

ISSN : Version imprimée

1840-9865

ISSN : Version en ligne

2630-144X

NAAJ

*Revue africaine sur les changements climatiques et les
énergies renouvelables*

VOLUME 3 - NUMÉRO 1 - 2024

GRENIER DES SAVOIRS ET ÉDITIONS SCIENCE ET BIEN COMMUN



NAAJ de Une revue du Grenier des savoirs est sous une licence License Creative Commons Attribution - Partage dans les mêmes conditions 4.0 International, sauf indication contraire.

La revue *NAAJ. Revue africaine sur les changements climatiques et les énergies renouvelables* est sous licence Creative Commons CC BY-SA 4.0, disponible en ligne, en format PDF et, dans certains contextes, en version imprimée.

Cette revue a été créée avec Pressbooks (<https://pressbooks.com>) et convertie par Prince.

ISSN : Version imprimée

1840-9865

ISSN : Version en ligne

2630-144X

NAAJ

*Revue africaine sur les changements climatiques et
les énergies renouvelables*

Dossier thématique :

Trames vertes et bleues : enjeux économiques,
sociopolitiques et environnementaux, dynamiques
d'acteurs

Coordonné par

Ibrahima Faye DIOUF & Mamadou Bouna TIMERA

Volume 3 – numéro 1 – 2024

DOI : [10.46711/naaj.2024.3.1](https://doi.org/10.46711/naaj.2024.3.1)

Table des matières

Présentation. Trames vertes et bleues : enjeux économiques, sociopolitiques et environnementaux, dynamiques d'acteurs	1
Ibrahima Faye DIOUF et Mamadou Bouna TIMERA	
Analyse des biens et services écosystémiques des lacs Thiourour, Warouwaye et Wouye dans une optique de préservation	11
Aïssatou SÈNE, Birane CISSÉ et Sidia Diaouma BDIANE	
Entre potentialités et dégradation : les défis de la valorisation verte et bleue des zones humides de Diourbel (Sénégal)	33
Oumar MAREGA, Caroline LE CALVEZ, Bertrand SAJALOLI, Aladji Madior DIOP, Adama FAYE, Coura KANE et Mamadou Saliou MBENGUE	
Cartographie du couvert végétal et des zones humides de la région de Dakar (Sénégal) à l'aide des images Sentinel-2 et Landsat 8 OLI	75
Mbagnick FAYE, Dome TINE, Gallo NIANG et Guilgane FAYE	
Estimation des pertes en sols par érosion hydrique à travers les trames bleues du bassin versant de Niaoulé (Sénégal Oriental) dans un contexte de variabilité pluviométrique	99
Seydou Alassane SOW, Aliou CISSÉ et Mar GAYE	

Valorisation des interstices urbains à travers l'horticulture ornementale à Dakar : acteurs et retombées socio- économiques	133
Ibrahima NDIAYE, Ibrahima Faye DIOUF, Daniel GOMIS et Sidia Diaouma BADIANE	
Valorisation socioéconomique des trames vertes par l'agriculture périurbaine : cas de l'agglomération de Conakry	159
Mohamed Saliou CAMARA	
Trames vertes et bleues : outil pédagogique pour une éducation au développement durable	191
Aminata DIOP	



NAAJ. Revue africaine sur les changements climatiques et les énergies renouvelables

Naaja pour objectif de diffuser en libre accès des travaux scientifiques sur les questions climatiques et les énergies dites renouvelables, en Afrique en particulier et dans le monde en général. Mot d'origine wolof, langue parlée au Sénégal, *naaj* renvoie à l'idée d'une énergie provenant des rayons du soleil. La revue entend défendre ce symbole en créant des savoirs répondant aux défis écologiques qui sont devenus des préoccupations planétaires (changement climatique, crise énergétique, stress hydrique, etc.). Pour ce faire, elle privilégie l'interdisciplinarité sans toutefois exclure les approches disciplinaires qui intègrent les questions relatives aux désastres écologiques, aux enjeux énergétiques sur le continent africain, en Amérique latine, en Asie, en Europe ou dans les milieux de vie des populations autochtones à quelque endroit qu'elles se trouvent. Les savoirs endogènes de celles-ci sont susceptibles de dialoguer avec la science conventionnelle pour éclairer la société civile, les chercheurs et chercheuses, les décideurs et décideuses et les organisations actives sur le terrain, sur l'urgence de la situation.



Comité de rédaction et comité scientifique

Le comité de rédaction 2022-2024 de *Naa*j est formé des personnes suivantes :

- Cheikh BA, co-rédacteur en chef, Université Gaston Berger de Saint Louis (Sénégal) et Université de Grenoble – Alpes (France);
- Demba GAYE, co-rédacteur en chef (Sénégal);
- Mariama DIALLO, École des Hautes Études en Sciences Sociales (France);
- Alassane DIALLO, Université Amadou Mahtar Mbow (Sénégal).

Les membres du comité scientifique 2022-2024 de la revue *Naa*j sont :

- Henri ASSOGBA, Université Laval (Canada)
- Mamadou BADJI, Université Cheikh Anta Diop (Sénégal)
- Mamounata BELEM, Université de Ouaga (Burkina-Faso)
- Frédéric CAILLE, Université de Savoie (France)
- Alassane DIALLO, Université de Grenoble Alpes (France)
- Alioune KANE, Université Cheikh Anta Diop de Dakar (Sénégal)
- Oumar KANE, Université de Québec à Montréal (Canada)
- Daouda KONE, Université Félix Houphouët-Boigny (Côte d'Ivoire)

Une revue du Grenier des savoirs

- Abdoukadi LAOULAI, Université Boubakar de Tillabéri (Niger)
- Florence Blanche LIMI, Université de Dschang (Cameroun)
- Ibrahima MBAYE, Université de Ziguinchor (Sénégal)
- Imane NYA, Université Mouhamed V (Maroc)
- Yvan RENO, Université de Grenoble-Alpes (France)
- Arame TALL, Banque Mondiale, Climate Change Group (USA)
- Sebastian WEISSENBERGER, Université de Québec à Montréal et Université de Moncton (Canada)
- Ibouaïma YABI, Université d'Abomey-Calavi (Bénin)



Présentation. Trames vertes et bleues : enjeux économiques, sociopolitiques et environnementaux, dynamiques d'acteurs

IBRAHIMA FAYE DIOUF ET MAMADOU BOUNA TIMERA

Type de texte : Éditorial

La biodiversité en péril, une préoccupation mondiale et surtout africaine

La lutte contre l'érosion de la biodiversité est devenue un enjeu affiché au niveau international depuis le Sommet de la Terre à Rio (Amsallem, Deshayes et Bonneville, 2010). Cette prise de conscience collective de la nécessité de préserver la richesse faunique et floristique s'est traduite selon les pays par des politiques environnementales de préservation des écosystèmes. L'objectif est de lutter contre la fragmentation des habitats naturels (Forman, 1995) du fait de l'urbanisation croissante et des logiques

extractivistes. En France, c'est à la suite du Grenelle de l'environnement en 2007, que les trames vertes et bleues (TVB) sont instituées comme mécanismes de préservation des réservoirs de biodiversité et des continuités écologiques (Alphandéry *et al.*, 2012). Certains sites, au-delà de leur caractère naturel, présentent une dimension sacrée et accueillent des cérémonies et pratiques rituelles (Diatta *et al.*, 2017).

Les trames vertes et bleues ne sont pas simplement des niches écologiques. Elles sont également des ressources (eau, terre et végétation) inscrites dans des logiques d'extraction-préservation-valorisation-régénération portées par l'État et ses démembrements, les communautés, les organisations de la société civile, les institutions régionales et internationales. Ces logiques répondent à des enjeux socio-économiques (approvisionnement en eau potable, sécurité alimentaire, préservation du cadre de vie et amélioration du bien-être social), culturels (patrimonialisation et identités territoriales), environnementaux (préservation de la biodiversité, régénération des écosystèmes...) et politiques (normes, lois, conventions, programmes d'aménagement, stratégies et dispositifs territoriaux centralisés – aires protégées – réserves communautaires).

Interroger les trames vertes et bleues, c'est questionner la disponibilité des ressources, leurs usages en termes de tensions et risques de rupture d'équilibre. C'est aussi analyser les modalités de gouvernance politique et communautaire autour de ces « communs », et des logiques patrimoniales.

Pratiques, dynamiques et logiques de préservation des trames vertes et bleues

Le présent dossier thématique¹, que nous publions dans *Naaaj. Revue africaine sur les changements climatiques et les énergies renouvelables*, se propose d'analyser les pratiques, les dynamiques spatiales et sociales autour des trames vertes et bleues et les logiques de préservation à travers trois entrées : une première qui met l'accent sur les politiques publiques, la gouvernance autour des communs; une seconde, articulée autour des formes de valorisation socio-économique. La troisième entrée prend en compte les productions de savoirs locaux autour des trames vertes et bleues, les régimes de coexistence.

Les TVB font l'objet de prélèvement, d'exploitation, mais aussi de mécanismes de gouvernance politiques et/ou communautaires. Il s'agit ainsi de s'interroger sur les politiques publiques, les approches, les stratégies, les pratiques et les modèles de gouvernance des trames bleues et vertes développées par les communautés locales, les pouvoirs publics centraux et locaux, les acteurs non gouvernementaux et privés. Dans les villes africaines par exemple, les trames bleues et vertes sont soumises à des tensions entre le maintien de leur vocation naturelle et l'accueil des fonctions urbaines telles que l'agriculture urbaine, le stockage et le recyclage des eaux usées et pluviales. Dans les campagnes, elles sont soumises à des pratiques d'extraction de rentes minières, forestières et agricoles qui peuvent bousculer la conception et les approches communautaires de gouvernance et d'utilisation de ces ressources. Dès lors, comment se déploient les dispositifs institutionnels d'aménagement, de préservation et/ou de restauration des trames vertes et bleues, selon quels objectifs? Quels sont les acteurs et actrices en présence et quels sont leurs perceptions et intérêts?

1. Ce volume s'inscrit dans le cadre d'un programme de renforcement de la recherche en Afrique francophone avec un financement de l'AFD/GDN.

Le premier axe questionne les usages et les valorisations socio-économiques et culturelles des trames vertes et bleues. Il s'agit de penser les systèmes productifs, en termes de production, d'échange et de distribution des ressources (Linck, 2022), qui peuvent différer en fonction du rapport entre les sociétés et la nature. Il est question de documenter les formes d'appropriation individuelle et/ou collective de ces espaces, les formes de conflits entre les acteur-trices et les usages (touristique, agricole, sportive...) que cela peut engendrer. Les solidarités territoriales dans la prise en charge des modalités de valorisation des produits, de promotion des pratiques plus vertueuses de l'environnement sont considérées dans cet axe. Les contributions apporteront un éclairage sur les usages multiformes (agricole, touristique, sportive...) de ces espaces, les logiques d'acteur-trices, les conflictualités.

Le second axe s'intéresse aux régimes de coexistence, d'hybridation et aux régimes de production des savoirs autour des trames vertes et bleues qui sont une dimension importante dans la compréhension des savoirs locaux et leur prise en compte dans la gouvernance des TVB. Les savoirs autochtones, dénommés encore « indigenous and local Knowledge », ont pris une dimension inédite (Verdeaux et Moiso, 2019), une « mise en agenda », en raison de leur contribution au maintien de la biodiversité. À travers des situations concrètes de valorisation, voire de préservation des savoirs endogènes, cet axe cherche à comprendre les formes d'énonciation et d'appropriation autour des trames vertes et bleues. En lien avec les savoirs scientifiques, la prise en compte des savoirs endogènes questionne aussi la place de l'immatériel, des valeurs, des croyances et représentations partagées (Linck, 2019), des régimes de coexistence dans nos sociétés postmodernes. Le processus de transmission et les formes d'éducation à l'environnement sont aussi à prendre en considération.

Analyses situées des potentialités, formes de valorisation et mécanismes de préservation des trames vertes et bleues

Les études originales (07) de ce volume offrent une lecture en deux temps des questionnements autour des TVB. Une premier axe porte sur les potentialités hydriques autour des écosystèmes humides, des formes de valorisation et des mécanismes de préservation. Dans une approche transversale, la problématique liée à l'accès, à la qualité, aux conflits d'usages, à la préservation et à la restauration des écosystèmes en partant des potentialités existantes est analysée. Le temps long est aussi pris en compte dans la compréhension des dynamiques de ces espaces humides afin d'en mesurer les tendances. Trois articles analysent, dans des perspectives différentes, les contraintes des zones humides en contexte urbain.

La contribution d'**Aissatou SÈNE**, **Birane CISSÉ** et **Sidia Diaouma BADIANE**, qui porte sur les biens et services écosystémiques des lacs Thiourour, Warouwaye et Wouye, se propose de mesurer la valeur économique des biens et services écosystémiques de ces lacs, particulièrement les services d'approvisionnement et les services de régulation dans le contexte urbain de Dakar. L'objectif est d'évaluer les stratégies d'aménagement urbain et favoriser une gestion durable de la ressource. Ces zones humides urbaines sont très sensibles à la variabilité climatique et aux impacts des événements extrêmes (sécheresse et inondations). Elles subissent également les effets négatifs d'une urbanisation massive et déstructurée autour des lacs, ce qui perturbe les fonctions de cet écosystème et les services socio-économiques rendus aux usager-es.

Les enjeux de conservation et de valorisation des zones humides urbaines, dans un contexte de pression citadine et de changement climatique sont aussi analysés dans la ville de Diourbel (Sénégal) par

Omar MAREGA, Caroline LE CALVEZ, Bertrand SAJALOLI, Aladji Madior DIOP, Adama FAYE, Coura KANE et Mamadou Saliou MBENGUE. En étudiant les dynamiques environnementales dans la vallée fossile du Sine, les auteur-trices relèvent la richesse des services écosystémiques en péril. Les vulnérabilités sont liées aux variations climatiques et aux pressions anthropiques. La proposition analyse les trajectoires des usages et des paysages sous le prisme des couples vulnérabilité-aménité de la vallée du Sine. Dans un contexte de multiples changements, les contributeur-trices ont essayé d'éclairer les permanences et les mutations qui caractérisent les zones humides de Diourbel, mais également leur perception par les populations locales, et d'envisager des stratégies de valorisation, actuelles ou futures, pour ces points d'eau.

Mbagnick FAYE, Dome TINE, Gallo NIANG et Guilgane FAYE établissent une cartographie des zones humides de la région de Dakar à l'aide des images Sentinel-2 et Landsat 8 OLI. Il s'agit, dans une approche diachronique, d'évaluer l'évolution de ces milieux dans un contexte de forte urbanisation. L'approche cartographique fait apparaître l'évolution de l'occupation spatiale et celle des espaces verts et des zones humides dans la région de Dakar. Cette proposition a mobilisé des images (les images satellitaires Landsat TM de 1986, ETM de 2000, OLI de 2020 et MSI de Sentinel 2), une classification supervisée et l'algorithme maximum de vraisemblance pour le traitement des résultats.

