	2.54
2012	39	0.63
2013	60	1.78
2014	55	1.50
2015	58	1.67
2016	53	1.39
2017	40	0.68
2020	57	1.61

Sources : traitement des données, mai, 2022

2.2.3. Intensité des vagues de chaleur

A la station synoptique de Ouagadougou de 1980 à 2020, les vagues de chaleurs avec des intensités différentes d'une année à l'autre. L'évolution de ce phénomène météo-climat, était mitigé. En effet, on compte 3 années de vague de chaleur extrême, 6 années de vague de chaleur très extrême et 8 années de vague de chaleur Super Extrême. Cela montre que sur la série étudiée, les années de vagues de chaleur super extrême sont plus nombreuses que les autres. De 2013 à 2016, il y'a eu quatre années successives de vague de chaleur extrême comme le montre le tableau 5. Cela confirme la tendance à la hausse de la vague de chaleur à Ouagadougou.

Tableau V: Intensité de la vague de chaleur à Ouagadougou

Années	Nombre de jour dont 6 jours consécutifs présente un TX> 90 ^e percentile	Classe
1993	6	Extrême
1996	11	Très extrême
1997	14	Très extrême
1998	28	Super Extrême
2000	7	Extrême
2004	9	Très extrême
2009	8	Très extrême
2010	23	Super Extrême
2011	26	Super Extrême
2012	12	Très extrême
2013	22	Super Extrême
2014	16	Super Extrême
2015	22	Super Extrême
2016	17	Super Extrême
2017	14	Très extrême
2019	7	Extrême
2020	21	Super Extrême

Sources : traitement des données, mai, 2022

Les événements plus longs et plus intenses ont également été plus fréquents ces dernières années. Les trois vagues de chaleur les plus intenses se sont produites en 2010, 2011 et 2015.

2.6. Fréquence de la vague de chaleur

Les analyses montrent que la fréquence des vagues de chaleur augmente. En effet, les vagues de chaleur ont été sensiblement plus nombreuses au cours des dernières décennies. Avant 1993, il n'y a pas eu de vague de chaleur selon les résultats obtenus. A partir de cette date, l'occurrence de vague de chaleur à Ouagadougou, qui était en moyenne tous les 2 ou 3 ans, est devenue annuelle depuis l'an 2009. Dans la décennie 1990 à 2000, il y'a eu 4 années de vagues de chaleur. La décennie qui suit c'est-à-dire de 2000 à 2010, on dénombre 3 années de vague de chaleur. Cependant la dernière période 2010 à 2020 a connu le plus grand nombre d'année de vague de chaleur. Effectivement, au cours de cette période, toutes les 10 années ont connu des vagues de chaleurs. La figure 5 montre la fréquence du nombre de jours chaud.

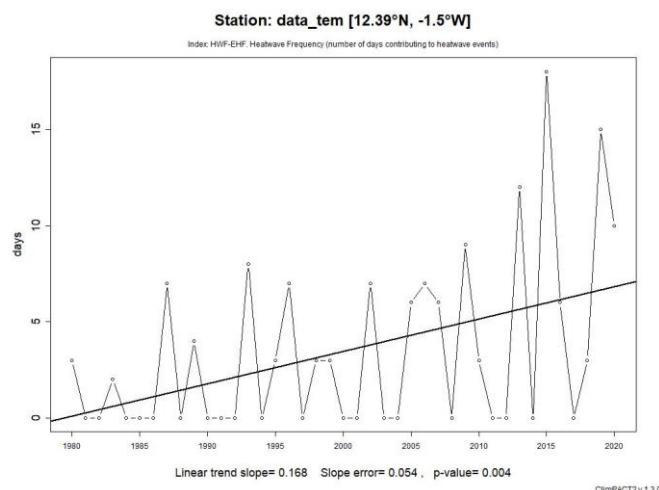


Figure 5 : fréquence des vagues de chaleur

3. Discussion des résultats

Le nombre de jours chaud à augmenter dans la zone. Sur la série, 31 années ont eu des températures supérieurs ou égale à 35 °C sur plus de la moitié de l'année. Ce résultat correspond à ceux de Bambara *et al* (2018) qui trouvent que les valeurs annuelles des TX (température maximale) manifestent une tendance à la hausse entre 1956 et 2015 à Ouagadougou. Ces auteurs montrent que les fortes températures ont beaucoup évolué dans cette station et impacte les activités. Les mêmes auteurs ont montré qu'à la même période, les températures ont également augmenté à la station synoptique de Ouahigouya. Les valeurs moyennes des températures journalières maximales (TX) ont augmenté significativement ($p < 0,05$). Malgré une méthodologie différente de celle que nous avons utilisé, ces derniers ont abouti au même résultat que ceux de la présente étude. En plus de ces derniers, d'autres auteurs comme Moron *et al*, 2016 p.14 qui ont obtenu sur la période des valeurs assez voisines pour l'ensemble des stations qu'ils ont étudiées, les régressions entre les températures et les années indiquant des augmentations moyennes par décennie de 0,2°C pour les températures maximales. Les mêmes résultats ont été confirmé par Rogatoa *et al.* (2019) p. 12, qui trouvent qu'au Nigeria, les vagues de chaleurs ont augmenter depuis les années 1981. Selon eux, les résultats montrent que des événements de vague de chaleur se sont produits au Nigeria depuis 1981 et leur nombre varie d'aucun événement (0) dans certaines régions à 19 événements par an. Les résultats montrent que des événements de vague de chaleur se sont produits au Nigeria depuis 1981 et leur nombre varie d'aucun événement (0) dans certaines régions à 19 événements par an.

L'année 1998 est celle qui a le record du nombre de vague de chaleur de la série avec 28 événements. Ce résultat est différent de celui de Rogatoa *et al.* (2019) p.13 qui trouvent dans une étude sur les événements de vague de chaleur au Nigeria que l'année 2007 a connu le plus grand nombre d'événements avec 19 événements dans la partie orientale du pays. La différence entre la période qui compte le plus grand nombre de vague de chaleur (dans les années 2000 au Nigéria) et celui de la présente étude (dans les années 1990 à Ouagadougou) peut s'expliquer par la différence de longueur de la série étudié dans les deux cas et le type de climat qui diffère dans ces deux pays. Ce sont les zones côtières et tropicales et pénétrant dans la savane guinéenne au Nigeria qui enregistrent entre 17 et 19 vagues de chaleurs.

Les mois pendant lesquels les vagues de chaleur ont le plus sévit sont mars, avril et mai. Cette période correspond à la période très chaud dans un climat tropical sec. Ce résultat corrobore celui de Combere et Sawadogo (2018) p.10 qui trouve que sur plusieurs stations synoptiques du Burkina Faso, les vagues de chaleur ont une période pendant laquelle elles sévissent le plus. Ces auteurs trouvent que les vagues de chaleur sur la saison mars, avril, mai et juin sont les plus sévères, les plus fréquentes et les plus longues. Les résultats de cette étude trouvent respectivement 30 et 31 jours de températures supérieurs ou également à 35 °C au cours du mois de mars et d'avril concernant la période récente.

Les vagues de chaleur ont une tendance à la hausse à la station de Ouagadougou. De 1980 à 2020, on constate que le nombre de vague de chaleur a augmenté et cela peut ou impact les hommes et leurs activités. Combere W. S et Sawadogo S. I. (2018) p.12 ont obtenu les mêmes résultats sur une étude sur les vagues chaleurs dans certaines stations synoptiques du Burkina Faso. Pour eux, il y'a une nette tendance à la hausse de des vagues de chaleurs sur lesdites stations.

Concernant le nombre de jour de forte chaleur, c'est l'année 2011 qui détient le record avec 74 jours de forte température, puis vient 2013 (60 jours) à la station synoptique de Ouagadougou. Ce résultat corrobore celui de Rogatoa *et al* (2019 ; p.14). Effectivement pour ces auteurs, le TX90 a enregistré un pic de 85 jours en 2006 et 2007 dans la partie orientale du Nigeria, couvrant tout Borno et Adamawa. L'est du Nigeria, couvrant tous les États de Borno

et d'Adamawa. Les années 1983 et 1987 ont atteint 45 et 55 jours dans les États de Borno et de Yobe respectivement.

Les vagues de chaleurs sont plus fréquente et plus intense à la station synoptique de Ouagadougou. Certaines vagues de chaleurs sont supérieurs à plus de 10 jours consécutifs. Ces résultats sont similaires à ceux de Rome *et al*, (2019) qui montre que les régions au climat soudano-sahélien enregistrent des vagues de chaleur intenses, longues (>10 jours consécutifs) et fréquentes (de 20 à 30 % des jours de printemps). Ce résultat corrobore également ceux de Combere et Sawadogo (2018 ; p.14) qui trouve une tendance à la hausse de l'intensité, la durée et l'occurrence des vagues de chaleur. C'est à partir des années 2010, dans cette zone que l'intensité et la fréquence de ces évènements ont augmenté. Les mêmes résultats ont été obtenus au Nigéria avec qui trouve que c'est à partir de 2006, que les chiffres élevés ont été constatés davantage dans la zone de la savane soudanaise et la zone sahélienne du pays. En général, le Soudan et le Sahel présentaient les effectifs les plus élevés. Certaines études, comme celui de Rome *et al* (2019 ; p.262) montre que la durée et la fréquence moyennes des vagues de chaleurs en Afrique de l'Ouest de 1973 à 2014 varient grandement selon les méthodes de calcul. En effet, les régions au climat soudano-sahélien enregistrent des vagues de chaleur intenses, longues (>10 jours consécutifs) et fréquentes (de 20 à 30 % des jours de printemps).

L'augmentation de ces vagues de chaleurs, de leur fréquence ainsi que de leur intensité, peut s'expliquer par plusieurs raisons. D'abord la baisse des précipitations pour le Burkina Faso. Ensuite l'élévation des taux de gaz à effet serre (GES) dans l'atmosphère, en lien surtout avec l'intensification des activités anthropiques. En Afrique de l'Ouest sahélienne et notamment au Burkina Faso, les soulèvements de poussières, particulièrement nombreux pendant la période de l'harmattan, sont de plus en plus fréquents du fait de la diminution des précipitations, (Aguiar L.A.A., 2009 p.150). Et enfin la déforestation, invoquée par Oueslati *et al.* (2017) p. 3105, responsable de la diminution des précipitations de mousson Xue (1997) et d'une augmentation de la teneur de l'atmosphère en GES.

Conclusion

Cette étude s'est penchée sur l'occurrence des vagues de chaleur et sur leurs caractéristiques dans la station synoptique de Ouagadougou. L'étude s'est focalisée sur la période passée. L'analyse a démontré que des vagues sont apparues dans la zone d'étude à partir des années 1993 et ont augmenté au cours de la période étudiée. Cette augmentation a été remarquée surtout au cours des deux dernières décennies. Le nombre de jours où la température était très élevée a beaucoup varié de 1980 à 2020. La fréquence des vagues de chaleur n'est pas restée car il y a eu une augmentation au cours de la période étudiée. Il serait judicieux d'évaluer l'impact de ces vagues de chaleur sur les activités et la santé de la population.

Références bibliographiques

- Aguiar L.A.A., 2009. *Impact de la variabilité climatique récente sur les écosystèmes des Niayes du Sénégal entre 1950 et 2004*, thèse de doctorat en sciences de l'environnement, Université du Québec à Montréal, 208 p.
- Bambara Dasmané, Compaoré Halidou et Ablassé Bilgo, 2018. « Évolution des températures au Burkina Faso entre 1956 et 2015 : cas de Ouagadougou et de Ouahigouya », mis en ligne le 27 février 2018, consulté le 17 octobre 2023. URL : <http://journals.openedition.org/physio-geo/5688> ; DOI : <https://doi.org/10.4000/physio-geo.5688>
- Barbier J. 2017. *Extrêmes climatiques - les vagues de chaleur au printemps sahélien*, thèse de doctorat, université de Toulouse, 87 pages.
- Comberé W. S. et Sawadogo S. I., 2018. Caractérisation et tendance des Vagues de chaleur au Burkina, *in colloque final ACASIS*, Saint Louis, PP.1-18.
- GIEC, 2007. *Bilan 2007 des changements climatiques*. Rapport de synthèse, 114 p

GIEC, 2012. *Rapport spécial sur la gestion des risques de catastrophes et de phénomènes extrêmes pour les besoins de l'adaptation au changement climatique*, Groupe I et II, 32 p.

IPCC, 2013. Climate Change 2013. *Publication du Volume I du 5e Rapport d'évaluation du GIEC*, Cambridge Univ. Press, Cambridge, U.K., 34 p.

McKee T B, Doesken N J and Kleist J., 1993. The relationship of drought frequency and duration to time scales *Proceedings of the 8th Conference on Applied Climatology* vol 17 (American Meteorological Society Boston, MA, USA) pp 179–83

Nairn J. R. and Fawcett R. G., 2013. Defining heatwaves: heatwave defined as a heat-impact event servicing all community and business sectors in Australia (Centre for Australian Weather and Climate Research) Online: http://www.cawcr.gov.au/technical-reports/CTR_060.pdf

Ouédraogo M., 2018. Canicule au Sahel : *Le projet ACASIS évalue l'impact des chaleurs excessives sur la santé des populations*, <https://lefaso.net/spip.php?article86864> consulté le 29/01/2021.

Ouédraogo Rawelguy Ulysse Emmanuel, 2015. *Le péril plastique à Ouagadougou : pratique urbaine et préservation environnementale*, thèse de doctorat, Université de Ouagadougou, 318 p.

Ouest France, 2003. *Canicule : en 2003, la France suffoquait et comptait ses morts*, <https://www.ouest-france.fr/meteo/canicule/recit-canicule-en-2003-la-france-suffoquait-et-comptait-ses-morts-5899028> consulté le 0308/2021.

Oueslati B., B. Pohl, V. Moron, S. Rome, et S. Janicot, 2017. Characterisation of Heat Waves in the Sahel and Associated Physical Mechanisms. *Journal of Climate, American Meteorological Society*, 2017, 30 (9), pp.3095-3115.

Perkins S. E. and Alexander L. V., 2013. On the Measurement of heatwaves *J. Clim.* 26 4500–17 Online : <http://dx.doi.org/10.1175/JCLI-D-12-00383.1>

Powell S., Sturman A., Quenol H., 2011. Changement climatique et variabilité spatiale du climat dans les vignobles de Nouvelle Zélande : l'exemple des vignobles de la région de Marlborough. *Actes du XXIVème colloque de l'AIC*, Rovereto, Italie, 477-482.

Rogatoa D. S., Ogunjobi K. O., Browne K., Nana A., Okhimamhe A. A., Echie J. O., 2019. A change comparison of heat wave aspects *in climatic zones of Nigeria, in Environmental Earth Sciences* (2019) 78 :111, pp 3-16, <https://doi.org/10.1007/s12665-019-8112-8>

Rome Sandra, Pohl Benjamin, Oueslati Boutheina, Moron Vincent, Raymond Florian, 2019. Durée et fréquence des vagues de chaleur en Afrique tropicale septentrionale selon 5 indices de chaleur. Le Changement Climatique, la variabilité et les risques climatiques *Climatic Change, Variability and Climatic Risks*, Tolika K; Maheras P, May 2019, *Thessalonique*, Grèce. pp.284-289.

J., Mahé G., 2001. Interrelations entre les forêts tropicales et la variabilité climatique : une synthèse des études récentes, *in sécheresse* n° 4, vol. 12, décembre 2001, pp. 221-229.

Vicente-Serrano S. M., Beguería S. and López-Moreno J. I., 2010. A Multiscalar Drought Index Sensitive to Global Warming: The Standardized Precipitation Evapotranspiration Index *J. Clim.* 23 1696–718 Online: <http://dx.doi.org/10.1175/2009JCLI2909.1>

WMO, 2012. *Standardized Precipitation Index User Guide* (7 bis, avenue de la Paix – P.O. Box 2300 – CH 1211 Geneva 2 – Switzerland) Online : http://www.wamis.org/agm/pubs/SPI/WMO_1090_EN.pdf

Yongkang., 1997. Biosphere feedback on regional climate in tropical North Africa, in *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, <https://doi.org/10.1002/qj.49712354203>

DYNAMIQUE SPATIO-TEMPORELLE DES PLANTATIONS D'ORANGERS DANS L'ARRONDISSEMENT DE ZA-KPOTA (COMMUNE DE ZA-KPOTA)

**GBESSO FLORENCE KOUSSI¹, GANKPA MACAIRE¹, BRUN L. ESTELLE^{1, 2},
TENTE BRICE^{1, 2}**

*¹Laboratoire de Biogéographie et d'Expertise Environnementale (LABEE) / FASHS/UAC / République du Bénin,
gbesflore@gmail.com.*

²Laboratoire d'Ecologie Appliquée (LEA) / FSA/UAC/ République du Bénin, brunestelle404@gmail.com

Résumé : La présente étude vise à analyser la dynamique des plantations d'orangers dans l'arrondissement de Za-Kpota (Commune de Za-Kpota). L'approche méthodologique adoptée est basée sur la collecte des données (recherche documentaire, entretiens, observations directes et investigations en milieu réel), le traitement des données et l'analyse des résultats. Au total, 369 personnes (commerçant(e)s, ménages agricoles, transporteurs, autorités locales et communales ont été interviewées. Ensuite, il a été procédé à l'analyse diachronique des unités d'occupation du sol de 2010 et 2020. Elle a permis grâce à la matrice de transition de dégager les changements d'états observés dans le temps et dans l'espace.

Les résultats obtenus révèlent que l'arrondissement de Za-Kpota dispose des facteurs physiques et humains favorables à la production de l'orange. L'analyse diachronique des unités d'occupation du sol a pour la plupart régressé aussi bien du côté des zones marécageuses qu'au niveau des formations anthropiques et naturelles. En effet, entre les deux dates (2010 à 2020), il a été constaté une régression très prononcée au cours de cette période pour les cultures et jachères (- 0,93 %), les cultures et jachères sous palmeraies (034), les forêts galeries (- 0,09 %), les plantations (- 0,04 %) et les savanes arborées et arbustives (- 1 %). La stabilité observée au niveau des formations naturelles comme les forêts claires et savanes boisées, les sols dégradés ainsi que les zones marécageuses montre le degré d'anthropisation du secteur d'étude

Face à toutes ces difficultés rencontrées par les producteurs, il faut donc une prise de décision des décideurs au niveau local, communal et national en vue de rehausser l'image de la filière orange dans l'arrondissement de Za-Kpota (Commune de Za-Kpota).

Mots clés : Dynamique, plantation, orangers, Za-Kpota (Bénin).

Abstract : Spatio-temporal dynamics of orange plantations in the District of Za-Kpota (Commune of Za-Kpota). The present study aims at analyzing the dynamics of the plantations of orange trees in the district of Za-Kpota (Municipality of Za-Kpota). The adopted methodological approach is based on the data-gathering (information retrieval, talks, direct observations and investigations in real medium), the processing the data and the analysis of the results. On the whole, 219 people (tradesmen/trade women, households agricultural, conveying, local and communal authorities were interviewed. The diachronic analysis of the units of occupation of the ground of 2010 and 2020 made it possible thanks to the matrix of transition to release the changes of states observed in time and space.

The results obtained reveal that the district of Za-Kpota has the physical factors and human favorable to the production of orange. The diachronic analysis of the units of occupation of the ground for the majority regressed as well on the side of the marshy zones as on the level of the anthropic and natural formations. Indeed, between the two dates (2010 to 2020), it was noted a very marked regression during this period for the cultures and fallow (- 0,93 %), the cultures and fallow under palm plantations (034), the forests galleries (- 0,09 %), the plantations (- 0,04 %) and savannas raised and shrubby (- 1 %). the stability observed on the level of the natural formations like the clear forests and timbered savannas, the degraded grounds as well as the marshy zones shows the degree of anthropisation of the sector of study

Face all these difficulties encountered by the producers, one thus needs a decision-making of the decision makers for all the levels room, communal and national in order to raised the image of the orange die in the district of Za-Kpota (Commune of Za-Kpota).

Keywords : Dynamics, plantations, orange-trees Za-Kpota (Benin).

Introduction

La production mondiale d'agrumes est de l'ordre de 122 millions de tonne qui représente la deuxième fruitière derrière le groupe des bananes et plantains (125 millions de tonne) ; loin devant la pomme (70 millions de tonne) (D. Loeillet, 2010, p. 3 ; E. G. D. Ndo, 2011, p. 117). Il y a des groupes des oranges, des pamplemousses et pomélos, des citrons et limes et des petits agrumes (FAO, 2000, p. 235). Les oranges constituent la majeure partie de la production des agrumes (58 %). Dans ce groupe, les cinq plus grands producteurs mondiaux sont le Brésil (17618500 tonnes), les Etats-Unis (8280780 tonnes), l'Inde (5201350 tonnes), la Chine (4864959 tonnes) et le Mexique (4193480 tonnes) (FAO, 2009, p. 75).

La production d'oranges dans les pays en développement devrait augmenter à un taux annualisé de 0,8 %. (P. Olomola, 2006, p. 43). L'agriculture occupe une place importante en Afrique en général et en Afrique tropicale en particulier. Huit pays africains (Nigéria, Guinée Conakry, Tunisie, Sierra Leone, Kenya, Angola, Tanzanie, Côte-d'Ivoire) figurent sur la liste des 20 plus grands producteurs mondiaux des petits agrumes (E. G. D. Ndo, 2011, 105). La production en Afrique du sud devrait poursuivre sa croissance, le pays continue d'exploiter son avantage comme fournisseur en saison creuse vers l'hémisphère Nord (A. Crole-Rees et S. Bio Goura, 2001, p. 95).

Au Bénin, l'agriculture joue un rôle majeur dans le développement socioéconomique du pays. En effet, les productions agricoles représentent 80 % des exportations et contribuent pour 36 % du PIB et en moyenne à 2 % à la croissance annuelle (FAO, 2008, p. 85). L'économie béninoise permet au pays d'exporter des productions agricoles dont les plus prépondérants sont d'origine végétale qui représente 24,1 % des exportations dont le coton y occupe une place de choix avec 13,5 % des recettes (FAO, 2010, p. 55). En dehors du coton, de nombreuses autres filières pouvaient contribuer substantiellement aux recettes nationales si elles étaient mieux structurées ". (V. F. Aguémon, 2004, p. 48). En effet, les fruitiers en particulier sont d'une importance capitale du fait que les fruits constituent la majorité des apports en vitamines, en éléments minéraux et en fibres pour les populations (C. Economos et W. Clay, 1998, p. 5). Au Bénin, les agrumes sont cultivés un peu partout, mais les départements du Zou et de Couffo sont les régions de forte production et en particulier, le département du Zou est le premier producteur d'oranges et la Commune de Za-Kpota en est le chef de file (INSAE, 2012, p. 55). Le potentiel cultivable de la Commune est de 30675 Ha, soit 306,75 Km² sur 409 Km² que couvre la Commune.

Le choix de ce sujet et le secteur d'étude se justifie par le fait que la Commune de Za-Kpota est une ville à forte potentialité éco touristique disposant d'un joyau culturel et agricole aux origines fraternelles et hospitalières au cœur du plateau d'Abomey où la dynamique des plantations d'orangers mérite une attention toute particulière par les décideurs politiques. Ce qui constitue un facteur très important de prise de décision dans la production des exploitations agricoles. Cette thématique revêt un intérêt primordial et paraît de plus en plus important en raison du nombre d'agriculteurs qui s'y adonnent du fait des multiples utilisations dont il peut bénéficier.

1. Milieu d'étude

Situé dans la partie centrale de la République du Bénin et du département du Zou, l'arrondissement de Za-Kpota est limité au Nord Est par l'arrondissement de Za-Tanta et au Nord - Ouest par la Commune de Covè, au Sud - Est par l'arrondissement de Houngomey et au Sud - Ouest par celui d'Allahé. L'arrondissement de Za-Kpota est situé dans la Commune de Za-Kpota. Il se trouve entre les parallèles 7°12' et 7°17' de latitude Nord d'une part et entre les méridiens 2°12' et 2°17' de longitude Est d'autre part.

