

# DYNAMIQUE D'OCCUPATION DES TERRES DANS UN CONTEXTE DE CHANGEMENT CLIMATIQUE ET D'ANTHROPISATION DANS LE BASSIN VERSANT DU NAKAMBE (BURKINA FASO)

Suzanne KOALA<sup>1</sup>  
M. Mamadou LOMPO<sup>2</sup>,  
sidiki GUELBEOGO<sup>1</sup>,  
Jean-Marie DIPAMA<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Université Joseph Ki-Zerbo, Faculté de Géographie, Laboratoire d'Etudes et de Recherches sur les Milieux et Territoires (LERMIT), 03 BP 7021, Ouagadougou, Burkina Faso.

<sup>2</sup>Université d'Abomey-Calavi, Laboratoire Pierre PAGNEY, Climats, Eau, Ecosystèmes et Développement (LACEEDE), 01 BP 526, Cotonou, Bénin.  
koalasuzanne@yahoo.fr

## Résumé :

*Les effets conjugués du changement climatique et des activités anthropiques ont pour conséquences une forte destruction du couvert végétal et une dénudation excessive de la surface des sols dans le sahel Burkinabè. La présente étude s'intéresse à la dynamique spatiale de l'occupation des terres du bassin versant du Nakambé à l'exutoire de Bagré dans un contexte de variabilité climatique et de pression démographique. La méthodologie s'est basée d'une part sur les tests statistiques de Pettitt et d'Ellipse de Bois de Buishand sur Khronostat version 1.01 et le calcul des anomalies thermométriques. Ces analyses ont permis de caractériser le climat avec les données de pluie régionalisées des stations synoptiques de Ouahigouya, Ouagadougou et Pô. D'autre part, les logiciels Envi 5.1 et ArcGIS 10.8 ont été utilisés pour le traitement et l'analyse diachronique des images satellitaires Landsat 5, 7 et 8 acquises respectivement en 1988, 2002 et 2018. Les résultats obtenus par les tests montrent une rupture en 2006, révélant une sous-période sèche de 1988 à 2006 et une sous-période humide de 2007 à 2018. Les indices thermométriques indiquent un accroissement de la température à partir de 2002 sur les stations. Au cours de la période 1988-2018, il y'a eu plusieurs mutations. La savane arbustive/herbeuse, les sols nus ont régressé respectivement de 37,5% et de 2,51%. Les champs/zones agricoles, la savane arborée, la forêt galerie ont progressé respectivement*

de 47% ; 4% et 3,5%. Les plans d'eau ont baissé de 298,31 ha de 2002 à 2018. Ainsi, les changements climatiques, les activités agricoles et pastorales, l'augmentation de la population constituent les principales causes de ces mutations.

**Mots-clés :** Occupation des terres, Bassin versant du Nakambé, Burkina Faso, Image Landsat, changement climatique.

## **Abstract :**

*The combined effects of climate change and anthropogenic activities result in significant destruction of plant cover and excessive denudation of the soil surface in the Burkinabè Sahel. This study focuses on the spatial dynamics of land use from the Nakambé watershed to the Bagré outlet in a context of climate variability and demographic pressure. The methodology was based on the one hand on the Pettitt and Bois de Buisland Ellipse statistical tests on Khronostat version 1.01 and the calculation of thermometric anomalies. These analyzes made it possible to characterize the climate with regionalized rainfall data from the synoptic stations of Ouahigouya, Ouagadougou and Pô. On the other hand, the Envi 5.1 and ArcGIS 10.8 software were used for the processing and diachronic analysis of Landsat 5, 7 and 8 satellite images acquired respectively in 1988, 2002 and 2018. The results obtained by the tests show a break in 2006, revealing a dry sub-period from 1988 to 2006 and a wet sub-period from 2007 to 2018. The thermometric indices indicate an increase in temperature from 2002 on the stations. During the period 1988-2018, there were several changes. Shrub/grass savannah and bare soils declined by 37.5% and 2.51% respectively. Agricultural fields/zones, wooded savannah and gallery forest increased by 47% respectively; 4% and 3.5%. Water bodies decreased by 298.31 ha from 2002 to 2018. Thus, climate change, agricultural and pastoral activities, and the increase in population constitute the main causes of these changes.*

**Keywords :** Land occupation, Nakambé watershed, Burkina Faso, Landsat image, climate change.

## **1. Introduction**

Le changement climatique est une réalité au Burkina Faso. Ce phénomène se manifeste sous diverses formes et touche plusieurs secteurs dont les plus vulnérables sont les ressources

en eau, la végétation, les sols. En plus du climat, la dégradation de ces ressources naturelles est accentuée par les activités de l'homme notamment les changements dans l'utilisation des sols à savoir l'agriculture, le pastoralisme, les activités minières, la construction d'habitats. En effet, l'analyse de l'évolution des données de populations sur le bassin versant du Nakambé à partir du recensement de la population de 1985 présente une hausse de cette population. De 3 468 344 habitants en 1985 (RGPH, 1985) à 4 221 708 habitants en 1996 (RGPH, 1996) et à 5 840 484 en 2006 (RGPH, 2006), le nombre de population est passé à 8 902 765 habitants en 2019 (RGPH, 2019). Le constat observé est donc une augmentation de 5 434 421 habitants en 34 ans. La dynamique environnementale corrélée à la dynamique démographique induit une modification de l'occupation de l'espace et a également fait l'objet d'étude dans le bassin du Nakambé à Wayen par J. E. Paturel et *al.*, (2009, p. 130).

L'objectif de la présente étude est donc d'analyser à travers le traitement d'images satellitaires la dynamique d'occupation des terres dans le bassin versant du Nakambé à l'exutoire de Bagré dans un contexte de changement climatique et d'augmentation de la population de la zone d'étude. Pour appréhender l'ampleur de la dégradation, plusieurs images ont été utilisées afin de faire le choix de l'image la mieux appropriée. Pour cette étude, le choix est porté sur les images Landsat de 30 m de résolution.

Selon B. M. Lamizana-Diallo, (2009, p. 35), dans le bassin versant du Nakambé le déboisement inconsidéré, le surpâturage, la surexploitation du sol, les incendies et les pratiques agricoles inadéquates accélèrent l'érosion et contribuent largement à emplir de terre les barrages et les cours d'eau. Pour ce qui concerne les sols, l'apparition des zones dénudées et encroûtées, appelées *Zipéllé* en langue nationale mooré montre bien l'ampleur de cette situation, (F. Hien et *al.*, 1996, p. 523).

