



## RESEARCH ARTICLE

### CONTRIBUTION DE LA TÉLÉDÉTECTION À L'ÉTUDE DE LA DYNAMIQUE SPATIO-TEMPORELLE DES PLANS D'EAU DANS LE BASSIN VERSANT DU LAC BAM, AU BURKINA FASO

Dr. Sidiki GUELBEOGO<sup>1\*</sup>; Dr. Suzanne KOALA<sup>1</sup>; Tenee Angèle NABALOU<sup>2</sup> and Dr. Lucien OUEDRAOGO<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup>Laboratoire d'Études et de Recherches sur les Milieux et Territoires, Université Joseph KI-ZERBO, Ouagadougou, Burkina Faso; <sup>2</sup>Ecole Doctorale Lettres Sciences Humaines et Communication (ED-LESHCO) /Laboratoire Dynamiques des Espaces et Sociétés (LDES), Université Joseph KI-ZERBO, 01 BP 85, Ouagadougou 01, Burkina Faso, NTA; <sup>3</sup>Institut de l'Environnement et de Recherches Agricoles (INERA/CNRST), Ouagadougou, Burkina Faso

#### ARTICLE INFO

##### Article History:

Received 14<sup>th</sup> December, 2023  
Received in revised form  
20<sup>th</sup> January, 2024  
Accepted 24<sup>th</sup> February, 2024  
Published online 30<sup>th</sup> March, 2024

##### Key words:

Bassin versant, Lac Bam, Landsat, Diachronique, Dynamique, Plan d'eau.

##### \*Corresponding author:

Sidiki GUELBEOGO

#### ABSTRACT

Les bassins versants du Burkina Faso, cruciaux pour l'approvisionnement en eau de surface, subissent une dégradation caractérisée par une diminution des superficies des plans d'eau. Cette tendance alarmante a motivé, la présente étude, dont l'objectif est d'analyser l'évolution temporelle et spatiale des plans d'eau du bassin versant du Lac Bam. La méthodologie adoptée repose sur une analyse diachronique des images Landsat des années 1986, 2000 et 2014. Les résultats obtenus révèlent une disparité morphologique de l'espace occupé par les plans d'eau au cours de la période étudiée. En effet, ces plans d'eau sont passés d'une superficie de 2885,67 hectares en 1986 à 1105,75 hectares en 2000, pour atteindre 618,37 hectares en 2014, soit un taux moyen de régression annuel de 2,80% en 28 ans. Quant au réservoir du lac, il a également subi une régression significative de sa superficie et de son périmètre au cours de la même période. Le périmètre du lac a diminué passant de 64,77 kilomètres en 1986 à 48,30 kilomètres en 2000, puis à 42,38 kilomètres en 2014. Parallèlement, sa superficie a également connu une diminution, passant de 853,67 hectares en 1986 à 585,11 hectares en 2000, pour finalement atteindre 349,63 hectares en 2014. Ces résultats mettent en évidence une évolution préoccupante de la dynamique des plans d'eau du bassin versant du Lac Bam, soulignant ainsi l'urgence d'identifier les facteurs sous-jacents à cette régression et de proposer des mesures appropriées pour une gestion durable de ces ressources en eau.

Copyright©2023, Sidiki GUELBEOGO et al. This is an open access article distributed under the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Citation: Dr. Sidiki GUELBEOGO; Dr. Suzanne KOALA; Tenee Angèle NABALOU; Dr. Lucien OUEDRAOGO. 2023. "Contribution de la télédétection à l'étude de la dynamique spatio-temporelle des plans d'eau dans le bassin versant du Lac Bam, au Burkina Faso". *International Journal of Current Research*, 16, (03), 27551-27556.

## INTRODUCTION

La croissance démographique rapide à l'échelle mondiale a entraîné une pression sur les ressources en eau. Selon les estimations de la Banque Mondiale, plus de 40 % de la population mondiale vit dans des territoires où l'eau est rare. Ainsi, d'ici 2040, un enfant sur quatre pourrait vivre dans des zones de pénurie d'eau extrême<sup>1</sup>. Cette situation pourrait s'aggraver en raison des impacts du changement climatique. La préservation des ressources en eau est devenue un enjeu majeur dans de nombreuses régions du globe, en particulier dans les zones arides et semi-arides où l'approvisionnement en eau est souvent limité (D. T. Zoungrana et O. Combelem, 2016, p.73 ; S. PALE *et al.*, 2019, p.434 ; F. Sanogo *et al.*, 2023, p.192).