Une baisse de la couverture végétale et des zones humides depuis 1986 pousse certains auteurs à s'interroger sur le devenir des fonctions écologiques de régulateur thermique, de biodiversité et de qualité de l'air dans les plans d'eau. Sur la problématique liée à la préservation des écosystèmes, la proposition de **Seydou Alassane SOW, Aliou CISSÉ et Mar GAYE** apporte un éclairage certain en caractérisant l'érosion dans le bassin versant de Niaoulé (Sénégal Oriental). Cette érosion se manifeste par un affleurement de sols cuirassés, un ensablement des bas-fonds, un affouillement des racines des arbres, des inondations, une destruction d'infrastructures routières et une multiplication des ravins. Les auteurs évaluent l'influence des facteurs naturels et anthropiques sur les

Présentation. Trames vertes et bleues : enjeux économiques, sociopolitiques et environnementaux, dynamiques d'acteurs

processus érosifs dans un bassin versant à variabilité pluviométrique persistante en s'appuyant sur une caractérisation du régime des précipitations grâce à des tests et indices statistiques, des mesures et suivis *in situ* du ravinement et d'une application de l'Équation universelle des pertes en sols de terres pour modéliser les pertes en terres par érosion en nappe. Ces érosions emportent des particules fines, de la matière organique et d'autres substances associées au potentiel agronomique des terres. Ce qui est à l'origine de l'appauvrissement en éléments nutritifs des terres agricoles et d'une déprise des activités agropastorales dans cette partie du Sénégal.

Deux contributions – celle d'**Ibrahima NDIAYE, Ibrahima Faye DIOUF, Daniel GOMIS et Sidia Diaouma BADIANE**, et celle de **Mohamed Saliou CAMARA** – éclairent sur les formes d'agriculture urbaines et périurbaines et leurs apports économiques. L'article de Ndiaye *et al.* montre l'appropriation de l'espace public dans la région de Dakar par l'horticulture ornementale, une pratique économique et entrepreneuriale. Ce sont des interstices urbains valorisés qui offrent à l'activité agricole des possibilités de déploiement pour répondre à des besoins économiques et sociaux. Dans la région de Dakar, l'horticulture ornementale s'est imposée dans le paysage urbain. Son marquage spatial est manifeste et constitue un marché émergent et un enjeu de sécurité alimentaire. Cette caractérisation indique que l'horticulture ornementale génère une forme particulière marquée par la précarité et l'informalité du fait des contraintes foncières.

Les mêmes contraintes foncières qui viennent d'être soulignées sont aussi révélées par les travaux de Camara sur la valorisation socio-économique des trames vertes par l'agriculture périurbaine dans l'agglomération de Conakry (Guinée Conakry). Face à l'urbanisation croissante et les défis qu'elle pose à l'agriculture urbaine, des ménages essentiellement pluriactifs, continuent de valoriser les espaces agricoles pour réduire leur vulnérabilité. L'agriculture périurbaine dans l'agglomération de Conakry sur les trames vertes constitue un élément central de la stratégie de ces ménages; on peut donc y lire une sorte de

résilience socioéconomique. Cependant, ces ménages restent vulnérables du point de vue de leur statut foncier. L'analyse des formes d'agriculture périurbaine s'appuie sur une méthodologie mixte d'analyse de corpus (documents de planification urbaine) et de données de terrain.

La proposition d'**Aminata DIOP** enrichit la réflexion sur les trames vertes et bleues en faisant ressortir la dimension pédagogique. Elle met l'accent sur l'éducation à l'environnement en analysant les TVB comme un outil pédagogique pour une éducation au développement durable. L'étude des programmes pédagogiques et des séances d'enseignement-apprentissage en classe de sixième ont permis de montrer la prise en compte des problématiques environnementales en cours de géographie dans le cycle moyen. L'autrice analyse l'approche régionale du programme de géographie qui offre plusieurs possibilités d'étudier les trames vertes et bleues. L'organisation de la séance d'Éducation au développement durable a montré que le choix des ressources pertinentes et des stratégies centrées sur le travail de groupe et la facilitation du professeur permettent d'initier les élèves à la complexité. L'étude des trames bleues et vertes, dans une perspective de durabilité, permettent d'appréhender à la fois les savoirs scientifiques et les savoirs expérientiels et de susciter une volonté de s'engager pour le développement durable chez des apprenant-es.

Références

- Alphandéry, Pierre et Fortier, Agnès. 2012. La trame verte et bleue et ses réseaux : science, acteurs et territoires. *VertigO*, 12(2). <https://doi.org/10.4000/vertigo.12453>
- Amsallem, Jennifer, Deshayes, Michel et Bonnevalle, Marie. 2010. Analyse comparative de méthodes d'élaboration de trames vertes et bleues nationales et régionales. *Sciences Eaux & Territoires*, 3(3), 40-45. <https://doi.org/10.3917/set.003.0040>.

Présentation. Trames vertes et bleues : enjeux économiques, sociopolitiques et environnementaux, dynamiques d'acteurs

Diatta, Claudette, Soumbane, Diouf, Malick, Karibuhoye Charlotte et Sow, Amadou Abdoul. 2017. Sites naturels sacrés et conservation des ressources marines et côtières en milieu traditionnel diola (Sénégal), *Revue d'ethnoécologie* [Online], 11 | 2017, Online since 03 July 2017, connection on 31 December 2024. DOI : <https://doi.org/10.4000/ethnoecologie.2900>

Forman, Richard T. 1995. *Land mosaics: the ecology of landscapes and regions*. Cambridge University Press, Cambridge, U. K.

Linck, Thierry. 2029. Mise en spectacle des savoirs locaux, levier de l'intégration des « arrière-pays » marocains? Dans Verdeaux Francois, Hall Ingrid, Moizo Bernard (dir.), *Les savoirs locaux en situation, retour sur une notion plurielle et dynamique* (p. 61-84). IRD Editions et Quae Editions.

Verdeaux, Francois, Moizo, Bernard. 2019. Évolution d'un questionnaire. Dans Verdeaux Francois ; Hall Ingrid, Moizo Bernard (dir.), *Les savoirs locaux en situation, retour sur une notion plurielle et dynamique* (p. 9-17). IRD Editions et Quae Editions.

Ibrahima Faye DIOUF

Enseignant-chercheur, Maître-Assistant Cames, Laboratoire de Géographie humaine (LaboGehu), Ecole doctorale ETHOS, département de Géographie, Université Cheikh Anta Diop de Dakar (Sénégal).

Contact : ibrahimafaye.diouf@ucad.edu.sn

Mamadou Bouna TIMERA

Professeur Titulaire, Directeur du Laboratoire de Géographie humaine, Assesseur de la Faculté des Lettres et sciences humaines.

Université Cheikh Anta Diop de Dakar,

Contact : mamadou.timera@ucad.edu.sn

Ibrahima Faye DIOUF et Mamadou Bouna TIMERA

ISSN : Version imprimée

1840-9865

ISSN : Version en ligne

2630-144X

En ligne à :

<https://www.revues.scienceafrique.org/naaj/texte/presentation-vol3-no1-2024/>

Pour citer cet article : DIOUF, Ibrahima Faye et TIMERA, Mamadou Bouna. 2024. Présentation. Trames vertes et bleues : enjeux économiques, sociopolitiques et environnementaux, dynamiques d'acteurs. *NAAJ. Revue africaine sur les changements climatiques et les énergies renouvelables*, 3(1), 1-10. DOI : 10.46711/naaj.2024.3.1.1



Analyse des biens et services écosystémiques des lacs Thiourour, Warouwaye et Wouye dans une optique de préservation

AÏSSATOU SÈNE, BIRANE CISSÉ ET SIDIA DIAOUMA BADIANE

Résumé :

L'objectif de cette étude est d'évaluer la valeur économique des biens et services écosystémiques des lacs Thiourour, Warouwaye et Wouye, localisés dans la banlieue de Dakar (à cheval sur les communes de Wakhinae Nimzatt, Yeumbeul Nord et Malika) et faisant partie de l'écosystème des Niayes qui borde la façade nord de l'océan Atlantique. Il s'agit précisément des services d'approvisionnement et de régulation en vue de l'adoption des stratégies d'aménagement urbain durables. L'approche méthodologique s'est basée sur une revue documentaire et sur des enquêtes socio-économiques menées auprès des usager-es pour déterminer les fonctions des lacs et évaluer la valeur économique des activités dépendantes. Les résultats montrent que les activités qui y sont développées génèrent des revenus. Par ailleurs, l'existence de ces lacs et des dépressions naturelles a permis de réduire les inondations et les coûts destinés à la création des bassins de stockage des eaux pluviales pour lutter contre les inondations. Leur intérêt économique et

environnemental appelle à une meilleure prise en compte de ces unités dans la planification urbaine et à la mise en place des politiques d'aménagement plus durables.

Mots-clés : aménagement urbain, Dakar, économie, gestion durable, inondations, lac

Abstract :

The aim of this study is to assess the economic value of the ecosystem goods and services of lakes Thiourour, Warouwaye and Wouye, located in the suburbs of Dakar (straddling the communes of Wakhinae Nimzatt, Yeumbeul Nord and Malika) and forming part of the Niayes ecosystem, which borders the northern Atlantic Ocean. The focus was on supply and regulation services with a view to adopting sustainable urban development strategies. The methodological approach was based on a literature review and socio-economic surveys of users to determine the functions of the lakes and assess the economic value of the dependent activities. The results show that the activities developed there generate income. In addition, the existence of these lakes and natural depressions has made it possible to reduce flooding and the costs of creating rainwater storage basins to combat flooding. Their economic and environmental benefits call for greater consideration to be given to these units in urban planning and the introduction of more sustainable development policies.

Keywords : Dakar, economy, flooding, lake, sustainable management, urban development

Résumé (wolof) :

Li gëstu bi di yóotu mooy xool njariñu koom-koomu lak Thiourour, Warouwaye ak Wouye, yi nekk ci biir dëkki Dakar (di jàkkarloo ak commune yu Wakhinae Nimzatt, Yeumbeul Nord ak Malika) te bokk ci Niayes ecosystem biy féete ci nord bi ci géeju Atlantik. Loolu mooy sarwis yuy joxe ak yamale ay mbir ngir mëna jël pexe yuy yàgg ngir yokkute dëkk yu mag yi. Xeetu jëfandikoo gi dafa sukkandikoo ci jàngat dokimaa ak

Analyse des biens et services écosystémiques des lacs Thiourour, Warouwaye et Wouye dans une optique de préservation

jàngat sosio-ekonomik yuñ amal ci jëfandikukat yi ngir xam liggéeyu lak yi ak jàngat njariñu koom-koomu liggéey yi ciy aju. Resultaa yi dañu wane ni liggéey yiñ fa def dañuy jur xaaalis. Rax ci dolli, nekkinu lak yooyu ak ay depresioŋ natureel taxna ñu wàññi mbënd yi ak njëgu defar ay bassin ngir denc ndoxu taw ngir xeex mbënd yi. Seen njariñ ci wàllu koom-koom ak environmaa bi mooy ñu gëna bàyyi xel ci wàll yooyu ci wàllu plaaniŋ urbain ak amal ay politik yuy gëna dundal yokkute.

Mots-clés (wolof) : Dakar, gestion durable, koom, lac, mbënd, planification urbaine

Historique de l'article

Date de réception : 27 mars 2024

Date d'acceptation : 20 septembre 2024

Date de publication : 31 décembre 2024

Type de texte : Article

Introduction

Les zones humides sont des milieux divers, complexes, fragiles et extrêmement riches et utiles à la communauté (Bouscasse *et al.*, 2011). Elles sont de véritables foyers de biodiversité et fournissent l'eau et la productivité dont des espèces innombrables de plantes et d'animaux dépendent pour leur survie. Elles offrent également d'importantes possibilités d'activités socio-économiques (Badiane et Mbaye, 2018). Malgré leur importance et leurs multiples fonctions, les zones humides ont fait et font encore l'objet de fortes pressions (pollution, drainage, irrigation, changement climatique...) qui conduisent à leur destruction. Dans les aires urbaines, les pressions exercées sur ces écosystèmes sont

telles que l'urbanisation est considérée comme l'un des principaux facteurs de destruction des zones humides. La valorisation des services rendus par les écosystèmes est de plus en plus un motif pour justifier leur préservation au regard des bénéfices qu'elles procurent à la société. Elle souligne en particulier le lien entre la détermination des fonctionnalités des zones humides et l'évaluation économique des services rendus dans la perspective d'une aide à la décision en matière de protection et de gestion de ces zones humides (Bouscasse *et al.*, 2011).

Le Sénégal abrite plusieurs zones humides qui se répartissent entre la plaine d'inondation du Sénégal, le complexe deltaïque du Sénégal, le Saloum et son delta, l'estuaire de la Casamance et les Niayes. Ces dernières s'étendent sur une bande de terre de 5 à 35 km de large pour une superficie estimée à 2759 km² (Ba, 2007). Les Niayes sont formées par une succession de petites dépressions humides (souvent transformées en lacs temporaires durant la saison des pluies) plus ou moins inondées par les pluies et surtout par la nappe phréatique des sables du quaternaire.

Les lacs Thiourour, Warouwaye et Wouye sont des anciennes lagunes qui appartiennent à l'écosystème des Niayes. Ils sont situés dans la banlieue de Dakar et abritent de nombreuses activités telles que l'horticulture, la tannerie ou la pêche. En outre, ils contribuent à stocker les eaux pluviales pour réguler les inondations devenues récurrentes dans la banlieue. Ces zones humides urbaines sont très sensibles à la variabilité climatique (Dasylyva *et al.*, 2003; Aguiar, 2008; Ndiaye *et al.*, 2024) et aux impacts des événements extrêmes (sécheresse et inondations). Les sécheresses persistantes enregistrées dans le pays depuis la fin des années 1960 ont contribué à l'assèchement de ces lacs. Les inondations récurrentes ces dernières années ont fortement perturbé ces lacs et menacé les activités économiques (Dasylyva, 2009), à cause du drainage excessif des eaux pluviales tel que souligné par plusieurs usagers interrogés¹.