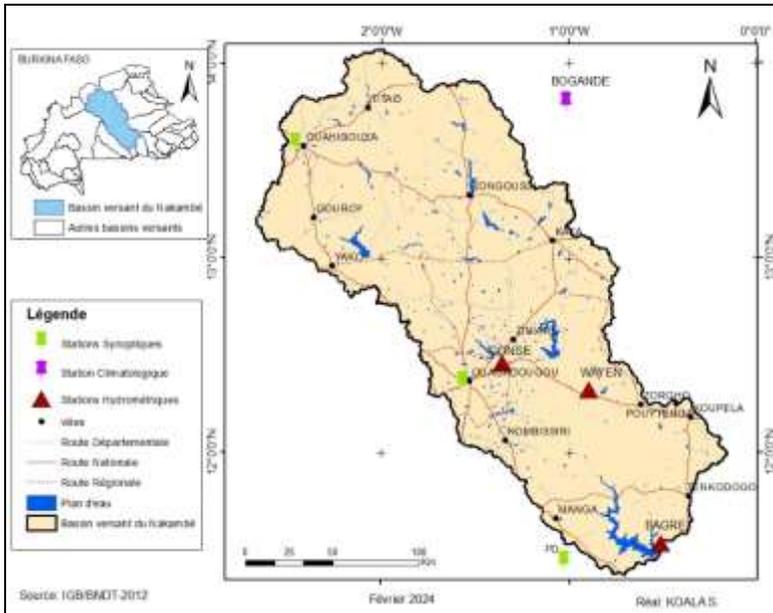
La problématique que soulève cette recherche est la mise en évidence de l'impact du changement climatique et des actions

anthropiques sur les ressources naturelles et l'environnement du bassin versant du Nakambé à l'exutoire de Bagré de la période 1988 à 2018.

## **2. Présentation de la zone d'étude**

La zone d'étude est le bassin versant du Nakambé à l'exutoire du barrage de Bagré. Le Nakambé constitue l'un des grands fleuves du Burkina Faso. Sur le cours d'eau du Nakambé sont érigés des ouvrages hydrauliques qui portent les noms des localités qui les abritent (Bagré, Ziga, Loumbila...). Selon les travaux de B. Ibrahim, (2012, p. 7), l'inventaire des retenues d'eau du Burkina Faso de 2008 a donné plus de 40% des 1479 ouvrages du pays sur le bassin versant où se mènent plusieurs activités agricoles que sont le maraichage, l'élevage et la culture du riz. La carte n° 1 ci-dessous présente la localisation du bassin versant du Nakambé.

## Carte n°1 : Localisation du bassin versant du Nakambé à l'exutoire de Bagré



### 3. Méthodologie

#### 3.1. Données climatiques

L'analyse du climat repose sur les données pluviométriques et thermométriques journalières des stations synoptiques de Ouahigouya (au nord), de Ouagadougou (au centre) et de Pô (au sud) du bassin versant de 1988 à 2018. Ces données sont obtenues auprès de l'Agence Nationale de la Météorologie (ANAM). La méthode d'analyse repose sur le traitement statistique des données de pluie à l'échelle annuelle sur trente ans. Quant au traitement de la température il s'est focalisé sur le calcul des indices thermométriques. Afin d'accomplir cette

tâche, il a été nécessaire de calculer la moyenne de la série annuelle, puis l'écart type de la série de 1988 à 2018.

### **3.2. Données cartographiques**

Les images Landsat ont constitué les données de base de ce travail. Elles ont été téléchargées sur le site United States Geological Survey (USGS). Ces images Landsat sont de dates différentes : TM de 1988, ETM+ de 2002 et les images OLI-TIR de 2018.

Une fois obtenue, les images satellitaires (images Landsat) subissent quelques traitements. Le traitement numérique d'image consiste à manipuler l'image numérique et à l'interpréter à l'aide d'un logiciel. Dans ce travail, il comporte les phases suivantes : le rééchantillonnage, la composition colorée, la classification et la vectorisation.

Il faut noter que la classification s'est faite dans le logiciel QGIS 3.16. C'est un logiciel open source et facile à manipuler.

Toutes les images ont été redimensionnées à une résolution de 30 mètres, assurant ainsi l'uniformité des tailles de pixels. Par la suite, une mosaïque d'images a été réalisée.

L'indice de Kappa a permis de valider les classifications. Parallèlement, les données collectées sur le terrain ont été exploitées à des fins de validation.

## **4. Résultats et discussion**

### **4.1. Analyse de l'évolution climatique dans le bassin versant de 1988 à 2018**

#### **4.1.1. Séries chronologiques de Pettitt et de Buishand et ellipse de Bois**

Pour H. Lubès Niel et *al.*, (1998, p. 397) le test de Buishand et celui de Pettitt sont réputés pour leur robustesse en ce sens qu'ils restent valides même pour des distributions de la variable

étudiée qui s'écartent de la normalité. Ces tests sont généralement utilisés pour caractériser le climat d'une zone donnée. L'approche de Pettitt est un test non paramétrique, simple, efficace et robuste, elle est efficace pour détecter les "ruptures" dans les séries pluviométriques des régions arides ou semi-arides.

Les figures 2 et 3 traduisent respectivement les tests de Pettitt et de Buishand et ellipse de bois appliqués aux séries pluviométriques annuelles (1988-2018). Les résultats de ces tests montrent tous une rupture de stationnarité significative au seuil de 95% en 2006. Deux grandes séquences se présentent : une séquence sèche de 1988 à 2006 et une séquence humide de 2007 à 2018. Ces deux phases ont respectivement une moyenne de 729 mm et 861,2 mm d'eau. Les résultats confirment une amélioration pluviométrique de la zone d'étude depuis 2006 et pourraient être signe d'un bon développement des ressources naturelles à condition que les actions humaines soient réduites.

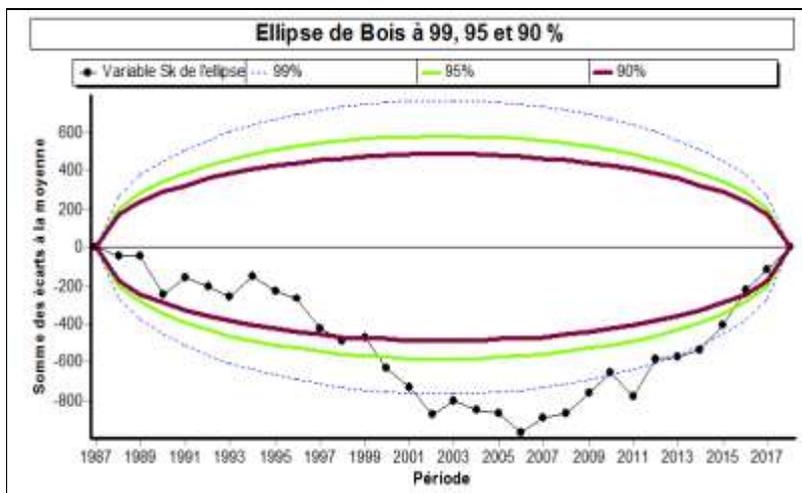
**Figure n°2 :** Rupture de stationnarité par le test de Pettitt dans le bassin versant