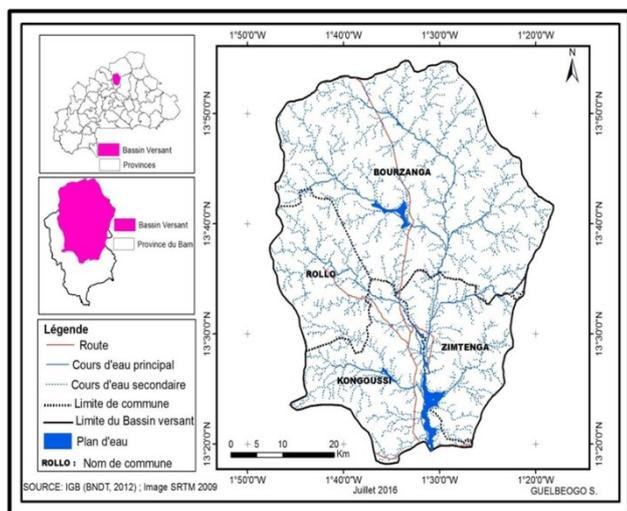
Au Burkina Faso, les bassins versants jouent un rôle crucial dans l'approvisionnement en eau de surface, fournissant des ressources essentielles pour les besoins humains, agricoles et environnementaux (AEC, 2015, p.6 ; AEM, 2017, p.12 ; DGRE, 2017, p.21 ; AEM, 2020, p.31). Parmi ces bassins versants, le bassin versant du Lac Bam se distingue par son importance stratégique et sa contribution significative à l'équilibre hydrologique (C. Boena, 2001, p.45 ; F. Boena, 2013, p.78). Cependant, ce bassin versant est confronté à des défis croissants liés à la dégradation de sa ressource en eau, notamment la diminution des superficies des plans d'eau et la régression du réservoir (S. Yonkeu *et al.*, 2000, p.34; H. Sawadogo, 2009, p.50; S. Guelbeogo, 2016, p.76). Cette dégradation, souvent attribuée à des facteurs anthropiques et environnementaux, menace la durabilité des écosystèmes aquatiques et compromet l'accès à l'eau pour les populations locales.

<sup>1</sup><https://www.banquemondiale.org/fr/topic/waterresourcesmanagement#1:~:text=Dans%20de%20nombreuses%20r%C3%A9gions%20du,est%20expos%C3%A9%20%C3%A0%20ce%20risque.>

Face à cette problématique, la télédétection émerge comme un outil pour étudier la dynamique spatio-temporelle des plans d'eau dans les bassins versants. En combinant des données satellitaires et des techniques d'analyse avancées, la télédétection permet d'observer et de quantifier les changements survenus dans ces écosystèmes aquatiques sur de longues périodes, offrant ainsi des informations précieuses pour la gestion et la préservation des ressources en eau. C'est dans cette optique que la présente étude se propose d'explorer la contribution de la télédétection à l'étude de la dynamique spatio-temporelle des plans d'eau dans le bassin versant du Lac Bam, au Burkina Faso. À travers une analyse diachronique des images satellitaires des années 1986, 2000 et 2014, l'objectif est d'analyser l'évolution temporelle et spatiale des plans d'eau du bassin versant du Lac Bam.

## METHODOLOGIE

**Présentation de la zone d'étude:** Le lac Bam est situé à environ 110 Km au Nord de Ouagadougou (capitale du Burkina Faso) sur la route nationale n°22 reliant Ouagadougou à Djibo. Long de 20 km environ, c'est un lac étroit dont la largeur moyenne ne dépasse guère 800m (S. Guelbeogo, 2016, p.28). Le Bassin versant du lac Bam est situé entre les méridiens 1°16' et 1°50' de longitude ouest d'une part et les parallèles 13°15' et 13°55' de latitude nord d'autre part. Localisé dans la province du Bam, son espace est partagé entre quatre communes à savoir Kongoussi, Zimtenga, Rollo et Bourzanga (carte 1). Il a une superficie de 2 509,40 Km<sup>2</sup> et comprend des retenues d'eau dont le plus important est le lac Bam.