1. Données pré-enquêtes.

Analyse des biens et services écosystémiques des lacs Thiourour, Warouwaye et Wouye dans une optique de préservation

Les lacs subissent également les effets négatifs d'une urbanisation massive et déstructurée qui perturbent les fonctions et les services qu'ils rendent à leurs usagers (Diop *et al.*, 2018; Sène, 2018; Kital et Cohen, 2024). En effet, les années de sécheresse en 70 et 80 ont entraîné l'installation de fortes concentrations de populations autour des lacs et sur les zones humides asséchées. Les communes installées dans ces espaces (Yeumbeul Nord, Wakhinane Nimzat et Malika) enregistrent actuellement une densité de la population la plus forte de la région de Dakar. Depuis le retour à la normale pluviométrique observée depuis le début des années 2000, les communes environnantes des lacs subissent des cycles répétitifs d'inondations à chaque saison de pluies avec de terribles conséquences socio-économiques et environnementales.

Les lacs endurent des perturbations au plan hydrologique et une dégradation de la qualité des eaux. La pérennité des activités socio-économiques autour de ces lacs est désormais menacée alors qu'elles constituent la source de revenus des centaines d'usagers. La multifonctionnalité des lacs (sources de revenus pour les populations locales, régulation des inondations, etc.) tend vers la rupture pour un seul usage de stockage d'eau. Comment ces lacs sont-ils utilisés? Quelle est la valeur économique de ces usages? Quels sont les effets des inondations sur ces usages? Quels sont les impacts de la dégradation de la qualité des eaux des lacs sur les activités économiques et leur pérennité? Pour aborder ces questions, cette contribution est structurée comme suit : la première partie est consacrée à la présentation des lacs et leurs usages, la deuxième partie présente les méthodes d'évaluation des services écosystémiques utilisées dans le cadre de cette étude ainsi que les résultats obtenus.

Présentation des lacs Thiourour, Warouwaye et Wouye

Les trois lacs étudiés font partie des formations lacustres situées sur la frange littorale de la Grande Côte du Sénégal. Il s'agit du lac Rose, du lac Tanma et du lac Mbeubeuss (figure 1). Leur genèse et leur évolution sont liées aux variations climatiques observées pendant le quaternaire récent, notamment les variations du niveau marin (Morin, 1975). Ces lacs se seraient mis en place lors de la transgression nouakchottienne (7000 à 4200 ans BP) durant laquelle la mer aurait pénétré l'intérieur des dunes pour former une lagune qui communiquait avec la mer (Ndao, 2005). La fermeture de la lagune intervenue durant la période subactuelle (1700 ans BP) a isolé cette unité qui évolue désormais comme des lacs alimentés essentiellement par les apports pluviométriques et la nappe phréatique des sables du quaternaire. Les trois lacs Thiourour, Warouwaye et Wouye sont de petites unités, peu profondes et comparables à des étangs naturels avec une circulation d'eau lente voire nulle.

Tableau 1. Caractéristiques des lacs étudiés (source : Agence de développement municipal de Dakar, 2012)

Caractéristiques	Périmètre (m)	Volume (m³)
Lac Thiourour	2125	83400
Lac Warouwaye	3588	246500
Lac Wouye	3423	345300

Les lacs sont localisés dans la banlieue de Dakar (départements de Pikine Guédiawaye et de Malika) à cheval dans les communes de Wakhinane Nimzat (*Thiourour*), Yeumbeul Nord (*Warouwaye*) et Malika (*Wouye*).

Analyse des biens et services écosystémiques des lacs Thiourour, Warouwaye et Wouye dans une optique de préservation

Figure 1. Localisation des lacs Thiourour, Warouwaye et Wouye

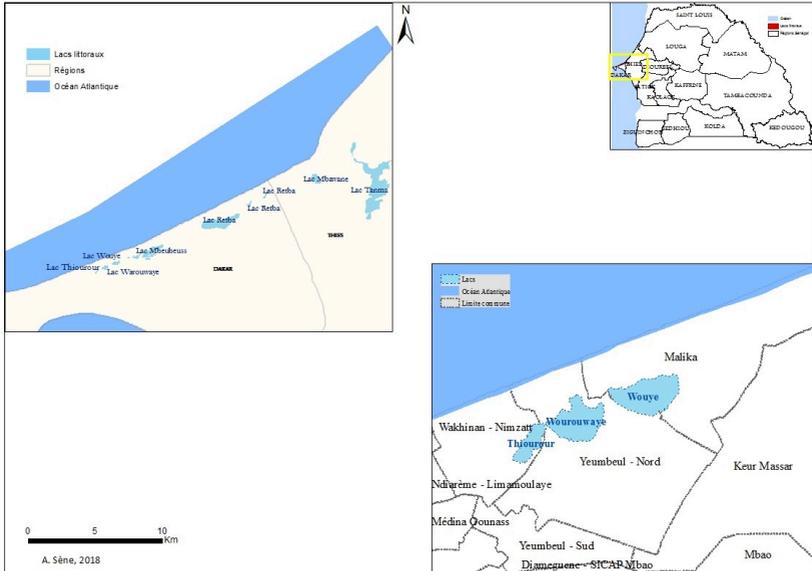


Planche 1. Quelques usages dans la zone des lacs



A : maraîchage; B : pêche; C : tannerie; D : drainage des eaux de pluie;
source : enquêtes de terrain, 2017

Méthodes d'évaluation des BSE des lacs Thiourour, Warouwaye et Wouye

Diverses techniques de monétarisation des services écosystémiques ont été développées et classées en plusieurs catégories (Dupras, Revéret et Hie, 2013; Mavsar *et al.*, 2013; TEEB, 2010; Bielsa *et al.*, 2009). Parmi elles, les méthodes directes d'estimation (les méthodes basées sur les prix de marché, sur les coûts, la méthode des prix hédonistes) et les méthodes

Analyse des biens et services écosystémiques des lacs Thiourour, Warouwaye et Wouye dans une optique de préservation

indirectes (les méthodes contingentes et la méthode de transfert) qui reposent sur des marchés hypothétiques adaptés aux biens et services écosystémiques qui n'ont pas de marché permettant leur valorisation monétaire. Les biens et services écosystémiques analysés dans le cadre de cette étude sont les services d'approvisionnement (SA) et de régulation (SR) dont les méthodes directes permettent d'évaluer leur valeur économique. L'évaluation des SA a été effectuée sur la base de la méthode des prix de marché et permet d'estimer la valeur économique des BSE qui sont vendus ou achetés sur les marchés. Pour les services de régulation, la méthode basée sur les coûts de remplacement a été utilisée. Elle permet d'attribuer une valeur monétaire du bien et service écosystémique identifié par le biais des prix des biens ou services de substitution.

Échantillonnage des usager-es enquêté-es

Cette étape a débuté avec les recherches de statistiques sur la taille des populations. Sur la base des investigations effectuées sur le terrain et des échanges avec les usager-es rencontré-es, la population des trois lacs est estimée à 1114 individus dont 883 sur le lac Wouye, 98 à Warouwaye et 133 sur le lac Thiourour. Sur ce total, 10 % des usager-es sont enquêté-es, soit 112 répartis comme dans le tableau 2.

Tableau 2. Répartition des enquêtés par usage et par lac

Usager-es /Lac	Wouye	Warouwaye	Thiourour	Total
Horticulteurs	77	8	2	87
Horticulteurs	3	2	1	6
Pêcheurs	5	1	3	9
Tanneuses	0	0	10	10
Total	85	11	16	112

Les usager-es interrogé-es ont été choisi-es de manière aléatoire suivant leur disponibilité sur la base du nombre retenu par lac et par groupe d'usager-es.

Élaboration et administration du questionnaire

La collecte des informations s'est faite par un questionnaire adressé aux usager-es. Le questionnaire est réparti en plusieurs rubriques qui comprennent entre autres les caractéristiques de l'enquête, l'identification des BSE des lacs et l'analyse de leur évolution, l'évaluation économique de l'activité.

Détermination des coûts de remplacement

L'estimation des coûts de remplacement du service de drainage et de stockage des eaux pluviales est basée sur les coûts des ouvrages prévus (infrastructures de drainage et d'espaces de stockage, entre autres) dans le cadre de la mise en œuvre du plan de drainage des eaux pluviales de la région de Dakar (PDD). Piloté par l'Agence de développement municipal (ADM), le PDD repose sur la conception d'une ossature hydraulique qui cloisonne l'espace en grands bassins versants (BV) indépendants. L'établissement des prix unitaires des ouvrages s'est appuyé sur l'examen de marchés au moment de la mise en œuvre.

Valeur économique des services d'approvisionnement

L'étude montre une diversité d'activités autour des lacs ayant une rentabilité économique non négligeable. L'apport économique de chaque activité est appréciable au regard du nombre d'acteurs et d'actrices qui s'y mobilisent, mais surtout de la disponibilité et de la viabilité des facteurs de production.

Caractéristiques des activités économiques

Analyse des biens et services écosystémiques des lacs Thiourour, Warouwaye et Wouye dans une optique de préservation

Les activités économiques identifiées autour des lacs présentent des caractéristiques variables selon leur nature, selon les groupes d'acteurs et d'actrices intervenant ou selon leur empreinte spatiale. La disponibilité de l'eau reste le facteur déterminant du développement de ces activités, mais il existe une spécificité pour chaque activité du point de vue de son organisation et de son fonctionnement.

- Le maraîchage

La prédisposition des sols des Niayes au développement des cultures horticoles a permis aux populations anciennement établies de s'activer dans le maraîchage qu'elles ont associé aux cultures sous pluies sur de larges surfaces. Avec l'extension du bâti, les périmètres agricoles ne subsistent que sur les environs proches des trois lacs. Le lac Wouye, du fait de l'importance des réserves foncières encore disponibles par rapport aux deux autres lacs, concentre plus d'actifs et de superficies cultivées. À Thiourour comme à Warouwaye, les exploitations qui subsistent se localisent sur les marges des dépressions ou dans des maisons en début de construction. La taille des exploitations varie entre 100 et 500 m². Plusieurs espèces végétales sont cultivées dont la tomate, l'oignon vert, le piment, le poivron, la courgette, le concombre, la patate, la menthe poivrée, l'aubergine, la laitue, le persil, le navet, le chou, la betterave, le poireau, le cèleri, le chou-fleur, la fraise, le manioc, l'oseille, le gombo... L'arboriculture est souvent associée aux cultures avec des plantations de bananiers, de cocotiers, de papayers et de grenadiers.

- La tannerie

La tannerie (transformation de la peau d'animaux en cuir) est pratiquée sur le lac Thiourour. Le site fait partie des rares espaces où l'activité est exercée sous sa forme traditionnelle à Dakar. La tannerie est pratiquée depuis des générations par une communauté essentiellement Maure. Après plusieurs délocalisations du centre-ville en passant par Yarakh, Pikine ou encore à Guédiawaye (près du lycée Limamou Laye), ce site de

2 ha à l'origine, a été octroyé par l'administration de l'époque (dans les années 1980) sous forme de bail. Depuis, l'avancée des habitations et les inondations répétitives ont considérablement diminué l'espace de travail.

- La pêche

La pêche pratiquée sur les lacs est de type traditionnel, une pêche artisanale essentiellement à l'aide de filets (dormant ou épervier). Elle est pratiquée sur l'ensemble des trois lacs durant toute l'année, pour la plupart par des pêcheurs qui se déplacent sur les points d'eau de la zone (Grande Niaye, Marigot de Tivaouane Peulh, entre autres) en fonction de la disponibilité des poissons. Les espèces pêchées sont, suivant leur ordre d'importance, le tilapia (carpe, *wass*), le silurus (*coler*) et le mulot (*guiss*). Le matériel de pêche employé est rudimentaire, chaque pêcheur dispose d'un radeau confectionné à partir des tiges de typha. L'activité, dont une partie est destinée à l'autoconsommation, est aussi génératrice de revenus assez considérables.

- L'aviculture

Dans la zone des Niayes, les conditions climatiques favorables ont participé à l'essor de l'activité. Les exploitations exclusivement avicoles sont installées autour des lacs, notamment autour du lac Wouye où elles sont plus nombreuses. Elles sont aussi présentes dans les exploitations agricoles où les producteurs associent maraîchage et aviculture. Le nombre de poulets de chair produits par campagne varie entre 350 et 1000 sujets. Pour les pondeuses, on compte habituellement entre 1000 et 2000 sujets.

Valeur économique des activités

- Revenus tirés des activités

Les revenus annuels des maraîcher·es sont déterminés à partir des quantités moyennes produites par campagne, du nombre moyen de campagnes effectuées pour chaque spéculation dans l'année et de leur prix de vente. Ils sont compris entre 734 200 et 5 796 000 F CFA.

Analyse des biens et services écosystémiques des lacs Thiourour, Warouwaye et Wouye dans une optique de préservation

Les acteurs et actrices qui s'activent dans la tannerie estiment que leur travail est assez rentable. Les marges de bénéfice s'élèvent entre 80 à 156 % par rapport aux coûts de production. Les revenus annuels enregistrés par la tannerie sont compris entre 424 575 et 1 131 300 F CFA.

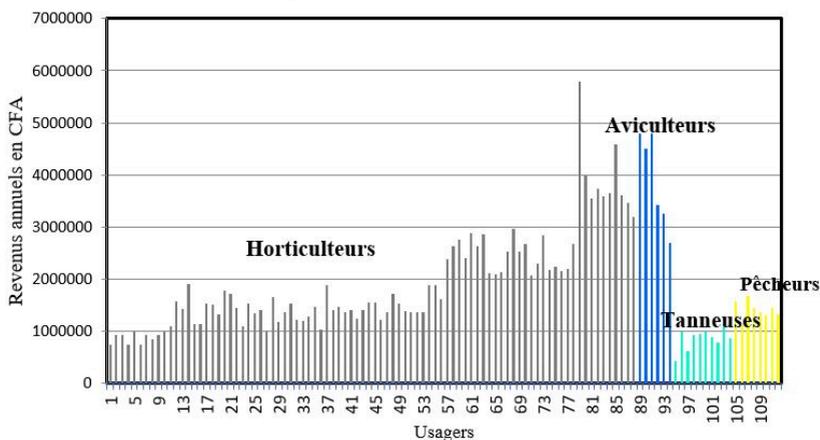
Quant aux pêcheurs, les revenus fluctuent suivant les quantités de poissons avec des gains journaliers allant de 4000 à 10000 F CFA.

Les aviculteurs enregistrent des revenus qui varient entre 1 425 000 à 4 800 000 F CFA par année. Plus de 70 % d'entre eux ont des recettes annuelles supérieures à 2 500 000 F CFA.

- Recette annuelle des activités économiques

Les recettes annuelles pour les 112 usager-es enquêté-es s'élèvent à 262 170 025 F CFA. Cette valeur rapportée au nombre d'usager-es qui s'activent autour des lacs donne un total de 2 607 655 427, 23 F CFA par année pour les mille-cent-quatorze (1114) usager-es. L'horticulture est l'activité qui génère le plus de revenus (figure 2), soit 64,11 % de la recette totale. Elle est suivie de l'aviculture avec 27,66 %; la tannerie et la pêche représentent respectivement 3, 28 % et 4,94 % du total.