L'une des neuf (9) Communes du département du Zou, la Commune de Za-Kpota est située au centre du département. Elle couvre une superficie de 600 Km² soit 0,12 % de la superficie du Bénin (INSAE, 2013). Elle est subdivisée en huit (08) arrondissements et 69 quartiers de ville ou villages. La figure 1 présente la situation géographique et subdivisions administratives de l'arrondissement de Za-Kpota (Commune de Za-Kpota).

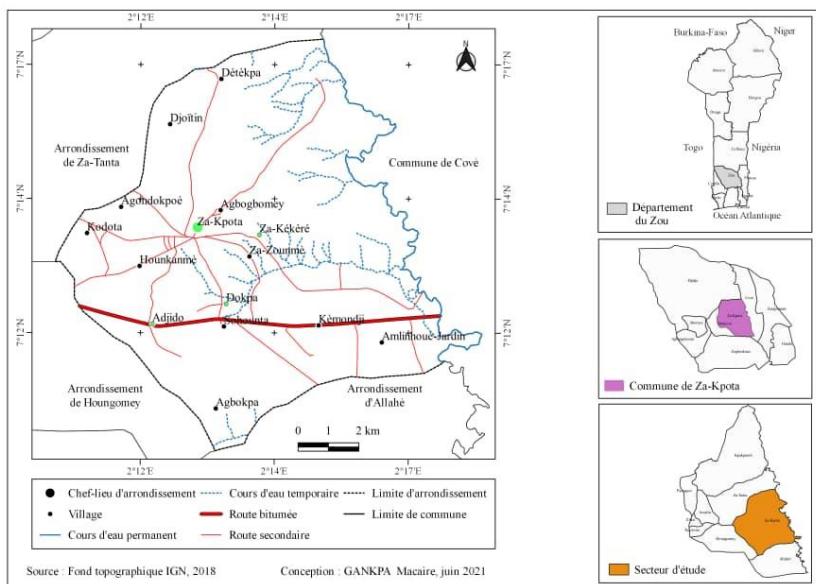


Figure 1 : Situation géographique de l'arrondissement de Za-Kpota (Commune de Za-Kpota)

Il ressort de l'analyse de la figure 1 que cet arrondissement comporte quinze (15) villages qui sont : Za-Kpota centre, Agbogbomey, Za-Kékéré, Za-Zounmè, Dokpa, Agbokpa, Adjido, Kéméndji, Sohounta, Houkanmè, Kodota, Djoitin, Détékpa, Gnadolka, Sogbelankou, dont quatre ont été sélectionnés dans le cadre de la présente étude : Za-Kpota centre, Za-Kékéré, Dokpa et Adjido.

Les facteurs physiques et humains sont ceux qui déterminent la production de l'espèce *Citrus sinensis* (L.) Osbeck dans l'arrondissement de Za-Kpota (Commune de Za-Kpota). Les facteurs physiques de la production de l'orange concernent les aspects climatiques, les facettes pédologiques, le réseau hydrographique et la présentation de l'espèce *Citrus sinensis* (L.) Osbeck dans l'arrondissement de Za-Kpota.

2. Approche méthodologique de l'étude

Dans une œuvre de recherche scientifique, la méthodologie est l'ensemble des démarches entreprises pour atteindre les objectifs fixés. L'approche méthodologique s'articule autour de la collecte des données, du traitement des données et de l'analyse des résultats obtenus.

2.1- Outils et techniques de collecte de données

Dans le cadre de présente recherche, les outils utilisés sont essentiellement :

- des questionnaires pour les planteurs d'orangers ;
- des guides d'entretien qui ont facilité l'entretien avec les personnes cibles (autorités communales, agents du développement local et agents du SCDA) ;
- des guides d'observation ;
- d'un appareil photographique numérique pour illustrer les différents éléments du milieu physique et humain qui représentent des atouts ou contraintes au développement de la production et de la commercialisation de l'orange dans l'arrondissement de Za-Kpota (Commune de Za-Kpota) ;
- d'un enregistreur audio pour les interviews et les entretiens.

La technique d'enquête est essentiellement basée sur l'Observation Participative (OP). Elle consiste en une observation directe des réalités du terrain couplées de quelques questions de

compréhension. Elle a permis de confronter les pratiques avec les discussions sur le terrain, entre le vécu et les déclarations des personnes interrogées notamment les producteurs. Les champs visités à cet effet sont essentiellement ceux appartenant aux personnes interrogées et dont le gérant ou le propriétaire se rend disponible pour la visite. Les interviews directes ont permis d'établir une certaine familiarité avec les personnes interrogées, ambiance nécessaire pour l'obtention des informations recherchées. Ces interviews sont faites à l'aide d'un questionnaire élaboré.

2.2- Données utilisées

Plusieurs types de données sont utilisés dans le cadre de ce travail. Il s'agit :

- des données climatologiques (hauteurs de pluie et de température) de 1985 à 2020 obtenues à l'ASECNA. Elles ont permis de déterminer les tendances climatiques dans la Commune de Za-Kpota. Ces données ont permis de caractériser la situation climatique des diverses activités économiques (culture d'orange, usines de fabrication et de transformation agroalimentaire, commerce) exercées ;
- des données démographiques collectées à l'INSAE et des données mises à disposition par la mairie de Za-Kpota relatives aux effectifs de population de 1979, 1992, 2002 et 2013. Elles ont permis d'apprécier l'évolution de la population de la Commune de Bohicon ;
- des données physiques (climat, sol, végétation, hydrographie) recueillies à l'INSAE ;
- des données socio-économiques (activités et infrastructures de la ville de Za-Kpota) collectées à l'INSAE et à la Mairie de Za-Kpota ;
- des données (cartes et images Landsat) sur l'occupation du sol en 2010, 2020 obtenues auprès du CENATEL et OSFACO pour apprécier les pressions humaines sur la ressource foncière dans le milieu d'étude ;
- le fond topographique IGN au 1/200.000 ;
- les cartes de végétation et pédologique au 1/200 000 (ORSTOM, 1977 et 1979, p. 155 et 168) ;
- des informations sur les diverses activités ainsi que le système de production dans le secteur d'étude de décembre 2020 à janvier 2021 ;
- des informations qualitatives et quantitatives obtenues pendant les investigations socio-anthropologiques auprès de la population cible, des autorités locales et des producteurs d'orangers permettant de connaître les réalités liées aux facteurs (naturels et humains), aux incidences socio-économiques et les contraintes liées à la filière orange de décembre 2020 à janvier 2021.

Ces différentes données collectées grâce à la recherche documentaire ont permis de mener des investigations en milieu réel.

2.3. Enquêtes de terrain

Les enquêtes de terrain se sont déroulées en deux phases principales à savoir : la phase pré enquête et la phase des enquêtes de terrain proprement dite. La phase de pré enquête a démarré de mi-novembre 2020 et a permis de s'imprégner des réalités du milieu d'étude ainsi que le système de production et l'occupation du sol dans l'arrondissement de Za-Kpota. Les enquêtes proprement dites ont été effectuées entre décembre 2020 et janvier 2021 et ce, grâce à un échantillonnage. Elles ont permis de parcourir certains quartiers de l'arrondissement de Za-Kpota grâce à l'utilisation des outils et techniques de collecte de données.

➤ Choix des enquêtés

Les enquêtés ont été choisis en tenant compte des critères suivants :

- pour un bon regroupement des savoirs relatifs aux différents systèmes de production ainsi que la technique utilisée, l'âge de l'enquêté suivant les différentes catégories d'âge (jeunes, enfants, personnes âgées, etc.) ont été pris en compte ;
- le sexe de l'enquêté pour une prise en compte effective des hommes et des femmes dans l'échantillon ;
- L'ethnie des enquêtés par les connaissances et divers usages utilisés dans divers domaines d'activités humaines.

➤ Échantillonnage

La population d'étude est l'ensemble des planteurs d'orangers. La taille de l'échantillonnage (N) au niveau du secteur d'étude est déterminée suivant la formule probabiliste de D. Schwartz (1995, p. 18). En effet, le secteur d'étude prend en compte l'arrondissement de Za-kpota dont quatre (04) villages / quartiers de ville à savoir : Za-Kpota-centre, Dokpa, Za-Kékéré et Adjido ont été concernés sur un total de quinze (15) en tenant compte de la spécificité de la présente étude.

$$N = Za^2 \times pq / i^2$$

Avec : N : la taille de l'échantillon ; Za : 1,96 écart réduit correspondant un degré de confiance de 5 %

P : proportion des ménages ayant une connaissance de l'espèce de basilic africain (n) par rapport à tous les ménages.

P : n/N ($n = 2157$ et $N = 5569$ suivant les résultats RGPH₄; $P = 2157 / 5569 = 0,4 = 0,40$; i est la marge d'erreur qui est 5 % ; $q = 1-p$; $q = 1-0,40 = 0,60$

$$N = (1,96)^2 \times 0,40 (1- 0,40) / 0,05^2 = 368,80 = 369 \text{ ménages agricoles.}$$

N = 369 ménages agricoles

La base des sondages a été réalisée à partir des chiffres du Recensement Général de la Population et de l'Habitation (INSAE 2013). Le nombre de ménages agricoles soumis à l'enquête dans cet arrondissement est égal à 369.

Le nombre des ménages enquêté par villages /quartiers de ville a été fait au prorata en suivant l'évolution démographique de celui-ci ; ce qui a permis de déterminer un taux d'échantillonnage. Le tableau I présente la répartition des producteurs d'orange enquêtés.

Tableau I : Répartition des ménages enquêtés par quartiers de ville/ villages.

Arrondissement	Villages/quartiers retenus pour enquête	Nombre total de ménages	Ménages retenus pour enquête	Proportion en %	Taux d'échantillonnage en %	Plantations visitées
Za-Kpota	Za-Kpota centre	1024	124	33,60	6 %	03
	Adjido	510	87	23,60		01
	Dokpa	262	45	12,20		01
	Za-Kékéré	661	113	30,60		02
	Total	2157	369	100		07

Source : Résultats d'enquête de terrain, juin 2021

Les groupes cibles impliqués sont : les producteurs d'orange, les ménages agricoles, les commerçant(e)s, les vendeurs, les transporteurs, les consommateurs et les autorités locales et communales. Les localités où l'enquête a été menée couvrent la zone d'étude. Au total quatre (04) villages/quartiers de ville sur les quinze que compte l'arrondissement de Za-Kpota ont été choisis à savoir : Za-Kpota-centre, Dokpa, Za-Kékéré et Adjido.

➤ Critères de l'échantillon

Le critère de choix des acteurs interrogés est énuméré de la façon suivante :

- être un agriculteur et spécifiquement un producteur de la filière d'orange dans le secteur d'étude. Ce critère a été choisi pour mieux apprécier la rentabilité de cette production agricole ;
- avoir au moins vingt-cinq (25) ans d'âge. Ce choix est fait afin d'identifier des personnes qui connaissent mieux les principales causes de la dynamique des plantations d'orangers dans l'arrondissement de Za-Kpota ;
- être chef de ménage ou avoir une responsabilité dans le ménage ;
- avoir vécu dans le secteur d'étude au moins pendant dix (10) ans ;
- avoir au moins 05 ans d'expérience dans le domaine de l'agriculture. Cet âge est choisi car avec cette expérience, ceux-ci peuvent mieux renseigner sur les techniques agricoles qui dégradent le sol ;
- être autorité de la Commune et ayant une connaissance de cette activité dans sa localité.

L'échantillonnage est constitué de quatre (04) quartiers de ville/villages sur les quinze (15) que compte l'arrondissement de Za-Kpota (Commune de Za-Kpota) en raison des problèmes budgétaires. Le secteur d'étude prend en compte les quatre (04) quartiers à savoir : Za-Kpota-centre, Dokpa, Za-Kékéré et Adjido.

Dans le but de bien conduire la présente étude portant sur le système de production de la filière d'orange ainsi que de leur dynamique sur le développement local de l'arrondissement de Za-Kpota, le groupe cible est constitué des producteurs d'orangers, des commerçant(e)s, des ménages agricoles, des transporteurs, des autorités locales et communales.

2.4. Traitement des données et analyse des résultats

2.4.1. Traitement des données

Les données collectées sont codifiées et ont fait l'objet d'un dépouillement manuel. Une vérification préliminaire de l'ensemble des données recueillies est faite et cela permet d'éliminer certains éléments inutiles. Il a été ensuite procédé à un regroupement des informations relatives aux revenus issus de la commercialisation et de la production de la filière orange. Après le dépouillement, les données brutes sont présentées sous formes de tableau et ces différentes données sont traitées à l'aide des logiciels : microsoft Word pour la saisie des données collectées, Excel pour les tableaux, les figures et les graphiques. Le logiciel de cartographie (Mapinfo 8.0 et Arc-View 3.2) a servi pour la réalisation des cartes et photoshop pour le traitement des images.

2.4.2. Méthode d'analyse des résultats de la dynamique des plantations d'orangers

Les travaux cartographiques ont été réalisés à l'aide du logiciel Mapinfo 8.0 et Arc-view 3.2. Les cartes d'occupation du sol de 2010 à 2020 ont été extraites des images satellites Landsat ETM+ de 2018 avec un pas de dix (10) ans. Elles ont permis de faire l'analyse diachronique des superficies emblavées pour la production des plants d'orangers.

L'analyse de l'évolution des superficies d'orangers emblavées entre 2010 et 2020 a été établie à l'aide du protocole $\Delta = S_{2020} - S_{2010}$ avec S_{2010} . Avec S_{2010} , la superficie des unités d'occupation du sol par une unité en 2010, S_{2020} la superficie des unités d'occupation du sol de la même unité en 2020 et Δ la variation de cette superficie entre 2010 et 2020. Si :

- ✓ $\Delta = 0$ alors, il y a stabilité (S) ;
- ✓ $\Delta > 0$ alors, il y a progression (P) ;
- ✓ $\Delta < 0$ alors, il y a régression (R).

Cette méthode est utilisée pour apprécier l'évolution des changements d'états observés des plantations d'orangers sur les différentes unités d'occupation du sol de 2010 à 2020. La dynamique spatiale et temporelle s'exprime en termes de régression, de stabilité ou de progression des unités d'occupation du sol. Ceci a permis de déterminer les différents ordres de régression et de progression.

3. Résultats et discussion

La présente section examine la dynamique spatio-temporelle des plantations d'orangers dans l'arrondissement de Za-Kpota (Commune de Za-Kpota) de 2010 à 2020. Elle a permis d'établir la superposition de l'état des unités de l'occupation du sol pendant cette période afin de déterminer les différents ordres de progression ou de régression.

3.1. Analyse diachronique des unités de l'occupation du sol entre 2010 à 2020

La dynamique des plantations d'orangers dans l'arrondissement de Za-Kpota (Commune de Za-Kpota) de 2010 à 2020 a connu une évolution légèrement régressive.

3.1.1. Cartographie des unités de l'occupation du sol dans l'arrondissement de Za-Kpota entre 2010 et 2020

La carte de l'évolution de l'occupation du sol (Figures 3 et 4) des plantations d'orangers entre 2010 et 2020 montre que la hiérarchie des types d'occupation du sol est restée la même, mais l'importance relative des unités a varié.

En 2010, l'occupation du sol était dominée par les cultures et jachères sous palmeraies qui occupaient près de 50 Ha, soit 47,34 % de la superficie totale tandis que les cultures et jachères couvraient 32,65 Ha, soit 31,50 %. Les zones marécageuses occupaient quant à elles une superficie d'environ 4,95 Ha, soit 4,78 %. Les plantations constituaient 8,38 % de la superficie totale, soit 8,09 %. Les agglomérations représentaient 1,92 %, soit 199 Ha de la superficie totale en 2010. Le reste de la superficie (5,98 %), soit 6,20 Ha était occupé par la savane arborée et arbustive en 2010 alors qu'en 2020, elle occupe 5,16 Ha, soit 4,98 % ; les forêts galeries occupaient 0,19 Ha (0,20 %) en 2010, alors en 2020, on observe 0,10 Ha (0,10 %). Les forêts claires et savanes boisées, les sols dégradés ainsi que les zones marécageuses ont complètement disparu au cours de la période allant de 2010 à 2020. Ceci s'explique par l'anthropisation du secteur à travers une forte croissance démographique observée s'expliquant par les activités humaines dues à la satisfaction des besoins vitaux. Les figures 3 et 4 présentent respectivement la dynamique des unités d'occupation du sol allant de la période de 2010 et 2020 ainsi que la carte synthèse entre 2010 - 2020.

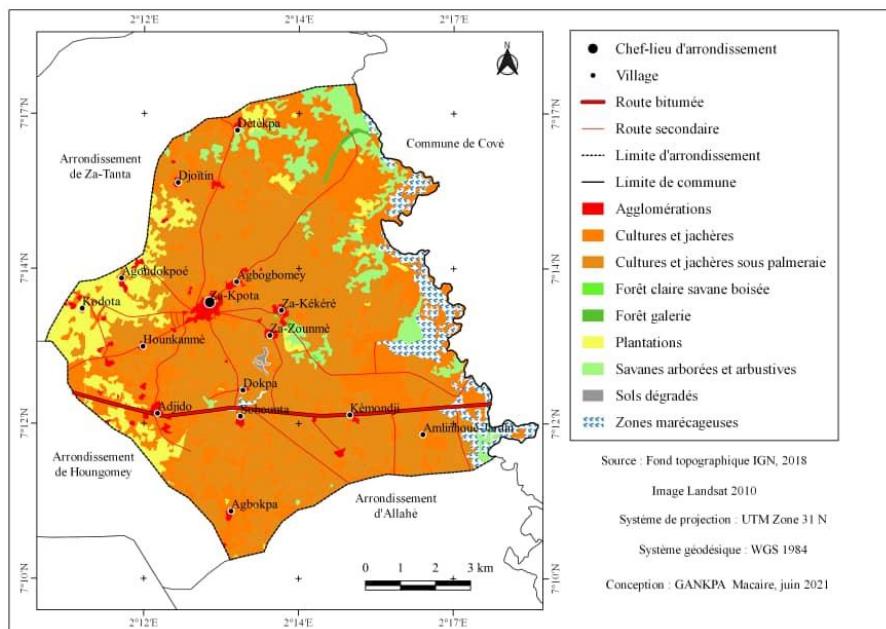


Figure 3 : Carte de la dynamique des unités d'occupation du sol en 2010 de l'arrondissement de Za-Kpota (Commune de Za-Kpota)

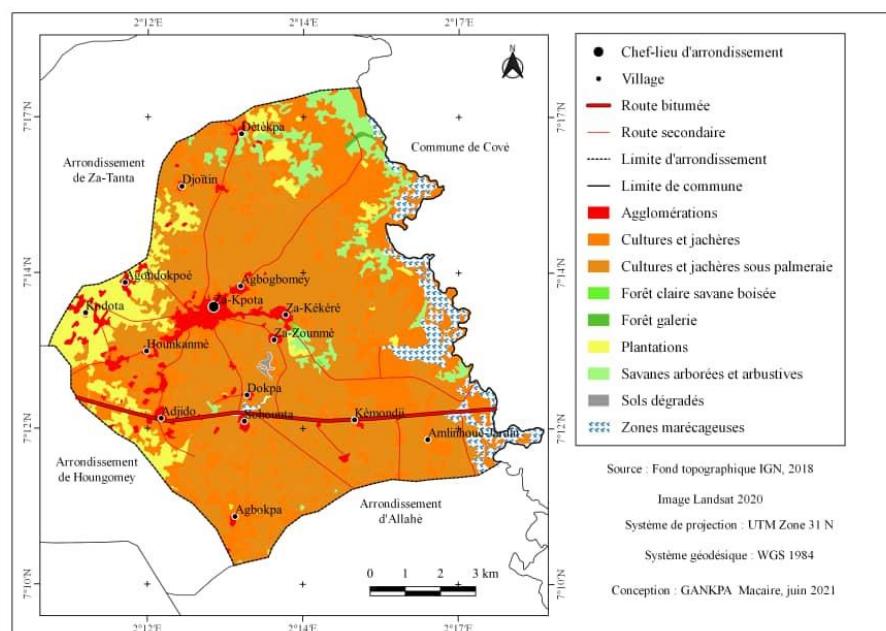


Figure 4 : Carte de la dynamique des unités d'occupation du sol en 2020 de l'arrondissement de Za-Kpota (Commune de Za-Kpota)

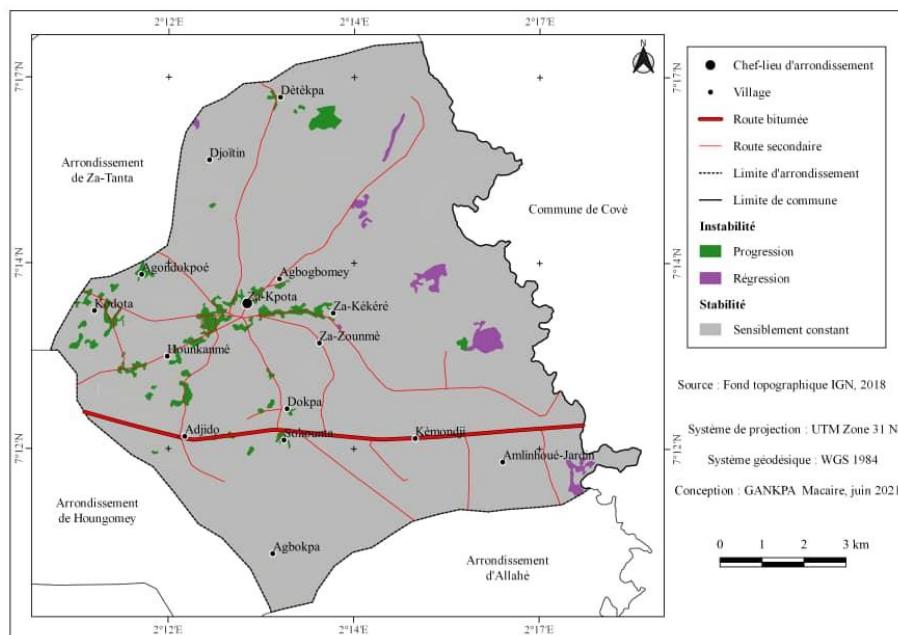


Figure 5 : Carte synthèse de la dynamique des unités d'occupation du sol entre 2010 - 2020 de l'arrondissement de Za-Kpota (Commune de Za-Kpota)

3.1.2- Évolution des unités d'occupation du sol entre 2010 à 2020

En 2010, les plantations d'orangers de l'arrondissement de Za-Kpota (Commune de Za-Kpota) étaient dominées par les cultures et jachères sous palmeraies qui occupaient 47,34 % de la superficie totale alors que les cultures et jachères couvraient 31,50 %. Les zones marécageuses occupaient une proportion de 4,78 %. Les plantations constituaient 8,09 % de la superficie totale du couvert végétal. Les agglomérations représentaient 1,92 % de la superficie totale en 2010. Enfin, le reste de la superficie était occupé par la savane arborée (5,98 %), les forêts galeries (0,19 %), les forêts claires et savanes boisées (0,06 %) et les sols dégradés (0,15 %).

Le tableau II présente l'évolution de chaque unité d'occupation du sol dans l'arrondissement de Za-Kpota (Commune de Za-Kpota).