Carte 1. Situation géographique du bassin versant du Lac Bam

**Données utilisées:** Pour mener à bien cette étude, diverses données géographiques ont été utilisées. Il s'agit notamment d'images multispectrales acquises à différentes dates par le satellite Landsat Thematic Mapper (TM) du 5 novembre 1986, Enhanced Thematic Mapper Plus (ETM+) du 1er novembre 2000, et Operational Land Imager (OLI) - Thermal Infrared Sensor (TIRS) du 10 novembre 2014. Ces images ont été obtenues gratuitement auprès du Secrétariat Permanent du Conseil National de l'Environnement et du Développement Durable (SP/CONEDD) relevant du ministère en charge de l'environnement. Elles ont été privilégiées par rapport aux prises de vue aériennes en raison de leur disponibilité gratuite et de leur couverture globale.

L'intervalle de 14 ans entre les acquisitions a permis de comparer l'évolution des plans d'eau entre les deux périodes. De plus, une image SRTM (Shuttle Radar Topography Mission) de l'année 2009, obtenue auprès de l'Institut Géographique du Burkina (IGB), a été utilisée pour délimiter le bassin versant. Par ailleurs, des données Shapefile concernant les divisions administratives et les localités du Burkina Faso ont été intégrées dans l'analyse. Enfin, les données pluviométriques mensuelles des années 1986, 2000 et 2014, obtenues à l'Agence Nationale de la Météorologie ont été utilisées.

**Outils de traitement et d'analyse des données :** Divers logiciels et applications ont été employés pour le traitement des données collectées:

- Le logiciel Envi 4.7 a été utilisé pour le traitement des images satellitaires, notamment la segmentation (individualisation du lac Bam) ;
- Le microsoft Office Excel a été utilisé pour générer les tableaux croisés dynamiques, les graphiques ainsi que les tableaux ;
- le microsoft Office Word a été utilisé pour effectuer les traitements de texte ;
- le logiciel ArcGIS 10.3 a été utilisé pour les travaux cartographiques et les analyses SIG.

**Délimitation du bassin versant :** Les données d'entrée dont nous disposons sont des images SRTM de 2009 couvrant l'ensemble du territoire du Burkina Faso et déjà mosaïquées. Notre démarche s'est articulée autour de plusieurs étapes:

- Dans une première étape, nous avons procédé à l'extraction de la zone d'étude, à savoir la Province du Bam. L'objectif de cette opération était de réduire la taille de l'image afin de faciliter le traitement ultérieur. Pour ce faire, nous avons utilisé l'outil "Extraction by mask" disponible dans les outils d'analyse spatiale du logiciel ArcMap.
- Dans une deuxième étape, nous avons généré les dépressions, qui sont des zones où l'eau s'accumule, perturbant ainsi l'écoulement uniforme. Pour remédier à ce problème, nous avons utilisé l'outil "Sink" de l'analyseur spatial hydrologique, suivi de l'outil "Fill" pour combler ces dépressions.
- La troisième étape a été consacrée à la construction du réseau hydrographique, notamment à la création de la direction d'écoulement des eaux à partir des données sur les dépressions. Nous avons utilisé la commande "Flow direction" pour cette opération.
- La quatrième étape a consisté à déterminer les zones d'accumulation des eaux à partir des données de direction d'écoulement. Pour cela, nous avons utilisé l'outil "Flow accumulation" de l'analyseur spatial hydrologique.
- Enfin, dans une cinquième étape, après avoir identifié les zones d'accumulation des eaux, nous avons établi l'ordre des écoulements. Cette opération a été rendue possible grâce à l'outil "Order" de l'analyseur spatial hydrologique.