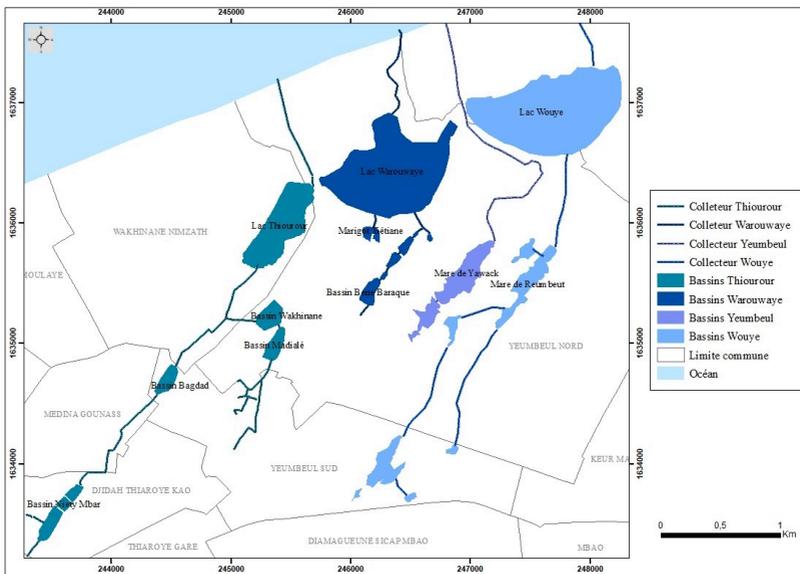
Figure 2. Répartition des revenus des 112 usager-es



Valeur économique des services de régulation

Les lacs, comme l'ensemble des dépressions inter-dunaires, stockaient naturellement les eaux de ruissellement provenant des pluies avant que l'urbanisation n'obstrue les chemins naturels (D iop, 2005) empêchant l'écoulement gravitaire des eaux vers les points bas tels que les lacs. Ce qui constitue l'un des facteurs aggravants des inondations dans la banlieue de Dakar. Dans le cadre de l'exécution du plan directeur de drainage des eaux pluviales (PDD), le PROGEP a réalisé des canaux raccordant les différents bassins de rétention du bassin versant de Thiourour en plus d'un ouvrage de connexion entre les lacs Thiourour et Warouwaye. Des réseaux secondaires sont ajoutés pour raccorder certains points des quartiers riverains. Le bassin versant de Yeumbeul (qui intègre le lac Wouye) est équipé de treize ouvrages structurants dont six collecteurs, deux bassins, dont le bassin de Yeumbeul Nord (mare de Yawack) et un ouvrage de rejet à la mer.

Figure 3. Réseau de drainage des eaux pluviales autour des lacs
(source de données ADM)



Analyse des biens et services écosystémiques des lacs Thiourour, Warouwaye et Wouye dans une optique de préservation

Le coût des équipements de drainage du plan directeur de drainage est estimé à 93.1 milliards CFA (206 millions US \$) dont 74.5 milliards CFA pour l'équipement en canaux, bassins de stockage et ouvrages de rejet (tableau 3).

Tableau 3. Les coûts estimés des équipements de drainage du plan directeur de drainage dans le cadre du PROGEP, source ADM

Investissements	Coûts en CFA
Canaux de drainage	42.7 milliards
Espaces de stockage des eaux pluviales	22.2 milliards
Rejets en mer	9.5 milliards
Total	74.5 milliards

Le coût unitaire des canaux de drainage est compris entre 900 000 F CFA et 1,007 milliards. Pour les espaces de stockage des eaux pluviales, les coûts varient entre 30 et 351 millions de CFA et les ouvrages de rejets en mer entre 142 millions et 1,090 milliards. Ces estimations donnent une idée de la valeur économique de la fonction de drainage et de stockage des eaux pluviales.

Discussion

L'évaluation économique des usages des lacs permet de disposer d'informations précises sur l'utilité et le poids économique des usages des lacs afin de justifier leur préservation. Cependant, la première contrainte notée dans cet exercice est de disposer de chiffres officiels du nombre de personnes concernées par les activités économiques liées à la présence des lacs. Sur la base des enquêtes effectuées, 1114 usagers ont été comptabilisés dont 800 maraîcher-es autour du lac Wouye alors que Faye (2015) y dénombre 300 maraîcher-es. Si l'auteur n'apporte pas de précisions sur la source de ces chiffres, les différentes visites effectuées

ont permis de constater la fluctuation constante du nombre de maraîcher-es présent-es et des périmètres emblavés. Ceci s'explique en partie par le fait que les maraîcher-es abandonnent et reprennent leur exploitation en fonction de l'étendue des crues des lacs d'une part et d'autre part, le bâti continue à s'étendre vers les lacs. Par ailleurs, les revenus tirés des activités sont cependant disparates et dépendent souvent du type d'activité et des moyens investis. Les aviculteurs interrogés gagnent entre 1 425 000 et 4 800 000 FCFA par année alors que les maraîcher-es ont des revenus annuels compris entre 734 200 et 5 796 000 F CFA. Le même constat est aussi noté sur le site horticole de Cambéréne où les revenus annuels de 169 maraîcher-es sont compris entre 50 000 et 5 000 000 F CFA (Niang *et al.*, 2001). Les revenus cumulés des 88 maraîcher-es interrogé-es sont de 168 098 450 F CFA tandis que Diagneet *al.* (2006) estimaient à 102 654 250 F CFA les revenus gagnés par 70 maraîcher-es établi-es sur les Niayes de Thiaroye Yeumbeul Nord en 2003. Il apparaît donc que les lacs permettent aux usagers dont la plupart habitent dans les quartiers environnants de disposer d'activités génératrices de revenus.

Ces activités sont souvent un début de solution pour l'amélioration des conditions de vie des populations (Gaye et Niang, 2010). La mise en place du plan de drainage des eaux pluviales (PDD) est une réponse aux innombrables inondations enregistrées dans la région de Dakar provoquant de lourdes conséquences socio-économiques et sanitaires. Cette situation est en grande partie causée par l'étalement progressif du bâti sur le réseau hydrographique naturel des Niayes où les chemins de ruissellement naturels des eaux pluviales sont entravés. La banlieue de Dakar est la zone la plus touchée par les inondations récurrentes. En 2009, 360 000 personnes ont été directement affectées par les inondations à Pikine et 22 000 personnes à Guediawaye (IAGU, 2019). Après de nombreuses interventions ponctuelles pour contenir les inondations (plan ORSEC, plan Jaxaay...), les gestionnaires ont cherché à mettre en œuvre des solutions durables. C'est dans cette optique que la restauration du réseau hydrographique des Niayes a été retenue comme une solution pour la gestion durable des inondations, le drainage et le

stockage des eaux pluviales sont naturellement effectués par la zone humide des Niayes. La perturbation de cette fonction écologique a contraint les gestionnaires à procéder à sa restauration par la mise en place d'un réseau de drainage qui reproduit la configuration initiale des écoulements pour réduire les inondations.

La restauration ou le remplacement de ce service rendu par l'écosystème est très couteux. Le coût de mise en place du PDD pour les phases qui intègrent les trois lacs est de 74,5 milliards de F CFA. Le PDD a certes permis d'atténuer les impacts des inondations. Cependant, la durabilité des équipements reste tributaire de leur système d'exploitation et d'entretien. Aussi, le drainage excessif des eaux pluviales vers les lacs constitue-t-il une menace pour leur survie comme le témoigne le niveau d'eutrophisation avancé des lacs. Pourtant, une meilleure gestion du système de drainage des eaux pluviales qui intégrerait davantage la dimension environnementale pourrait conduire à la renaturation des zones humides des Niayes. Cela passe par la réutilisation des excédents d'eaux de la nappe phréatique et des eaux pluviales et par le renforcement de l'agriculture péri urbaine (Pfeifer et Hitz, 2011). À l'heure où les écosystèmes naturels, notamment les zones humides, sont de plus en plus sollicités pour leur rôle dans l'adaptation aux changements climatiques, les lacs, très fragilisés, voient leurs potentialités économiques et environnementales fortement affaiblies. Leur préservation, bien que compromise, dépend de la capacité des gestionnaires à stopper et à éviter tout dommage et destruction supplémentaire.

Conclusion

Cette analyse a permis de mesurer l'importance des biens et services écosystémiques des lacs Thiourour, Warouwaye et Wouye, malgré le contexte de plus en plus difficile dans lequel ils subsistent. Ces lacs, situés dans la banlieue de Dakar, subissent de fortes pressions telles que la

présence d'une forte concentration de la population et d'un habitat non structuré autour des lacs, les inondations répétitives, le drainage excessif des eaux pluviales...

L'évaluation économique des usages des lacs montre qu'ils fournissent encore des services importants. Les activités économiques dépendantes génèrent des revenus considérables. Les recettes annuelles pour les 112 usagers enquêtés s'élèvent à 262 170 025 F CFA. Elles sont estimées à 2 607 655 427,23 F CFA pour les 1114 usager-es. Cela contribue largement à l'amélioration des conditions de vie des usagers. Le coût élevé des infrastructures du plan de drainage des eaux pluviales (PDD) mis en œuvre par le PROGEP évalué à 74.5 milliards de F CFA permet de saisir l'importance de la fonction de régulation que jouent les lacs dans la gestion des inondations. Néanmoins, l'une des contraintes majeures actuelles est la difficile conciliation entre le stockage des eaux pluviales et le développement des activités économiques. Les eaux pluviales sont excessivement drainées sur les lacs perturbant ainsi l'écosystème et les activités dépendantes. La survie des lacs, bien que compromise, dépend de la capacité des gestionnaires (les collectivités territoriales notamment) à mettre en place un plan d'aménagement concerté qui préservera l'écosystème lacustre et assurera le maintien des activités économiques. Par ailleurs, un suivi de la qualité des eaux doit être effectué pour évaluer les impacts du drainage sur l'écosystème et sur les activités économiques dépendantes.

Références

Aguiar, Lazar Augustin. 2008. *Impact de la variabilité climatique récente sur les écosystèmes des niayes du Sénégal entre 1950 et 2004*. Thèse de doctorat, Université du Québec à Montréal, 185 pages.

- Analyse des biens et services écosystémiques des lacs Thiourour, Warouwaye et Wouye dans une optique de préservation
- Ba, Awa 2007. *Les fonctions reconnues à l'agriculture intra et périurbaine (AIPU) dans le contexte dakarais; caractérisation, analyse et diagnostic de durabilité de cette agriculture en vue de son intégration dans le projet urbain de Dakar (Sénégal)*. Thèse de doctorat, UCAD, AgroParisTech, 356 pages.
- Sidia, Diaouma Badiane et Edmée Mbaye. 2018. Zones humides urbaines à double visage à Dakar: opportunité ou menace? *Sciences Eaux & Territoires, la revue d'Irstea*, hors-série numéro 51, 5 pages.
- Bielsa, Sabine et al. 2009. *Approche économique de la biodiversité et des services liés aux écosystèmes. Contribution à la décision publique*, Rapport d'expertise Centre d'analyse stratégique. Paris, 399 pages.
- Bouscasse, Hélène et al. 2011. *Évaluation économique des services rendus par les zones humides – Enseignements méthodologiques de monétarisation*. Rapport technique Irstea, 220 pages.
- Dasylda, Sylvestre., Cosandey Claude, Orange Didier et Sambou Soussou. 2003. Assèchement des « niayes » (bas-fonds agricoles) de la Région de Dakar durant la période 1960 – 1990: variabilité spatiale et rôle joué par la pluviosité. *Sud Science et Technologie*, 11, 27-34.
- Dasylda, Sylvestre. 2009. *Inondations à Dakar et au Sahel : gestion durable des eaux de pluie*. ENDA Editions-CECI, 265 pages.
- Diagne, Alioune et al. 2006. *Rapport de l'étude exploratoire de l'agriculture urbaine dans la ville de Pikine (Sénégal)*. IAGU, RUAF Fondation, 72 pages.
- Diop, Assane. 2005. *Étude de l'impact de l'urbanisation sur le réseau hydrographique de la région des niayes entre Dakar et Sangalkam*. Mémoire de DEA, UCAD, 69 pages.
- Diop, Khalifa, Faye Cheikh Ahmed Tidjane, et Sow Seydou Alassane. 2018. Dynamique de l'extension urbaine sur la Grande Niayes de Pikine entre 1997-2016 : quelles menaces sur l'agriculture périurbaine? *Afrique SCIENCE*, 14(5), 285-298.

- Dupras, Jérôme., Revéret Jean-Pierre et He Jie. 2013. *L'évaluation économique des biens et services écosystémiques dans un contexte de changements climatiques. Un guide méthodologique pour une augmentation de la capacité à prendre des décisions d'adaptation*. Ouranos, Canada, 218 pages.
- Faye, Mbaye Mbengue. 2015. *Actualisation de l'étude d'impact environnemental et social*. PROGEP Phase 2, 2ème tranche : bassin versant Mbeubeuss, 143 pages.
- Gaye, Malick et Niang Seydou, 2010. *Manuel des bonnes pratiques de l'utilisation saine des eaux usées dans l'agriculture urbaine*. ENDA RUP, 126 pages.
- IAGU, 2019. *Les inondations à Dakar (Sénégal). Gestion des risques et adaptations locales*, 45 pages.
- Kital, Malé et Cohen Marianne. 2024. Changement d'occupation des Niayes de la banlieue de Dakar (Sénégal), en relation avec la variabilité pluviométrique entre 1972 et 2022. *Zones Humides Infos*, 105, 9. <https://hal.science/hal-04582980/document>
- Mavsar, Robert, Varela Elsa, Gouriveau Fabrice et Herreros Fernando. 2013. Méthodes et outils d'évaluation socio-économique des biens et services rendus par les écosystèmes boisés méditerranéens. *Rapport de la deuxième composante du projet « Optimiser la production de biens et services par les écosystèmes boisés méditerranéens dans un contexte de changements globaux »*, 38-49.
- Ndao, Mariétou. 2005. *Les Niayes de la presqu'île du Cap vert : héritages en devenir en région urbaine*. Mémoire de DEA, Université Michel de Montaigne, Bordeaux III, 86 pages.
- Ndiaye, Maguette., Manga Alla, Diop Cheikh et Sagna, Pascal. 2024. Évolution spatiale du bassin maraîcher Sud des Niayes méridionales à Dakar (Sénégal) dans un contexte de variabilité pluviométrique. *Revue Internationale du chercheur*, 5(1), 900-924.