Tableau II : Évolution des superficies en hectare des unités d'occupation de 2010 à 2020

	Superficie_2010 (Ha)	Pourcentage (%)	Superficie_2020 (Ha)	Pourcentage (%)	Dynamique 2010-2020	Ordre d'évolution
AGG	1,99	1,92	4,09	3,95	+ 2,03	Progression (2)
CJ	32,65	31,50	31,69	30,57	- 0,93	Régression (3)
CJP	49,08	47,34	48,72	47,00	- 0,34	Régression (3)
FCSB	0,06	0,06	0,06	0,06	0	Stabilité
FG	0,19	0,19	0,10	0,10	- 0,09	Régression (2)
PLANT	8,38	8,09	8,72	8,42	- 0,04	Régression (1)
SAa	6,20	5,98	5,16	4,98	- 1	(Régression (3))
SD	0,15	0,15	0,15	0,15	0	Stabilité
ZM	4,95	4,78	4,95	4,78	0	Stabilité
	103,66	100,00	103,66	100,00	-	-

Source : Résultats de l'étude comparée des cartes d'occupation du sol de 2010 et 2020

Légende : AGG : Agglomérations ; CJ : Cultures et Jachères ; CJP : Cultures et Jachères sous Palmeraies ; FCSB : Forêt Claire Savane Boisée ; FG : Forêt Galerie ; PLANT : Plantations ; SAa : Savanes Arborées et arbustives ; SD : Sols Dégradés ; ZM : Zones Marécageuses.

De l'examen du tableau II, il en révèle que la tendance évolutive est globalement régressive pour les formations anthropiques tandis qu'elle tend vers une sensible stabilité pour les formations végétales naturelles, les sols dégradés et les zones marécageuses. L'importance des changements d'états observés est une conséquence des fortes pressions humaines qui induisent des besoins croissants en terres cultivables et des besoins en espèces végétales des populations urbaines et rurales (Tableau III).

Tableau III : Matrice de l'occupation du sol (en %) entre 2010 et 2020 des plantations d'orangers dans l'arrondissement de Za-Kpota (Commune de Za-Kpota)

Superficies (en Ha)	2010	AGG	CJ	CJP	FCSB	FG	PLANT	SASa	SD	ZM	Total
AGG	1,99	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,99
CJ	1,76	30,55	0	0	0	0,34	0	0	0	0	32,65
CJP	0,34	0,01	48,72	0	0	0	0	0	0	0	49,08
FCSB	0	0	0	0,06	0	0	0	0	0	0	0,06
FG	0	0,09	0	0	0,10	0	0	0	0	0	0,19
PLANT	0	0	0	0	0	8,38	0	0	0	0	8,38
SAa	0,01	1,03	0	0	0	0	5,16	0	0	0	6,20
SD	0	0	0	0	0	0	0	0,15	0	0	0,15
ZM	0	0	0	0	0	0	0	0	4,95	0	4,95
Superficies 2020 (en Ha)	4,09	31,69	48,72	0,06	0,10	8,72	5,16	0,15	4,95		103,66

Source : Résultats issus du traitement de données, Map Comparison Kit 3, août 2021

Légende : AGG : Agglomérations ; CJ : Cultures et Jachères ; CJP : Cultures et Jachères sous Palmeraies ; FCSB : Forêt Claire Savane Boisée ; FG : Forêt Galerie ; PLANT : Plantations ; SAa : Savanes Arborées et arbustives ; SD : Sols Dégradés ; ZM : Zones Marécageuses.

Il ressort de l'analyse du tableau III que 8,38 Ha des plantations en 2010 étaient convertis en cultures et jachères (0,34 Ha) et 4,95 Ha sont classés en zones marécageuses en 2020. Toutes les unités des plantations n'ont pas subi de conversion dans le temps. En ce qui concerne les cultures et jachères sous palmeraies, cette unité a été convertie en cultures et jachères (0,01 Ha), en forêt galerie (0,09 Ha), en savanes arborées (1,03 Ha) et en agglomérations (0,34 Ha) et les autres unités sont restées inchangées. Le même constat est fait pour les cultures et jachères où les cultures et jachères sous palmeraies (0,01 Ha), les forêts galeries (0,09 Ha) et les savanes arborées (1,03 Ha) avaient subi de changement à l'état initial en 2010.

Pour le reste des unités de l'occupation du sol, le processus est le même, c'est-à-dire la conversion. Entre 2010 et 2020, le pourcentage des unités d'agglomérations a connu une progression à certains endroits au niveau des cultures et jachères (1,76 Ha), les cultures et jachères sous palmeraies (0,34 Ha) et les savanes arborées (0,01 Ha) ; ce qui est la conséquence d'une influence anthropique et d'une suppression de certaines tâches fragmentées.

L'évolution des différentes unités d'occupation du sol entre 2010 et 2020 a permis d'établir le bilan de la dynamique des unités d'occupation du sol entre ces deux dates.

3.1.3- Bilan de la dynamique des unités d'occupation du sol entre 2010 à 2020

La dynamique spatiale et temporelle s'exprime en termes de régression, de stabilité ou de progression des unités d'occupation du sol.

- la stabilité : elle concerne les portions qui apparemment n'ont pas connu de changements significatifs ou du moins ont gardé la même physionomie au cours des différentes prises de vue aériennes en 2010 et en 2020. Il s'agit des forêts claires et savanes boisées, des sols dégradés et des zones marécageuses.

- la régression : elle concerne les portions qui ont connu une dégradation ou une réduction de leur superficie. Il existe trois (03) ordres de régression (R1, R2 et R3). Cependant, deux ordres de régression (R1 et R3) ont été observés dans le cas présent. La régression d'ordre 3 (R3) concerne les portions ayant subi une dégradation très prononcée à savoir les cultures et jachères sous palmeraies, les cultures et jachères, les forêts claires et savanes boisées et les savanes arborées et arbustives. La régression d'ordre 1 (R1) concerne les portions ayant subi une dégradation moins prononcée que la première régression. Il s'agit des forêts galeries. Ce qui témoigne de l'incidence des différentes activités exercées par les populations sur les composantes environnementales de l'arrondissement de Za-Kpota (Commune de Za-Kpota).

- la progression : elle concerne les portions qui ont connu une évolution pour devenir plus denses ou plus fournies (anthropisées) en 2020 par rapport à leur état initial en 2010. Il existe trois (03) ordres de régression (R1, R2 et R3). Cependant, un ordre de progression a été identifié dans ce cas à savoir :

- la progression d'ordre 2 (P2) prend en compte les portions de cultures et jachères, de cultures et jachères sous palmeraies et les savanes arborées et arbustives de 2010 devenues agglomérations en 2020.

La figure 6 présente le récapitulatif en superficies des différentes unités du couvert végétal dans l'arrondissement de Za-Kpota (Commune de Za-Kpota).

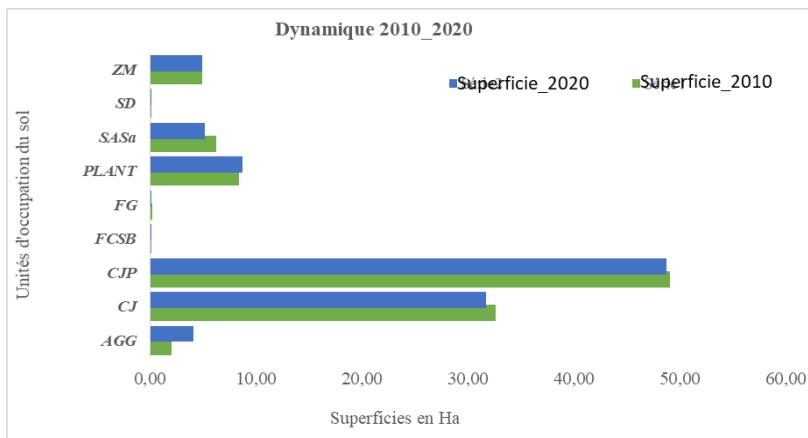


Figure 6 : Variation de l'évolution des superficies des unités d'occupation du sol (2010-2020)

Source : Traitement des données, août 2021

Légende : AGG : Agglomérations ; CJ : Cultures et Jachères ; CJP : Cultures et Jachères sous Palmeraies ; FCSB : Forêt Claire Savane Boisée ; FG : Forêt Galerie ; PLANT : Plantations ; SAsa : Savanes Arborées et arbustives ; SD : Sols Dégradés ; ZM : Zones Marécageuses.

Il ressort de l'analyse de la figure 6 qu'on observe une variation entre l'évolution des différentes unités d'occupation du sol de 2010 à 2020. Ce qui permet de dire que les unités d'occupation du sol ont connu une évolution tant régressive que progressive de leurs superficies dans le temps et dans l'espace. Il est à noter aussi une sensible stabilité de ces unités.

La figure 7 présente l'évolution du bilan de la dynamique de 2010 à 2020 dans l'arrondissement de Za-Kpota (Commune de Za-Kpota).

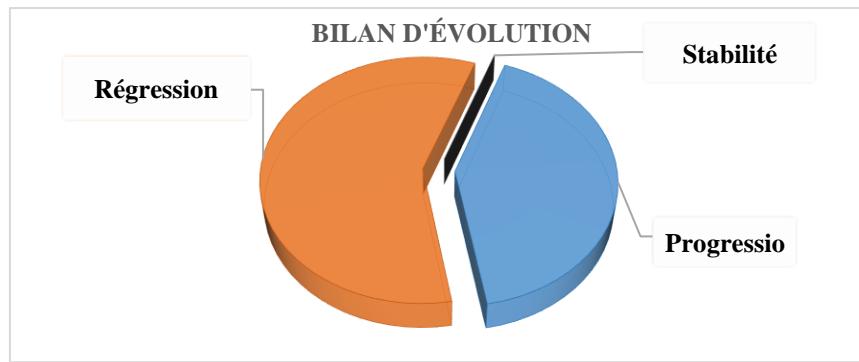


Figure 7 : Bilan de l'évolution des unités d'occupation du sol (2010 - 2020)

Source : Traitement des données, août 2021

L'analyse de la figure 7 révèle que les ordres de progression et de régression sont très prononcés du fait que la Commune de Za-Kpota est une ville à forte potentialité éco touristique et dispose aussi d'un joyau culturel et agricole aux origines fraternelles et hospitalières au cœur du plateau d'Abomey. Le couvert végétal a connu une dégradation d'ordre 1 et 3 (R_1 et $R_3 = 50,42\%$) contre une reconstitution moyenne d'ordre 2 ($P_2 = 49,50\%$). Et une stabilité de $0,50\%$. De façon générale, les aires cultivées sont prépondérantes (près de $2/3$). Cette situation est due non seulement à la technique agricole basée sur une agriculture itinérante et extensive mais également du fait que la Commune de Za-Kpota reste une Commune à vocation agricole. La figure 8 présente la synthèse de la conversion des formations végétales entre 2010 et 2020.

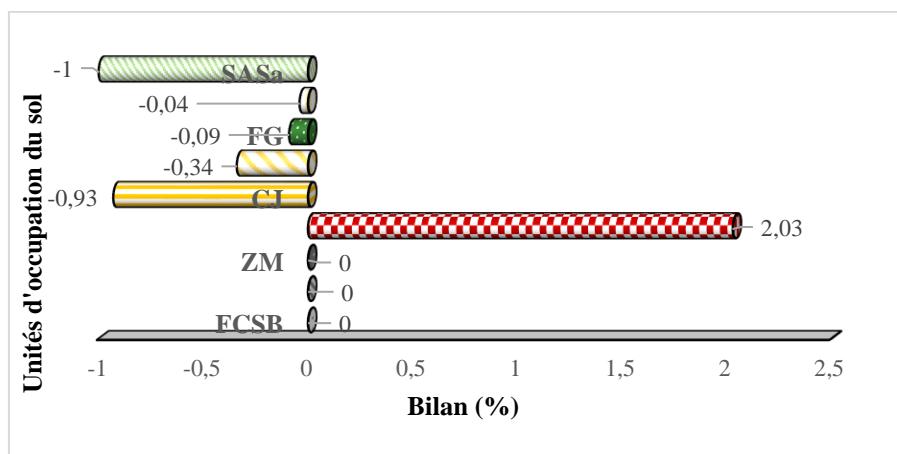


Figure 8 : Synthèse de la conversion des unités de l'occupation du sol entre 2010 et 2020

Source : Traitement des données, août 2021

Légende : AGG : Agglomérations ; CJ : Cultures et Jachères ; CJP : Cultures et Jachères sous Palmeraies ; FCSB : Forêt Claire Savane Boisée ; FG : Forêt Galerie ; PLANT : Plantations ; SAA : Savanes Arborées et arbustives ; SD : Sols Dégradés ; ZM : Zones Marécageuses.

Il ressort de l'analyse de la figure 8 que les unités ont pour la plupart régressé aussi bien du côté des zones marécageuses qu'au niveau des formations anthropiques et naturelles. En effet, entre les deux dates (2010 à 2020), il a été constaté une régression très prononcée au cours de cette période pour les cultures et jachères (- 0,93 %), les cultures et jachères sous palmeraies (034), les forêts galeries (- 0,09 %), les plantations (- 0,04 %) et les savanes arborées et arbustives (- 1 %). Ceci s'explique par une diminution des terres agricoles au profit des agglomérations. Ce qui a pour conséquence une croissance démographique conduisant à une occupation anarchique de l'espace par les populations locales de l'arrondissement de Za-Kpota. La stabilité observée au niveau des formations naturelles comme les forêts claires et savanes boisées, les sols dégradés ainsi que les zones marécageuses montre le degré d'anthropisation du secteur d'étude.

Globalement, la dynamique spatiale dans l'arrondissement de Za-Kpota (Commune de Za-Kpota) a engendré des changements d'états au niveau des unités d'occupation du sol. L'extension des superficies de ces unités causée principalement par la satisfaction des besoins toujours grandissants en ressources végétales et en terres cultivables des populations locales, s'est faite au détriment des superficies des agglomérations.

4. Discussion de résultats

Les agrumes au Bénin ont bénéficié de peu d'attention dans la recherche agronomique. Des études systématiques sur l'organisation de la filière couvrant des aspects pertinents (production, transformation, commercialisation et leur dynamique) font défaut. Parmi les 13 espèces fruitières cultivées sur le plateau d'Allada réparties en 10 familles, les agrumes comptent 4 espèces, alors que toutes les autres familles ne sont représentées que par une seule espèce. L'oranger (*Citrus sinensis Osbeck*) est retrouvé dans toutes les exploitations et domine avec 16,50 % des superficies cultivées (R. Courcier, 2000, p. 55.)

Par ailleurs l'oranger tolère d'être cultivé en association avec l'ananas (*Ananas comosus (L) Merrill*) (Tossou *et al.* 2008a, p. 1665).

Ces résultats sont similaires avec les travaux certains auteurs qui ont travaillé sur les agrumes sur à l'échelle internationale, régionale et nationale. Ainsi, les travaux de J. C. Praloran (1972, p. 57) ont permis d'identifier les zones aux potentialités agrumicoles du Dahomey. Ainsi le sud du Zou en l'occurrence la zone Agonlin-Bohicon est identifiée comme favorable à la production des agrumes toutes variétés confondues. Les agrumes cultivés et cultivables sont : les oranges, les mandarines, les tangelos, les citronniers, les pomelos, le limettier, le bigaradier. Ceux de P. Munier (1962, p. 92) et J. Brisker (1965, p. 11) cités par J. C. Praloran (1972, p. 104), ayant traité du même problème des rendements des plantations d'agrumes au Dahomey ont abouti à des estimations différentes. Munier estimait les productions par arbre à 100 Kg. Ceci est d'autant plus évident aux regards du contexte productiviste (sans engrais, plants de semis) d'une part et du fait que la production économiquement rentable en condition de production agrumicole classique en Afrique tropicale (plants greffés, apport d'engrais, utilisation de pesticides et main-d'œuvre qualifiée) ne dépasse pas 100 Kg / arbre (N. Aho et D. Kossou, 1997, p. 289 ; R. H. Raemaekers, 2001, p. 65). Par ricochet, les travaux de J Luckerhoff et F. Guillemette (2015, p. 96) révèlent la non qualification de la main-d'œuvre et de l'insuffisance ou parfois l'absence de personnel d'encadrement spécialisé.

Par ailleurs, le rendement en agrumes des plantations est estimé mais aucune mention n'est faite de l'efficacité d'utilisation des facteurs de production, en l'occurrence la terre et le capital humain. Sur la base de ces rendements, les résultats de simulation par les mêmes auteurs faisaient état d'une production attendue de 80550 tonnes en 2004 si les soins culturaux adéquats étaient apportés aux plantations.

Conclusion

L'arrondissement de Za-Kpota (Commune de Za-Kpota) offre d'énormes potentialités pour la culture spéculative des agrumes. Il s'agit : des conditions climatiques et édaphiques favorables à l'agrumiculture, des conditions humaines appréciables pour l'obtention d'une plantation d'agrumes de grandes envergures. Malgré tous ces atouts, la production d'agrumes demeure encore faible dans la Commune.

Plusieurs facteurs expliquent cette situation de production : l'utilisation des outils traditionnels, le coût élevé de la production par hectares qui dépasse le pouvoir financier de nombreux producteurs, le délai de retour sur investissement, l'absence d'encadrement technique grâce à la mauvaise organisation des acteurs de la filière, l'absence des engrais

spécifiques aux agrumes, l'inexistence d'unité de transformation adéquate des agrumes. La non-disponibilité des données statistiques sur la production de l'orange et la superficie emblavée par les plantations d'orangers contribuent au financement du budget communal de Za-Kpota chaque année à travers la TPA que perçoit la mairie sur les produits agricoles.

Les agrumes ont une place privilégiée dans le système agricole et sont essentiellement cultivés pour leurs fruits. Leurs fruits très riches en vitamine C sont consommés au naturel ou transformés. Les agrumes constituent une source de revenus pour les producteurs ruraux. Malgré leur importance dans la lutte contre la pauvreté, son développement n'est pas encore effectif.

Dans la Commune de Za-Kpota, l'économie est essentiellement basée sur le secteur agricole qui embrasse les productions végétales, animales, halieutiques et artisanales. Pourtant considérée comme la base de son économie, l'agrumiculture est confrontée à de nombreuses difficultés. La présente étude tente de contribuer à une meilleure connaissance de la culture des plantations d'orangers et de l'identification des principales difficultés qui entravent le développement de la filière orange dans la Commune de Za-Kpota.

Références bibliographiques

- AGUEMON Vignon Fabrice, 2004. *Production d'agrume et perspective de développement socio-économique de la Commune de Za-Kpota/Département du Zou*. Thèse d'ingénieur Agronome, FSA-UAC, 153 p.
- AHO Nestor et KOSSOU Dansou, 1997. *Précis de l'agriculture tropicale : Bases et éléments d'application*. Les éditions du Flamboyant, Cotonou-Bénin, 364 p.
- BRISKER John, 1965. *Les problèmes de rendement de plantation d'agrume au Dahomey*. Fiche technique, CIRAD, 20 p.
- COURCIER Raoul. 2000. *Développement de la production fruitière commerciale en Haïti, actions passées et perspectives pour la commission Européenne*. 80 p.
- CROLE-REES Anna et BIO GOURA Soulé, 2001. *Secteur cotonnier du Benin : mécanisme de formation des prix cotonniers et des intrants*. INRAB, 205 p.
- ECONOMOS Christine et CLAY William, 1998. *Nutritional and health benefits of citrus fruits*. FNA/ANA, 8 p.
- ELEGBE Hugues Aguin, IMOROU TOKO, Ibrahim, AGBOHESSI Prudencio, BLE Célestin, BANAG Anne, CHIKOU Antoine, EYANGO TOMEDI Minette et LALEYE Philippe, 2003. Etude des problèmes de pourriture des agrumes et de rentabilité des stratégies de commercialisation au niveau des exploitations productrices en rapport avec le type de fumure utilisé dans le village de Za-Kékéré (Commune de Za-Kpota.). Int. I. Chem0 Sci. 9 (4) : 1937 – 1949. ISSN : 1997-34 X (Online, ISSN : 1991-8631 (Print)).
- FAO, 2010. *Gestion des activités rurales génératrices de revenus*. Rome Statistical Press, 80 p.
- FAO, 2009. *La déforestation, un phénomène : Nouveaux chiffres de la FAO sur les forêts mondiales*, FAO, Rome, Italie 120 p.
- FAO, 2008. *La déforestation se poursuit à un rythme alarmant : Nouveaux chiffres de la FAO sur les forêts mondiales*, FAO, Rome, Italie 110 p.
- FAO, 2000. *La situation mondiale de l'alimentation et de l'agriculture*. Collection FAO, Agriculture. 32, ISSN : 0251- 1460, 354 p.
- INSAE, 2012. *Rapport de synthèse du département du Zou pour l'enquête démographique et de santé (EDSB-IV)*, 20 p.
- INSAE, 2002. Recensement Général de la Population et de l'Habitation (RGPH 3). Résultats définitifs, 40 p.
- INSAE, 2013. Recensement Général de la Population et de l'Habitation (RGPH 4). Résultats définitifs, 33 p.
- LOEILLET Denis, 2010. Agrumes et jus d'orange : les marchés mondiaux. " La renaissance du Palais d'Eté ". Cyclope, Paris : *Economica, CIRAD Agritrop*, 421 - 424. ISBN : 978-2-7178-5856-3.
- LUCKERHOFF Jason et GUILLEMETTE François, 2015. Méthodologie de la théorisation enracinée. Fondements, procédures et usages. Québec, *Presses de l'Université du Québec*, 33 (2) : 82 - 115.

- MUNIER Pierre, 1962. La culture du Lulo en Colombie. *Fruits*, 17 (2) : 91 - 92
- NAPPORN Wilhelmine, 2005. Evaluation of gas diffusion electrodes as detectors in amperometric hydrogen sensors. *Electrica*, 30 (2) : 77 - 84.
- NDO Eunice Golda. Danièle, 2011. *Evaluation des facteurs de risque épidémiologique de la phaeoramulariose des agrumes dans les zones humides du Cameroun*. Thèse de Doctorat du Centre international d'études supérieures en sciences agronomiques. CIRAD, 206 p.
- NICOLAS Julie, 2014. *Phase exploratoire à la mise en place d'un schéma d'approvisionnement de plants d'agrumes sains et authentiques en Guyane*. Mémoire de fin d'études. ISTOM/CIRAD, 108 p.
- OLOMOLA, Philippe 2006. L'agriculture paysanne peut-elle survivre en tant qu'entreprise en Afrique ? *Communication sollicitée présentée à la Conférence Économique de la BAD sur l'Accélération du Développement en Afrique* ; Tunis, 4 : 40-45.
- ORSTOM, 1977-1979. *Rapport d'activités*, ORSTOM, Paris, 198 + 164 p.
- PDC Za-Kpota, 2012. *Synthèse du plan de développement communal de Za-Kpota*. Plateforme ses ressources web de la MdSC, 56 p.
- PRALORAN Jacquemont Camille, 1972. *L'agrumiculture dahoméenne. Situation actuelle, amélioration et développement*. Paris, GERDAT-IFAC, 103 p.
- PRALORAN Jacquemont Camille, 1971. *Les agrumes : Techniques agricoles et productions tropicales*. Ed.GP. Maison neuve et La rose. Paris 35 p.
- RAEMAEKERS Romain Hector, 2001. Agriculture en Afrique tropicale. Ed. Ministère des affaires Etrangères du Commerce. *DGIS*, 9 (264) : 58 - 95.
- SCDA-ZA-KPOTA, 2017. *Projet d'amélioration de la situation nutritionnelle, des pratiques d'alimentation, d'hygiène et de santé dans la Commune de Za-Kpota*. République du Bénin, MAEP, PMASN, Afric' Mutualité, 56 p.
- SCHWARTZ Daniel, 1995. *Méthode statistique théorique et appliquée (Tome 2)*. De Boeck & Larcier, Paris– Bruxelles, 659 p.
- TOSSOU Gbèkponhami Monique, YEDOMONHAN Hounnankpon, ADOMOU Cossi Aristide, AKOEGNINOU Akpovi et AKPAGANA Koffi, 2008. Dépôt pollinique actuel et végétation du sud du Bénin. IFG, *Int.J.Biol.Chem. Sci.* 6 (4) :1647-1668. ISSN : 1991-8631

SYSTÈME D'ÉLEVAGE, VULNERABILITÉ DES ACTEURS ET PRÉCARITÉ DES RESSOURCES NATURELLES AU BURKINA FASO

SANOU KOROTIMI

Département de Géographie, Université Norbert ZONGO, Burkina Faso, Laboratoire de Recherche en Sciences-Humaines et Sociales (LABOSHS), Laboratoire d'Etudes et de Recherche sur les Milieux et les Territoires (LERMIT), Burkina Faso, sanoukoro77@gmail.com

Résumé : L'élevage est un secteur très important pour l'économie du Burkina Faso. En 2017, l'INSD estime que la mauvaise performance dans le secteur primaire découle du faible rendement dans l'agriculture. L'activité économique se comporte cependant bien dans les branches d'élevage (+2,8%) et de sylviculture, de pêche et de chasse (+2,0%). Il est donc impératif de prendre les initiatives appropriées pour assurer la durabilité et l'efficience économique de ce secteur. D'où la nécessité d'identifier les risques majeurs et la vulnérabilité des acteurs face aux aléas. La méthodologie s'inscrit dans une approche participative. Elle consiste à faire un diagnostic clair de la tendance des principaux aléas affectant le secteur de l'élevage dans les zones agroécologiques, incluant des entretiens avec les acteurs clés notamment les éleveurs, et l'analyse statistique des données pluviométriques (1921-2016). Outre le risque climatique engendré par l'aléas naturel qui affecte la production végétale et la disponibilité de l'eau pour les animaux, les résultats indiquent l'insécurité et les conflits qui sont des aléas très souvent associés à la compétition pour l'accès aux ressources (pâturage, point d'eau). Les maladies ne sont classées qu'en cinquième positions en termes de dangerosité pour l'élevage.