**L'individualisation du réservoir du lac Bam:** Afin d'analyser la dynamique du réservoir du lac Bam, nous avons procédé à son individualisation par la technique de segmentation. Cette technique consiste en un regroupement de pixels voisins en région (ou segments) basé sur des critères de

similitudes tels que leurs réponses spectrales, leur texture ou leur voisinage (A. Koara, 2015, p.45). La segmentation multi résolution de l'image en polygones homogènes va permettre de découper l'image en différents objets d'intérêts à savoir les classes retenues (M. Tchindjang, 2011, p.52). Dans la phase de segmentation, les paramètres suivants doivent être définis avec précision, tout en restant en accord avec la réalité :

- **Echelle:** ce paramètre est défini comme l'hétérogénéité maximale autorisée (au sein des objets). Elle influence indirectement sur la taille moyenne des objets. Plus l'échelle est grande, plus la taille des objets est importante;
- **Forme:** ces paramètres ajustent l'influence de l'homogénéité des couleurs (pattern spectral) face à celle des formes. Plus le critère de forme est élevé, moins l'homogénéité spectrale est prise en compte dans la génération des objets ;

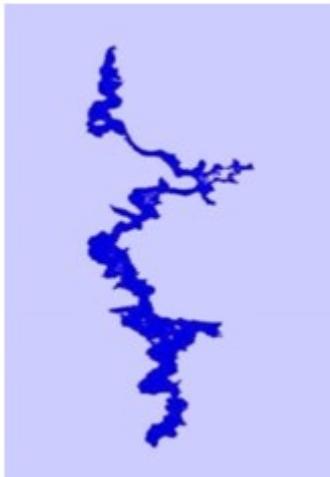
**Compactness:** quand le critère de forme est supérieur à 0, l'utilisateur peut déterminer si les objets peuvent devenir plus irréguliers (T. Alban, 2005, p.21). Dans cette étude les valeurs retenues pour la distinction de la classe (eau) sont consignées dans le tableau 1.

**Tableau 1 : Paramètres de segmentation**

Paramètres	EAU
Echelle	30
Forme	0.1
Compactness	0.5

Source : Images Landsat TM, 1986, ETM+ 2000 et OLI-TIRS, 2014

La bande 4 de landsat TM et ETM+ et 5 de OLI-TIRS à cause de leurs propriétés spectrales (proche infrarouge) ont été utilisées pour la segmentation. La figure 1 présente les résultats de l'individualisation du lac Bam en 1986.



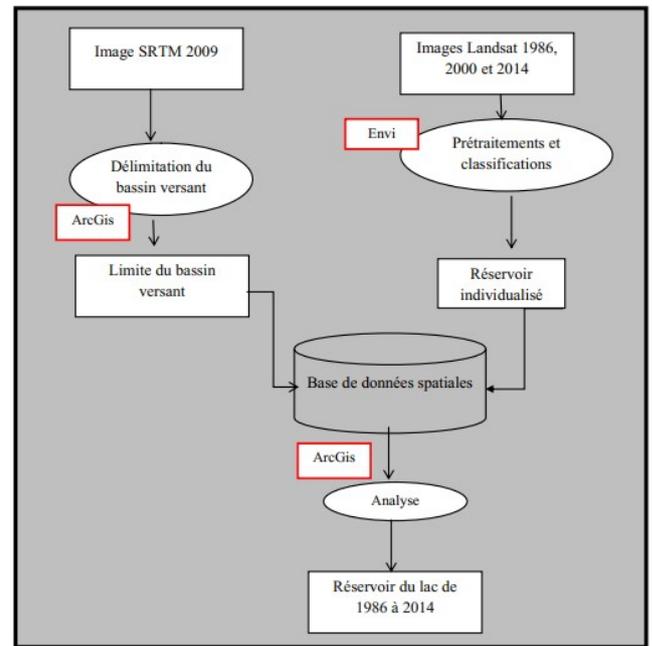
Source: Image landsat TM de 1986

**Figure 1. individualisation du lac Bam en 1986**

La figure 2 fait la synthèse de la méthodologie adoptée.