- Analyse des biens et services écosystémiques des lacs Thiourour, Warouwaye et Wouye dans une optique de préservation
- Pfeifer, Hans-Rudolf. et Hitz Carmen. 2011. Développement d'un modèle de stratégie intégrée d'aménagement et de gestion durable des zones humides urbaines pour la maîtrise des inondations à Dakar. Dans *Quelles synergies face aux inondations de la région de Dakar*, Conseil Régional de Dakar, rapport d'activité, 28-29.
- Sène, Aïssatou, Sarr Mamadou Adama, Kane Alioune et Diallo Marième. 2018. L'assèchement des lacs littoraux de la grande côte du Sénégal : mythe ou réalité ? Cas des lacs Thiourour Warouwaye et Wouye de la banlieue de Dakar. *Journal of Animal & Plant Sciences*, 35(2), 5623-5638.
- TEEB. 2010. The Economics of Ecosystems and Biodiversity: Mainstreaming the Economics of Nature: A synthesis of the approach, conclusions and recommendations of TEEB, 38 pages. <https://www.teebweb.org/wpcontent/uploads/Study%20and%20Reports/Reports/Synthesis%20report/TEEB%20Synthesis%20Report%202010.pdf>
-

Aïssatou SÈNE

Centre de Suivi Écologique (Sénégal)

Contact : aissatou.sene@cse.sn

Birane CISSÉ

Université Cheikh Anta Diop de Dakar

Contact : birane12.cisse@ucad.edu.sn

Sidia Diaouma BADIANE

Enseignant-chercheur, Maître de conférences Cames, Laboratoire de Géographie humaine (LaboGehu), École doctorale ETHOS, département de Géographie, Université Cheikh Anta Diop de Dakar (Sénégal).

Contact : sidia.badiane@ucad.edu.sn

ISSN : Version imprimée

1840-9865

ISSN : Version en ligne

2630-144X

En ligne à :

https://www.revues.scienceafrique.org/naaj/texte/sene_et_al2024/

Pour citer cet article : SÈNE, Aïssatou, CISSÉ, Birane, BADIANE, Sidia Diaouma. 2024. Analyse des biens et services écosystémiques des lacs Thiourour, Warouwaye et Wouye dans une optique de préservation. *NAAJ. Revue africaine sur les changements climatiques et les énergies renouvelables*, 3(1), 11-32. DOI : 10.46711/naaj.2024.3.1.2



Entre potentialités et dégradation : les défis de la valorisation verte et bleue des zones humides de Diourbel (Sénégal)

OUMAR MAREGA, CAROLINE LE CALVEZ, BERTRAND SAJALOLI, ALADJI MADIOR DIOP, ADAMA FAYE, COURA KANE ET MAMADOU SALIOU MBENGUE

Résumé :

Conserver et valoriser les zones humides urbaines dans un contexte de pression citadine et de changement climatique est une équation difficile. La ville de Diourbel (Sénégal), à travers la vallée fossile du Sine qui la traverse, est aujourd'hui confrontée à ce défi qui invite à une réflexion sur la gestion durable de ce milieu à la fois fragile et porteur d'importants services écosystémiques. Les vulnérabilités y sont multiples du fait de l'extrême variabilité du climat (sécheresse, inondations...), de la dégradation de la qualité de l'eau et des sols par la salinisation et de la pollution par les déchets, de la pression et de la spéculation foncière afférente à l'étalement urbain. Ces fragilités et vulnérabilités se traduisent par des changements socio-environnementaux qui interrogent les potentialités et les stratégies d'adaptation pour une valorisation verte et bleue des zones humides de Diourbel. Ainsi, l'objectif principal de cet article est d'analyser la trajectoire des usages et des paysages des zones humides de cette cité et de confronter le couple vulnérabilité-aménité

Oumar MAREGA, Caroline LE CALVEZ, Bertrand SAJALOLI, Aladj Madior DIOP,
Adama FAYE, Coura KANE et Mamadou Saliou MBENGUE

dans les espaces d'eau dans un contexte de multiples changements. Dès lors, la finalité est d'éclairer les permanences et les mutations qui les caractérisent, leur perception par les populations locales et d'envisager des stratégies de valorisation, actuelles ou futures, pour ces lieux d'eau.

Mots-clés : Adaptation, perceptions, Sénégal, vallée fossile du Sine, variabilité climatique, vulnérabilités, zone humide urbaine

Abstract :

Conserving and developing urban wetlands in a context of urban pressure and climate change is a difficult equation. The city of Diourbel (Senegal), through the fossilised Sine valley that runs through it, is currently facing this challenge, which calls for reflection on the sustainable management of this environment that is both fragile and provides important ecosystem services. The area is vulnerable to a number of factors, including extreme climate variability (drought, flooding, etc.), deteriorating water and soil quality due to salinisation and pollution from waste, and pressure and speculation on land due to urban sprawl. These fragilities and vulnerabilities are reflected in socio-environmental changes that raise questions about the potential and adaptation strategies for green and blue development of Diourbel's wetlands. The main objective of this article is to analyse the trajectory of the uses and landscapes of the city's wetlands and to compare the vulnerability-amenity pair in water areas in a context of multiple changes. The aim is therefore to shed light on the permanent features and changes that characterise them, how they are perceived by the local population and to consider current and future strategies for enhancing these water areas.

Keywords : Adaptation, climate variability, perceptions, Senegal, Sine fossil valley, urban wetlands, vulnerabilities,

Résumé (wolof) :

Entre potentialités et dégradation : les défis de la valorisation verte et bleue des zones humides de Diourbel (Sénégal)

Baña yàq ak gëna dooleel tool yi ci dëkki taax yi ci jamono yii ñuy dundu jafe-jafe ak coppite klimaa bi, lu jafe la. Dëkk bu Diourbel (Senegal), jaar ci valé fossil bu Sine bi koy jàll, tay mingi jànkoonde ak jafe-jafe bii di woo nit ñi ñu xalaat ci yoriinu environmaa bi, environmaa bi yomba dagg, te dafay indi ay serwiis yu am solo ci ecosystem bi. Barina jafe-jafe yu bawoo ci coppite yu bari yi am ci klimaa bi (bekkoor, mbënd, ak ñoom seen), yàqu-yàqu ndox mi ak suuf si ndax xoromu ak polusion bu bawoo ci mbalit, fitna ak jaay suuf yi jëm ci yaatuwaayu dëkk yu mag yi. Yooyu ñakk kattan ak ñakk kattan ñoo jur coppite ci askan wi ak environmaa bi, te loolu dafay indi jafe-jafe ci pexe yiñ mēna jëfandikoo ngir gëna am solo ci tool yu Diourbel yu wert ak yu baxa. Kon li gëna am solo ci xët wii mooy jàngat yoon wi jëfandikoo ak nataalu wëreef yi ci tool yi ci dëkk bii, ngir jànkoonde ak vulnérabilité-amenity ñaari barabi ndox yi ci biir coppite yu bari ngir leeral permanence ak coppite yi leen di màndargaal, seeni gis-gis ci askanu dëkk bi ak xoolaat pexe yu am ci jamono jii wala ëlég ngir yokkute ci barabi ndox yooyu.

Mots-clés (wolof) : coppite klimaa bi, fexe ànd, gaañ-gaañu, gis-gis yi, Sénégal, tool urbain, vallé fossil sinus

Historique de l'article

Date de réception : 29 mars 2024

Date d'acceptation : 23 septembre 2024

Date de publication : 31 décembre 2024

Type de texte : Article

Introduction

Les vallées urbaines, fréquemment appréhendées comme des corridors verts et bleus, sont au cœur des enjeux socio-spatiaux contemporains des villes. Elles accueillent une diversité d'usages – agriculture urbaine, loisirs... – liée aux ressources qu'elles recèlent et qui sont mobilisées par les populations dans un but économique, culturel ou de bien-être. Avec le changement climatique, elles sont aussi perçues comme un moyen d'en atténuer les effets par le maintien ou la restauration des services écosystémiques des milieux humides de fond de vallée. Les zones humides qu'elles accueillent sont ainsi au cœur de la fabrique de l'espace urbain (Sajaloli *et al.*, 2024), qu'elle soit planifiée ou non, et constituent des laboratoires de l'intégration urbaine de la nature (eau, sol, végétation) en ville dans un contexte de mise en réseau des éléments de la nature. En prenant appui sur la vallée fossile du Sine qui traverse la ville de Diourbel (Baol, Sénégal), il s'agit de montrer comment la variabilité climatique articulée avec l'évolution des usages suscitent des vulnérabilités nouvelles. Ces dernières bousculent les perceptions des acteurs et actrices institutionnels/institutionnelles et des habitant-es et favorisent la mise en place de nouvelles pratiques et d'initiatives inédites de valorisation. Jadis maraîchère, la vallée fossile urbaine du Sine est marquée depuis une cinquantaine d'années par des changements socio-environnementaux qui ont redessiné ses modes d'appropriation par les populations locales, changé ses paysages et le rôle qu'elle occupait dans le développement économique de Diourbel.

La sécheresse des années 1970-1980 a entraîné un important déclin et une réorganisation spatiale du maraîchage dans la vallée. L'enjeu de répondre aux besoins alimentaires d'une population croissante donne une place particulière à la dimension productive des zones humides urbaines de Diourbel. L'augmentation de la population et l'urbanisation qui s'en est suivie, ainsi que l'exploitation du sable, ont également modifié les modes d'appropriation et créé de nouvelles centralités avec des espaces appréciés et valorisés différemment. Une des conséquences a été la

Entre potentialités et dégradation : les défis de la valorisation verte et bleue des zones humides de Diourbel (Sénégal)

fragmentation de la vallée fossile en quatre secteurs, faisant l'effet d'îlots verts et bleus aux modes de valorisation distincts, et à leur effacement spatial allant parfois jusqu'à leur disparition du paysage urbain (Le Calvez *et al.*, 2023).

Ces processus et ces reconfigurations spatiales sont aujourd'hui le terreau de nouvelles vulnérabilités qui ont émergé avec le retour des pluies à Diourbel, expression de la variabilité climatique que connaît le Sénégal. L'eau retrouve son chemin naturel, ce qui entraîne des inondations récurrentes dans les quartiers implantés dans la vallée. Celles-ci sont aggravées par la saturation des réseaux d'assainissement et leur dysfonctionnement. L'accès aux ressources de la vallée (eau et sol) nécessaires aux activités de maraîchage qui avaient fait la renommée historique de la ville est rendu difficile aussi bien sur les volets quantitatifs que qualitatifs. Si Diourbel renoue ainsi avec une certaine présence remarquable de l'eau dans la vallée fossile, celle-ci est néanmoins différemment perçue et vécue. Source de risques pour les populations (sanitaires, environnementales, économiques...) dans certains secteurs, elle constitue ailleurs des opportunités de développement. Afin d'enrayer les dégradations de la vallée et pour maintenir les activités dont dépendent une partie de la population, des projets de restauration se structurent.

Dans ce contexte, l'article questionne les perceptions relatives à ces changements socio-environnementaux ainsi que les leviers d'action pour une valorisation globale et intégrée, verte et bleue, des zones humides de Diourbel, devenues aujourd'hui une mosaïque d'îlots humides disjoints. Penser les potentialités des zones humides de Diourbel invite aussi à éclairer sa trajectoire passée et actuelle pour une meilleure intégration de ces espaces dans les politiques publiques de planification et d'aménagement dans un contexte de pression urbaine et de changement climatique (Sajaloli *et al.*, 2023)¹.

1. L'article mobilise et met en avant une partie des résultats issus des travaux effectués dans le cadre du programme BOUDIQU, un projet de recherche-action sur les marais urbains de Bourges (France) et les zones humides de Diourbel (Sénégal) face au changement climatique. Il prolonge également les réflexions engagées dans le cadre du colloque international sur les aménités et fragilités

Oumar MAREGA, Caroline LE CALVEZ, Bertrand SAJALOLI, Aladj Madior DIOP, Adama FAYE, Coura KANE et Mamadou Saliou MBENGUE

Sur le plan méthodologique, l'article, selon les canons des sciences humaines, convoque cinq approches complémentaires. La géomatique et la télédétection quand il s'agit de caractériser les changements spatiaux intervenus dans la vallée du Sine; l'analyse climatique pour mesurer l'ampleur des changements globaux; les entretiens semi-directifs et leurs traitements lexicaux et lexicologiques par le logiciel libre Iramuteq afin de repérer les perceptions et les représentations des lieux d'eau; l'approche économique fondée sur le consentement à payer éclaire l'adhésion sociale aux mutations vertes et bleues de l'espace. Le propre de la démarche choisie, dont chaque pan est successivement présenté dans la démonstration, réside dans la confrontation des cinq approches, ce qui est susceptible d'éclairer les défis multiformes de la revalorisation de cette zone humide urbaine et d'en repérer l'opérationnalité.

Caractériser de manière globale les changements socio-environnementaux intervenus dans la vallée du Sine depuis les années 1960 suppose que soient étudiés simultanément les phases sèches et humides, leurs effets sur l'espace avec toutes les mutations d'usage et d'occupation des sols associées ainsi que les perceptions de ces bouleversements ayant guidé l'aménagement évolutif de la vallée. Dès lors, les vulnérabilités multiformes, produits des interactions dialectiques entre l'évolution des facteurs naturels et celle des réactions anthropiques, sont révélées par deux enquêtes auprès des usagers et par une analyse lexicologique. En émerge une vision ambivalente associant menaces et aménités qui préfigurent l'aménagement futur de la vallée, l'évaluation de ses potentialités économiques par une troisième enquête sur les services écosystémiques et, in fine, la construction d'une trame verte et bleue dans la vallée du Sine.

des zones humides urbaines du Nord et des Sud face au changement climatique (11 au 13 mai 2023 à Bourges) et remobilise les données issues de l'exposition « femmes et hommes des marais de Bourges et des zones humides de Diourbel face au changement climatique » (Sajaloli et al., 2023) présentée tant en France qu'au Sénégal.