Source des données : Khronostat 1.01

La figure 3 suivante présente les résultats du test de Buishand

**Figure n°3 :** Rupture de stationnarité par le test de Buishand dans le bassin versant du Nakambé



Source des données : Khronostat 1.01

#### 4.1.2. Évolution des anomalies thermiques aux stations de Ouahigouya, Ouagadougou et Pô

La figure 4a montre la variation de l'indice thermométrique à la station de Ouahigouya. De l'analyse de cette figure, il ressort qu'une tendance légère tendance générale à la hausse de  $0,06^{\circ}\text{C}$  par an s'observe dans l'évolution des températures sur la période d'étude. À partir de l'année 2002 jusqu'en 2018, les températures sont à la hausse sauf en 2008 et en 2015 où ces années ont connu des anomalies négatives. Les périodes ayant enregistré les plus fortes hausses respectives de  $+1,5$  et  $+1,7^{\circ}\text{C}$  sont 2004 et 2010. Les températures les plus faibles sont

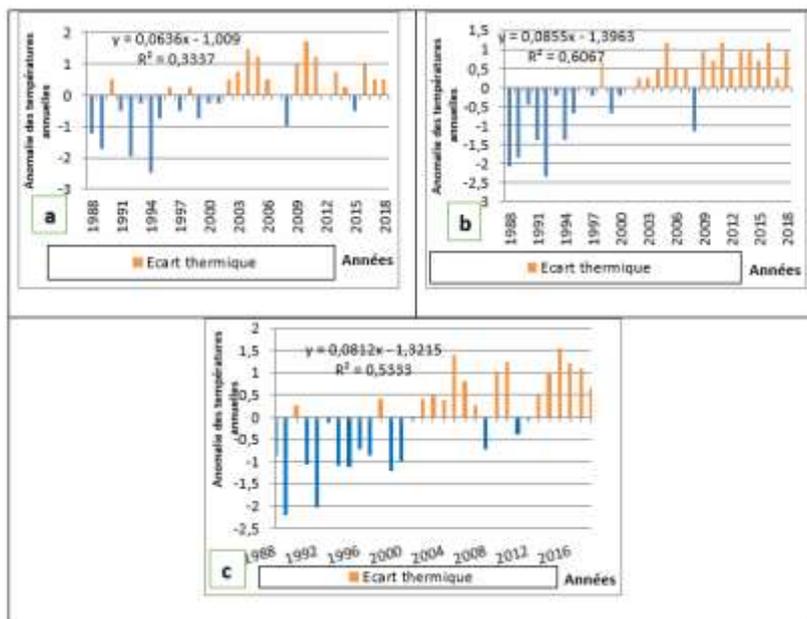
enregistrées en 1992 et en 1994 avec des indices respectivement de  $-1,9$  et  $-2,4^{\circ}\text{C}$ . Le record d'anomalie de la température moyenne maximale est atteint en 2010, avec  $+1,7^{\circ}\text{C}$ .

Pour ce qui ressort de la station de Ouagadougou sur la figure 4b, il y a également une faible tendance à l'augmentation des températures moyennes annuelles de  $0,08^{\circ}\text{C}$ . Cependant, deux principales phases d'évolution sont constatées. Une première phase froide de 1988 à 2000 avec des températures relativement plus basses et une période chaude qui commence à partir de l'année 2001 jusqu'en 2018. Dans la première phase dite froide, seule l'année 1998 a enregistré une anomalie positive ( $+0,69^{\circ}\text{C}$ ) et ce constat est valable pour la deuxième phase qui n'a enregistré qu'une seule année d'anomalie négative, l'année 2008 avec une valeur de ( $-1,16^{\circ}\text{C}$ ). La série a par ailleurs enregistré deux années d'anomalies nulles (1996 et 2001). L'année 1992 avec une anomalie négative de ( $-2,3^{\circ}\text{C}$ ) est la moins chaude et les années 2005, 2011 et 2016 sont les plus chaudes avec des anomalies positives qui sont toutes de ( $+1,16^{\circ}\text{C}$ ).

La station de Pô, figure 4c située au Sud du bassin est également sujette à la variabilité thermique interannuelle avec une tendance à la hausse de  $0,08^{\circ}\text{C}$  par an. L'observation des écarts thermiques permet une perception de deux phases d'évolution. L'une de 1988 à 2001 avec majoritairement des années d'anomalies négatives exceptées deux années que sont 1990 ( $+0,26$ ) et 1998 ( $+0,41$ ). La tendance générale de la série est à la baisse de la température. Par contre, la deuxième phase est marquée en grande partie par des années ayant des températures plus élevées comme l'indique les anomalies positives. Toutefois, cette deuxième phase a enregistré trois années d'anomalies négatives à savoir 2008 ( $-0,72$ ) ; 2011 ( $-0,37$ ) et 2012 ( $-0,04$ ). De toute la série, l'année 1989 a connu la plus faible valeur thermique ( $-2,20$ ) tandis que 2015 a enregistré l'anomalie positive la plus élevée ( $+1,55$ ). La hausse de la

température sur la deuxième phase témoigne d'un réchauffement du climat dans la zone.

**Figure n°4 :** Anomalies thermiques aux stations de Ouahigouya, Ouagadougou et Pô (1988-2018)



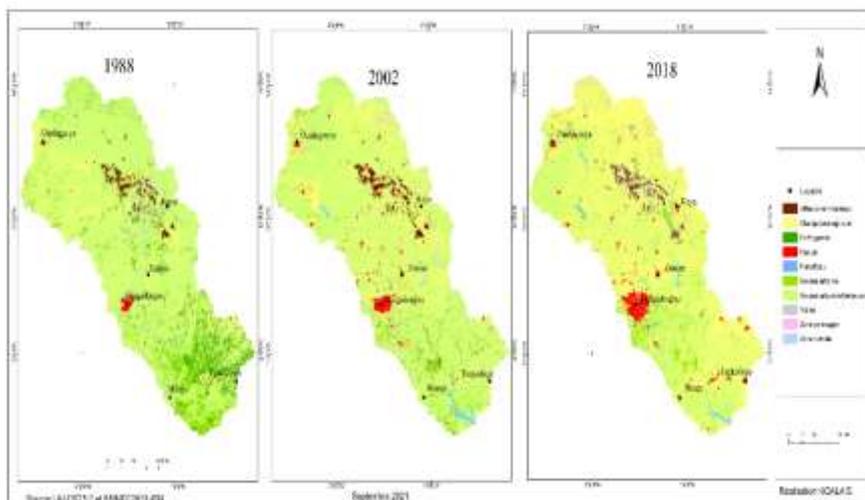
Source des données : ANAM 2021

#### 4.2. Étude diachronique de la dynamique des ressources naturelles dans le bassin versant

Le sol est le support de la vie terrestre. Il résulte de la transformation de la couche superficielle de la roche-mère, la croûte terrestre, dégradée et enrichie en apports organiques par les processus vivants. Le processus d'évolution naturelle du sol ainsi que son occupation sont bouleversés dû à l'action de l'homme.