Mot clés : Burkina Faso, élevage, précipitation, aléa.

Abstract : Livestock production systems, the vulnerability of farmers and the precariousness of natural resources in Burkina Faso. Livestock farming is a very important sector for Burkina Faso's economy. In 2017, the INSD estimates that the poor performance of the primary sector is due to low agricultural output. However, economic activity is performing well in livestock farming (+2.8%) and forestry, fishing and hunting (+2.0%). Appropriate initiatives must therefore be taken to ensure the sustainability and economic efficiency of this sector. Hence the need to identify the major risks and stakeholders' vulnerability to hazards. The methodology is based on a participatory approach. It involves making a clear diagnosis of the trends in the main hazards affecting the livestock sector in agro-ecological zones, including interviews with key players, particularly livestock farmers, and statistical analysis of rainfall data (1921-2016). In addition to the climatic risk generated by natural hazards that affect crop production and the availability of water for animals, the results indicate insecurity and conflicts, which are hazards very often associated with competition for access to resources (grazing, water points). Diseases are only ranked fifth in terms of danger to livestock.

Key word : Burkina Faso, livestock, rainfall, risk.

Introduction

Pays sahélien avec une population majoritairement rurale, l'économie du Burkina Faso est aminée par le secteur primaire ; l'agriculture et l'élevage. Le secteur est toujours à la traîne compte tenu de sa faible mécanisation malgré l'engagement de l'Etat pour le développement et la performance des systèmes agraires en vue d'une augmentation de la productivité (J-M. Dipama, 2014a ; p.109). En 2017, l'Institut Nationale des Statistiques et de la Démographie estime que la contre-performance dans le secteur primaire résulte de la mauvaise campagne agricole 2017/2018 qui a occasionné une baisse de la production de 9,7 % dans l'agriculture (INSD, 2020, p.68). Cependant, l'activité économique se comporte bien dans les branches d'élevage (+2,8 %) et de sylviculture, de pêche et de chasse (+2,0 %).

L'élevage est un secteur très important pour l'économie du Burkina Faso. En effet, il a une part croissante dans la balance commerciale qui est passée de 29 % à 44 % entre 2001 et 2010 (PABEL-B, 2018, p.4), occupant ainsi la troisième place après l'or et le coton. De nos jours, le secteur fait face à un double défi, les crises climatique et sécuritaire. En effet, l'évolution progressive des espèces animales est en déphasage avec la disponibilité des ressources qui se dégradent au fil des années dû à une baisse significative des précipitations et une élévation de la température moyenne annuelle (Doumounia A. *et al.*, 2020, p.58).

Par ailleurs, le manque d'initiative pour les cultures des plantes fourragères pour l'alimentation des animaux devient une problématique face aux besoins croissant de fourrage des éleveurs. Ainsi, le caractère extensif du système pastoral nécessitant la mobilité des animaux (transhumance), est confronté à l'insécurité grandissante qui se manifeste par des

déplacements de population, vient complexifier d'avantage la disponibilité des ressources fourragères et l'eau, source de conflits entre acteurs essentiellement imputable à la précarité des moyens de production (K. Sanou, 2022, p.523). Cet article a pour objectif d'identifier les groupes d'acteurs les plus vulnérables en fonction des aléas, des facteurs contributifs du risque et les systèmes de production en lien avec l'élevage. Il fait suite à des investigations conduites courant 2018 à l'échelle du Burkina Faso dans le cadre de la cartographie intégrée des risques dans le secteur de l'élevage.

1. Approche méthodologique

Ce cadre théorique est plus qu'opportun pour harmoniser le niveau de compréhension aussi bien conceptuel que thématique sur l'aléa. Si le risque est perçu comme étant le produit d'un aléa et d'une vulnérabilité, les aléas, les enjeux et la vulnérabilité sont autant d'élément qui concourent à l'effectivité d'un risque (F. Leone *et al.*, 2010 ; in G. Serpentié *et al.*, 2019, p.2). L'approche participative a été privilégiée et s'inscrit dans la logique de la conception du risque comme produit de l'aléa et de la vulnérabilité avec une typologie de l'aléa qui est d'origine naturelle ou anthropique. Elle s'articule en trois phases : la recherche documentaire, l'analyse statistique et les enquêtes sociales. La collecte des données a concerné plusieurs catégories d'acteurs issus des services déconcentré de l'État (Direction Générale des Espaces et Aménagements Pastoraux (DGEAP), Direction Générale des Ressources en Eau (DGRE), Direction Générale des Etudes et Statistiques Sectorielles (DGESS), Direction Générales des Services Vétérinaires (DGSV) du Ministère des Ressources Animales et Halieutique (MRAH)) qui produisent et diffusent les informations en lien avec la thématique, au nombre de vingt personnes et un groupe d'une centaine d'éleveurs. Les échanges ont porté à la fois sur les aléas (sécheresse, déficit fourragé, l'insécurité, les maladies, les conflits), les vulnérabilités, la hiérarchisation des risques et les perceptions. Les données ont été collectées sous forme d'une enquête d'administration directe de guide d'entretien au cours de deux ateliers organisés avec les deux groupes d'acteurs précédemment énumérer.

L'analyse statistique a concerné les données pluviométriques des stations synoptiques de Dori, Ouagadougou et Bobo-Dioulasso couvrant respectivement les zones climatiques du domaine sahélien, nord soudanien et sud-soudanien (Figure 1).

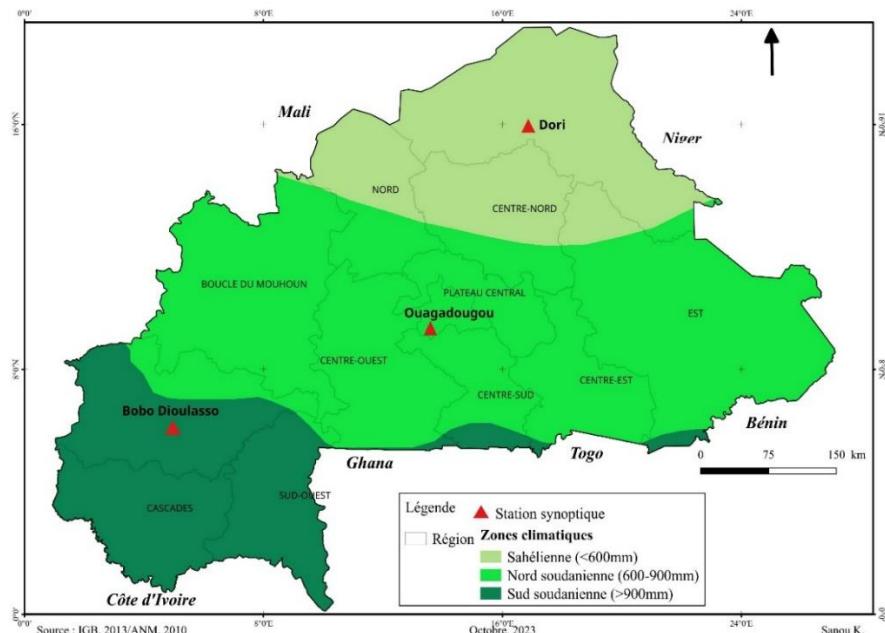


Figure 1 : Localisation des stations synoptique en fonction des zones climatiques

La pluviométrie moyenne annuelle concerne la période de 1921 à 2016, obtenue auprès de l'agence nationale de la météorologie (ANAM). Les données sur les effectifs des animaux ont été recueillies auprès de la direction du recensement générale de l'agriculture (RGA), à partir des enquêtes conduites en 2011 et en 2020 par le ministère des ressources animales et halieutique (MRAH). Le traitement des informations et données statistiques a été possible grâce aux logiciels Sphinx et Excel, avec QGIS3 pour la cartographie. Les analyses ont abouti aux résultats suivants structurés en trois points essentiels suivis de la discussion.

2. Résultats et discussion

2.1. Répartition des animaux d'élevage

Le Burkina Faso, par sa position géographique entre le sahel et le littoral maritime, remplit les conditions écologiques favorables à la conduite de l'activité pastorale. En 2019, les espèces les plus élevées sont par ordre d'importance les caprins, les ovins, les bovins, les asins, les équidés et les camelins (tableau I). Les régions du Sahel avec plus de deux millions de têtes, des Hauts Bassins et de l'Est, sont les plus représentatives en termes d'élevage de bovin. Quant aux petits ruminants (ovin et caprin), c'est toujours la zone du Sahel qui est en tête suivi du Centre Ouest, Centre Nord, de l'Est et du Nord.

Tableau I : Répartition du cheptel par région en 2019

Région/Espèces	Bovins	Ovins	Caprins	Asins	Equins	Camelins
Boucle du Mouhoun	886194	882680	1385012	156835	2763	364
Cascades	746763	273647	261493	2257	90	0
Centre	172064	259740	391730	65170	1639	0
Centre Est	471159	84789	1244409	104977	2498	0
Centre Nord	565186	1190133	1483658	81307	4409	94
Centre Ouest	779339	1195798	1952685	168123	424	0
Centre Sud	351114	463125	876691	93580	884	0
Est	1141053	1101159	1704507	127906	5160	424
Hauts Bassins	1666586	985857	942308	110602	572	0
Nord	458089	1067422	1444380	126729	8626	2472
Plateau central	35784	668947	998558	126692	2059	0
Sahel	2062623	1508590	2700287	87983	12353	16899
Sud-Ouest	378817	310435	718162	2905	472	0
Total	10036771	10755322	16103880	1255066	41949	20253

Source : DGESS/MRAH, 2020

L'analyse du tableau révèle une forte pratique de l'élevage dans le Sahel, l'Est et une majeure partie du Centre du pays. Cette distribution semble être conforme à la disponibilité de l'espace témoignant de la faible densité de population dans le Sahel pour l'élevage des bovins, contrairement aux régions du Centre Ouest, Centre Nord et de l'Est qui sont spécialisées dans l'élevage des petits ruminants avec une forte pression humaine. Cela fait penser à une distribution selon la disponibilité des ressources naturelles, la présence humaine qui conditionne la demande et l'offre du marché. Par ailleurs, l'élevage est fortement tributaire des ressources naturelles (eau et fourrage) qui à leur tour sont également corrélées au climat.

2.2. Contraintes de la disponibilité des ressources naturelles : pâturage et eau

L'élevage extensif est le plus pratiqué au Burkina Faso. Il a tendance à se sédentariser malgré son caractère extensif compte tenu de l'association de l'agriculture à l'élevage adopté par les ménages ruraux. De nos jours, l'élevage tend à se moderniser avec le développement de systèmes intensif et semi-intensif tant en milieu rural qu'urbain.

2.2.1. Disponibilité du pâturage

A l'échelle nationale, l'essentiel du cheptel est constitué de bovin, d'ovin et de caprin qui enregistre une augmentation en nombre (figure 2). En effet, en dehors des asins dont l'évolution est moins perceptible, on note une évolution progressive conséquent des caprins, ovins et bovins en une décennie.

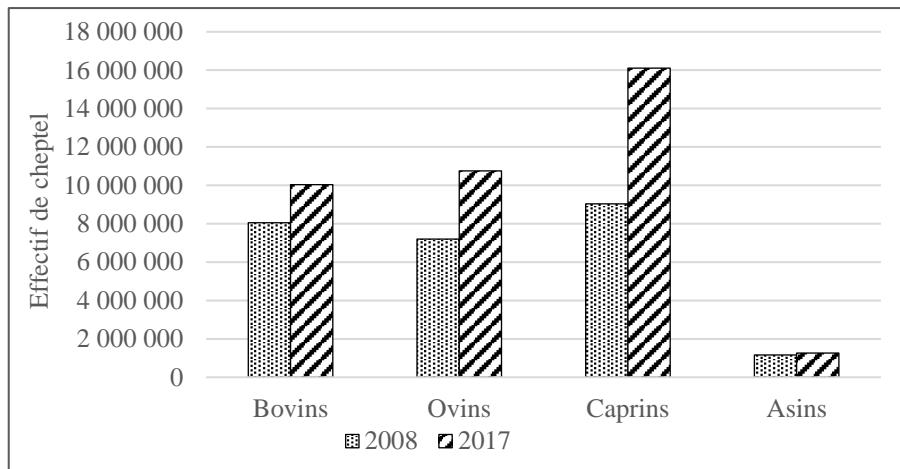


Figure 2 : Evolution du cheptel entre 2008 et 2019

Source : RGA, 2011 ; DGESS/MRAH, 2020

Cette évolution est en déphasage avec la disponibilité des ressources naturelles qui se dégradent au fil des années. Car le pâturage naturel est la principale source d'alimentation utilisé par les populations. Il ressort des entretiens que suivant l'espèce dominante, les éleveurs estiment les ressources naturelles, pâturage et eau de surface comme principale source d'alimentation des bovins (97,45 %), caprin (98,28 %), ovins (95 %) et asins (75 %). Les sous-produits agroindustriels (son de maïs), les fourrages cultivés, et le foin sont utilisés en aliment de complément par 12 % des éleveurs enquêtés. La culture des plantes fourragères est peu expérimentée par les éleveurs. Selon le GRAD (2017), à l'échelle du pays, on estime à 747 496 ha les 28 zones pastorales fonctionnelles et un potentiel de 1 200 000 ha d'aires de pâture villageoise et inter villageoise dont l'usage est commun aux villages limitrophes. Ces espaces sont inégalement répartis, les régions du Centre Sud et du Centre Est sont les mieux dotées comparativement au Nord et au Centre Nord. Dans l'ensemble le parcours pastoral reste insuffisant compte tenu du caractère extensif de l'élevage et de sa dépendance vis-à-vis de la pluviométrie et la pression foncière qui constituent des défis tant en termes d'accès que de disponibilité de ressources naturelles.

2.2.2. Conditions pluviométriques

Depuis les années 1961, l'on constate une diminution progressive des quantités de pluies du nord vers le sud au Burkina Faso (figure 3). La subdivision du pays en zone climatique est fonction de la ligne de partage des eaux de pluie qui varie essentiellement entre les isohyète 600 et 900 mm. Entre 1961 et 2010, l'isohyète 600 mm est passée du 14^e au 13^e parallèle. L'isohyète 900 mm est passée du dessus du 12^e au 11^e parallèle.

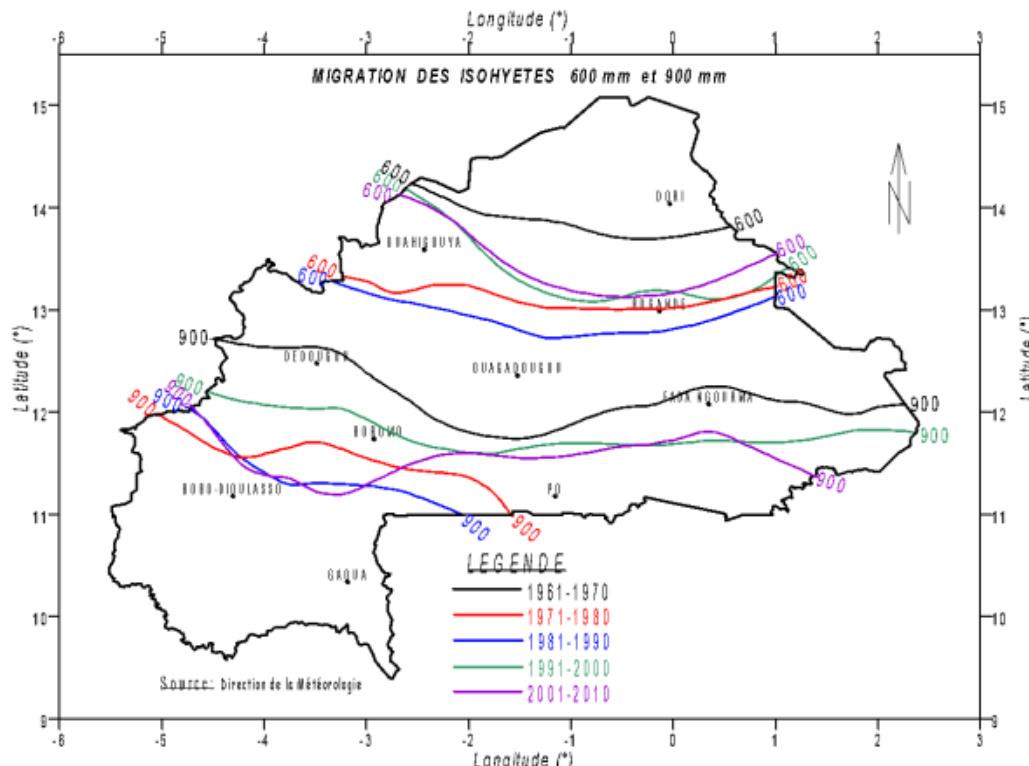


Figure 3 : Migration des isohyètes du Nord vers le Sud du Burkina Faso

Ce repositionnement des isohyète joue sur l'extension des zones climatiques. En effet, les zones sahélienne (le nord du pays) et nord soudanienne (le centre du pays) ont tendance à s'étendre compte tenue de la régression de la pluie, au détriment de la zone sud-soudanienne occupant l'ouest et le sud du pays qui perd en superficie (carte 1). Or, elle est la plus arrosée avec une pluviométrie moyenne de 1000 mm d'eau par an.

2.2.3. Évolution de la pluviométrie dans les trois zones climatiques

En vue d'obtenir des informations plus poussées, il a été procédé à l'analyse de l'évolution de la pluviométrie par zones climatiques du Burkina Faso. La détermination des anomalies a permis de voir la tendance générale de l'évolution de la pluviométrie de 1921 à 2016 avec des périodes excédentaires et déficitaires qui correspondent respectivement aux anomalies positives et aux anomalies négatives.

Ainsi, la variation interannuelle des quantités de pluie dans la zone sahélienne indique une évolution irrégulière avec une tendance à la baisse des précipitations (figure 4). Elle révèle un nombre quasi identique des années excédentaire (47) et déficitaire (49). De 1952 à 1966, la zone connaît une succession d'anomalies positives ce qui sous-entend une période d'abondance pluviométrique, et une période allant de 1968 à 1987 marquées par des successions d'anomalies négatives. Ce qui confirme cette tendance à la baisse amorcée depuis les années 1968 jusqu'à nos jours.

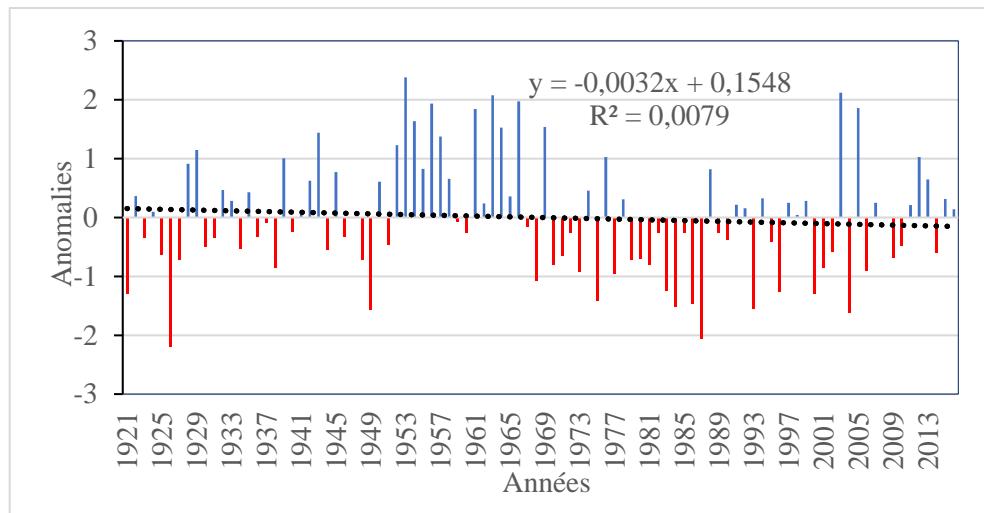


Figure 4 : Variation interannuelle des précipitations de la station de Dori

L'analyse de la figure 5 montre une évolution interannuelle des précipitations en baisse continue dans la zone nord soudanienne sur la période 1921-2016. Cette baisse est plus marquée à partir des années 1977 jusqu'en 2011, soit plus d'une décennie, sauf en 1991 où la pluviométrie atteint 900,7 mm, au-dessus de la moyenne de la série qui est de 818,2 mm. La période pluvieuse couvre les années 1922 à 1976, ponctué par des années sèches dont les plus prononcés sont en 1926, 1944, 1947 et 1963.

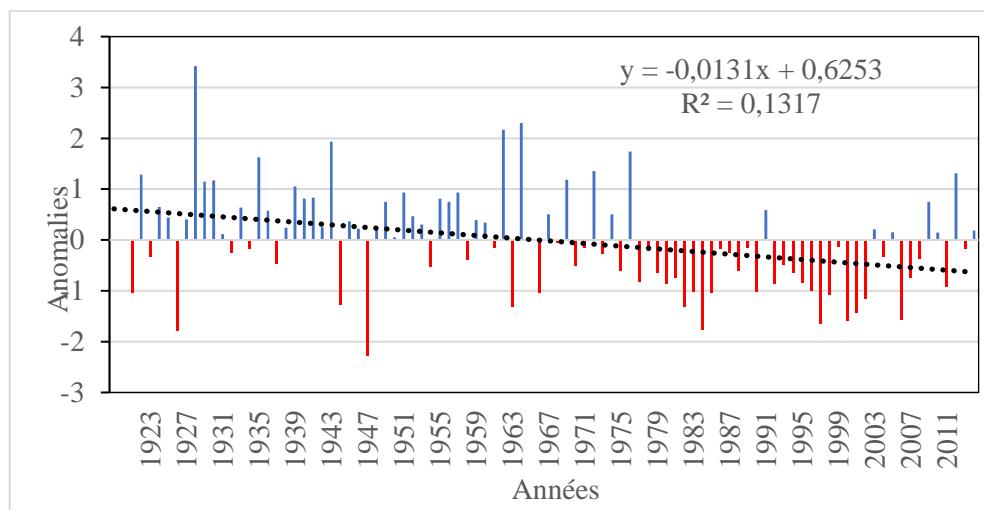


Figure 5 : Variation interannuelle des précipitations de la station de Ouagadougou

Quant à la zone sud soudanienne, la moyenne annuelle des précipitations révèle une irrégularité avec une tendance à la baisse (figure 6). Elle enregistre aussi des successions de déficit à partir de 1971, mais moins longue que dans la zone nord soudanienne. La valeur moyenne des précipitations de la série est de 1091,54 mm, oscillant entre les plus grandes quantités d'eau recueillies en 1952 (1551,6 mm) et 1955 (1548 mm), et la plus petite quantité de 775,4 mm en 2011. L'année la plus déficiente dans la zone sud-soudanienne correspond à un excédent de 783,7 mm d'eau dans la zone sahélienne en 1953.