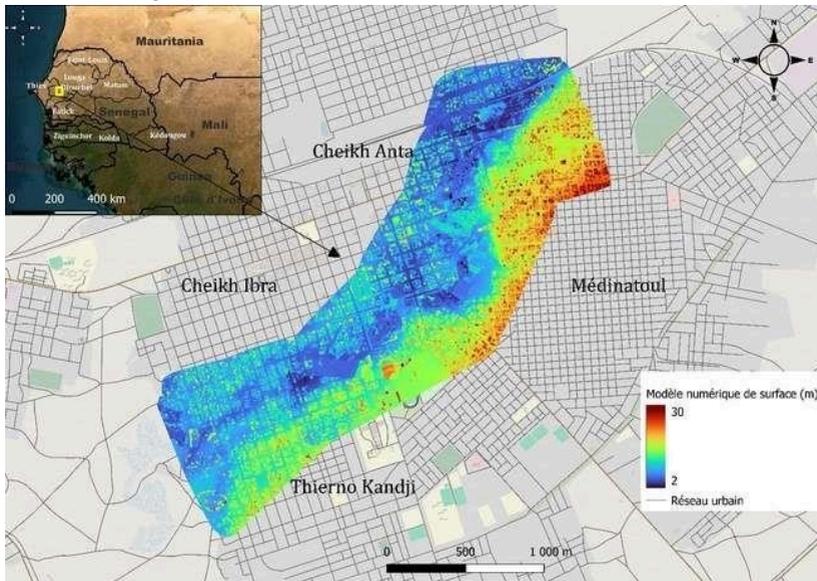
La vallée fossile du Sine à Diourbel : un espace fluctuant au gré des changements socio-environnementaux

Observer et étudier les changements, c'est analyser les permanences et les mutations et expliciter les facteurs à l'origine de l'évolution d'un espace et de ses pratiques associées. Le climat et la pression démographique jouent un rôle moteur dans les changements socio-environnementaux affectant les zones humides de Diourbel avec des effets perçus différemment dans le temps et dans l'espace.

Le Sine à Diourbel : assèchement de la vallée et variabilité climatique

Vallée morte ou vallée fossile, les qualificatifs relatifs à ces dépressions mettent en avant d'anciennes rivières longtemps asséchées occupant une grande partie du Sénégal intérieur. Du sud du Ferlo en direction du Sine-Saloum, le cours de la vallée du Sine traverse en plein cœur la commune de Diourbel. Sur une distance de 250 km au total, le tronçon du Sine qui traverse la zone urbaine centrale de Diourbel du Nord au Sud fait environ 7 km.

Figure 1. Localisation de la vallée du Sine à Diourbel



Source : Modèle numérique de surface (MNS) créée à partir d'une orthophotographie par drone le 20/12/2023, Open Street Map, Esri Satellite / ArcGis World Imagery, ©Auteur-es, 2023

L'histoire de la fossilisation des vallées du Sénégal intérieur est relatée dans plusieurs écrits sans datation exacte de la période d'assèchement. D'après Brigaud (1961), il est arrivé parfois que les vallées fossiles du Sénégal soient en eau. Pendant la période de conquête coloniale, le lieutenant de Vaisseau Braouezec Jules (1828-1870) indique en 1841 qu'une inondation a traversé tout le Djolof noyant les vallées mortes du Ferlo. Certains comme Yves Henry (1918), disent qu'il a été possible de voyager en pirogue par la vallée du Ferlo, de Navel près de Matam, au lac de Guiers à cause des pluies exceptionnelles. En 1907, puis en 1930, les cartes topographiques levées par le Service géographique de l'Afrique occidentale² Figurent nettement le tracé du Sine et ses affluents en signalant toutefois les cours d'eau à sec une partie de l'année ». En 1952, dans la vallée du Sine, le rapport annuel du service de l'agriculture du cercle de Diourbel stipule que tous les bas-fonds qui ceignent la ville

2. Archives nationales du Sénégal, Dakar, cotes 1 FI 1099 et 1 FI 353.

Entre potentialités et dégradation : les défis de la valorisation verte et bleue des zones humides de Diourbel (Sénégal)

de Diourbel ont été en totalité travaillés par les maraichers dès le début de la saison sèche. De même, le marigot de N'Diandé, prolongement de la vallée du Sine au Sud de Diourbel a été cultivé dans la quasi-totalité de sa surface exploitable, le canal fournissant de l'eau ayant été entretenu par les exploitants maraichers³.

Dès le début du XXe siècle, la question de la revitalisation des vallées fossiles du Ferlo à travers les crues du fleuve Sénégal en amont de Matam a été évoquée par Léon Claveau en 1918 (Tourte, 2005). Tel un serpent de mer, ce projet colonial a maintes fois été repris et évoqué par les politiques et programmes d'aménagement du Sénégal indépendant. Sous la tutelle du Ministère de l'hydraulique, le Programme de Revitalisation des Vallées Fossiles (PRVF) a été initié en 1988 et prévoyait ainsi de remettre en eau de manière permanente 3000 km d'anciens cours d'eau à savoir les vallées du Ferlo, du Saloum, du Sine, du Baobolon, du Car Car et de la Sandougou (Adams, 2000). Cependant, en dehors de la basse vallée du Ferlo qui a été mise en eau, ce programme de Revitalisation des Vallées Fossiles (PRVF) a été abandonné suite à une divergence d'appréciation entre les autorités mauritaniennes et sénégalaises sur la faisabilité et les conséquences de ce projet (Sy, 2010).

Cette question de la revitalisation des vallées fossiles, en particulier celle du Sine, est aussi d'actualité, car liée à la trajectoire climatique récente qui a joué un grand rôle dans l'assèchement de ces cours d'eau. En effet, depuis 1968, on observe à Diourbel et ailleurs dans le Sahel une accentuation progressive de l'aridité. Cette sécheresse est d'autant plus brutale qu'elle succède à une période hyper humide de 1951 à 1967. En 1961, un rapport du Centre national de recherche agronomique de Bambey consulté aux Archives nationales de Dakar⁴ décrit une vallée drainée en hivernage et encore humide le reste de l'année : « L'influence éolienne a contribué à colmater par endroit la dépression, limitant le drainage, forçant le cours d'eau à dessiner des méandres compliqués. En saison sèche, le lit mineur est marqué par une succession de petites mares et de trous d'eau » (Charreau *et al.*, 1961).

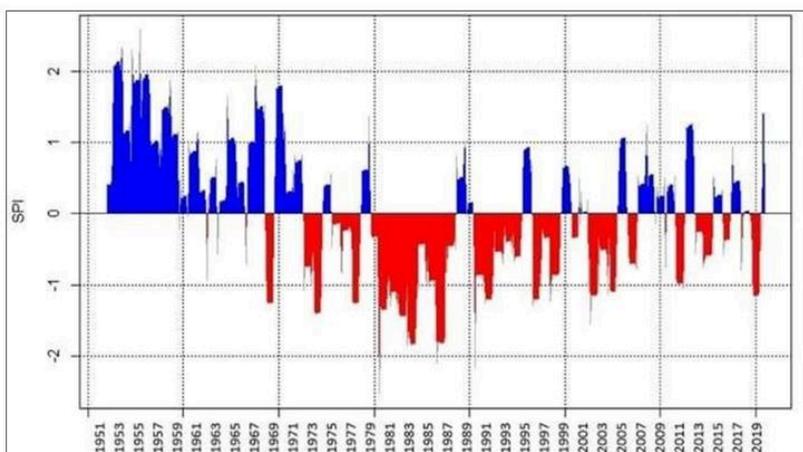
3. Archives nationales du Sénégal, Dakar, document de 1952, côte 2G56 n° 109.

4. Cote Po III 1451, Archives nationales du Sénégal.

Oumar MAREGA, Caroline LE CALVEZ, Bertrand SAJALOLI, Aladjï Madior DIOP, Adama FAYE, Coura KANE et Mamadou Saliou MBENGUE

La sécheresse, avec deux paroxysmes en 1972 et 1984, est remarquable par sa durée et par l'ampleur des déficits d'écoulement, de l'ordre de 40 % en moyenne pour le Sénégal (Kane, 2002). Si on observe l'évolution de l'indice standardisé des précipitations (figure 2), la tendance met en évidence plusieurs années d'extrêmes sécheresses (1972, 1973, 1978, 1984 par exemple). Ce contexte climatique a lourdement impacté la vallée du Sine en l'asséchant complètement.

Figure 2. Indice Standardisé des précipitations à Diourbel entre 1951 et 2020



Source : d'après les données pluviométriques de l'ANACIM. © Auteur-es, 2023

À partir du milieu des années 1990, on observe un retour vers les normales pluviométriques à Diourbel. Malgré la grande variabilité entre année sèche et année humide, les phases plus humides sont de plus en plus fréquentes. Avec cette reprise pluviométrique, une grande partie de la vallée du Sine concentre un écoulement temporaire jusqu'au début de la saison sèche, l'eau retrouvant son chemin dans la vallée et faisant fi de l'évolution de l'occupation des sols.

Pression démographique et évolution des modes d'occupation et d'usage du sol : vers une mosaïque verte et bleue?

Les sécheresses des années 70 et 80 ont eu comme effet direct de rendre disponibles des terres qui étaient jusque-là submergées une partie de l'année. Cette mise à nu de la vallée et l'absence d'écoulement important en hivernage ont suscité une occupation des bas-fonds par l'urbanisation croissante de la commune. La commune de Diourbel connaît en effet une pression démographique importante. Selon les projections démographiques du Recensement Général de la Population et de l'Habitat (RGPH, 2013), la population de la commune de Diourbel est estimée à 151 163 habitant-es pour l'année 2017. Avec une superficie de 36 km² la densité de la population est de 4199 habitant-es au km² (ARD, 2017). Cette forte croissance de la population urbaine dans une ville moyenne comme Diourbel pose plusieurs défis dont la problématique foncière⁵. La croissance démographique de la population communale diourbelloise se traduit par un étalement de la ville au-delà de ses limites dans les communes qui la jouxtent, mais aussi dans les zones humides intra-urbaines. L'occupation des zones non planifiées pour répondre aux besoins d'espaces fragilise ainsi la vallée fossile du Sine à Diourbel. Entre appropriation formelle ou informelle, expropriation et occupation temporaire, les transactions foncières donnent lieu à des arrangements spatiaux qui questionnent et réinventent la ville, redéfinissent les espaces de production, notamment agricole et maraichère, créent des espaces de risque et donc de nouvelles vulnérabilités. Les années de sécheresse ont eu également des conséquences non négligeables sur le couvert végétal, d'où d'importants changements dans les modes d'occupation agricole du sol (Diallo *et al.*, 2022). Les systèmes de production de la vallée fossile du Sine ont été lourdement affectés par ces évolutions et par le manque d'accès à la ressource en eau. Vallée maraichère intensément cultivée

5. Selon un entretien avec M. Alioune Tine, second-adjoint au maire de la ville de Diourbel, la ville frôle les 160 000 à 170 000 habitants en 2023 d'après le dernier recensement.

Oumar MAREGA, Caroline LE CALVEZ, Bertrand SAJALOLI, Aladjï Madior DIOP, Adama FAYE, Coura KANE et Mamadou Saliou MBENGUE

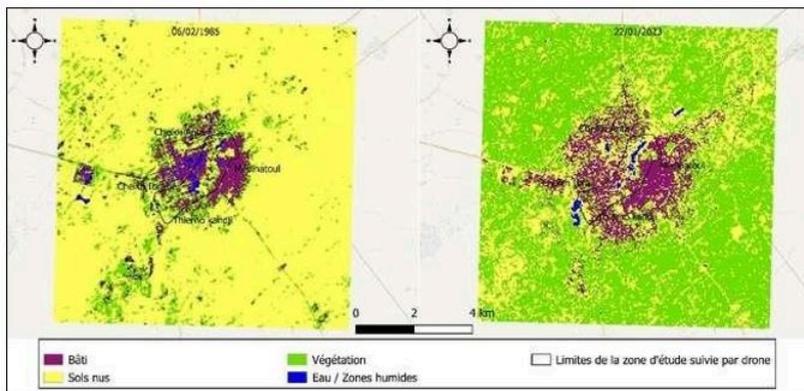
et reconnue pour la qualité et l'abondance de ses produits dans tout le Sénégal avant l'arrivée de la sécheresse au début des années 1970, le Sine a perdu sa vocation agricole durant les décennies 1970 et 1980 tandis que les marigots disparaissaient⁶.

À partir de la méthode de classification non supervisée fondée sur l'algorithme des Nuées Dynamiques (Marega et al., 2021; Andrieu et Mering, 2008; Didry, 1971), nous avons cartographié l'évolution de l'occupation des sols à Diourbel via des images satellites Landsat 5 et OLI - TIRS à 30 m de résolution spatiale. Suivant les différentes réponses spectrales, cinq classes thématiques ont été extraites, à savoir : 1) le bâti, 2) les sols nus, 3) la végétation et 5) l'eau et les zones humides. Une analyse des trajectoires concernant l'occupation des sols à Diourbel entre 1985 et 2023 met en évidence cette extension urbaine qui fragmente la vallée fossile (fig. 3 et 4). Passant de 570 hectares de bâti en 1985, la commune de Diourbel affiche 965 hectares de surface bâtie en 2023. Plus de 31 hectares de bâti ont été construits sur des espaces qui étaient classés comme zones humides en 1985 (tab.1). S'agissant des lieux d'eau, ils sont passés de 74 hectares en 1985 à 47 hectares en 2023. Par ailleurs, on observe une augmentation importante du couvert végétal sur les espaces périphériques qui jouxtent l'aire urbaine allant d'un peu plus 1000 hectares en 1985 à plus de 6000 hectares en 2023. Cette augmentation du couvert végétal aujourd'hui à Diourbel et ses environs contraste avec la situation de la sécheresse des années 70 et 80. Avec la sécheresse chronique de ces deux décennies et la dégradation du couvert végétal, de grandes étendues de la vallée ont été mises à nu, subissant un tassement et un encroûtement empêchant l'eau de s'infiltrer dans le sol, accentuant ainsi le ruissellement et les risques récurrents liés à l'inondation des zones remblayées et construites avec le retour des pluies. Ainsi, une des conséquences de ces années de sécheresse a été la perte de la mémoire du risque d'inondation, phénomène très fréquent en Afrique de l'Ouest comme en Europe (Gralepois et al., 2011; Sajaloli et al., 2012).