## RESULTATS ET DISCUSSION

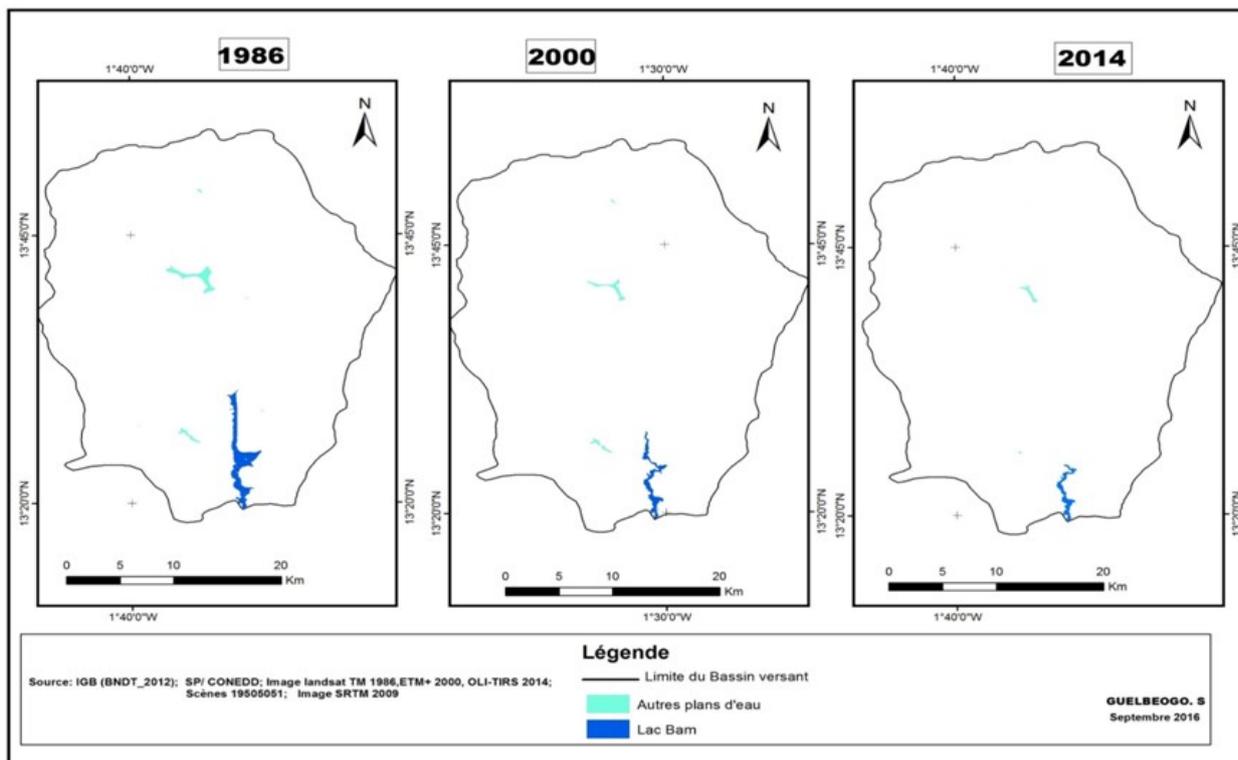
**État des lieux des plans d'eau dans le bassin versant du Lac Bam de 1986 à 2014 :** Les Systèmes d'Information Géographique permettent, à partir de requêtes et d'analyses spatiales, d'apprécier la situation des plans d'eau dans le bassin versant du lac Bam.