L'analyse diachronique des cartes d'occupation des terres extraites des images LANDSAT 5 ; 7 et 8 de 1988, 2002 et 2018 a été faite afin de mieux appréhender la dynamique des unités d'occupation des terres du bassin versant du Nakambé. Pour ce faire, dix unités d'occupation (Affleurement rocheux, Champ/zone agricole, Forêt galerie, Habitat, Plan d'eau, Savane arborée, Savane arbustive/Herbeuse, Sol nu, Zone aménagée, Zone humide) ont été mises en exergue. Chacune des unités d'occupation a subi au cours des trente années une évolution selon les besoins des populations et les variations du climat. En outre la création de la retenue d'eau de Bagré en 1992 a occasionné une exploitation à outrance des ressources naturelles par la population. La carte n° 2 suivante présente les unités d'occupation des terres dans le bassin versant et leur évolution de 1988 à 2018.

**Carte n° 2 : Dynamique d'occupation des terres de 1988, 2002 et 2018 dans le bassin versant du Nakambé à l'exutoire de Bagré**

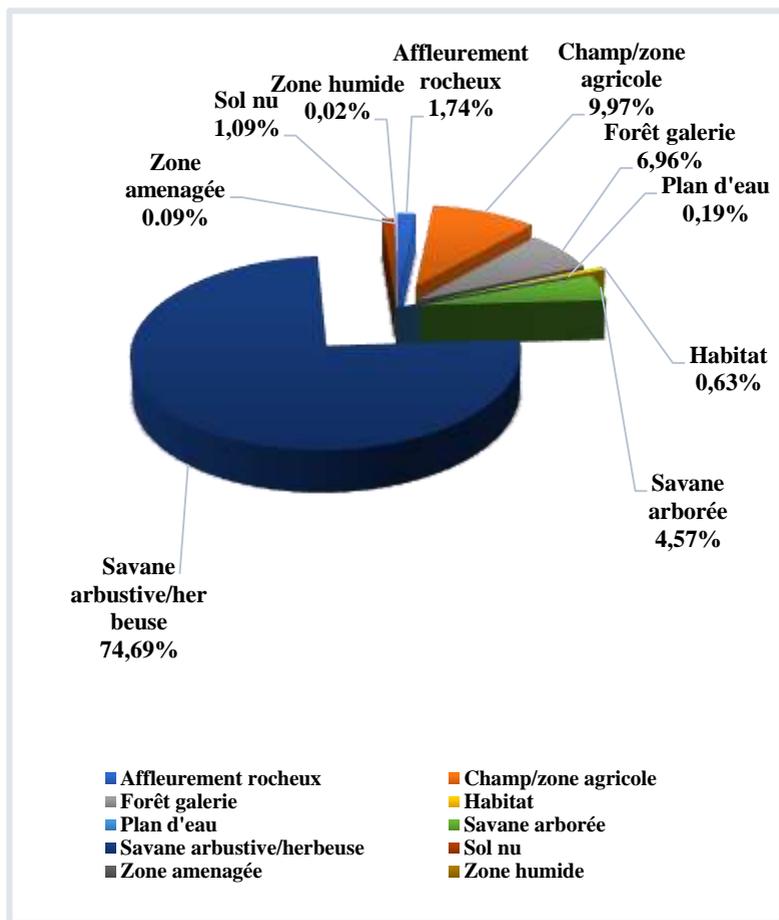


#### *4.2.1. État des unités d'occupations des terres*

Les statistiques issues du traitement des images de 1988, 2002 et 2018 montrent que toutes les unités d'occupation couvrent une superficie totale de 3536778,42 hectares. L'état des unités au cours des 30 ans se présente comme suit :

➤ En 1988, les formations végétales (forêt galerie, savane arborée, arbustive/herbeuse) constituaient les éléments les plus importants du bassin versant avec une superficie totale de 3 050 147,87 ha soit 86,24 % de la superficie totale (Carte n°2). De ces formations végétales, la savane arbustive/herbeuse à elle seule occupait plus de la moitié du bassin versant (2 641 841,37 ha soit 66,21 %), ensuite vient les forêts galeries avec 246 484,24 ha (6,97 %) répartie principalement au Sud et au Nord et enfin la savane arborée avec 161 822,26 ha (4,58 %). La deuxième principale unité est la zone agricole qui couvre 352 847,84 ha soit 9,98 % de la superficie du bassin versant. Le reste (3,78%) de la superficie totale se répartit respectivement entre les affleurements rocheux 1,78 % (61 610,6 ha), les sols nus 1,09% (38 610,27 ha), les habitats 0,63 % (22 374,74 ha), les plans d'eau 0,20 % (6 990,04 ha), les zones aménagées 0,10 % (3 435,23 ha) et les zones humides 0,02 % (761,62 ha).

**Figure n° 5 : Données de statistiques de 1988**



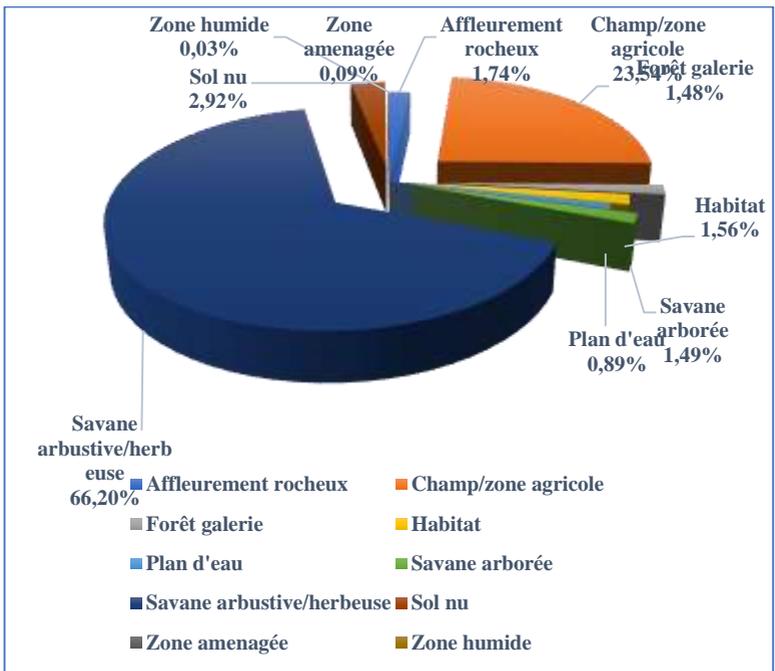
*Source des données* : Données statistiques des traitements d'images de 1988

➤ En 2002 les superficies des formations végétales connaissent une baisse mais elles demeurent la principale unité d'occupation : la savane arbustive/herbeuse occupe

2 341 550,22 ha soit 66,21 %, les forêts galeries couvrent 52 782,91 ha soit 1,49 % et la savane arborée s'étale également sur 52 782,91 ha soit 1,49 %. Les zones de cultures s'agrandissent et couvrent 832 882,53 ha soit 23,55 % du bassin versant.