6. Symbole tragique de cet assèchement des bas-fonds, le dernier caïman des zones humides de Diourbel est mort en 1987.

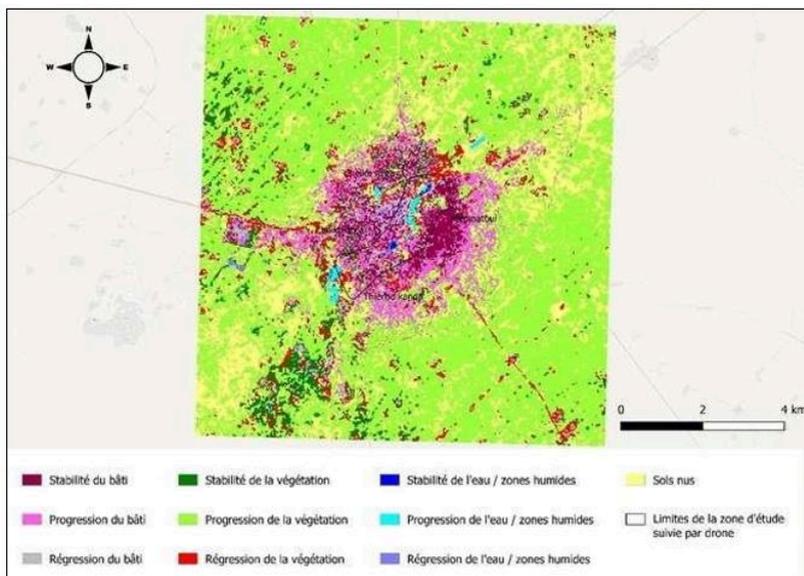
Entre potentialités et dégradation : les défis de la valorisation verte et bleue des zones humides de Diourbel (Sénégal)

Figure 3. Occupation du sol à Diourbel en 1985 et 2023



© Auteur-es, 2023

Figure 4. Changements des modes d'occupation du sol entre 1985 et 2023



© Auteur-es, 2023. Sources : Cartes réalisées à partir d'images Landsat OLI- TIRS, prise de vue du 22/01/2023, et Landsat 5 TM, prise de vue du 06/02/1985. Projection UTM WGS84 - Zone 28 N, résolution spatiale 30 m, données acquises via USGS/EarthExplorer, <https://earthexplorer.usgs.gov/>

Tableau 1. Matrice et quantification des changements observés entre
1985 et 2023, © Auteur·es, 2023

Changements observés entre 1985 et 2023	Superficie en hectares
Stabilité du bâti	299,3
Progression du bâti au détriment des sols nus	+416,07
Progression du bâti au détriment de la végétation	+218,07
Progression du bâti au détriment de l'eau et des zones humides	+30,51
Régression du bâti au bénéfice des sols nus	-212,13
Sols nus stables	2373,48
Régression de la végétation au bénéfice des sols nus	-473,31
Régression de l'eau et des zones humides au bénéfice des sols nus	-29,43
Régression du bâti au bénéfice des sols nus	-47,07
Progression de la végétation sur sols nus	+5652,27
Végétation stable	444,06
Régression de l'eau et des zones humides au bénéfice de la végétation	-7,65
Progression de l'eau et des zones humides au détriment du bâti	+11,07
Progression de l'eau et des zones humides au détriment des sols nus	+17,37
Progression de l'eau au détriment de la végétation	+12,15
Eau et zones humides stables	6,57

Il découle de ces changements une fragmentation de la vallée en plusieurs îlots humides et bas-fonds disjoints depuis les années 1980. Le retour des pluies, dans un contexte de vallée remodelée par la sécheresse, interroge les ruptures créées dans les chemins d'eau. Ces changements et évolution dans les modes d'occupation et d'utilisation du sol à Diourbel sont à

Entre potentialités et dégradation : les défis de la valorisation verte et bleue des zones humides de Diourbel (Sénégal)

la base d'une mosaïque verte et bleue perçue et mise en valeur différemment selon les acteurs/actrices et les zones géographiques autour de la vallée (fig. 5).

Figure 5. Localisation des zones étudiées à Diourbel



Sources : Carte réalisée à partir d'images Landsat OLI- TIRS (prise de vue du 22/01/2023), Fond Google satellite et OpenStreetMap / © Auteurs, 2023

Méthodes de recueil et d'analyse des données discursives sur les perceptions des changements socio-environnementaux, les vulnérabilités et les futures potentialités de l'espace

Les investigations dans la vallée du Sine et les résultats présentés dans la contribution reposent sur un dispositif étoffé de recueil de données discursives. Pertinente pour la collecte d'informations sur les pratiques et les perceptions, l'approche qualitative en sciences humaines et sociales

Oumar MAREGA, Caroline LE CALVEZ, Bertrand SAJALOLI, Aladj Madior DIOP, Adama FAYE, Coura KANE et Mamadou Saliou MBENGUE

porte une attention particulière aux significations que les acteurs et actrices de la société donnent aux phénomènes et privilégie la compréhension, la description et l'induction. Dans le cadre de l'étude sur les perceptions des changements socio- environnementaux par les habitant-es et les usagers des zones humides de la vallée, la méthode de l'entretien semi-directif a été privilégiée. Deux guides d'entretien ont été construits pour répondre à deux sous-objectifs distincts : le premier étant d'enquêter spécifiquement sur les acteurs et actrices ayant des pratiques agricoles (maraîchage, élevage...) et de vente des produits; le deuxième étant d'appréhender la perception des inondations dans les zones urbanisées de la vallée du Sine.

Un premier guide pour l'enquête sur les pratiques agricoles et de vente était composé de quatre thématiques portant sur le déroulement de leurs activités (statut foncier, usages et finalité de ces usages, rentabilité), sur leur perception et utilisation de l'eau (qualité, pollution, accessibilité, forage, puits...), sur le changement climatique (impact sur les activités, stratégies d'adaptation, risque d'inondation) et enfin sur leur perception des zones humides et ses possibilités de valorisation. Les entretiens ont été réalisés en mars 2022 auprès de 33 personnes représentatives des usages de la vallée. Toujours dans le sens d'une représentativité des discours, des personnes des cinq principales zones humides de la commune de Diourbel (cf Fig.5) ont été sollicitées : *Kambu suuf*⁷ au sud-ouest, Thierno Kandji Est au centre, Keur Cheikh Ibra vers le nord-ouest, Keur Baye Laye à l'ouest et Keur Cheikh Anta situé aussi au nord. Le choix de n'interroger que des usagers des zones humides et non les habitant-es jouxtant les aires palustres sans jamais les utiliser a fortement influencé l'échantillon. Lequel est essentiellement masculin (88 %), dans la force de l'âge (40 % de plus de 65 ans, 24 % entre 45 ans et 65 ans), surtout maraicher (70 %), cultivant pour vendre leurs produits (79 %), ayant un avis négatif sur la qualité de l'eau (55 %) et une vision elle aussi négative des zones humides de la vallée du Sine (70 %). Pour cette enquête, une analyse mixte des discours – qualitative avec une approche lexicale et

7. Terme Wolof pouvant se traduire par « trou de sable » pour désigner les zones humides qui ont pris place dans les anciennes carrières d'extraction de sable

Entre potentialités et dégradation : les défis de la valorisation verte et bleue des zones humides de Diourbel (Sénégal)

quantitative avec l'utilisation du logiciel de lexicologie statistique Iramuteq – a été menée à partir du corpus préalablement traduit en français⁸. Si la première éclaire le vécu des relations entre les usagers et la zone humide, la seconde, en recourant à une analyse multivariée, dresse une typologie comportementaliste de ces derniers.

Une deuxième enquête par entretien semi-directif a été menée sur le thème de la perception du risque des inondations dans les quartiers de Diourbel afin de saisir la façon dont les changements sont appréhendés, vécus et perçus (Ba, 2023). Le guide, réalisé par D. Ba en décembre 2022⁹ était organisé autour de quatre grands thèmes : la personne interrogée, l'origine des zones humides de Diourbel, les perceptions sur la problématique des inondations dans la commune de Diourbel, la valorisation de ces zones humides. Au total, 16 personnes ont été interrogées dans différents quartiers de la ville. Une analyse qualitative thématique a été jugée la plus pertinente pour mettre en exergue les perceptions. Enfin, le dispositif méthodologique de l'étude est complété par une troisième enquête réalisée par A. Fall (2023)¹⁰ sur la valeur économique des services écosystémiques des zones humides de Diourbel. 50 questionnaires ont été remplis. Certains éléments en sont repris dans cet article afin de mieux apprécier les stratégies d'adaptation aux changements socio- environnementaux.

La vallée fossile du Sine ou comment composer avec une vulnérabilité multiforme à Diourbel? Un entrelacement de facteurs anthropiques et naturels préside à l'avènement d'une vulnérabilité multiforme dans la vallée du Sine de Diourbel. À la problématique centrale de la gestion des eaux d'hivernage et des eaux usées, s'ajoute celle des usages qui dégradent les ressources (sols et eau) et entraînent une fragilisation accrue des activités de maraîchage dans la vallée.

8. Les entretiens ont été retranscrits en français dans un fichier de près de 200 000 signes.
9. L'étude de Dieynaba BA (2023) sur les inondations à Diourbel a constitué son mémoire de Master 2, soutenu dans le cadre du Master Développement Durable de l'Université Alioune Diop de Bambey.
10. L'étude d'Adjara Fall (2023) a là aussi constitué son mémoire de Master 2, soutenu dans le cadre du Master Développement Durable de l'Université Alioune Diop de Bambey.

Des risques d'inondation qui questionnent les (dis)continuités relatives à la circulation de l'eau

Comme plusieurs villes sénégalaises (Dakar, Saint Louis, Thiès...), Diourbel est confrontée à des inondations récurrentes depuis une dizaine d'années; ce qui créent des vulnérabilités nouvelles pour les populations résidant dans les quartiers touchés. Au total, au moins 6 quartiers de Diourbel sont régulièrement atteints, l'eau pouvant stagner plusieurs mois rendant impraticables certaines rues et l'accès aux maisons et monter jusqu'à un mètre dans certains quartiers (fig. 6).

Figure 6. Inondations à Diourbel



© Auteur-es, 2023 (à gauche) et © Auteur-es, 2023 (à droite)

Le quartier de Thierno Kandji à Diourbel est particulièrement touché par les inondations. À gauche, le carrefour est inondé, les habitant-es passent par l'étroit trottoir à droite du lampadaire. À droite, les traces sur le mur d'une maison rendent compte de la hauteur que peut atteindre l'eau.

Ces inondations sont la conséquence d'un entrelacement de facteurs naturels et anthropiques. L'urbanisation des bas-fonds asséchés de la vallée du Sine a entraîné une artificialisation des sols, une modification de la configuration des lieux (pentes...) et la création de coupures urbaines qui bloquent l'eau ou la réorientent (routes, voie de chemin de fer...). Or, l'eau retrouve son chemin naturel dans les points les plus bas de la vallée fossile du Sine, points bas qui sont désormais occupés par des quartiers d'habitations. La concentration des pluies dans le temps et leur intensification entraînent une saturation plus rapide des sols nus et un

Entre potentialités et dégradation : les défis de la valorisation verte et bleue des zones humides de Diourbel (Sénégal)

ruissellement accru sur les zones imperméabilisées par cette urbanisation. En outre, la difficulté à planifier l'expansion urbaine en l'accompagnant d'aménagements dédiés aux eaux pluviales complexifie la situation. Guèye (2014) précise également que les réseaux existants ne sont pas calibrés pour les débits d'eaux usées qui augmentent ces dernières années à cause de l'urbanisation croissante et des pluies. Les vitesses d'écoulement augmentent elles aussi, entraînant une saturation du réseau.

Les aménagements urbains d'assainissement – dont font partie les eaux pluviales – qui existent dans certains secteurs de ces quartiers aggravent les inondations, faute d'entretien des ouvrages qui composent les réseaux ou tout simplement par défaut d'ouvrage. Le mauvais état et le mauvais entretien du système d'assainissement ont deux conséquences principales : d'une part, une absence d'évacuation vers l'aval de la vallée fossile, d'autre part, un blocage de l'écoulement (bassins de rétention servant de dépotoirs, canaux bouchés) qui favorise les inondations. Le canal d'assainissement qui parcourt le quartier Ngolombith dans la vallée est ainsi caractéristique de l'aggravation des inondations faute de système d'évacuation adéquat : malgré sa vocation initiale d'évacuer les eaux usées des quartiers hauts vers les *Kambu suuf* en aval, il s'arrête net dans une cuvette et déverse ainsi les eaux dans une zone résidentielle noyant ce quartier. Cet habitant ne dit pas autre chose :

Nous sommes tous confrontés aux inondations depuis la présence de cette route, mais ça a empiré avec la présence de cette canalisation. Elle est présente ici depuis 2 ans; l'eau devait être acheminée jusque vers *Kambu suuf*, mais ils ont arrêté ici, car, selon eux, les moyens ne permettaient plus de continuer. Conséquence, tout le quartier est maintenant inondé; mais avant cela; nous n'étions pas confrontés à ce problème d'inondation.

L'inadaptation des ouvrages et le manque d'entretien relèvent de la gestion collective de l'eau à l'échelle de la ville de Diourbel. Les dysfonctionnements constatés et les témoignages relayés par les entretiens réalisés sur le terrain érigent la restauration des chemins de l'eau en priorité majeure tant les conséquences de la stagnation de l'eau

Oumar MAREGA, Caroline LE CALVEZ, Bertrand SAJALOLI, Aladj Madior DIOP, Adama FAYE, Coura KANE et Mamadou Saliou MBENGUE

sur les habitant·es des quartiers concernés sont importantes. Celles-ci sont triples pour les personnes interrogées. Les inondations entraînent une perte économique pour les maraîcher·es, les artisans et les commerçant·es qui voient leurs produits détruits par la stagnation de l'eau : « Il y a 2 ans, j'ai perdu 7 tonnes de ciment à cause de la forte pluie, [...] tout ce que l'eau touche est détruit; elle n'envahissait que la cour, mais maintenant, tout l'intérieur du bâtiment est touché » (entretien auprès d'un quincailler, décembre 2022).

L'incidence est également foncière, car les inondations entraînent une perte de valeur du bâti à cause de sa dégradation. Certains habitant·es sont contraint·es d'abandonner les maisons qui sont inondées sans que des compensations ne soient proposées. En 2012, une estimation émanant de la municipalité indique que 1080 personnes auraient été délogées à cause des inondations. Dans le même sens, certaines parcelles achetées par des propriétaires sont désormais inconstructibles à cause de l'eau qui recouvre les terrains une partie de l'année. Plus globalement, l'enjeu est social, car la stagnation de l'eau, en empêchant l'accès à certaines rues, crée un isolement pour les personnes riveraines. À cela s'ajoute un sentiment d'insécurité, comme l'explique une autre personne rencontrée : « Nous vivons un isolement, surtout à partir de la nuit. Personne n'ose trainer ici le soir ». En sus, l'impossibilité pour certain·es commerçant·es ou maraîcher·es à travailler en période d'inondation a un impact sur les revenus et sur les familles. La perception des inondations est variable selon les personnes rencontrées, même si toutes s'accordent à dire que la stagnation de l'eau est le problème majeur. L'inondation est appréhendée comme « cette eau qui stagne ici depuis l'hivernage ». Elle est appelée « *wamé* » par une autre personne rencontrée, c'est-à-dire une eau abondante et stagnante, plutôt que « *mbeund* », terme wolof pour les inondations. Elle envahit tout, tel que l'explique un habitant : « l'eau de pluie qui envahit les habitations jusqu'à ce que les populations soient obligées de se déplacer ». L'enquête révèle par ailleurs que les personnes rencontrées ne s'accordent pas sur l'origine des inondations. Pour les uns, elles sont liées à des phénomènes naturels comme le ruissellement, les fortes pluies. Mais pour d'autres, le caractère anthropique des

Entre potentialités et dégradation : les défis de la valorisation verte et bleue des zones humides de Diourbel (Sénégal)

inondations ne fait aucun doute, et notamment pour cette femme riveraine qui souligne que « une inondation est due à une cause naturelle, mais celle-là est liée à une cause anthropique ». Les aménagements des eaux pluviales et les déchets sont mis en cause.