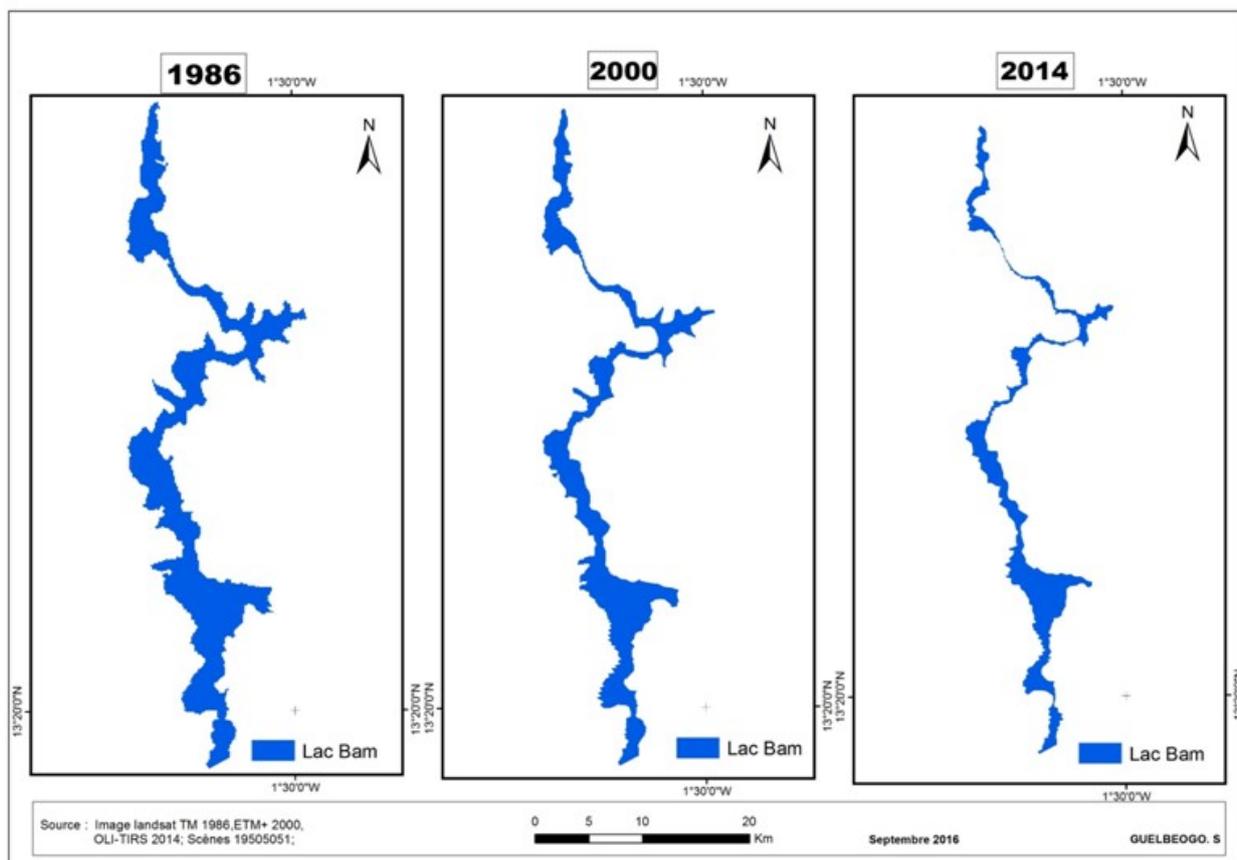
**Figure 2. Synthèse méthodologique**

Ces plans d'eau font l'objet d'une concurrence entre l'approvisionnement en eau potable et les activités agricoles, piscicoles, pastorales et minières. Disposer d'informations relatives à l'évolution des plans d'eau permettra d'interpeller les décideurs et les planificateurs à une prise de décision rapide. La carte 2 présente l'évolution spatiale des plans d'eau dans le bassin versant du Lac Bam. L'analyse de la carte 2 révèle une variation morphologique significative dans la répartition des plans d'eau à ces trois dates. En 2014, une régression notable des plans d'eau est observée. En effet, leur superficie est passée de 2885,67 hectares en 1986 à 1105,75 hectares en 2000, puis à 618,37 hectares en 2014, représentant ainsi un taux moyen de régression annuel de 2,80% sur une période de 28 ans. Cette régression peut être attribuée au déficit pluviométrique crucial ayant sévi dans la région durant cette période. Cette hypothèse semble être validée par les données de 2000 et 2014, où une corrélation est observée entre les faibles précipitations (respectivement 447 mm et 427,1 mm) et la régression de la surface occupée par les eaux du bassin. D'autres études ont abouti à des conclusions similaires dans différentes régions, comme le montrent les travaux de (A. H. Maiga *et al.*, 2006, p.606 ; K. Sanou *et al.*, 2011, p.17 ; J. Konkobo *et al* 2023, p.34).

**Evolution du réservoir du lac Bam entre 1986 et 2014 :** La technique de segmentation a permis d'individualiser le réservoir du lac Bam afin d'analyser sa dynamique de 1986 à 2014. La carte 3 présente l'évolution du réservoir du lac Bam entre 1986 et 2014. L'observation de la carte 3 montre qu'en 2014, le lac présentait plus de sinuosité qu'en 2000 et 1986. De 1986 à 2014, il a vu son périmètre et sa superficie diminuer. Ainsi, le périmètre est passé de 64,77 km en 1986 à 48,30 km en 2000 et 42,38 km en 2014. Quant à sa superficie, elle était de 853,67 ha en 1986 ; 585,11 ha en 2000 et 349,63 ha en 2014. Au nombre des facteurs explicatifs de ces variations on peut retenir la topographie du bassin, la pression anthropique sur les berges et le déficit pluviométrique. En effet, le modèle numérique de terrain (MNT) du bassin versant du lac Bam montre que le réservoir est localisé dans une zone basse de 307 à 325 m d'altitude. Elle est entourée par des élévations allant jusqu'à 475 m d'altitude (MNT).