Quant aux autres unités, elles se partagent le reste de la superficie en raison de 103 626,62 ha (2,93 %) pour les zones nues, 61 621,78 ha (1,74 %) pour les affleurements rocheux, 55 426,62 ha (1,57 %) pour les habitats, 31 653,03 ha (0,89 %) représentant les plans d'eau, 3 435,24 ha (0,10 %) pour la zone aménagée et 1 261,24 (0,04 %) pour les zones humides.

**Figure n° 6 : Données de statistiques de 2002**

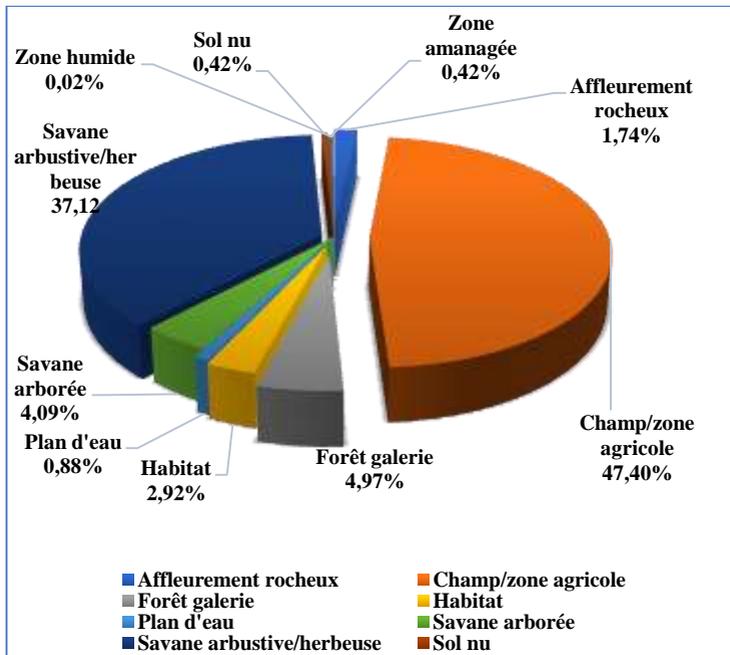


*Source des données* : Données statistiques des traitements

d'images de 2002

➤ En 2018, la savane arbustive/herbeuse occupe 1 312 970,22 ha (37,12 %), les forêts galeries 176 055,82 ha (4,98 %) et la savane arborée s'étale sur 144 705,62 ha (4,09 %). Les zones de cultures s'agrandissent encore et couvrent 1 676 691,16 ha (47,41 %). Le reste de la superficie est répartie comme suit : 14 979,97 ha (0,42 %) pour les zones nues, 61 621,78 ha (1,74 %) pour les affleurements rocheux, 103 361,82 ha (2,92 %) pour les habitats, 31 653,03 ha (0,89 %) pour les plans d'eau, 14 318,90 ha (0,40 %) pour la zone aménagée et 717,53 (0,02 %) pour les zones humides.

**Figure n° 7 : Données de statistiques de 2018**



*Source des données* : Données statistiques des traitements d'images de 2018

#### **4.2.2. Analyse de la dynamique d'occupation des terres du Nakambé à Bagré**

L'état diachronique de l'occupation des terres dans le bassin versant du Nakambé à Bagré indique une véritable évolution des différentes unités du secteur d'étude. Le constat révèle qu'en 1988 la dégradation du milieu était moins importante mais elle a pris de l'ampleur en 2002 et surtout en 2018.

Les lignes qui suivront mettront en exergue l'évolution de chaque unité d'occupation de la zone au cours des trois dernières décennies.

##### **- La forêt galerie**

La forêt galerie a pendant longtemps subi une exploitation de ses ressources par les hommes. Occupant une surface de 6,97 % en 1988, cette superficie a diminué jusqu'à 1,49 % soit (-5,48 %) en 2002. Les défrichements culturels pour de nouveaux champs ou pour l'extension des champs déjà existants, l'exploitation des arbres pour le bois de chauffe sont à l'origine de cette baisse. De 2002 à 2018 l'adoption de nouvelles mesures de protection de la nature a permis la récupération de quelques surfaces passant alors de 1,49 % en 2002 à 4,98 % en 2018 soit une hausse de 3,49 %.

##### **- La savane arborée**

Tout comme la forêt galerie, la savane arborée a d'abord connu une baisse de (-3,09 %) de 1988 à 2002 soit un pourcentage de 4,58 % à 1,49 % pour ensuite augmenter de 2002 à 2018. Cette surface a de ce fait connu une hausse (+2,6 %) allant de 1,49 % à 4,09 % de 2002 à 2018. Les différentes actions de reboisements organisées par plusieurs organisations locales (groupement des

femmes, associations...) et administratives ont permis cette récupération de la savane arborée.

- ***La savane arbustive/herbeuse***

On constate une réduction de la savane arbustive/herbeuse de 1988 à 2018. En effet la superficie en termes de pourcentage est passée de 74,70 % en 1988 à 37,12 % en 2018 soit une diminution totale de 37,58 % en trois décennies.

- ***Les sols nus***

Quant aux sols nus, leur superficie (en pourcentage) a d'abord connu une hausse de 1988 à 2002 soit de 1,09 % à 2,93 % correspondant à une hausse de (+1,84 %) pour ensuite baisser de 2002 à 2018 soit de 2,93 % à 0,42 % donc une réduction de (-2,51 %). De 2002 à 2018 le manque de terre cultivable avec l'augmentation de la population de même que le manque d'espace d'habitation ont conduit la population à l'exploitation de ces sols nus. En plus avec l'éveil de conscience de cette population plusieurs plants sont mis en terre chaque année pour la diminution de l'espace occupé par les sols érodés.

- ***Les champs/zone agricole***

Cette entité a connu une hausse remarquable car la superficie emblavée (en pourcentage) est passée de 9,98 % en 1988 à 23,55 % en 2002 et à 47,41 % en 2018 soit une hausse de +13,57 % à +23,86 %. Cette situation s'explique par l'augmentation de la population dans la zone avec la construction des deux grands barrages que sont, Bagré dont la mise en eau a été faite en 1992 et celui de Ziga mise en eau en 2000. En outre les superficies des forêts galeries, de la savane arborée arbustive et herbeuse se dégradent au profit des champs et des zones agricoles.

- ***Les plans d'eau***

Quant à la superficie du plan d'eau, celle-ci a également connu

une évolution de 1988 à 2018. En 1988 même si certains cours d'eau existaient déjà, les grands barrages de Bagré et de Ziga n'avaient pas encore vu le jour. La superficie du plan d'eau était donc de 6990,04 ha. Après la construction de ces barrages, cette superficie est passée de 31653,91 ha en 2002 à 31355,60 ha en 2018. Toutefois on constate une diminution de la superficie du plan d'eau de 298,31 ha de 2002 à 2018. Les activités anthropiques autour des plans d'eau malgré les interdictions sont les causes de cette baisse. Les activités menées aux abords de ces plans d'eau provoquent leur envasement, leur ensablement, un tarissement précoce de ces cours d'eau ainsi que leur mauvais remplissage lié à la mauvaise pluviométrie et à leur comblement.