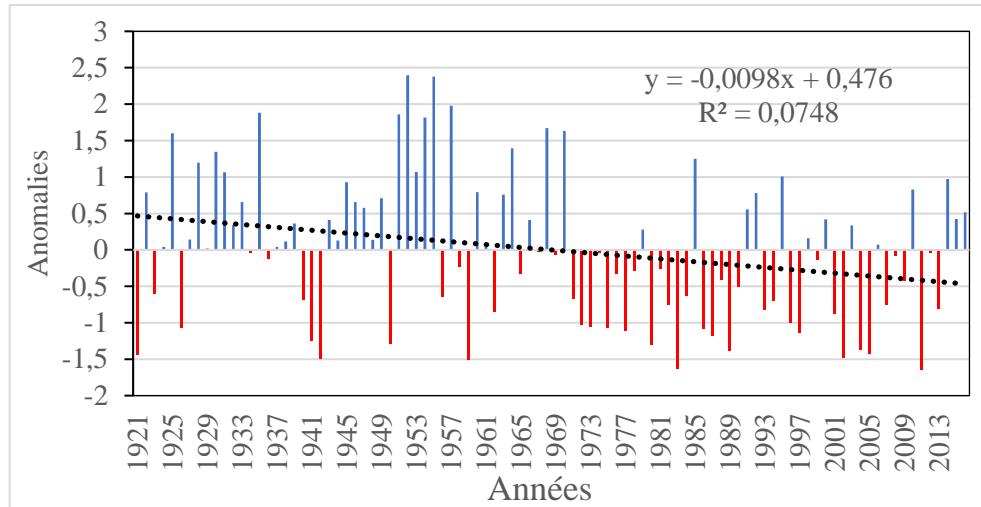


Figure 6 : Variation interannuelle des précipitations de la station de Bobo-Dioulasso

En somme que l'on soit en zone sahélienne, nord soudanienne ou sud soudanienne, la tendance générale est à une régression des précipitations, les années sèches représentent 51,04 % contre 48,95 % d'années humide pour la période allant de 1921 à 2016. Cette baisse généralisée des quantités d'eau de pluies sur le territoire burkinabé, qui cache certes une disparité dans sa répartition spatio-temporelle, vient confirmer la migration des isohyètes d'une part. D'autre part, elle influence la disponibilité des eaux de surface tant pour la pratique des cultures irriguées que pour l'abreuvement des animaux. Cela impact aussi le développement des plantes et la disponibilité de pâturages de qualités pour les animaux.

2.3. Vulnérabilité des éleveurs face aux contraintes de production

Les stratégies d'adaptation dépendent aussi bien de la perception des risques que des moyens d'existence qu'il faut mobiliser pour y faire face. Une typologie des éleveurs et leur perception des risques ont été nécessaires pour mesurer leur niveau d'appréciation des aléas et vulnérabilités. Des critères sur le mode et les objectifs de production, le nombre et le type de cheptel, ainsi que l'activité économique dominante, ont été adoptés (tableau II).

Tableau II : Typologie des éleveurs

Critères \ Types	Type 1	Type 2	Type 3
Mode de production	Sédentaire	Semi-sédentaire	Transhumance
Objectif de production	Support de production	Epargne	Principale source de revenu
Nombre d'animaux	< à 10 têtes	10 à 40 têtes	> à 40 têtes
Activité principale	Agriculture-élevage	Elevage-agriculture	Elevage

L'analyse du tableau indique trois types d'éleveurs. Le premier type (Type 1) concerne les agriculteurs qui associent l'élevage à leur pratique agricole comme support de production, ils sont généralement des sédentaires. Le deuxième type (Type 2) prend en compte les éleveurs ayant un cheptel conséquent, entre 10 et 40 têtes, qui en plus de l'élevage pratique l'agriculture. Enfin le troisième type (Type 3) concerne les éleveurs pur tirant leur revenu économique essentiellement de l'élevage, ils ont un capital compris entre 40 et 100 têtes voir plus de 100 têtes. Ils pratiquent la transhumance à la recherche de conditions écologiques favorable pour le développement des animaux.

Par la suite, il a été question d'identifier et de classer les aléas suivant leur degré de dangerosité pour l'activité pastorale. Sept aléas ont été énumérés et hiérarchisés (tableau III).

Tableau III : Hiérarchisation des aléas en fonction leur dangerosité

Aléas	Dangerosité	Fréquence
Manque de fourrage (déficit hydrique)	1	2 à 3 ans
Manque d'eau (déficit hydrique)	1	2 à 3 ans
Insécurité	3	Tout moment
Conflits	4	Tout moment
Maladies	5	Chaque année
Volatilité du prix des animaux	6	Depuis 2015
Orpaillage	7	Tout moment

Les aléas naturels qui sont au nombre de deux sont les plus dangereux, ils sont tributaires de l'aléas déficit pluviométrique avec son corollaire d'insuffisance de fourrage et de manque d'eau. A la suite, il y a les aléas anthropiques avec l'insécurité et les conflits en troisième et quatrième position qui sont plus liés à la situation sécuritaire actuelle du pays et au conflit d'usage lié à l'accès aux sources de production (terre et eau). Les maladies, l'instabilité des prix du bétail et l'orpaillage sont les moins dangereux mais constituent néanmoins une source de vulnérabilité. En effet, ils constituent un handicap pour l'élevage, notamment l'orpaillage qui est en pleine expansion, entraîne une dégradation de l'environnement à travers la pollution des eaux et des terres avec les produits chimiques lors de l'extraction des minéraux.

L'évaluation du niveau de vulnérabilité des éleveurs est réalisée à partir du croisement des données relatives à la typologie des éleveurs et aux aléas. Sur une échelle de 1 à 5, les éleveurs ont procédé à l'estimation de leur vulnérabilité en fonction de leur activité principale (cf. tableau 2). La figure 7 illustre l'exposition des éleveurs par rapport aux aléas identifiés.

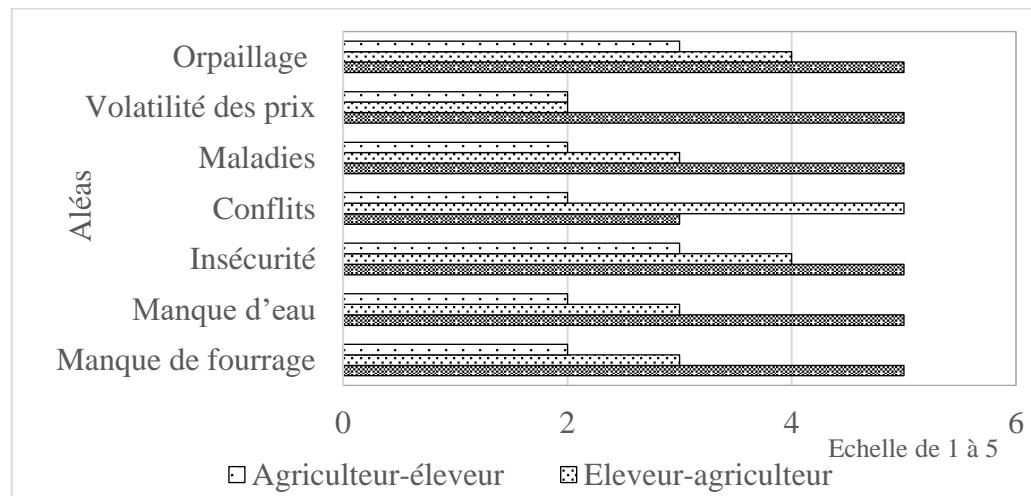


Figure 7 : Vulnérabilité des types d'éleveurs par rapport aux aléas

L'éleveur pur (Type 3) est le plus vulnérable, ces moyens d'existences dépendent entièrement de la santé de son bétail (eau, pâturage, absence de maladies) et d'un environnement propice à la reproduction et à l'épanouissement du cheptel. L'éleveur-agriculteur (Type 2) est aussi vulnérable, mais moins exposé que l'éleveur pur. Ce dernier a un autre moyen d'existence notamment l'agriculture qui lui permet de s'adapter au manque de ressources naturelles, mais reste très sensible aux conflits, à l'insécurité et à l'orpaillage. Contrairement à ces deux types, l'agriculteur-éleveur semble être le plus résilient tant aux aléas

naturels qu’anthropique. En effet dans la pratique les populations les plus vulnérables ont tendance à diversifier leurs sources de revenus pour lutter contre les aléas, qu’ils soient climatiques ou sociaux. Cela sous-entend une diversification intelligente des moyens d’existences qui ne sont pas exposés aux mêmes aléas afin d’accroître les capacités vers la résilience. Ce qui est loin d’être le cas pour l’agriculteur-éleveur ou l’éleveur-agriculture dont les moyens d’existences sont soumis à un même aléa, la sécheresse.

3. Discussion des résultats

Au Burkina Faso, les bovins et les petits ruminants sont en nombre plus élevés que les asins, les équins et les camelins. Entre 2008 et 2017, l’effectif total des bovins, ovin, caprin et asins est passé de 25 452 408 têtes à 38 151 039 têtes. L’élevage est caractérisé ces dernières années par une augmentation du cheptel de 19,5 % pour les bovins, 30 % pour les ovins et 27,9 % pour les caprins, qui sont les principales espèces élevées (GRAD, 2017, p.11). Cette prédominance des bovins et petits ruminant s’explique par la valeur nominale du troupeau estimée à 2 674, 8 milliards de F CFA en 2017, dont un apport considérable des bovins (62 %) et un total de 26,4 % des caprins et ovins (MRAH, 2019, p.18). L’objectif visé est la reproduction pour la rente économique. Selon le Recensement Général de l’Agriculture (DPSAA/RGA, 2011, p.18), certaines espèces comme les bœufs de trait, les asins, les équins et les camelins sont élevés essentiellement pour l’attelage, support de production.

Quant à leur distribution à l’échelle du territoire, les régions du Sahel, de l’Est sont les mieux doté en bovin, caprin et ovin. Or, ces espaces à prédominance pastorale, le Sahel (31 habitants/km²) et l’Est (41 habitants/km²) font partie des cinq régions les moins densément peuplées contre une moyenne de plus de 100 habitants au km² pour les régions du Plateau Central, du Centre Est (INSD/RGPH, 2022, p.34). La dynamique de la population engendre une expansion des espaces cultivable et inversement une diminution des jachères, des parcours et autre surfaces non emblavées. La densité serait un facteur clé dans la dynamique de l’émergence des compétitions liés à l’utilisation des terres entre éleveur et agriculteur en milieu rural. Ainsi, les conditions climatiques qui subdivisent le Burkina Faso en trois zones climatiques justifie la répartition des animaux donc l’occupation d’une population majoritaire agricole.

En 2004, le Ministère des Ressources Animales rapportait qu’environ 3,3 % des espaces pastoraux étaient mis en culture chaque année (GRAD, 2017, p.11). Les produits locaux sont plus utilisés pour l’alimentation de la volaille et les porcins. Les sous-produits agroindustriels, le fourrage cultivé et le foin ne sont utilisés que par une proportion infime de ménages éleveurs. Ainsi, au Burkina Faso, les systèmes de production animale se caractérisent par l’utilisation de la production de fourrage dans les pâturages « naturels » et l’utilisation des résidus de cultures d’une agriculture elle-même pluviale (K. Sanou *et al.*, 2020, p.613).

La migration des isohyètes du nord vers le sud est une réalité, elle est fortement corrélée à la variation du nombre d’années sèches et l’apparition de l’isohyète 400 mm au Nord du Burkina Faso (J.M. Dipama, 2009 ; p.46 ; J.M. Dipama, 2014b ; p.43). Elle joue sur l’évolution en dents de scie des quantités d’eau enregistrées depuis 1921, avec une tendance à la baisse des précipitations sur toute l’étendue du Burkina Faso et pas que, car cela a été constaté dans la zone sud du Sahara (B.L.C.N. Karambiri *et al.*, 2023 ; p.17).

Les déficits pluviométriques (anomalies négatives) constatés tant en zone sahélienne, nord soudanienne que sud soudanienne, notamment la succession d’années sèche, sont consignés par les éleveurs comme les aléas les plus dangereux pour la survie de leur activité. Ils conditionnent la disponibilité de l’eau et du pâturage pour les animaux et influencent le début et la fin de la transhumance mais également les itinéraire et les localités d’accueil. O. Kaboré *et al.* (2018, p.256) constatent aussi les effets de la répétition constante des années sèches sur la station de

Djibo et leur conséquence sur la production végétale et singulièrement sur les cultures dans la zone sahélienne. Par ailleurs, K. Sanou *et al.* (2020, p. 615) ont montré l'existence de risque climatique à travers l'analyse des SPI (Standard Precipitation Index) dans les 45 provinces du Burkina Faso sur la période de 1998 à 2016 et la corrélation qui en découle avec la baisse de la production de biomasses (fourrages). L'analyse comparative de ces deux facteurs laisse penser qu'en année humide, le rapport de surface augmente beaucoup dont il se produit un rétrécissement des espaces de parcours. Par contre en année sèche, le rapport de superficie diminue dans de nombreuses zones dont une libération du front agricole au profit des espaces de parcours (PADEL-B, 2018, p. 48). Par conséquent, il n'est pas hasardeux d'affirmer que le système de culture majoritairement extensif au Burkina Faso est plus une stratégie pour parer à l'adversité du climat plutôt qu'un manque de politique efficace dans l'élaboration de plan d'occupation des sols et de stratégie d'aménagement du territoire rural.

Toutefois, les contraintes liées aux pastoralismes ne sont pas que naturelles, celles anthropiques sont à une fréquence plus régulière avec des causes diverses et variées, pouvant survenir à tout moment donc imprévisible. Il s'agit de l'insécurité, de conflits, de maladies, de l'instabilités des prix de vente des animaux et de l'orpailage. Insécurité et conflit semblent lié car l'un engendre l'autre. En effet, certaines provinces comme la Comoé, la Komondjari, le Seno et le Yagha, zones de concentration de bétail en saison sèche compte tenu de la disponibilité de fourrage se transforment en des sites conflictuels entraînant parfois des migrations définitives de certains éleveurs vers le Bénin et le Ghana (K. Sanou *et al.*, 2020 p.618). Quant aux maladies des animaux, ils sont tributaires des extrêmes climatiques pouvant causer une augmentation de la mortalité du cheptel. Dans les zones tropicales et subtropicales, M. Rojas-Downing *et al.* (2017, p.147) estiment que les fortes chaleurs conjuguées à la sécheresse dégradent la composition floristique des pâturages en les dépossédant de leurs valeurs nutritionnelles et leur consommation entraîne une faible capacité de digestion des animaux accroissant ainsi leur morbidité.

Conclusion

A l'instar des autres pays du monde, la population du Burkina Faso présente une disparité de répartition de sa population sur l'étendue de son territoire. Si l'occupation de l'espace et la densité de population rime avec les potentialités agropastorales des régions, de nos jours c'est la sécurisation des personnes et des biens qui justifie la mobilité de la population. Pays sahélien et fortement agricole, le Burkina Faso fait face à l'adversité du climat marqué par des déficits de pluies qui impact durablement les sources de production depuis les années 1921. Le secteur de l'élevage n'est pas en reste, car il est rythmé par des successions d'années sèches qui réduisent progressivement la disponibilité des pâturages et l'eau de surface pour l'alimentation et l'abreuvement des animaux. Ainsi, en termes de dangerosité après les aléas climatiques suivent l'insécurité, les conflits, les maladies, la volatilité des prix des animaux et l'orpailage. La conjugaison de tous ces facteurs amenuise les moyens d'existence des éleveurs en les rendant plus vulnérable. Cette situation affecte plus les éleveurs purs que les éleveurs-agriculteur et encore moins les agriculteurs-éleveurs. Seule une diversification stratégique des activités peut relever le défi de la précarité des moyens d'existence des populations rurales.

Remerciements

Les remerciements vont à l'endroit du Projet d'Appui au Développement du Secteur de l'Elevage au Burkina Faso (PADEL-B) en particulier à l'équipe chargée de la Cartographie intégrée des risques dans le secteur de l'élevage au Burkina Faso. Elle a permis de compléter les données statistiques avec celles provenant des ateliers dans l'élaboration de cet article.

Références bibliographiques

- Dipama Jean-Marie, 2009. « Les grands épisodes de sécheresse et leurs implications écologiques au Burkina Faso de 1970 à 2000 ». *Cahiers du Cerlesh*, **34**, 32-49.
- Dipama Jean-Marie, 2014a. « La problématique de la production agricole au sahel dans le contexte de changement climatique : le cas du Burkina Faso ». *Cahiers du Cerlesh*, **47**, 107-125.
- Dipama Jean Marie, 2014b. « Approche spatiale du phénomène du réchauffement climatique à l'échelle du Burkina Faso et perception des populations ». *Laboratoire Pierre PAGNY - Climat, Eau, Ecosystème et Développement (LACEEDE)*, **16**, 36-49.
- Direction de la Prospective et des Statistiques Agricoles et Alimentaire (DPSAA)., 2011. *Recensement générale de l'agriculture phase 2 RGA 2008 : Rapport d'analyse du module élevage*, Ouagadougou, 47 p.
- Doumounia Ali, Zeba Aminata, Damiba Lucien, Zougmoré François, Nikiéma M, 2020. Analyse de la variabilité climatique dans le sous bassin de Nouhao au Centre-Est du Burkina Faso, ed. *Larhyss Journal* [en ligne] (page consulté le 24/10/2023) <http://larhyss.net/ojs/index.php/larhyss/article/view/711>
- Groupe de Recherche et d'Actions pour le Développement (GRAP)., 2017. *Problématique de la sécurisation des zones pastorales au Burkina Faso : Etat des lieux, enjeux et défis*, Ouagadougou, 85 p.
- Institut National de la Statistique et de la Démographie., 2020. *Enquête harmonisée sur les conditions de vie des ménages de 2018 (EHCVM-2018) : Diagnostic de la pauvreté en 2018*, Ouagadougou, 107 p.
- Institut National de la Statistique et de la Démographie., 2022. *Cinquième Recensement Général de la population et de l'habitation du Burkina Faso, synthèse des résultats définitifs*, Ouagadougou, 136 p.
- Kaboré Oumar, Dipama Jean-Marie, Sanou Korotimi, 2018. « Effets de la variabilité climatique sur les migrations et la capacité de résilience des agropasteurs dans les villages de Kabonga 1 et 2 (Burkina Faso) ». *Rev. Sc. Env*, **15**, 251-272.
- Karambiri Bienvenue Lawankiléa Chantal Noumpoa, Gansaonre Raogo Noël, 2023. Variabilité Spatio-Temporelle de la Pluviométrie dans les Zones Soudanaises, Soudano-Sahélienne et Sahélienne du Burkina Faso, ed. *ESI Preprints* [en ligne] (page consulté le 07/09/2023) <https://doi.org/10.19044/esipreprint.3.2023.p1>
- Ministère des Ressources Animales et Halieutique (MRAH), 2019. *Rapport annuel d'activités 2018*, Ouagadougou, 73 p.
- Projet d'Appui au Développement du secteur de l'élevage au Burkina Faso (PADEL-B), 2018. *Cartographie intégrée des risques dans le secteur de l'élevage au Burkina Faso*, Ministère des ressources Animales et Halieutique, Ouagadougou, 83 p.
- Rojas-Downing Melissa, Nejadhshmi Pouyan A., Harrigan Timothy, Wosnicki Sean A., 2017. « Interactive effects of multiple climate change variables on trophic interactions : a meta-analysis ». *Climate Change Responses*, **1**, 8 p.
- Serpantié Georges, Dorée Augustine, Fusillier Jean-Louis, Moity-Maizi Pascale, Lidon Bruno, Douanio Manaka, Sawadogo Abdraime, Bossa Aymar Yaovi, Houenkpe Jean, 2019. Nouveaux risques dans les bas-fonds des terroirs soudaniens. Une étude de cas au Burkina Faso, ed. *Cah. Agric.* **28**, 10 p. <https://doi.org/10.1051/cagi/2019020>, www.cahiersagricultures.fr.
- Sanou Korotimi, Rouamba Songanaba, Somé Wièmè, Somé Yélzouomin Stéphane Corentin, 2020. Approche spatiale du risque climatique dans le secteur de l'élevage à l'échelle du Burkina Faso. In : Bonnardot V. et Quénol H. (éd.). *Changement climatique et Territoires*, Actes du colloque de l'AIC, 33, Rennes, France, 613-618.
- Sanou Korotimi, 2022. « La dynamique socio-spatiale des relations autour de l'usage des petits barrages au Burkina Faso », *Djiboul*, 004, 516-533, <http://djiboul.org/revue.djiboul@gmail.com>

GESTION DES POINT D'EAU DANS L'ARRONDISSEMENT DE HOZIN COMMUNE DE DANGBO AU BENIN (AFRIQUE DE L'OUEST)

ASSABA HOGOYOM MARTIN, DOSSOU IGNACE, OYENIRAN ROSALIE, VISSIN EXPÉDIT W.

Résumé : *L'Arrondissement de Hozin est confronté à d'énormes problèmes de gestion ; ce qui met en péril la durabilité des ouvrages hydrauliques installés. Cette recherche vise à examiner la gestion des points d'eau dans l'arrondissement de Hozin. L'approche méthodologique adoptée a été fondée sur la recherche documentaire, les enquêtes de terrain réalisées sur un échantillon de 103 ménages, le traitement des données à l'aide du logiciel Excel, le GPS pour la prise des coordonnées des ouvrages hydrauliques, des observations, de guide d'entretien avec les locaux et l'analyse des résultats grâce au modèle SWOT. Les résultats ont montré que sur les 48 ouvrages dénombrés, seul 17 sont fonctionnels soit 36 % avec des pannes récurrentes dues aux manques d'entretiens des ouvrages et aux non-paiements des redevances communales. Les populations font donc recours aux points d'eau traditionnels qui ne peut être considérée comme un point d'eau potable. Sur ce, de nouvelles stratégies ont été proposées pour une gestion optimale des ouvrages.*

Mots clés : Arrondissement de Hozin, Points d'eau, ouvrages hydrauliques, gestion.

Abstract: *The District of Hozin is facing huge management problems, which jeopardizes the durability of the hydraulic structures installed. This research aims to examine the management of water points in the district of Hozin. The methodological approach adopted was based on documentary research, field surveys carried out on a sample of 103 households, data processing using Excel software, GPS for taking the coordinates of hydraulic structures, observations, an interview guide with the premises and the analysis of the results using the SWOT model. The results showed that of the 48 structures counted, only 17 are functional that is 36%, with recurring breakdowns due to lack of maintenance of the structures and non-payment of municipal fees. The populations therefore resort to traditional water points which cannot be considered as a drinking water point. On this, new strategies have been proposed for optimal management of the works.*

Key words : District of Hozin, Water points, hydraulic works, management.

Introduction

Partout dans le monde, le problème de l'eau se pose tous les jours. Pour Solidarités International (2020, p. 5), 2,2 milliards de personnes soit 29 % de la population mondiale n'ont pas accès à l'eau potable. Sa rareté est souvent source de tragédie. Ainsi, 80 % de tous les cas de maladies dans les pays en développement proviennent d'une eau insalubre ou stagnante donc d'origine hydrique (M. Brockelmann-Simon, 2007, p. 6).

L'Afrique de l'Ouest dispose d'importantes ressources en eau mais souffre de déficit chronique en raison de l'inégale répartition des précipitations, de la faible mobilisation des ressources potentielles et de la mauvaise gestion des ressources existants (PREAO, 2008, p.9). Selon le Plan d'Action National de Gestion Intégrée des Ressources en Eau (PANGIRE, 2011, p.17), l'accès à l'eau en milieu rural est facilité dans la plupart des cas par l'aménagement des forages, des puits ou à défaut par prélèvement direct dans les rivières, les marigots, les retenues d'eau.