Carte 2. Evolution spatiale des plans d'eau dans le bassin versant du lac Bam



Carte 3. Evolution du réservoir du lac Bam entre 1986 et 2014.

Cette configuration entraîne une dynamique superficielle du bassin versant se traduisant par l'érosion des terres sur les surfaces topographiquement hautes. Il en résulte des transports de sédiments érodés et leurs dépôts dans le lit du lac entraînant un processus d'envasement. Les recherches menées par V. Ouédraogo (2013, p.54) dans le sous-bassin versant de Loumbila ont abouti à des résultats parallèles. Ses analyses ont révélé une évolution de la forme du réservoir du barrage de Loumbila entre 1986 et 2006. De même, A. Akognongbe et ses collaborateurs (2014, p.45) ont obtenu des conclusions similaires dans le bassin versant de l'Oueme au Bénin. En outre, l'agriculture maraîchère pratiquée dans cette région située en contrebas exerce des effets néfastes sur la dynamique du lac, en fragilisant les berges et en les rendant plus sujettes à l'érosion. En fin, le déficit pluviométrique qu'a connu la zone peut être l'une des causes de la régression de la superficie du lac. Les quantités d'eau tombées en 1986, 2000 et 2014 étaient respectivement de 547,1 mm, 477 et 427,1mm. En comparant ces quantités à la moyenne annuelle normale de 500, 7mm (moyenne normale entre 1985 et 2014), on constate que l'année 1986 fut excédentaire alors que les années 2000 et 2014 furent déficitaires. Avec un excédent pluviométrique de 46,4 mm, le réservoir occupait une superficie de 853,67 ha. Par contre en 2000 et 2014, années où, la pluviométrie a été déficitaire (respectivement de -23,7mm et -73,6 mm), la superficie de l'eau a régressé. Le retrait de l'eau du lac est accompagné d'une occupation par les maraîchers contribuant à ensabler le lac. Ces constats confirment l'impact de la pression anthropique, du déficit pluviométrique et de la topographie sur la dynamique du lac. Ces résultats sont conformes aux conclusions de T. Kaboré (2013, p.26) qui a montré que des activités maraîchères se sont développées massivement dans les périphéries des retenues de la commune de Imasgo et influencent négativement ces dernières.

## CONCLUSION

L'étude sur l'évolution des plans d'eau du bassin versant du Lac Bam au Burkina Faso a révélé une tendance alarmante de dégradation, avec une diminution significative des superficies des plans d'eau et du périmètre du lac au fil des années. Ces résultats mettent en lumière l'urgence d'identifier les causes de cette régression et de mettre en place des mesures adaptées pour assurer une gestion durable de ces précieuses ressources en eau. La préservation du bassin versant du Lac Bam est essentielle pour garantir un approvisionnement en eau de surface suffisant, soulignant ainsi l'importance de politiques et d'actions concrètes en matière de conservation environnementale.