#### - *La zone aménagée*

Les zones aménagées ont également subi une évolution. Ces zones sont aménagées pour les cultures de contre-saison, le maraichage, la riziculture et d'autres spéculations à savoir la culture du sésame. Plus ou moins stable de 1988 à 2002 (3435,23 ha), leur superficie a augmenté de 2002 à 2018 s'élevant à 14318,90 ha soit une hausse de 10882,77 ha en 16 ans.

#### - *La zone humide*

La zone humide a également connu une augmentation de sa surface de 1988 à 2002 qui passe de 761,52 ha à 1261,15 ha. Cependant de 2002 à 2018 ces zones humides ont connu une baisse de 717,53 ha. Une situation qui pourrait s'expliquer par le tarissement rapide des points d'eau.

Le constat fait est donc une régression de l'ensemble des formations naturelles liée à l'anthropisation et à l'accroissement de la population autour de la zone.

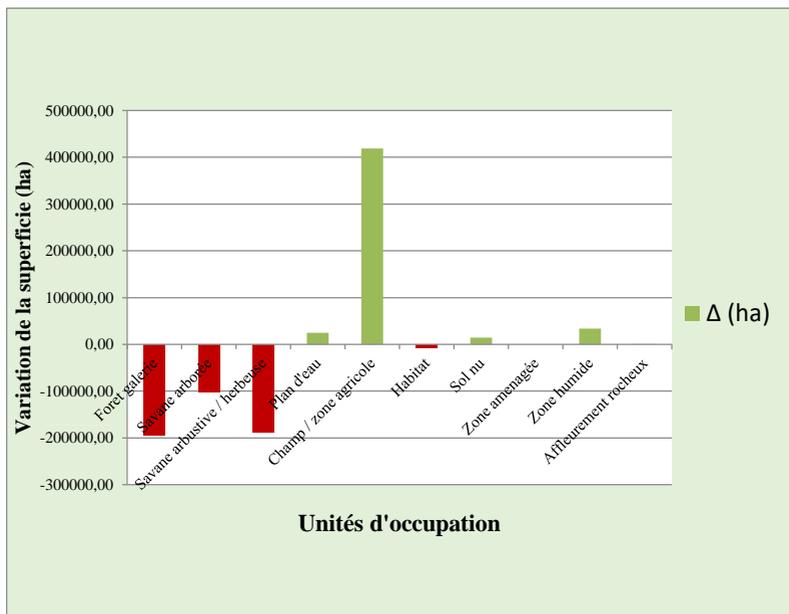
### ***4.2.3. Analyse matricielle spatio-temporelle de l'occupation des terres de 1988 à 2018***

#### ***4.2.3.1. Variation de la superficie de l'occupation des terres entre 1988 et 2002***

Au cours de la période 1988 à 2002, plusieurs mutations se sont faites sur les différentes unités d'occupations. De l'analyse de la figure 8, il ressort que les unités paysagiques comme le plan d'eau, les champs/zones agricoles, les sols nus, la zone humide et les affleurements rocheux ont connu une augmentation. En effet, ces unités d'occupation ont augmenté respectivement de 24657 ha ; 418585,5 ha ; 14108,67 ha ; 33769,89 ha et 10,44 ha. Par contre, la superficie de la forêt galerie (-193914,36 ha), la savane arbustive (-187898,67 ha), la savane arborée (-101934) et les habitats (-7384,5 ha) ont régressé de 1988 à 2002. Ces constats confirment la dégradation des ressources naturelles en particulier la végétation dans le secteur d'étude.

Le phénomène de l'érosion en accélération sur cette partie du Burkina Faso particulièrement au nord est à l'origine de la hausse de la superficie des sols nus. Aussi, la construction et la mise en eau des barrages notamment ceux de Bagré en 1992, Dourou en 1995 et Ziga en 2000 a joué négativement sur les écosystèmes naturels. Ces réalisations expliquent en partie la diminution de la superficie des habitats car les populations ont été délocalisées afin de libérer les sites de ces infrastructures.

**Figure 8 :** Variation de la superficie des unités d'occupation des terres de 1988 à 2002



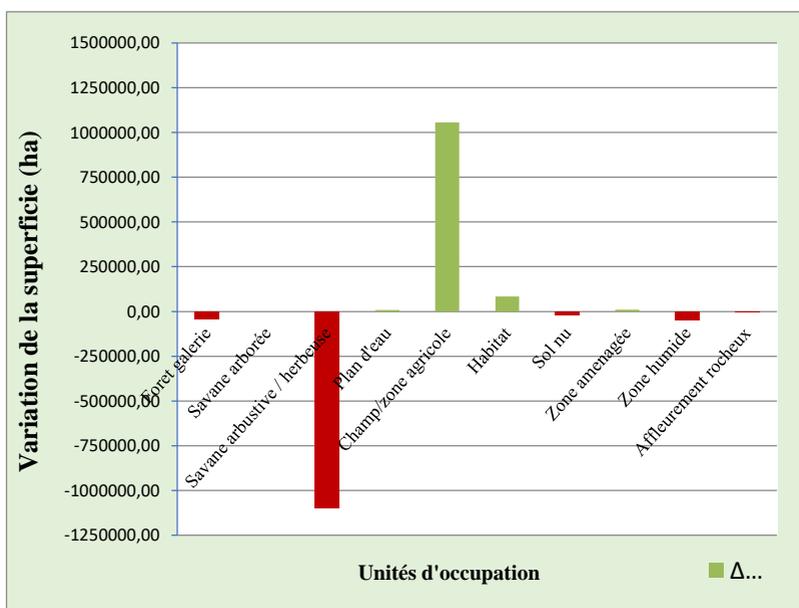
*Source des données :* Traitement statistique de l'étude diachronique, mars 2022

#### 4.2.3.2. *Changement de l'occupation des terres de 2002 à 2018*

De grands changements se sont également opérés au cours de la période 2002 à 2018. La destruction de la forêt galerie et de la savane arbustive et herbeuse au profit des champs/des zones agricoles et des habitats ont entraîné la régression de ces unités d'occupation. Au cours de cette période la savane arbustive et les champs sont les unités qui ont connues les grandes modifications de leurs surfaces. Si l'une a augmenté de +1055498,67 ha, l'autre par contre a subi une large régression

de -1097311,95 ha en 16 ans. En effet, l'augmentation fulgurante du nombre d'habitants en raison de l'implantation des barrages et leur engouement pour la terre sont à l'origine de l'étalement des zones agricoles dans le bassin versant du Nakambé. Pour ce qui concerne la baisse de la superficie du plan d'eau, le comblement et l'ensablement ont accentué la régression de sa superficie au cours de cette période 2002-2018. Les interventions extérieures ont facilité la récupération des sols nus d'où l'augmentation de leur superficie. Ces sols ont été récupérés par les techniques de conservation des eaux et des sols entreprises par plusieurs ONGs installées dans la localité surtout à cause du besoin en terre qui se manifestait au vu de la croissance démographique.