Au Bénin, de nombreux efforts sont consentis par le gouvernement afin d'assurer aux habitants une eau potable quels que soient les modes d'approvisionnement (J. Clohouno et S. Dedjinou, 2008, p.2). De nombreux forages, puits creusés à la main et systèmes de canalisation ont été construits pour assurer l'approvisionnement en eau des petites localités rurales. Par conséquent, la couverture moyenne en eau potable est passée de 39 % en 2004 à 57 % en 2010 selon un rapport de situation sur l'application des approches intégrées de la gestion des ressources en Afrique (2012). En termes d'infrastructures pour le milieu rural et semi urbain, le pays devra s'équiper de 6.475 nouveaux FPM, 537 nouveaux ouvrages d'AEV et 287 nouveaux PEA (Livre bleu Bénin, 2005, p.13). La mise en œuvre de la stratégie 2005-2015 a permis d'augmenter le nombre de réalisations d'infrastructures d'eau potable par rapport à la période précédente.

Dans le milieu, de nombreux ouvrages et forages améliorés sont observés mais dont la grande majorité n'est plus fonctionnelle du fait d'un manque de structure de la gestion de ces points d'eau, laissés aux habitants, sans appui spécifique (J. Tobbi, 2018, p.6).

Dans la Commune de Dangbo et particulièrement dans l'arrondissement de Hozin, bon nombre d'ouvrages ont été mis en place pour permettre aux populations de s'approvisionner en eau. Mais il est à noter que les comités mis en place pour la gestion de l'eau et l'entretien des infrastructures ne bénéficient pas d'un suivi régulier en vue d'un maintien à long terme de ces infrastructures. Résultats, plusieurs forages restent inutilisables, suite aux pannes mécaniques (E.Totin, 2008, p.7). La résolution à long terme des problèmes liés à l'accès à l'eau potable dépendra en grande partie de la manière dont les installations d'approvisionnement en eau sont gérées (H. Abou, 2010, p.6). Cet article vise donc à examiner la gestion des points d'eau dans l'arrondissement de Hozin.

- quels sont les différents types de points d'eau dans l'arrondissement de Hozin et comment sont-ils répartis?
- quels sont les différents modes de gestion de ces points d'eau?
- quelles sont les contraintes liées à la gestion de ces points d'eau ?

2. Matériels et méthodes

2.1 Situation géographique du milieu d'étude

L'arrondissement de Hozin est l'un des sept (07) arrondissements que compte la commune de Dangbo. Il est compris entre 2°33' et 2°34' de latitude Nord et entre 6°32' et 6°33' de longitude Est. Il compte au total six (06) villages. La figure 2 présente la situation géographique de l'arrondissement de Hozin.

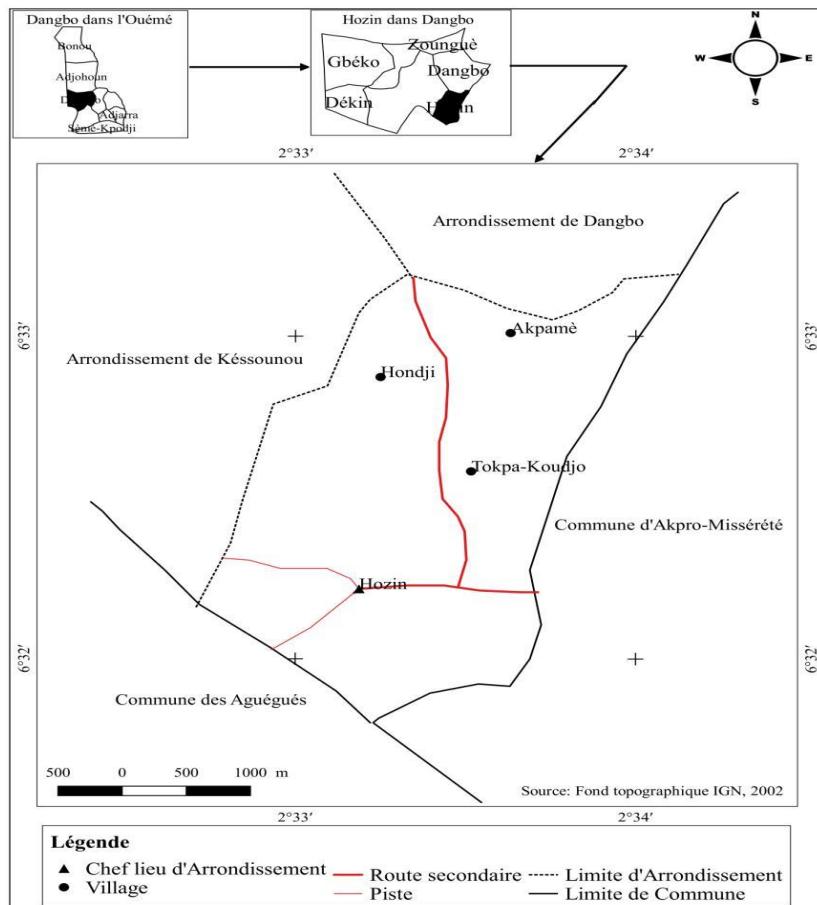


Figure 1 : Situation géographique de l'Arrondissement de Hozin

2.2 Méthode d'étude

2.2.1 Outil et matériel

Les outils et matériels de collecte qui ont été utilisé pour cette recherche sont : un questionnaire adressé à la population pour la collecte des informations nécessaires ; un guide d'entretien a été conçu pour recueillir des informations relatives aux conditions d'attribution des ouvrages hydrauliques dans l'arrondissement. Il a été adressé aux agents du service eau, hygiène et assainissement de la mairie de Dangbo et à certains agents de la Direction de l'hydraulique et à certaines personnes ressources ; une grille d'observation a été conçue pour faciliter l'observation directe de l'environnement des infrastructures hydrauliques, leur état, les conditions de collecte d'eau et d'apprécier le degré d'assainissement du milieu d'étude ; un appareil photographique Tecno POP5 pour la prise des vues instantanées, un GPS pour la prise des coordonnées, un engin à deux roues pour faciliter le déplacement sur le terrain, un ordinateur hp mini des différents logiciels comme Excel, Word, Map-source et Arc gis 10.5, pour les différents traitements des données afin de produire les graphiques, les cartes et rédiger cet article.

2.2.2 Types de données

Pour cette étude, plusieurs données ont été utilisées : les données démographiques issues des résultats des recensements généraux de la population et de l'habitation de 1979, 1992, 2002 et de 2013 obtenues à l'INSAE ; Les données relatives aux infrastructures hydrauliques recueillies auprès du Responsable Eau, Hygiène et Assainissement (REHA) de la mairie de Dangbo suivi

des inventaires ; les données relatives à l'accès à l'eau collectées auprès de la population, les données liées aux statistiques des ouvrages hydrauliques (statistique des ouvrages fonctionnels, en panne et abandonnés) qui ont permis de réaliser la carte de répartition des points d'eau dans l'arrondissement de Hozin. La méthodologie utilisée consiste à identifier les différents types de points d'eau dans l'arrondissement de Hozin, à analyser les modes de gestion des points d'eau dans l'arrondissement de Hozin et à déterminer les contraintes liées à la mauvaise gestion des points d'eau dans l'arrondissement de Hozin.

2.3 Méthode de traitement des données par objectifs spécifiques

2.3.1 Méthodes de traitement des données relatives à l'objectif 1 : identifier les différents types de points d'eau dans l'arrondissement de Hozin

Les données issues des enquêtes de terrain et les données démographique issues des résultats des recensements généraux de la population et de l'habitation de 1979, 1992, 2002 et les résultats définitifs de 2013 obtenues à l'INSAE ont été dépouillées manuellement et codifiées. Elles ont été statistiquement traitées à l'aide des paramètres descriptifs tel le tableau Excel. Ces statistiques ont permis de déterminer l'évolution de la population de l'Arrondissement de Hozin, la carte de la répartition spatiale des points d'eau dans l'arrondissement de Hozin et le tableau de synthèse des ouvrages hydrauliques au niveau des points d'eau par village.

2.3.2 Méthodes de traitement des données relatives à l'objectif 2 : analyser les modes de gestion des points d'eau dans l'arrondissement de Hozin

Les données issues des enquêtes de terrain ont été mises sur le tableau Excel pour constituer une base de données. Cette base de données contient les informations comme la gestion des points d'eau dans l'arrondissement de Hozin, la gestion par affermage, la gestion déléguee des ouvrages hydrauliques et les recettes mobilisées par la commune dans le secteur de l'eau dans arrondissement de Hozin de 2017 à 2019.

2.3.3 Méthodes de traitement des données relatives à l'objectif 3 : déterminer les contraintes liées à la mauvaise gestion des points d'eau dans l'arrondissement de Hozin

Les données issues des enquêtes de terrain et les données relatives aux infrastructures hydrauliques recueillies auprès du Responsable Eau, Hygiène et Assainissement (REHA) de la mairie de Dangbo ont été mises sur le tableau Excel pour constituer une base de données. Cette base de données contient les informations comme les problèmes liés à la gestion des points dans l'Arrondissement de Hozin. Ce qui a permis l'obtention du tableau de statistiques des ouvrages en panne et du diagramme de l'état des ouvrages hydrauliques dans l'arrondissement de Hozin.

3. Résultats et discussion

3.1 Identifier les différents types de points d'eau dans l'arrondissement de Hozin

3.1.1 Evolution de la population dans l'Arrondissement de Hozin

L'arrondissement de Hozin est l'un des arrondissements les plus peuplé de la commune de Dangbo. Sa population était de 8116 habitants en 1979 (RGPH-1). En 1992, cette population est passée à 9720 habitants (RGPH-2), et à 10076 en 2002 (RGPH-3). En 2013, la population est évaluée à 16327 habitants dont 8262 femmes et 8065 hommes. En 2020, cette population sera de 22 578 habitants. Dans l'Arrondissement de Hozin, On y dénombre 3420 ménages avec une taille moyenne de 4,8 personnes par ménage.

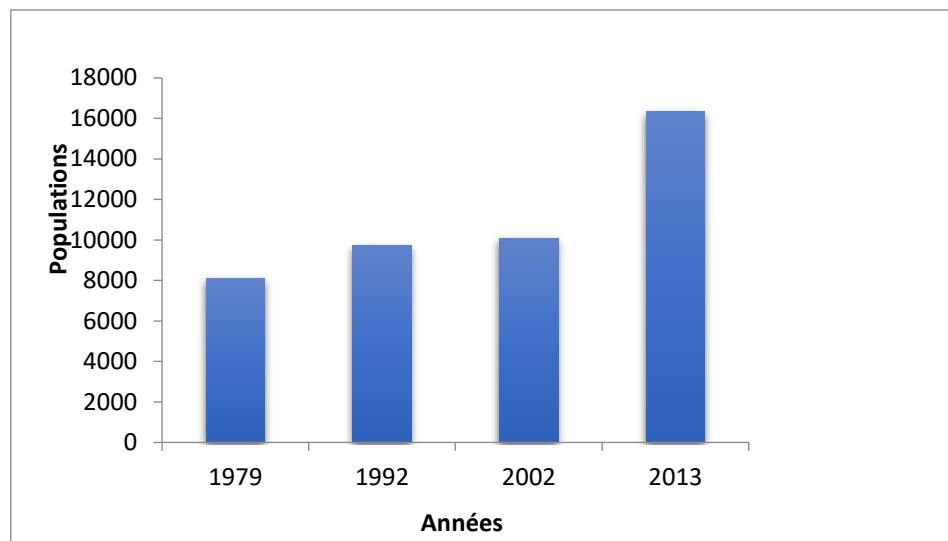


Figure 2 : Evolution de la population de l'Arrondissement de Hozin

Source : INSAE, 2013

La figure 2 présente l'évolution de la population de l'arrondissement de Hozin en fonction des années. Selon le (RGPH-4), la population était de 16327 habitants en 2013 contre 8116 habitants en 1979 (RGPH-1). Il faut retenir que la population de l'arrondissement croît de façon exponentielle alors que selon les investigations du terrain, la réalisation des ouvrages hydrauliques ne suit pas cette évolution démographique.

3.1.2 Typologie des points d'eau dans l'arrondissement de Hozin

Les types de points d'eau moderne concernent les ouvrages hydrauliques mise en place pour satisfaire les besoins en eau potable de la population et les points d'eau traditionnels regroupent les puits de la localité. Il s'agit entre autres des Bornes Fontaines (BF), les Branchements Privé (BP) alimentés par un Adduction d'Eau Villageoise (AEV), les Forages équipés de Pompes à Motricité Humaine (FPM).



Photo1 : Adduction d'Eau Villageoise (AEV) à Akpamé



Photo2 : BF à Akpamé-Vèvi

Planche 1 : Points d'eau moderne

Prise de vue : Dossou, mars 2020

La photo1 montre le seul AEV présent dans l'arrondissement de Hozin et son environnement. Il est situé au carrefour Akpamé et alimente neuf (09) BF. Selon les informations recueillies auprès des agents d'Hygiène Eau et Assainissement de la Commune de

Dangbo, c'est un don du peuple Japonais comme symbole de l'amitié et de la coopération entre le Japon et la République du Bénin. Il est installé sous le Projet d'Approvisionnement en Eau Potable dans la région rurale (Phase VI) AEV-O-2 en 2011. La photo 2 montre que l'alentour du BF fonctionnel est herbeux. Cela prouve que la salubrité ne se faire pas autour de ce point d'eau en raison d'une mauvaise organisation des responsables de gestion (Déléguataire).



Photo 3 : Puits à Lakè quartier Mami

Prise de vue : Dossou, mars 2020

La photo 3 montre que le puits est non couvert et d'après les propos des femmes rencontrées sur les lieux, l'eau de ce puits sert à faire la lessive, la vaisselle et utilisée également comme eau de consommation dans les concessions.

3.1.3 Répartition des ouvrages hydrauliques au niveau des points d'eau dans l'arrondissement de Hozin

Sur la base d'un point d'eau pour 250 habitants élaboré par les normes de la DG-Eau, quarante-huit (48) ouvrages hydrauliques sont répartis au niveau de divers points d'eau dans l'arrondissement afin de couvrir les besoins en eau de cette population. Le tableau I présente la synthèse des ouvrages hydrauliques au niveau des points d'eau dans chaque village.

Tableau I : Synthèse des ouvrages hydrauliques au niveau des points d'eau par village

Villages	Akpamé	Djigbé	Hondji	Hozin	Lakè	Tokpa	Total
Populations	882	1198	386	469	268	217	3420
AEV	01	00	00	00	00	00	01
BF existants	07	00	00	02	00	00	09
BF fonctionnels	03	00	00	00	00	00	03
BF non fonctionnels	04	00	00	02	00	00	06
FPM existants	11	11	03	06	04	03	38
FPM fonctionnels	03	03	02	01	01	02	13
FPM non fonctionnels	08	08	01	05	03	01	25

Source : Mairie de Dangbo, Avril 2020

L'analyse du tableau I montre que l'arrondissement dispose au total 48 ouvrages dont 01AEV qui alimente 09 BF avec uniquement 03 fonctionnels et 38 FPM avec 13 fonctionnels. Cette répartition est faite en fonction de la population de chaque village et tenant en compte des besoins en eau des populations. Il faut également noter qu'en plus des ouvrages fonctionnels, il existe aussi des ouvrages en panne et abandonnés faute d'une mauvaise gestion. La figure 3 présente la répartition spatiale des points d'eau dans l'Arrondissement.

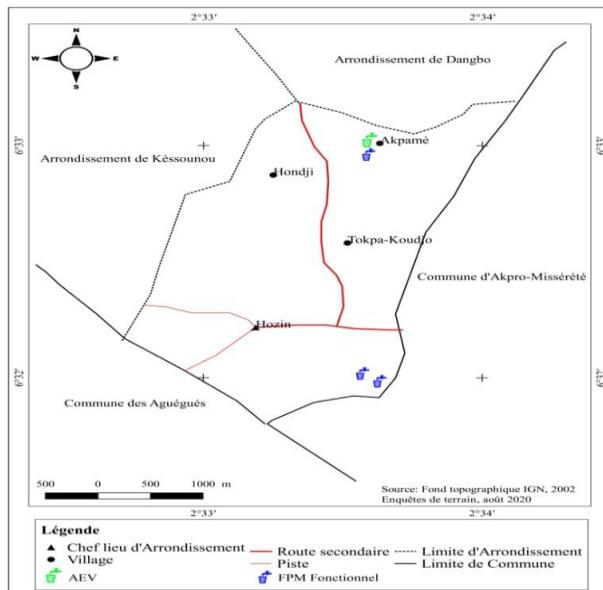


Figure 3 : Répartition spatiale des points d'eau dans l'arrondissement de Hozin

L'analyse de la figure 3 montre que peu d'ouvrages sont fonctionnels dans l'arrondissement de Hozin et les travaux de terrain ont démontré que la majorité des ouvrages hydrauliques au niveau des points d'eau sont abandonnés particulièrement les BF, car sur les neuf (09) dénombrés, seul trois (03) sont fonctionnels.

3.2 Analyser les modes de gestion des points d'eau dans l'arrondissement de Hozin

3.2.1 Mode d'acquisition des ouvrages

L'accès à un ouvrage hydraulique exige un certain nombre de démarches et de condition. A cet effet, avant la réalisation d'un point d'eau potable dans une localité de la commune, une demande est préalablement adressée au Maire par la communauté stipulant que la localité est dans le besoin cruelle de point d'eau potable. Cette demande est suivie de la preuve de certains points d'eau existants ou non, la distance qui sépare le dernier ménage du point d'eau potable le plus proche de la localité etc. Lorsque les demandes sont approuvées conformément aux dispositions en vigueur, les communautés les incorporent dans leurs plans de développement local en vue de la programmation. Le montant de la participation des communautés est fixé par le Ministère en charge de l'eau, en concertation avec la commune, en fonction du type d'ouvrage retenu. Les populations sont sensibilisées par la structure d'intermédiation sociale en vue de la prise en charge du point d'eau après exécution. Une participation financière forfaitaire de 100 000 F CFA pour un forage et un puits et 200 000 F CFA pour une borne fontaine est exigée aux bénéficiaires.

3.2.2 Gestion des points d'eau dans l'arrondissement de Hozin

La gestion des points d'eau au Bénin est régie par la stratégie nationale d'hydraulique villageoise qui définit le cadre de la mise en place des ouvrages dans les milieux ruraux. La

gestion se fait sous plusieurs modes à savoir : la gestion communautaire, la gestion déléguée, la gestion par affermage. Ainsi, dans l'arrondissement de Hozin, les autorités locales ont opté pour deux (02) options de gestion. Il s'agit de la gestion par affermage et de la gestion déléguée.

3.2.3. Gestion par affermage

Ce mode de gestion est adopté au niveau de l'AEV. L'affermage est un contrat sous lequel l'opérateur privé (fermier) loue l'exploitation du service à l'autorité communale pour un certain temps. Ainsi, Le fermier signe un contrat visant à exploiter et à assurer l'entretien du système de distribution d'eau. L'autorité communale reste la seule propriétaire des capitaux et est responsable des nouveaux investissements, des grosses réparations, du service de la dette, des tarifs et de la politique de recouvrement des coûts. La figure 4 présente le contrat entre le fermier et la commune.

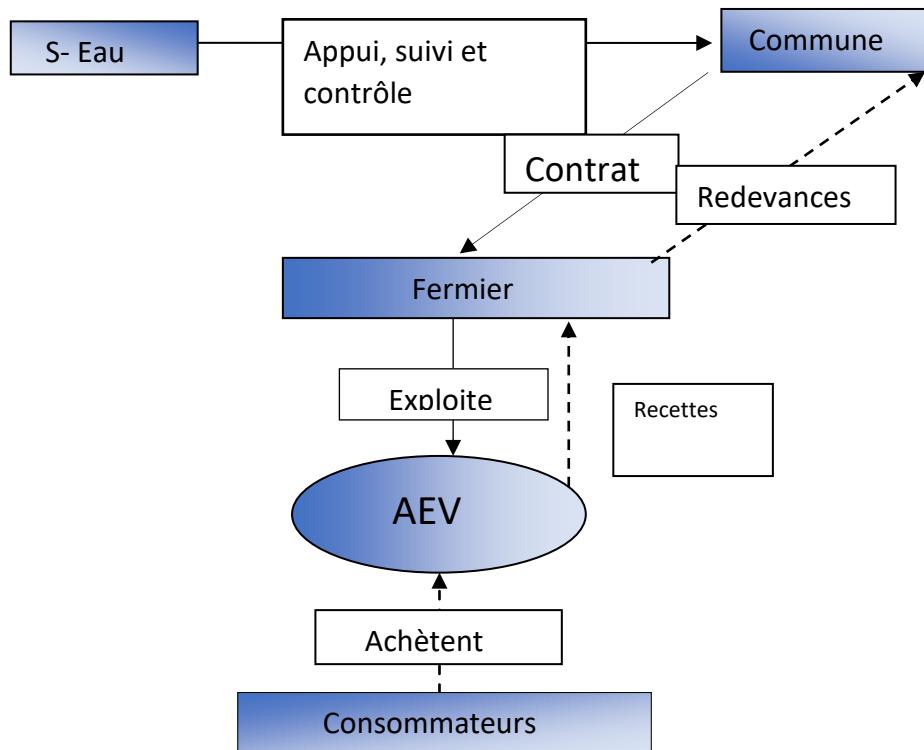


Figure 4 : Schéma simplifié de la délégation de la commune à un fermier

Source : DG-Eau 2008, Mairie de Dangbo, 2020

L'analyse de la figure 4 montre que la commune sous contrôle et suivi, confie la gestion de l'AEV à un fermier à travers le contrat d'affermage. Dans l'arrondissement de Hozin, le seul AEV disponible est sous la gestion d'un fermier et d'ailleurs le seul à gérer tous les AEV de la commune

3.2.4 Les recettes mobilisées par la commune dans le secteur de l'eau dans arrondissement de Hozin de 2017 à 2019

Dans l'Arrondissement de Hozin, le volume d'eau de l'AEV en m^3 s'élève à 280f. Ainsi, la commune prélève 10f / m^3 du volume total produit pour la redevance du budget communal et 20f / m^3 pour la redevance du fonds de renouvellement. Un rapport mensuel d'activité de la gestion est élaboré par le fermier ce qui permet à la commune de faire le bilan des recettes mobilisées durant l'année. Le tableau II présente les recettes mobilisées sur une période de trois (03) ans dans l'arrondissement.

Tableau II : Recettes mobilisées par la commune de 2017 à 2019

	2017	2018	2019
AEV	130.000 F	148.850 F	67.260 F
FPM	55.790 F	38.060 F	15.500 F
Total	185.790 F	186.910 F	82.760 F

Source : Mairie Dangbo, août 2020

Le tableau II présente les recettes mobilisées de 2017 à 2019. L'analyse de ce tableau montre que la recette de 2018 a légèrement augmentée contrairement à celle de 2017 mais complètement chutée comparativement aux deux dernières années. Cette chute de 2019 s'explique par le taux élevé des pannes des ouvrages ainsi que la mauvaise gestion au niveau de certain point d'eau. Malgré les dispositions mis en place, la gestion reste confrontée à des difficultés qui impact sur les populations.

3-3 Déterminer les contraintes liées à la mauvaise gestion des points d'eau dans l'arrondissement de Hozin

3.3.1. Problèmes liés à la gestion des points d'eau

L'arrondissement de Hozin dispose bon nombre de point d'eau qui permet de couvrir les besoins en eau de la population. Mais, la gestion des ouvrages au niveau de ces points d'eau est confrontée à certains handicaps qui entravent la pérennisation des ouvrages.