## REFERENCES

- MAIGA Amadou Hama, KONATE Yacouba, DENYIGBA Kokou,
- KARAMBIRI Harouna, WETHE Joseph, 2006, Risques d'eutrophisation et de comblement des retenues d'eau au Burkina Faso, *Climate Variability and Change—Hydrological Impacts (Proceedings of the Fifth FRIEND World Conference held at Havana, Cuba, November 2006)*, IAHS Publ. 308, 2006.
- AEC, 2015, Schéma Directeur d'aménagement et de Gestion de l'Eau. Banfora: Direction Générale, 180, p
- AEM, 2017, Diagnostic conjoint de l'espace de gestion du comité local du CLE Kou. Dedougou: Agence de l'eau du Mouhoun, 78p
- AEM, 2020, Plan de gestion de l'eau de l'espace de gestion du CLE KOU. Dedougou: Agence de l'eau du Mouhoun, 90p
- AKOIGNONGBE Arsène, ABDOULAYE Djafarou , VISSIN Expédit W. et BOKO Michel , 2014, Dynamique de l'occupation du sol dans le bassin versant de l'Oueme à l'exutoire de Bétérou (Bénin), *Afrique SCIENCE* 10(2) (2014) 228 - 242
- ALBAN Thierry, 2005, Application de l'approche orientée-objet à l'extraction de fragments forestiers à partir de scènes Spot. 30p
- BOENA Cyrille, 2001, l'ensablement du lac Bam : Causes et conséquences. Mémoire de Maitrise du département de Géographie, Université de Ouagadougou. 134p.
- BOENA Florent, 2013, Changements climatiques et mutations des pratiques agricoles dans la province du Bam : le cas des communes de Kongoussi et de Sabcé (Centre-Nord du Burkina Faso), Mémoire de Maitrise, Université de Ouagadougou.103p
- DGRE, 2017, Spatialisation des espaces de gestion des comités locaux de l'eau. Ouagadougou: Ministère de l'Eau 100p
- GUELBEOGO Sidiki, 2016, Dynamique des ressources naturelles dans le bassin versant du lac BAM, Mémoire de master professionnel en SIG, université de Ouagadougou,111p.
- KABORE Thierry, 2013, Dynamique du couvert végétal dans la commune rurale de Imasgo : causes et conséquences sur les sols. Mémoire de maîtrise de géographie, Université de Koudougou ; 94p
- KOARA Amidou, 2015, Localisation et caractérisation spatiale des plantations de litchis de la côte Est malgache (district de Tamatave).Mémoire de master. Université de la Réunion, 47p
- KONKOBBO Jacques, SOMÉ Yélézoumin Stéphane Corentin, SOMÉ Nifababé Jean, 2023, Dynamique des unités physiographiques dans la commune de kouka (Burkina Faso), *REGSM*, Numéro double 73-74, Aout6septembre 2023
- PALE Sié, TRAORE Farid, WELLENS Joost et TYCHON Bernard, 2019, Diagnostic d'un système d'informations de gestion de l'eau à usage agricole dans le sous-bassin versant de la Haute-Comoé, Burkina Faso, *Geo-Eco-Trop.*, 2019, 43, 3, n.s.: 433-443,
- SANOOGO Fatimata, KABORE Fatoumata, BAGAYA Ousseni, BADOLO Yaya et KEKELE Adama, 2024, Gouvernance participative des ressources en eau des ouvrages hydrauliques : cas écoles de l'allocation de l'eau dans trois sous bassins versants au Burkina Faso. *Sciences Naturelles Et Appliquées*, 42(1), 191–209. Consulté à l'adresse [https://revuesciences-techniquesburkina.org/index.php/sciences\\_naturelles\\_et\\_appliquee/article/view/1275](https://revuesciences-techniquesburkina.org/index.php/sciences_naturelles_et_appliquee/article/view/1275)
- SANOOU Korotimi, NIKIEMA Aude, DIPAMA Jean Marie, 2011, La problématique de la gestion communale des ressources en eau dans le bassin de Nayarlé (Burkina Faso), in *climat et développement*, n° 11, pp 5-14.
- SAWADOGO Hamado, 2009, Pourquoi la culture du haricot vert autour du lac Bam est en voie d'abandon, Mémoire de Maitrise, Université de Ouagadougou. 96p
- TCHINDJANG Mathieu, 2012, Evaluation environnementale et gestion durable des ressources forestières de la réserve transfrontalière du Mayombe: cas de la réserve de Biosphère de Dimonika

YONKEU Samuel, DA Dapola Evariste Constant, SOULE Mahmadi, 2000, Activités agro-pastorales et dégradations du couvert végétal dans le Centre-nord du Burkina Faso: Cas du Bassin versant de Bourzanga 97p

ZOUNGRANA Didier Tibi et COMBELEM Olivier, 2016, Déterminants de la participation des populations riveraines à la protection des retenues d'eau en milieu urbain : Cas des barrages no 1, 2 et 3 de la ville de Ouagadougou au Burkina Faso, J.O.A.S.G., 1(2): 1-, 2016, Edition Université Aube Nouvelle Burkina Faso 2016

\*\*\*\*\*