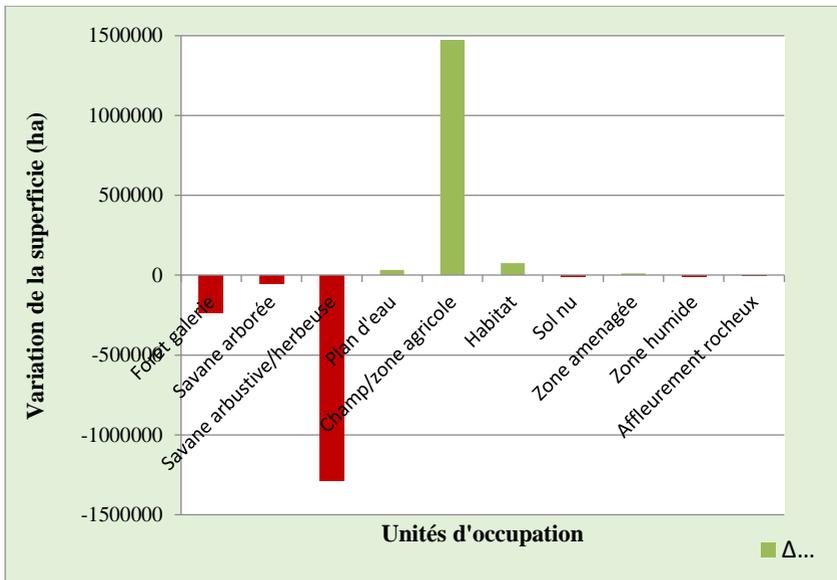
**Figure 9 :** Variation de la superficie des unités d'occupation des terres de 2002 à 2018



### 4.2.3.3. Changement de l'occupation des terres entre 1988 et 2018

Il ressort de l'analyse de la figure 10 ci-dessous que les plus importants changements se sont effectués au cours de la période 1988 à 2018. En effet, les unités ayant subi les grandes transformations sont la savane arbustive et herbeuse (-1 285 210,62 ha) dont la superficie a largement régressé au détriment de la zone agricole (+1 474 084,17 ha) ainsi qu'une diminution drastique des galeries forestières. Cette forêt galerie a vu sa superficie régresser de -234 868,68 ha. De même, la savane arborée a perdu en superficie (-50 967,45 ha).

**Figure 10 :** Variation de la superficie des unités d'occupation des terres de 1988 à 2018



*Source des données :* Traitement statistique de l'étude diachronique, mars 2022

Globalement on retient de l'examen des figures 8, 9 et 10 que la dynamique de l'occupation des terres entre 1988 et 2018 est marquée par la régression de toutes les formations végétales naturelles au profit des unités d'occupation anthropiques. Entre ces trois dates, la superficie des champs a connu la plus grande expansion.

### 3. Discussion

La présente étude a permis de mettre en évidence la dynamique d'occupation des terres dans le bassin versant du Nakambé à Bagré. Le traitement d'images Landsat est un moyen efficace pour l'analyse de la dynamique d'occupation de ces terres. C'est dans ce sens que J. Oloukoi et *al.*, (2007, p. 320), estiment que bien que la résolution soit relativement faible (30 m), ces images ont été d'un grand apport dans l'identification des catégories d'occupation des terres.

Dans le bassin versant du Nakambé, les principaux facteurs de la réduction de la couverture végétale sont le fort accroissement des surfaces cultivées et les pratiques agricoles. C'est pourquoi les résultats de l'étude réalisée par S. Soulama et *al.*, (2015, p. 8054), sur la réserve partielle de faune de Pama estiment que les zones ayant connu une dégradation sont plus localisées dans la partie anthropisée tandis que celles ayant connu une amélioration forestière sont situées dans la réserve de Pama et dans les ZOVIC. Dans le même ordre d'idée, O. Arouna et *al.*, (2016, p. 10546) ont montré que l'évaluation de la dynamique de l'occupation des terres dans le bassin supérieur de l'Alibori au Bénin de 1985 à 2016 a révélé une régression des formations naturelles au profit des mosaïques de champs et jachères et des agglomérations.

À côté de ces facteurs essentiellement anthropiques, il faut ajouter ceux climatiques. En effet, les fluctuations climatiques influencent aussi les changements d'occupation des terres. La

dégradation de la couverture végétale pourrait s'expliquer par le déficit hydrométrique constaté dans le bassin versant du Nakambé et vice versa, les modifications de la couverture végétale peuvent avoir des impacts sur les écoulements comme le souligne S. Zakari et *al.*, (2015, p. 248) dans le bassin de la Sota à l'exutoire de Coubéri au Bénin.

Une étude réalisée par I. Sarr et *al.*, (2021, p. 13) à partir d'une analyse par le test de Pettitt de la série des précipitations annuelles sur la période 1951-2017 dans le département de Linguère au Sénégal identifie trois périodes que sont : une première dite humide de 1951 à 1969 avec une moyenne de 524 mm/an, une phase sèche de 1970 à 2008 avec une moyenne de 373 mm/an, puis une nouvelle phase humide de 2009 à 2017 avec une moyenne de 497 mm/an. Les résultats de la rupture détectée en 2006 par le test de Pettitt mettant en évidence une reprise pluviométrique sont semblables à d'autres études récentes menées dans la zone sahélienne, indiquant bien une nette amélioration des conditions pluviométriques depuis la fin des années 1990 et le début des années 2000 (A.P. Ouoba, 2013, p. 100).

L'augmentation de la température comme l'indique les graphiques sur les anomalies thermométriques ne feront qu'accentuer la dégradation des ressources naturelles. En effet, le constat fait sur l'évolution de la température pourrait constituer un obstacle au remplissage des retenues d'eau et à une sécheresse plus prononcée accélérant l'évaporation de ces points d'eau. À la station synoptique de Ouahigouya, des résultats semblables ont été trouvés par des auteurs ayant travaillé sur la même station pour caractériser l'évolution de la température, à l'exemple de B.C. L. N. Karambiri, (2017, p. 106) sur le bassin versant du Sourou dans la région de la Boucle du Mouhoun au Burkina Faso. En plus des conditions climatiques, l'accroissement sans cesse de la population constaté dans la zone d'étude impose une pression considérable sur les ressources

naturelles en provoquant leur dégradation. Ces résultats confirment ceux des études réalisées par L.F. Falolou et *al.* (2018 p. 36), dans la zone urbaine et péri-urbaine de Porto-Novo. Globalement, comme le souligne E.W., Vissin (2007, p. 220), dans son étude sur l'impact de la variabilité climatique et de la dynamique des états de surface sur les écoulements du bassin béninois du fleuve Niger, les changements touchant le couvert végétal d'une zone, quelqu'en soit leur provenance (humaine ou naturelle), ont un effet sur la relation qui existe entre les pluies et les écoulements de surface.