Photo 4 : FPM en panne à Akpamé quartier Avitigon

Photo 5 : FPM en panne à Lakè quartier Vakonliho

Planche 2 : Gestion des ouvrages

Prise de vue : Dossou, mai 2020

La planche 2 montre la gestion des ouvrages. L'analyse de la photo 4 montre que les FPM sont en panne il y a quelques années. Selon les propos recueillis auprès des délégués de chaque milieu, le FPM de Lakè (photo 5), est en panne depuis plus de 2 ans et celui d'Akpamé il y a 1 an environ. Au niveau d'Akpamé, le responsable en charge de la gestion affirme que cette panne dure à cause de la cherté des pièces de rechange.

La planche 3 illustre des ouvrages abandonnés au niveau de certains points d'eau.

**Photo 6 :** FPM du centre de santé d'Akpamé**Photo 7 :** BF abandonnée**Planche 3 : Ouvrages abandonnés**

Le FPM du centre de santé d'Akpamé (photo 6) est abandonné depuis plus de 6 ans et les démarches menées pour le rendre fonctionnel n'ont pas abouti. Et la photo 7 montre une BF abandonnée. Selon les propos recueillis auprès des responsables de gestion, les BF sont abandonnés depuis 5ans et rien n'est faire pour la réhabilitation de ces ouvrages. La population s'approvisionne donc au niveau des puits et quelques FPM fonctionnels de la localité.

3.2 Difficultés de la population à s'approvisionner en eau

La mauvaise gestion des ouvrages hydraulique disponible au niveau des points d'eau dans le milieu d'étude crée d'énormes difficultés aux populations en matière d'approvisionnement en eau potable.

**Photo 8 :** FPM au marché Hozin**Prise de Vue :** Dossou, Août 2020

L'analyse de la photo 8 montre que le point d'eau autour duquel les populations viennent s'approvisionner dans le marché est mal entretenir et polluer. Selon les propos recueillis auprès de quelques femmes du marché, elles estiment qui n'y a pas un suivi autour de ce point d'eau et aucune sensibilisation sur la salubrité n'a été faite. Le tableau III présente la statistique des ouvrages en panne dans l'arrondissement de Hozin.

Tableau III : Statistiques des ouvrages en panne

Villages \ Ouvrages	Akpamé	Djigbé	Hondji	Hozin	Lakè	Tokpa	Total
BF existants	07	00	00	02	00	00	09
BF en panne	04	00	00	02	00	00	06
FPM existants	11	11	03	06	04	03	38
FPM en panne	08	08	01	05	03	01	25

Source : Mairie de Dangbo, avril 2020

De l'analyse du tableau III, il ressort que pratiquement tous les ouvrages existants du milieu sont en panne.

La figure 5 présente donc le diagramme de l'état des ouvrages hydrauliques dans l'arrondissement de Hozin.

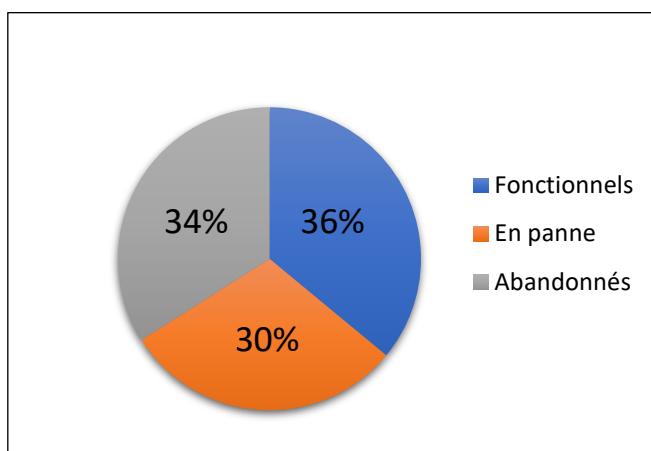


Figure 5 : Diagramme de l'état des ouvrages hydrauliques dans l'arrondissement de Hozin

Source : Résultat de terrain, juillet 2020

L'analyse de la figure 5 montre que 64 % des ouvrages sont dans un mauvais état et seul 36 % des ouvrages sont fonctionnels dans l'arrondissement.

Discussions et approches de solutions

La recherche portant sur la gestion des points d'eau dans l'arrondissement de Hozin a permis d'identifier les types de point d'eau, d'analyser les modes de gestion et d'aborder les contraintes liées à la mauvaise gestion des ouvrages au niveau de ces points d'eau. Les résultats obtenus montrent que sur les 48 ouvrages dénombrés, seul 17 sont fonctionnels soit 36 % avec des pannes récurrentes dues aux manques d'entretiens des ouvrages et aux non-paiements des redevances communales. Les populations font donc recours aux points d'eau traditionnels qui ne peut être considérée comme un point d'eau potable. Ainsi, de nombreuses contraintes sont liées à la mauvaise gestion de l'eau dans l'Arrondissement de Hozin.

En effet, Il urge alors de penser à la recherche des partenaires pour installer de nouvelles infrastructures hydrauliques dans tout l'Arrondissement et de mettre en place un comité de suivi pour l'entretien des ouvrages hydrauliques. Il faut que le gouvernement fasse en sorte que les principes directeurs de la stratégie d'approvisionnement en eau potable faisant partie des objectifs du millénaire soient respectés par tous. Il doit alors donner les moyens nécessaires aux services de la Direction Départementale de l'Eau afin que les responsabilités qui leur incombent

puissent être bien et durablement accomplies. De plus, la mairie à travers les agents du Service Eau Hygiène et Assainissement doit s'impliquer d'avantage dans la gestion des ouvrages hydrauliques qui peut être une source de revenu pour la commune ; confier le suivi des ouvrages à des personnes qualifiés et de confiance avec un niveau intellectuel moyen pour une gestion rationnelle et efficiente, renforcer le système de suivi des ouvrages par l'élaboration des rapports de gestion des ouvrages par le fermier au niveau de l'AEV et des BP et le contrôle régulier de gestion au niveau des FPM et des BF, former une équipe de maintenance des ouvrages hydraulique pouvant être disponible en permanence dans la commune et privilégier la réalisation des AEV et PEA que les FPM car la population estime que les FPM se gâtent vite et les pièces de rechanges coûtent cher et penser à la rénovation et à la réhabilitation des ouvrages hydrauliques existants.

Conclusion

Avoir accès à l'eau potable est important, ceci est encore meilleur quand cette ressource est obtenue avec des équipements adéquats. L'approche méthodologique de cette recherche s'est articulée autour de la collecte des données (recherche documentaire et enquêtes de terrain), le traitement des données et l'analyse des résultats à l'aide du modèle SWOT. Ce dernier a permis de mettre en évidence les résultats de la présente recherche sur l'Arrondissement de Hozin. Les résultats obtenus montrent que l'Arrondissement de Hozin, il existe des points d'eau moderne au niveau desquels sont installés des ouvrages hydrauliques et des points d'eau traditionnels qui regroupent les puits de la localité. Ensuite, deux (02) options ont été adoptées pour la gestion de ces ouvrages. Ainsi, de nombreuses contraintes sont liées à la mauvaise gestion malgré les dispositions prises par les différents responsables car le peu d'ouvrages existant sont mal gérés et mal entretenus et sur les 48 ouvrages dénombrés, seul 17 sont fonctionnels. Les ouvrages abandonnés représentent donc 34% et 30% représentent les ouvrages en panne. A cet effet, les populations font recours aux points d'eau traditionnels pour satisfaire leurs besoins en eau alors que ces points d'eau ne sont pas considérés comme un point d'eau potable et les populations sont donc confrontés à des risques de maladies. La recherche a donc permis aussi de prouver que le non-respect des recommandations faites aux responsables de gestion, le manque de suivi des agents du service Hygiène Eau et Assainissement sont à la base de la mauvaise gestion des ouvrages hydrauliques au niveau des points d'eau. Cette recherche ouvre la voie à une réflexion plus générale à tous les acteurs intervenant dans la gestion de l'eau particulièrement des ouvrages hydrauliques de respecter les rôles qui leur sont confiés afin de réduire les pannes fréquentes qui laissent les ouvrages abandonnés.

Références bibliographies

- ABOU Hassana. 2010. Gestion des forages d'eau et diagnostic-solution dans la communauté urbaine de Maroua (Cameroun), mémoire de master, 2IE ,60 p.
- CLOHOUNTO Justin, DEDJINOU Serge 2008. Les bénéfices d'Adduction d'Eau Potable dans la Vallée de l'Ouémé, Master Recherche en Sciences Économiques, 19 p.
- Livre bleu Bénin 2005. « L'EAU, L'ASSAINISSEMENT, LA VIE ET LE DEVELOPPEMENT HUMAIN DURABLE », rapport, 101 p.
- PANGIRE 2011. Plan d'Action National de Gestion Intégrée des Ressources en Eau, 74 p.
- PREAO 2008. Politique des Ressources en Eau de l'Afrique de l'Ouest, 56 p.
- Solidarités International 2020. Etat des lieux d'une ressource vitale : défis et solutions. Baromètre 2020 de l'eau, de l'hygiène et de l'assainissement ; 6^eédition, BOINET Alain, 55 p.
- TOBBI Jade 2018. Accès à l'eau potable et impact sur la santé d'une communauté, l'éducation et la ressource eau : analyse à partir d'un projet au T0GO ; mémoire de licence, Université Bordeaux Montaigne/ Institut d'Aménagement de Tourisme et d'Urbanisme (IATU), 73 p.

TOTIN Edith 2008. Problème de l'eau dans la commune de Dangbo. Cas de l'arrondissement de Hozin, mémoire de maitrise, FLASH/UAC, 68 p.

CARACTÉRISATION DES PROPRIÉTÉS PHYSIQUES DE LA RIVIÈRE GBÊFFA, AFFLUENT DE L'OUÉMÉ AU BÉNIN

GBAÏ NOFODO INNOCENT

Laboratoire de Biogéographie et Expertise Environnementale/EDP/UAC, Boîte Postale (BP) : 677 Abomey-Calavi ; Tél : +229 96 30 33 43 / 64 58 58 56 ; E-mail : gbainofodo@gmail.com

Résumé : La connaissance des propriétés physiques d'un réceptacle naturel d'eau de surface, est un facteur déterminant pour estimer sa capacité à recueillir d'eau et à quantifier la disponibilité de cette denrée. Le présent travail de recherche a permis de mettre en exergue ce qu'il en est du bassin de la rivière Gbêffa, à travers l'indice de compacté, l'indice global de pente, la dénivellation spécifique (D_s) et la densité de drainage (D_d). Les données élaborées sont : l'indice de compacté (I_{comp}) ; une image radar couvrant la zone (Shuttle Radar Topography Mission : SRTM). Il y a par ailleurs celles brutes qui sont : le périmètre (P) stylisé de tout le bassin de façon globale et sa superficie (S) ; les dénivelées (D) ; et la longueur totale de l'ensemble des cours d'eau constituant le réseau d'eau tous ordres du bassin (L_t). Les systèmes d'information géographique (SIG) ont été utilisés dans le traitement des données. Le calcul des indices a été déterminé à partir du logiciel Arc View 3.2, grâce aux extensions "Arc Trace et Visit" qui sont utilisées sous ESRI.

Les résultats ont montré que la valeur de $I_{comp} = 1,371$ est supérieure à 1, d'où le bassin est de forme allongée. Trois sous-bassins occupent chacun plus de 15 % de la superficie totale de l'ensemble du dudit bassin, soit au total un taux de 45 % de la superficie totale. L'indice global de pente (I_g) est de 1,51 m/km, ce qui indique globalement que la pente est relativement faible. Le dénivelé (D_s) calculé est égale à 23,74 m (< 50 m), il se déduit que l'écoulement dans le bassin est influencé par un relief faible. La densité de drainage déterminée est $D_d = 1,31 \text{ km/km}^2$. Au regard de cette valeur supérieure à 1, il est établi que l'écoulement est très développé et le réseau de drainage est très dense. La rivière Gbêffa jouit des caractéristiques physiques faisant d'elle un important réceptacle d'eau qui mérite une attention particulière de la part des décideurs politiques du secteur de l'eau au Bénin.

Mots clés : Caractérisation, propriétés physiques, rivière Gbêffa, affluent de l'Ouémé, Bénin

Abstract : Characterization of the physical properties of the Gbeffa river, a tributary of the Oueme in Benin. Knowledge of the physical properties of a natural receptacle of surface water is a determining factor in estimating its capacity to collect water and quantifying the availability of this commodity. The present research work has made it possible to highlight the situation of the Gbêffa river basin, through the compactness index, the overall slope index, the specific elevation difference (D_s) and the drainage density (D_d). The data elaborated are : the compactness index (I_{comp}) ; a radar image covering the area (Shuttle Radar Topography Mission: SRTM). There are also the raw ones, which are: the stylized perimeter (P) of the entire basin in a global way and its surface area (S) ; elevation differences (D) ; and the total length of all the rivers that make up the water system of all orders of the basin (L_t). Geographic Information Systems (GIS) were used in data processing. The calculation of the indices was determined from the Arc View 3.2 software, thanks to the "Arc Trace and Visit" extensions that are used in ESRI.

The results showed that the value of $I_{comp} = 1.371$ is greater than 1, hence the pelvis is elongated in shape. Three sub-basins each occupy more than 15% of the total area of the entire basin, i.e. a total rate of 45% of the total area. The overall slope index (I_g) is 1.51 m/km, which indicates overall that the slope is relatively low. The calculated difference in height (D_s) is equal to 23.74 m (< 50 m), it can be deduced that the flow in the basin is influenced by a low relief. The determined drainage density is $D_d = 1.31 \text{ km/km}^2$. In view of this value greater than 1, it is established that the flow is very developed and the drainage network is very dense. The Gbêffa River has the physical characteristics that make it an important water receptacle that deserves special attention from policy makers in the water sector in Benin.

Key words : Characterization, physical properties, Gbêffa River, tributary of the Ouémé

Introduction

En Afrique, des estimations indiquent que la quantité d'eau douce disponible diminue régulièrement selon L. O. Sintondji (2005, p. 191). Selon sa vision nationale, le besoin en eau de boisson des Béninois en milieu rural à l'horizon 2025, est estimé à 139 Millions de m^3/an . A l'horizon 2025, moins de 18% des ressources en eaux souterraines et moins de 40% des ressources en eau de surface seront sollicités pour couvrir les besoins en eau des populations béninoises dans les différentes branches d'activités (DG/Eau, 2010). Le Bénin à l'horizon 2025, vise à assurer l'alimentation en eau potable des populations urbaines et rurales à raison de 70 l/hbt/jour en milieu urbain et de 50l/hbt/jour en milieu rural (MCCAGPDPE et PNUD, 2000). Mais le secteur eau est actuellement marqué par la forte dégradation des ressources naturelles, en particulier les milieux humides (ABE, 1999, p. 26). Les problèmes cruciaux sont liés à la faible mobilisation sociale ; au faible niveau de connaissance des ressources en eau disponible ; à la dégradation relativement rapide des différents écosystèmes (Livre bleu benin,

2009). Ces problèmes sont corroborés par les pratiques culturelles, les techniques de pêche et de pâturage, puis les autres pratiques d'exploitation agricole qui ne sont pas toujours en adéquation avec les propriétés naturelles des écosystèmes des milieux humides pourvoyeurs d'eau (DG-Eau, 2005). La forme caractéristique du bassin de la rivière Gbêffa est-elle bien connue ? Quel est son relief caractéristique ? Quelle est l'étendue de son aire et la densité de son drainage ? Une hypothèse générale constitue la réponse à ces questionnements. La vérification de cette dernière se fonde sur un objectif global. Pour atteindre l'objectif de la recherche, des données ont été collectées, au moyen d'un matériel et d'outils. Des méthodes de collectes, de traitement et d'analyse de résultats ont été adoptées.

La structuration de l'article est en trois parties dont la présentation du milieu d'étude ; le matériel et méthodes ; puis les résultats, et enfin les discussions.

1. Présentation du milieu d'étude

Le bassin Gbêffa est compris d'une part entre $08^{\circ} 23'$ et $09^{\circ} 02'$ latitude nord, puis d'autre part entre $02^{\circ} 16'$ et $02^{\circ} 40'$ longitude Est. Il est partagé sur les territoires des Communes de Tchaourou et de Ouèssè respectivement dans le Département du Borgou et des Collines.

Les sols qui y sont rencontrés sont les sous-ensembles constitués de sols ferrugineux tropicaux lessivés bien drainés, sols ferrugineux tropicaux lessivés à engorgement de profondeur et sols ferrugineux tropicaux lessivés mal drainés (Volkoff, 1963). Selon Volkoff (1963), Youssouf et Lawani (2002) les contraintes de mise en valeur des sols ferrugineux tropicaux sont liées : à leur fragilité face à l'érosion hydrique ; à la déficience notoire de la plupart d'entre eux en N P K ; à leur acidité (pH compris entre 4,5 et 6) ; à la faiblesse de leurs réserves en eau utilisable et à leurs profondeurs limitées (par concrétions), pour certains sols.

Du point de vue phytogéographique, il est intégré à la zone de transition guinéo-soudanienne et, plus précisément dans les secteurs « central nord » et « central sud ». Il jouit, à cet effet, du climat guinéo-soudanien de ladite zone qui est comprise entre 7° et 9° latitude Nord (Akoègninou *et al.*, 2006 ; p. 16) et C. J. Houndagba (2001, p. 8). Les formes de terrain rencontrées dans le secteur de recherches sont des collines ou des inselbergs dont les altitudes varient entre 200 m à 300 m (S. K. Adam et M. Boko, 1993 ; p. 25). Le cadre hydrogéologique du bassin de recherches est marqué selon MERPMEDER et DG-Eau (2012) par la présence d'aquifères discontinus à porosité de fissures dont il dispose (formations de couvertures anciennes et du socle). C'est territoire intégré à une zone climatique dont la pluviométrie atteindra 1000 à 1200 mm de pluies, et parfois 1400 mm par an (S. K. Adam et M. Boko ; 1993, p.21). Ces forts niveaux de pluies observés dans le secteur pourraient être dus à la présence des forêts classées riveraines du bassin. Car les forêts sont des éléments caractéristiques des milieux physiques susceptibles de provoquer des pluies orographiques régulières selon Adam et Boko (1993), cités par N. I. Gbaï (2015, p. 78). La prise en considération de ces caractéristiques a permis de se rendre compte des déterminants physiques qui ont caractérisé le secteur d'étude dans un grand ensemble depuis plusieurs décennies.

2. Données, matériel et méthodes

2.1. Données utilisées

Les données utilisées sont composées de celles brutes et de celles élaborées avec des variables quantitatives.

Les données élaborées comprennent :

- le périmètre (P) stylisé de tout le bassin de façon globale en km et sa superficie (S) en km^2 ;

- les dénivелées (D), exprimées en mètre, séparant les altitudes ayant approximativement 5 % et 95 % de la surface du bassin au-dessus d'elles ;
- longueur totale de l'ensemble des cours d'eau constituant le réseau d'eau tous ordres du bassin (Lt) en km.

La production des données élaborées s'est faite par calcul au moyen du logiciel Arc View 3.2, grâce aux extensions "Arc Trace et Visit" qui sont utilisées sous ESRI.

Les données brutes sont :

- l'indice de compacité (Icomp) ;
- les constantes : 0,282 et -1/2
- une image radar couvrant la zone. Il s'agit Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) de 90 m de résolution, feuilles n08_e002_1arc_v3, n09_e003_1arc_v3 et n09_e002_1arc_v3 ;
- cartes topographiques feuilles NC-31-III, Savè, au 1/ 200 000 de 1969 ;
- carte géologique du Bénin, feuille de Pira, au 1/100.000, de la Direction des mines.

2.2. Matériel et méthodes

L'ordinateur avec les logiciels de SIG appropriés ont permis de générer le bassin et ses sous bassins en utilisant les images SRTM. La superposition de ses dernières avec le fond topographique des feuilles NC-31-III, Savè, au 1/ 200 000 de 1969 a permis d'avoir une vue couplée du paysage.

2.2.1. Propriétés physiques du bassin

Les paramètres physiques sont déterminés par des indices qui renseignent sur les caractéristiques géométriques du bassin. Les caractéristiques biologiques concernent la végétation, la faune et la flore ainsi que la composante humaine.

2.2.1.1 Indice de compacité

Il est également appelé coefficient de forme, il correspond au rapport du périmètre du bassin à celui d'un cercle de même superficie :

$$I_{comp} = 0,282 \times P \times S^{-\frac{1}{2}}$$

où :

- P est le périmètre stylisé du bassin en km ;
- S est la superficie du bassin, en km^2 .

Il est proche de 1 pour un bassin versant de forme quasiment circulaire et supérieur à 1 lorsque le bassin est de forme allongée.

2.2.1.2.. Indice global de pente

C'est l'indice caractérisant le relief d'un bassin. Il est défini par la formule :

$$Ig = \frac{D}{L}$$

où :

- **D** : représente les dénivellées, exprimées en mètre, séparant les altitudes ayant approximativement 5 % et 95 % de la surface du bassin au-dessus d'elles. Ces altitudes sont déterminées sur la courbe hypsométrique ;
- **L** : est la longueur du rectangle équivalent, exprimée en km. Il est calculé à partir de la formule suivante ;

$$L = \frac{I_{comp} \cdot \sqrt{S}}{1.12} \left(1 + \sqrt{1 - \left(\frac{1.12}{I_{comp}} \right)^2} \right) \text{ avec}$$

S : la superficie du bassin en km^2 ; I_{comp} : est l'indice de compacité et Ig est exprimé en m/km .

2.2.1.3. Dénivelée spécifique (D_s)

La dénivelée spécifique est le produit de l'indice de pente global (Ig) par la racine carrée de la superficie du bassin (S). Elle s'exprime en mètre et est indépendante, en théorie, de l'aire du bassin.

$$D_s = Ig \times \sqrt{S}$$

Ig : Indice global de pente ; *S* : est la superficie du bassin versant, exprimée en km^2 .

On peut distinguer différentes classes de relief en fonction de D_s :

Type de relief	Dénivelée spécifique (D_s)
Relief faible	$D_s < 50 \text{ m}$
Relief modéré	$50 \text{ m} < D_s < 100 \text{ m}$
Relief fort	$100 \text{ m} < D_s$

2.2.1.3. Densité de drainage (D_d)

La densité de drainage est le rapport de la longueur totale des cours d'eau de tous ordres et de la superficie du bassin versant.

$$D_d = \frac{L_t}{S} \text{ avec}$$

L_t : longueur totale des cours d'eau de tous ordres en km ; *S* : superficie du bassin en km^2

2.2.2. Traitement des données

Les systèmes d'information géographique (SIG) ont été utilisés dans la gestion et le traitement des données. Le calcul des indices est très dépendant de l'aire du bassin et de son périmètre. Ces derniers ont été déterminés à partir du logiciel Arc View 3.2, grâce aux extensions "Arc Trace et Visit" qui sont utilisées sous ESRI. Les grands axes des traitements effectués sont les rubriques qui suivent.

2.2.3. Systèmes d'Information Géographique (SIG)

L'information géographique est devenue une donnée d'importance primordiale pour la gestion des espaces. Ce concept désigne toute information relative aux points spatialement référencés à la surface de la terre.

Avec l'essor de l'informatique, est apparue la possibilité de numériser l'information géographique : c'est ainsi que sont nés les Systèmes d'Information Géographique (SIG) que

l'on peut définir comme des systèmes de traitement d'informations géoréférencées (Moussa, 1991).

Les SIG ont bénéficié des progrès réalisés par la conception assistée par ordinateur (CAO) dont dérivent le dessin assisté par ordinateur (DAO) et la cartographie assistée par ordinateur. Ces outils permettent aux SIG de manipuler des données spatiales et leurs données descriptives associées.

Les potentialités de traitement de l'information permises par le SIG, dans une optique d'analyse et de gestion des espaces, sont particulièrement développées.

3. Résultats et discussions

Les spécificités géométriques du bassin ont été déterminées à partir du calcul de 4 indices : l'indice de compacité, la densité de drainage, l'indice global de pente et la dénivellation spécifique. Le calcul des paramètres géométriques (superficie et périmètre) du bassin est calculé et les résultats sont consignés dans le tableau I.