Dans le cadre de ce travail, la modélisation des précipitations et des températures pourrait être un outil d'aide et de décision pour les autorités de la localité dans l'exploitation future des ressources du bassin versant du Nakambé à l'exutoire de Bagré.

## **Conclusion**

En définitive, cette étude a permis de caractériser les principales unités d'occupation des terres entre 1988, 2002 et 2018 à partir du traitement d'images satellitaires. Il ressort de cette étude que les unités d'occupation des terres ont considérablement évoluée. L'étude révèle en outre que l'agriculture intensive a entraîné la dégradation des sols, l'expansion des superficies agricoles et donc la dégradation des ressources naturelles. Les superficies des forêts galeries/savanes arborées, des savanes arbustives et des plans d'eau ont régressé. L'activité agricole et pastorale, les variations climatiques, la pression démographique et l'activité minière sont des principales causes de ces changements de l'occupation des terres dans le bassin versant du Nakambé à l'exutoire de Bagré. Ces mutations sont donc attribuées au changement et à la variabilité climatique ainsi qu'à la pression démographique. Toutefois la reprise de la pluviométrie en 2006 a permis une régénérescence des ressources végétales en plus

des actions de reboisement menées sur le terrain par la population.

## Bibliographie

Arouna O., Etene C. G., & Issiako D., (2016) : Dynamique de l'occupation des terres et état de la flore et de la végétation dans le bassin supérieur de l'Alibori au Bénin. *Journal of Applied Biosciences*, 108, pp. 10543-10552. [file:///C:/Users/hpp/Downloads/ajol-file-journals\\_490\\_articles\\_155037\\_submission\\_proof\\_155037-5785-405176-1-10-20170420.pdf](file:///C:/Users/hpp/Downloads/ajol-file-journals_490_articles_155037_submission_proof_155037-5785-405176-1-10-20170420.pdf)

Falolou, L. F., Orekan V., Houssou C. & Agbosso E. (2018). Analyse de la dynamique de l'occupation du sol et de la densité de la population dans la zone urbaine et péri-urbaine de Porto-Novo. *Afrique SCIENCE*, 14(5), 33-49.

<https://ijpsat.org/index.php/ijpsat/article/view/1852>

Hien, F., Compaore J. A. & Coulibaly-Some O. (1996). La dynamique de la dégradation des sols dans le bassin du Nakambé: une étude diachronique dans le secteur des forêts classées de Bissiga-Nakabé au Burkina Faso. Monitoring soils in the environment with remote sensing and GIS. Paris: *Orstom éditions*, 523-30. [https://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins\\_textes/pleins\\_textes\\_6/colloques2/010008431.pdf](https://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/pleins_textes_6/colloques2/010008431.pdf)

Karambiri B.L.C.N. (2017). Variabilité climatique et gestion intégrée des ressources en eau dans le bassin versant du Sourou au Burkina Faso. Thèse de doctorat en géographie, Université Ouaga I Professeur Joseph Ki Zerbo, 237 p.

Lamizana-Diallo M. B. (2009). Impact de la crue fluviale sur les écosystèmes et les conditions de vie des populations riveraines du Nakanbé (Burkina Faso). Thèse de doctorat, option Biologie et écologie végétale. Université de Ouagadougou, 126 p. + Annexes.

[https://beep.ird.fr/collect/uouaga/index/assoc/M11495.d  
ir/M11495.pdf](https://beep.ird.fr/collect/uouaga/index/assoc/M11495.d<br/>ir/M11495.pdf)

Lubes-Niel H., Masson J. M., Paturel J. E. & Servat E. (1998). Variabilité climatique et statistiques. Étude par simulation de la puissance et de la robustesse de quelques tests utilisés pour vérifier l'homogénéité de chroniques. *Revue des Sciences de l'Eau*, 11(3), 383-408. <https://www.erudit.org/fr/revues/rseau/1998-v11-n3-rseau3292/705313ar/>

Oloukoi J., Mama V.J. et Agbo F.B. (2007). Modélisation de la dynamique de l'occupation des terres dans le département des collines au Bénin. *Téledétection*, 2006, vol. 6, n° 4, p. 305-323. <https://www.researchgate.net/publication/279851907>

Ouoba A. P., (2013). Changements climatiques, dynamique de la végétation et perception paysanne dans le Sahel burkinabè. Thèse de doctorat en géographie, Université de Ouagadougou, 305 p.

Paturel, J. E., Diello, P., Mahé, G., Dezetter, A., Barbier, B., & Karambiri, H. (2009). Modélisation hydrologique et interrelations Climat-Homme-Environnement dans le Sahel Burkinabè. *IAHS*. [https://publications.cirad.fr/une\\_notice.php?dk=553359](https://publications.cirad.fr/une_notice.php?dk=553359)

Sarr, I., Ndiaye, A., Faye, G., & Faye, M. (2021). Variabilité climatique et stratégies d'adaptation des agriculteurs dans le département de Linguère (Sénégal) de 1951 à 2017: cas des arrondissements de Barkédji, Sagatta Djoloff et Yang-Yang. *Physio-Géo. Géographie physique et environnement*, Volume 16, 29-47. <https://journals.openedition.org/physio-geo/12003>

Soulama S., Kadeba A., Nacoulma B.M.I., Traoré S., Bachmann Y., Thiombiano A., (2015). Impact des activités anthropiques sur la dynamique de la végétation de la réserve partielle de faune de Pama et de ses périphéries (sud-est du Burkina Faso) dans un contexte de variabilité climatique.

*Journal of Applied Biosciences* 87 :8047– 8064, ISSN 1997–5902

<https://www.ajol.info/index.php/jab/article/view/11652>

3

Vissin E. W., (2007) : Impact de la variabilité climatique et de la dynamique des états de surface sur les écoulements du bassin béninois du fleuve Niger. Ph. D thesis, Université de Bourgogne, France, 285 p. + annexes. <https://theses.hal.science/tel-00456097/document>

Zakari, S., Tente, B. A. H., Imorou, I. T., Yabi, I., Afouda, F., & N'Bessa, B. (2015). Variabilité hydropluviométrique et dynamique de l'occupation des terres dans le bassin de la Sota à l'exutoire de Coubéri au Bénin (Afrique de l'Ouest) [Hydropluviometric variability and dynamic of land cover in the catchment of Sota at the outlet of Coubéri in Benin (West Africa)]. *International Journal of Innovation and Applied Studies*, 13(2), 235

<https://www.researchgate.net/publication/305041254>