Tableau I: Superficie et périmètre du bassin de la Gbêffa.

Superficie (m ²)	Superficie (km ²)	Superficie (ha)	Périmètre (m)	Périmètre (km)
2 106 664 68,917	2 106,66	210 666,497	223 134,443	223,134

Source : Résultats de recherches, 2015.

La superficie du bassin fait à peine 1,85 % de la superficie totale du territoire du Bénin.

3.1. Compacité du bassin et densité de drainage (Dd)

3.1.1. Compacité ou forme du bassin

La détermination de l'indice de compacité (I_{comp}) ou du coefficient de forme, correspond au rapport du périmètre du bassin à celui d'un cercle de même superficie. Les résultats de l'application numérique sont présentés dans le tableau II ci-après.

Tableau II: Résultat du calcul de l'indice de compacité du Bassin de la Gbêffa

Désignation	Valeur
$s^{-1/2}$	45,898366
P	223,134
Constante	0,282
I_{comp}	1,371

Source : Résultats de recherches, 2015

La valeur de $I_{comp} = 1,371$, est supérieure à 1 ; il en donc que le bassin de la Gbêffa est de forme allongée. Cette forme du bassin est présentée à travers la figure ci-après :

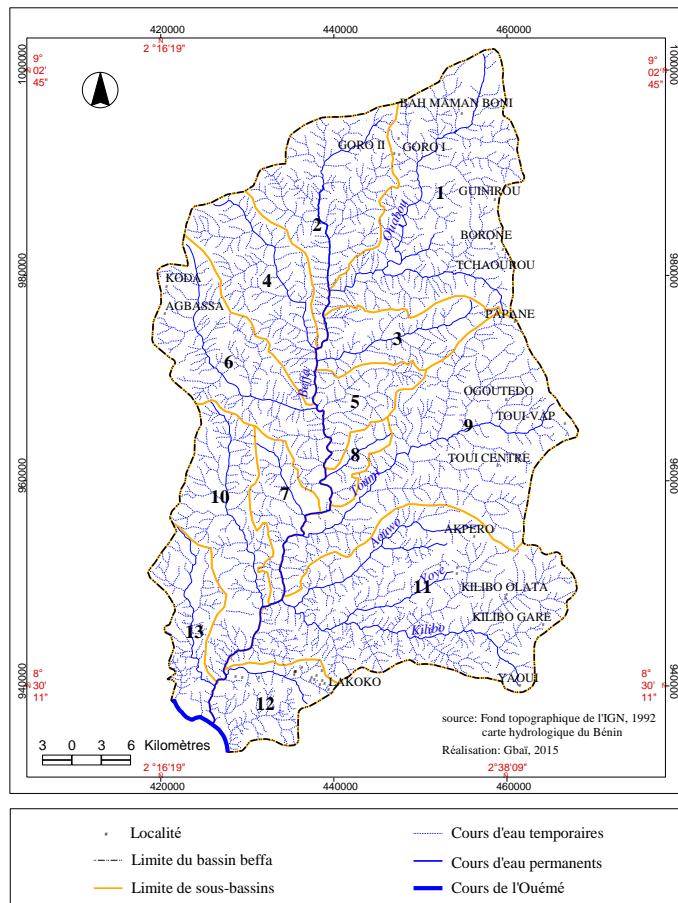


Figure 1 : Bassin de la Gbêffa et ses sous bassins

Treize (13) sous-bassins sont dénombrés. Ils sont drainés par des cours d'eau aussi bien temporaires que permanents. Le tableau ci-après présente l'importance des différents sous-bassins en superficie.

Tableau III: Superficie des sous-bassins de la Gbêffa

N°	Superficie (km ²)	Superficie (ha)	Superficie (%)
1	317,78	31778,42	15,08
2	176,51	17650,95	8,38
3	89,78	8978,28	4,26
4	142,13	14212,80	6,75
5	60,05	6005,04	2,85
6	184,43	18443,17	8,75
7	57,37	5736,90	2,72
8	26,52	2652,31	1,26
9	335,13	33513,48	15,91
10	153,97	15396,67	7,31
11	399,62	39961,77	18,97
12	80,82	8081,99	3,84
13	82,53	8252,79	3,92
Totaux	2106,65	210664,57	100,00

Source : Résultats de recherche, 2015

De l'analyse du tableau III, il ressort que les 3 sous-bassins (N° : 1 ; 9 et 11) occupent chacun plus de 15 % de la Superficie totale du bassin, soit un taux de 45 % pour l'ensemble de ces trois sous-bassins. Alors que l'ensemble des quatre sous-bassins (N° : 2 ; 4 ; 6 et 10) ne couvre qu'environ 31 % de l'étendue totale du bassin. Enfin, les 6 autres restants occupent dans l'ensemble moins de 24 % de la superficie totale du bassin. Il en résulte que chaque sous-bassin est différentiable par rapport à sa taille. Qu'en est-il de la densité du drainage du bassin ?

3.1.2. Indice global de pente

Le modèle numérique de terrain (MNT) extrait des cartes topographiques utilisées donne l'allure du relief en trois dimensions (figure 2).

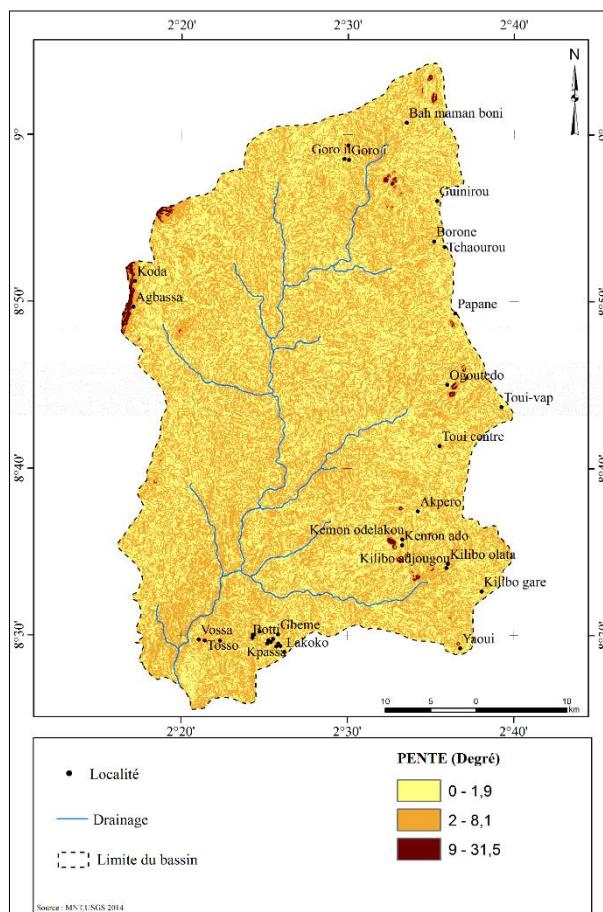


Figure 2 : Dénivelée ou pente du Bassin de la Gbêffa

Dans la zone de 5 % de la superficie totale du bassin, la cote de la courbe hypsométrique est de 120 m, elle passe à 470 m dans la zone de 95 % de la superficie totale du bassin. La longueur du rectangle équivalent calculée est de 232 km. Ainsi, la valeur de l'indice global de pente Ig est de 1,51 m/km. Cette valeur de l' Ig indique globalement que la pente est relativement faible dans l'ensemble car il faut parcourir 1 km pour s'élever de 1,81 m.

3.1.3. Dénivelé spécifique (D_s)

Le dénivelé (D_s) calculé est égale à 23,74 m ; cette valeur étant inférieure à 50 m, il s'ensuit que le relief du bassin est qualifié de faible. Ce relief influence l'écoulement dans le bassin. La figure ci-après présente en 3 D le relief du bassin, avec les principaux cours d'eau.

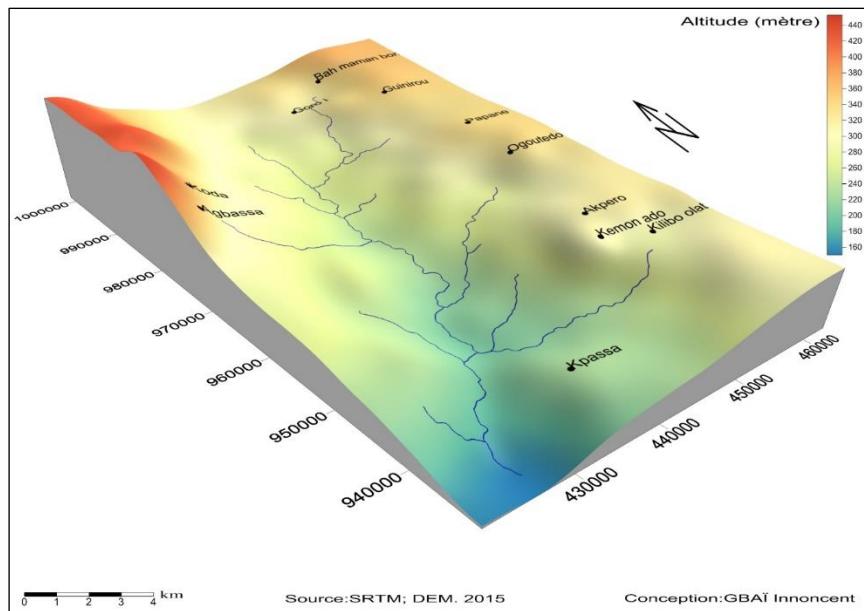


Figure 3 : Bloc diagramme en 3 D du bassin de la Gbêffa

Le réseau hydrographique qui draine le bassin de la Gbêffa est composé d'un cours principal appelé Gbêffa et de ses affluents. Ce cours principal prend sa source au Nord-Ouest de la localité de Goro II, où les altitudes varient entre 280 m et 320 m. Il se fraye un passage orienté Nord-Est, Sud-Ouest, donnant lieu à une vallée qui constitue son lit d'écoulement. Le cours principal de la Gbêffa reste pourvu d'eau tout au long de l'année, même pendant les mois secs. Il est alimenté en eau par les apports de ses affluents, au nombre desquels il convient de citer : Ouabou, Kilibo, Liga, Nonomi, Aouwo et Toumi. Ces affluents ne résistent pas aux mois secs de l'année ; ainsi, ils sont des cours d'eau temporaires. La variation des altitudes au niveau des vallées qui entretiennent le cours d'eau principal et ses affluents est comprise entre 150 m et 280 m. Il convient de notifier la présence du fleuve Ouémé qui est complètement en aval de la Gbêffa, et qui accueille les apports en eau de cette dernière. Ces cours d'eau arrosent la plupart des arrondissements auxquels s'intègre le bassin, favorisant de ce fait le développement des activités économiques du secteur primaire.

Leur débordement en période de décrue (août-septembre) obstrue le passage sur les pistes traversant leur lit et isole plusieurs paysans de leurs champs. Dans ce cas de figure, on note en période de pluie l'isolement des localités des Arrondissements de Gbanlin, Djègbé, Odougba et Papanè. En réaction communautaire et avec l'appui d'une association, un pont est actuellement construit sur la Gbêffa dans l'Arrondissement de Gbanlin. Mais compte tenu de la qualité de l'ouvrage, l'espoir ne pourrait durer.

Entre autres formes, on constate que la présence de quelques cuvettes modelées entre les collines. Elles recueillent de l'eau aussi bien de façon temporaire que permanente. Ces formes donnent lieu à des réseaux de bas-fonds, à des mares et à des étangs. La durée d'inondation des vallées, dans ce secteur, est variable. Les inondations courtes durent moins de 3 mois, celles longues durent 3 à 7 mois et, enfin, les très longues inondations durent plus de 7 mois. D'une manière générale, les bas-fonds du secteur sont larges ou moyens pendant que les franges sont moyennes ou larges.

3.1.4. Densité de drainage (D_d)

La densité de drainage est le rapport de la longueur totale du réseau hydrographique et de la superficie du bassin versant. Les résultats de calculs sont les suivants (tableau IV) :

Tableau IV: Résultat du calcul de l'indice de drainage du Bassin de la Gbêffa

Indice	Valeur
L_t (km)	2774,30209
S (km^2)	2106,66497
$L/S ou Dd$ (km/km^2)	1,31
$C=I/Dd$	759,350

Source : Résultats de recherche, 2015

La densité de drainage déterminée est $D_d = 1,31 \text{ km/km}^2$. Au regard de cette valeur supérieure à 1, la conclusion tirée établit que l'écoulement est très développé et le réseau de drainage est très dense. Autrement dit, beaucoup d'affluents apportent de l'eau au cours principal (voir figure 23, plus haut). Près de treize (13) affluents sont dénombrés avec une multitude de temporaires.

En effet, la densité du drainage est très dépendante des caractéristiques géomorphologiques, lithologiques, climatiques et aussi humaines de chaque bassin versant. En réalité, les valeurs de densité de drainage varient de 3 à 4 km/km^2 pour des régions où l'écoulement n'a atteint qu'un développement très limité et se trouve concentré ; elles dépassent la valeur 1000 pour certaines zones où l'écoulement est très ramifié avec peu d'infiltration ; comme c'est le cas dans le présent bassin où la longueur totale des cours d'eau est de 2774,33 km.

La valeur inverse de la densité de drainage, $C=I/D_d$, s'appelle « constante de stabilité du cours d'eau ». Elle représente la surface du bassin nécessaire pour maintenir des conditions hydrologiques stables dans un vecteur hydrographique unitaire (section du réseau). Dans le cas du bassin de la Gbêffa, la valeur de $C= 0,76\text{km}^2/\text{km}$, cette valeur est très basse, ce qui traduit que le bassin ne dispose pas de surface nécessaire ou suffisante pour maintenir des conditions hydrologiques stables. Ce résultat confirme les observations sur le terrain. En effet, bien qu'il y ait la présence d'eau dans le bassin toute l'année, cette eau se retire dans le lit mineur de la Gbêffa et ses principaux affluents en début d'étiage. En plein étiage (février à mi-avril), tous les affluents tarissent et c'est seulement dans le lit mineur de la Gbêffa même que des poches d'eau se trouvent. C'est d'ailleurs la période de pleine activité de pêche et de prélèvement de sable fluvial. La Planche 1, illustre la présence de l'eau pendant les mois de décembre, janvier, février et mars.



Photo 1.a : Groupe d'enfants barbotant dans l'eau dans le cours de la Gbêffa à Vossa.



Photo 1.b : Galerie forestière bordant le cours de la Gbêffa à Toumi.

Planche 1 : Présence d'eau dans le bassin de la Gbêffa toute l'année

Prise de vue : Gbaï, février et mars 2015

En effet, de l'observation des Photos 1.a et 1.b, on note la présence d'eau dans le bassin toute l'année. Ainsi, pendant la période d'étiage, les activités de pêche sont menées, les bas-fonds accueillent la riziculture, l'abreuvement du bétail est assuré et les paysans s'approvisionnent en eau de boisson lors des travaux champêtres.

3.2. Discussion des résultats

La perception des caractéristiques morphométriques du bassin de la rivière Gbêffa s'est fondée sur la caractérisation des propriétés physiques dudit bassin. Les données utilisées dans le cadre de ce travail de recherche sont essentiellement obtenues sur des bases techniques. Il s'agit donc de données élaborées qui sont relatives aux dimensions du bassin. L'essentiel desdites données est composé de la superficie du bassin (en km²), de son périmètre (en km), de la longueur totale de l'ensemble des cours d'eau (km). Ces données élaborées ont été obtenues par calcul, dans des logiciels de SIG, dont Arc View 3.2, grâce aux extensions "Arc Trace et Visit" qui sont utilisées sous ESRI. Il s'agit d'une technique moderne basée sur la nouvelle technologie de la géomatique, de la cartographie numérique au moyen des Systèmes d'Informations Géographiques. Cette même démarche avait été suivie par J. B. K Vodounou (2010, p. 64 ; 65 ; 69) dans le cadre de sa thèse portant sur le bassin de la Sô au Bénin. En outre, M. Roche (1964, p. 1-14) dans le cadre de sa Première Conférence intitulée : « Généralités sur les caractéristiques physiques des bassins exploitation des bassins du point de vue hydrologique », il a enseigné l'usage des mêmes formules pour déterminer les propriétés physiques des bassins sans s'être prononcé sur la méthode ou les démarches qu'il fallait adopter pour obtenir les données utilisées. Bien que la caractérisation de la forme d'un bassin soit très importante pour l'étude de la dynamique autour des terres riveraines, C. J. Houndagba, A. Akogninou, G. Dannon, et G. Zannou (2007) dans le cadre de leurs recherches portant sur « La présente recherche a permis de caractériser la dynamique climatique et l'évolution de l'occupation des terres autour des petits lacs sur le plateau de Zagnanado au Bénin », n'en ont pas fait une préoccupation. Ces derniers se sont préoccupés de la pluviométrie qui règne dans le milieu, à partir de la chronique des précipitations annuelles sur soixante ans. Ce qui leur a permis d'arriver au résultat selon lequel, le secteur de recherche est caractérisé par une succession de phases humides (47 %) et sèches (53 %). Pour E. K. Agbossou, L. Sintondji, et B. Ahamide (2009) dans le cadre de la Modélisation hydrologique dans le bassin du Zou avec le SIG, ne se sont non plus préoccupé de la caractérisation dudit bassin. La présente recherche vient à point nommé pour montrer l'importance de tenir compte de la caractérisation des propriétés physiques des bassins qui sont des réceptacles naturels de l'eau.

Selon A. Fauchon (1975), l'unité de base pratique d'appréciation de la dynamique du relief continental est le bassin hydrographique. Pour R. E. Horton 1945 et A. N. Strahler (1954), l'élaboration de méthodes quantitatives d'analyse permet de mieux apprécier les caractères du réseau hydrographique d'un réceptacle naturel qu'est le bassin. Elle permet par ailleurs, la comparaison entre plusieurs réseaux de cours d'eau. La caractérisation géométrique d'un bassin versant, fait appel à différents indices de forme qui sont déterminés et destinés à comparer les bassins concernés. Et permet même aussi d'estimer certaines de leurs caractéristiques hydrologiques. Les différents indices calculés dans le cadre de la présente recherche ont permis de connaître les caractéristiques géométriques du bassin de la Gbêffa. Il s'agit de l'indice de compacité, de l'indice global de pente, de la dénivellation spécifique et de la densité de drainage. Les calculs ont été faits tel que défini par Roche en 1963 et la FAO en 1996 à la suite de R. E. Horton (1945) et de A. N. Strahler (1956).

L'indice de compacité a été le plus considéré, il est encore dit de Gravelius. En effet, la valeur de cet indice pour le Bassin Gbêffa, a permis de qualifier le bassin d'allongé, sans être effilé. Sa pente longitudinale globalement faible détermine un relief non accidenté. Les autres

paramètres permettent de comprendre la structuration spatiale du réseau hydrographique. Elle établit la concentration des débits d'amont en aval et c'est celle que reprend la classification de R. E. Horton (1945) qui acquiert une forme définitive avec S. A. Schumm (1956) et de A. N. Strahler (1954a ; 1954b ; 1957). Les résultats obtenus dans le cadre de cette recherche sont similaires à ceux obtenus par J. B. K Vodounou (2010, p. 94-140).

Conclusion

La densité du drainage de la Gbêffa est très tributaire de ses caractéristiques géomorphologiques, lithologiques, climatiques et humaines. En effet, bien qu'il y ait la présence d'eau dans le bassin toute l'année, cette eau se retire dans le lit mineur du principal cours et aussi de ses principaux affluents en début d'étiage. Il s'agit d'une rivière qui par ses caractéristiques physiques constituent un important réceptacle d'eau qui mérite une attention particulière de la part des décideurs politiques du secteur de l'eau au Bénin, en vue d'optimiser sa contribution à la satisfaction des aspirations escomptées à court, moyen et long terme.

Références bibliographiques

- ABE, 1999. *Étude diagnostique de la gestion des zones humides du Sud- Bénin : état actuel des connaissances relatives aux zones humides du Sud- Bénin*. Rapport de synthèse, MEHU Cotonou, 55 p.
- Adam Kolawolé Sikirou et Boko Michel, 1993. *Le Bénin*. Les Editions du Flamboyant/EDICEF, 96 p.
- Agbossou Euloge K., Sintondji Luc Ollivier, Ahamide Bernard, 2009. Modélisation hydrologique dans le bassin du Zou avec le SIG. Rapport d'étude, LHME /FSA-UAC, Abomey-Calavi, Bénin, 18 p.
- DG-EAU, 2005 : Inventaire des ouvrages d'AEP et retenues d'eau. Rapport, Bénin.
- Fauchon André., 1975. Hydrographie de la partie ouest du bassin de la rivière des Etchemins (Québec). *Cahiers de géographie du Québec*, vol. 19, n° 47, 1975, p. 369-381. <http://id.erudit.org/iderudit/021264ar> (Site consulté le 26 décembre 2023 à 19h05' TU)
- Gbaï Nofodo Innocent, 2015. Impacts des systèmes d'exploitation des ressources naturelles sur les écosystèmes dans le bassin de la Beffa au Bénin, Afrique de l'ouest. Thèse de doctorat Unique, Université d'Abomey-Calavi, EDP, UAC, Bénin, 316 p.
- Horton Robert E., 1945. «Erosional developmet of streams and their drainage basins; hydrophysical approach to quantitative morphology », *Geol. Soc. America Bull.*, 56, p. 275-370.
- Houndagba Cossi Jean, 2001. *Inventaire et caractérisation des écosystèmes des complexes Est et Ouest des zones humides du Sud-Bénin*. Rapport de synthèse, Cotonou, 88 p.
- Houndagba Cossi Jean, Akoegninou Akpovi, Dannon G., et Zannou G., 2007. Etude de la dynamique des petits bassins lacustres du Sud-Bénin : Cas des lacs Hlan et Séle. *Revue N°3 du LaRBE : Science de l'environnement*, Presse de l'UL, pp 199-213.
- LIVRE BLEU BENIN, 2009. L'eau la vie, le développement humain. *Etat des lieux. Document de stratégie*. Bénin, 11 p.
- MCCAGPDPE et PNUD, 2000. Etudes nationales de perspectives à long terme Bénin 2025. ALAFIA (stratégies de développement du Bénin à long terme), Cotonou, 308 p.
- Roche Marcel, 1964. Généralités sur les caractéristiques physiques des bassins, exploitation des bassins du point de vue hydrologique. Ecole Nationale du Génie Rural, Support de première Conférence à l'Université de GAND, 14 p.
- Schumm Stanley A., 1956. «Evolution of drainage systems and slopes in badlands at Perth Amboy, New Jersey », *Geol. Soc. America Bull.*, 67, p. 597-646.
- Strahler Arthur Newell, 1954a. « Quantitative geomorphology of erosional landscapes », *C.-R. 19th Intern. Geol. Cong.*, Algiers, 1952, p. 341-354.
- Strahler Arthur Newell, 1954b. « Statistical analysis in geomorphic research », *J. Geol.*, 62, p. 1-25
- Strahler Arthur Newell, 1957. «Quantitative analysis of watershed geomorphology», *Am. Geophys. Union Trans.*, 38(6), p. 913-920

Vodounou Kpatindé Jean Bosco, 2010. Les systèmes d'exploitation des ressources naturelles et leurs impacts sur les écosystèmes dans le bassin de la Sô au Bénin. Thèse de doctorat des Universités de Lomé et Abomey-Calavi, EDP, UAC, Bénin, 305 p.

Volkoff B., 1963. *Etude des sols de la région littorale du Dahomey. Notice explicative de la carte pédologique au 1/20000*. Feuille Savè - Pira, ORSTOM, Cotonou, 21 p.

Youssouf I. et Lawani M., 2002. Les sols béninois : classification dans la Base de référence mondiale. *Quatorzième réunion du Sous-Comité ouest et centre africain de corrélation des sols*, ORSTOM, Cotonou, 29-49 p.