Des usages qui fragilisent la vallée : du dépôt des déchets à la dégradation des paysages et la qualité des ressources en eau

L'accumulation des déchets solides dans la vallée du Sine est une réalité qui n'épargne actuellement aucun des secteurs de la vallée. Cette funeste utilisation de l'espace se déploie à la fois dans les interstices laissés vacants tout en composant avec le maraîchage, les activités de loisirs, les habitations en zone urbaine. L'occupation principale du sol dans des secteurs périphériques donne naissance à de véritables champs d'épais déchets (fig. 7). L'accumulation verticale crée des couches entières de sol qui servent de remblais pour les habitations qui grignotent petit à petit les versants de la vallée.

Figure 7. Déchets et zones humides à Diourbel



En plein cœur de Diourbel, un fragment de la vallée fossile du Sine qui apparaît ici comme un îlot encerclé par du bâti et des dépôts de déchets qui entravent la circulation de l'eau. Vue aérienne par drone - le 20/12/2023, © Auteur-es

La gestion des déchets dans la vallée du Sine à Diourbel, comme dans beaucoup de villes d'Afrique de l'Ouest (Dorier, 2002), est un enjeu majeur dans la mesure où le dépôt systématique entraîne notamment une dégradation de l'environnement et de l'eau, que le brûlage régulier tente de résorber, entraînant paradoxalement une dégradation de la qualité de l'air. La vallée du Sine n'a pas eu vocation à accueillir les déchets de Diourbel, la situation s'est installée petit à petit au fil des années : d'une part par l'impossibilité croissante d'absorber le flux des déchets solides ménagers et, d'autre part, par l'impossibilité de les évacuer dans la décharge publique de la ville. Les espaces de la vallée du Sine laissés vacants par l'eau et par le maraîchage durant la sécheresse des années 1970 et 1980 ont ainsi été mobilisés pour héberger les déchets de la population tandis que la municipalité décidait au début des années 1990 de diriger les eaux usées de la ville vers ces bas-fonds. Le dépôt dans la vallée joue deux rôles : il peut être transitoire lorsque des bennes sont mises à disposition et devient définitif lorsque les bennes ne peuvent être

Entre potentialités et dégradation : les défis de la valorisation verte et bleue des zones humides de Diourbel (Sénégal)

déplacées. Il s'agit également et souvent de dépôts illégaux sauvages dans certains secteurs qui n'ont pas de bennes. Des nettoyages réguliers ont toutefois lieu comme celui mené dans la zone centrale de *Pencum Ndox*¹¹ en 2023.

De plus, ces déchets entraînent une pollution visuelle et olfactive, bouchent les réseaux d'évacuation des eaux et contribuent très probablement à la pollution des eaux de surface et souterraines. À ce jour, aucune étude n'a été menée sur la présence de polluants dans les eaux de la vallée et des nappes souterraines. Les enquêtes réalisées auprès des acteurs/actrices de la vallée ont uniquement documenté la perception sur les impacts directs et indirects des déchets solides sur les activités, le cadre de vie et la santé. Pour les maraîcher-es, la perception est ambivalente. Certains déchets plastiques portent préjudice à leurs activités :

Quand il y a du vent tous les déchets s'envolent et se collent aux arbres ce qui est néfaste pour nos plantes. En plus, les déchets plastiques tuent les animaux en divagation qui à leur tour dégagent de très mauvaises odeurs. Ceci perturbe notre bien-être et menace notre santé. Il y a de l'eau dans les Kambu Suuf; sans les déchets, cette eau pourrait être utile.

Les déchets sont une pollution au même titre que les eaux usées. Une personne rencontrée mentionne cette accumulation renvoyant à un cloaque : « Des déchets et des eaux usées s'y mélangent, ce qui dégage une forte odeur nauséabonde. Je ne le fréquente plus depuis un bon moment ». Les zones humides sont devenues pour d'autres une décharge à ciel ouvert : « C'est le lieu d'habitation des serpents et un dépotoir d'ordures. Notre santé et notre sécurité sont menacées par ces espaces humides. Il n'y a plus d'activités autour des zones humides sauf les ramasseurs de déchets parce que maintenant c'est une décharge ».

La principale problématique est en effet la pollution de l'eau, c'est un sujet récurrent, une des menaces les plus mentionnées dans l'enquête auprès des maraîcher-es. Il est souvent fait mention de la contamination

11. Terme wolof signifiant « Lieu d'eau », *Pencum Ndox* est le nom donné au projet de restauration écologique d'une portion de la vallée du Sine à Diourbel, et porté par M. Sidy Guissé Diop.

Oumar MAREGA, Caroline LE CALVEZ, Bertrand SAJALOLI, Aladjï Madior DIOP,
Adama FAYE, Coura KANE et Mamadou Saliou MBENGUE

des nappes souterraines qui inquiète particulièrement les personnes rencontrées, mais elles expliquent qu'à moyen terme, l'enjeu demeure le maintien de leurs activités. De façon plutôt contre-intuitive, ce ne sont pas les déchets qui sont mentionnés comme les sources de pollution de l'eau, mais les eaux usées et un événement qui a marqué les esprits localement : le déversement de produits chimiques par l'usine Sonacos dans les années 1990. Pour beaucoup, cette pollution est définitive : « La qualité de l'eau s'est dégradée depuis quelques années. Des eaux usées sont déversées dans la vallée, la polluant de manière inexorable ». Pourtant, d'autres déchets organiques sont appréciés quand ils sont valorisés sous forme de compost et amendent les sols. Ils sont mêmes plébiscités pour remplacer les produits fertilisants chimiques.

Entre dévalorisation et attraction : une diversité des perceptions et des vulnérabilités

L'eau est au cœur des préoccupations dans la vallée du Sine : entre trop et trop peu, souvent de qualité insuffisante, elle est omniprésente dans les entretiens réalisés auprès des usagers, le maraîchage dépendant de la possibilité d'accéder de façon pérenne à une ressource aquatique de qualité suffisante. La perception de la vallée du Sine par les maraîcher-es est avant tout une vision de l'eau, largement liée à la façon dont elle est utilisée et perçue. Pourtant, de l'enquête émerge une appréhension ambivalente de l'eau, à la fois ressource et danger, avenir et passé, nuisance et opportunité. Des 33 entretiens réalisés par les étudiant.e.s de l'université de Bambey, le traitement lexical mené par le logiciel libre Iramuteq révèle des postures variées. La forme active (c'est-à-dire le mot) « eau » est mentionnée 366 fois (sur les 2553 formes utilisées), marais (204 fois), champ (136 fois), cultiver (98 fois), terre (94 fois) et pluie (73 fois). On retrouve la vocation maraîchère de la zone humide, mais aussi une

Entre potentialités et dégradation : les défis de la valorisation verte et bleue des zones humides de Diourbel (Sénégal)

perception aigüe des changements en cours, notamment climatique (33 fois) liée à la dégradation de la qualité des eaux. Le nuage de mots est à cet égard représentatif de la perception globale.

Figure 8. Perception des zones humides diourbelloises



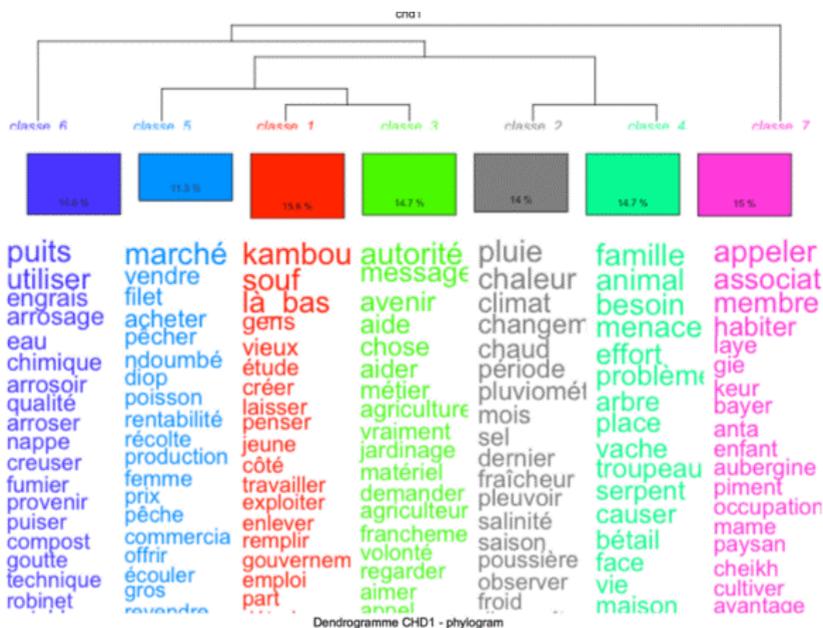
©Auteur-es, 2023, d'après les enquêtes réalisées par les étudiant.e.s de l'université de Bambey

Cependant, la variable âge est assez discriminante. Les moins de 25 ans ont une vision des zones humides assez différente des 25-45 et des plus de 45 ans : il y a d'une certaine manière une zone humide des jeunes, assez tournée vers le renouvellement de ses fonctions (pêche, fraîcheur, agrément, loisirs...), une zone humide des adultes qui rassemble les maraîcher-es en activité très engagés dans les productions commerciales et une vallée humide des plus âgés, plus sensibles aux changements négatifs intervenus. Cette variable âge recoupe en partie la variable lieu qui isole bien les lieux d'eau du Centre, perçus très négativement, de ceux de l'ouest (Keur Baye Laye) et du Sud (Kambu suuf) qui, encore

marâchers, suscitent à la fois des espoirs (si la municipalité intervient pour les améliorer) et des déceptions (salinité, inondation, pollution). De même, la variable sexe, même si elle est peu représentative, car l'essentiel des enquêtés sont des hommes (le maraichage est une vocation masculine) dévoile, chez les femmes, une plus grande condamnation envers l'amoncellement de déchets et, a contrario, une satisfaction trouvée dans la fraîcheur, la nature et les aménités environnementales. Il y aurait donc, là encore, une zone humide des hommes et celle des femmes, plus tournée vers l'innovation (Diouf Ndiaye, 2013).

L'analyse multivariée, conduite par une classification de Reinert, synthétise toutes les variables et leurs modalités. Elle distingue des groupes homogènes d'individus ayant un même discours sur les zones humides.

Figure 9. Classification suivant les profils des enquêtés et les modalités de réponses



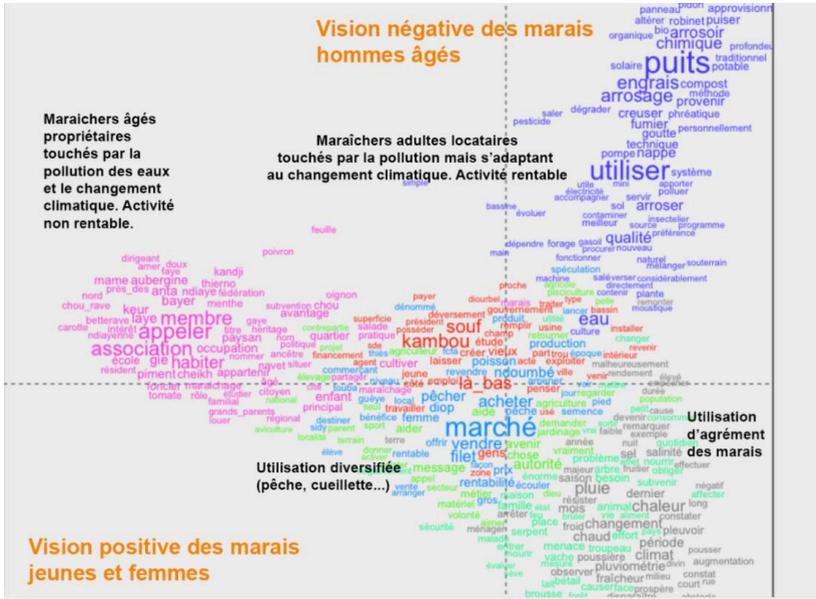
© Auteur·es, 2023, d'après les enquêtes réalisées par les étudiant.e.s de l'Université de Bambej

Entre potentialités et dégradation : les défis de la valorisation verte et bleue des zones humides de Diourbel (Sénégal)

L'analyse en CHD (classification hiérarchique descendante) distingue 7 classes, chacune reliée à un corpus de mots bien spécifiques. Néanmoins, d'après l'arbre hiérarchique (Fig.. 9), l'opposition principale est entre la classe 7 et toutes les autres classes. De même, dans la branche non classe 7, la classe 6 se distingue nettement des autres. Ceci apparaît bien dans l'AFC (Analyse factorielle de correspondances) mise ci-dessous (fig. 10) : la classe 7 (en rose) est très isolée et fortement différenciable des autres classes. Il s'agit des propriétaires âgés touchés par la pollution des eaux et le changement climatique, mais qui n'ont pu s'adapter et déclarent leur activité non rentable. Il en va de même pour la classe 6 (en bleu foncé) qui rassemble des locataires adultes, touchés par la pollution et le changement climatique mais qui ont su s'adapter et développer une activité maraîchère rentable. Les autres classes (de 1 à 5) sont plus intriquées, mais il est possible de regrouper les classes 2 et 4 (vert pâle et gris) caractérisées par des usages liés aux loisirs pratiqués par les jeunes. Les 3 autres classes (rouge, bleu, vert vif) sont assez proches et marquent toute une gamme d'usages non agricoles, souvent pratiqués par des femmes.

Cette analyse lexicale s'inscrit donc dans une tension opposant les activités maraîchères, toujours dominantes, essentiellement masculines, conduites par des adultes ou des personnes âgées, et les autres vocations plus récentes, notamment liées au loisir et à l'agrément ainsi qu'à d'autres ressources (pêche), intéressant davantage les jeunes et les femmes. Elle est d'une certaine manière porteuse d'espoir pour la revalorisation des vallées et leur diversification d'usages. Encore faut-il que la qualité et l'écoulement des eaux s'améliorent afin que Diourbel puisse accueillir ces projets qui s'intègrent dans la valorisation verte et bleue du Sine. Dans cette perspective de restauration et de revalorisation de la vallée fossile du Sine, se pose donc la question de la récréation des chemins de l'eau dans la ville, susceptible de lutter contre les inondations en reconstituant la continuité des écoulements.

Figure 10. Visions des zones humides de Diourbel



© Auteur-es, 2023, d'après les enquêtes réalisées par les étudiants de l'université de Bambey

Formes de valorisation dans une zone humide sous pression : pratiques d'adaptation et de restauration de la vallée fossile du Sine à Diourbel

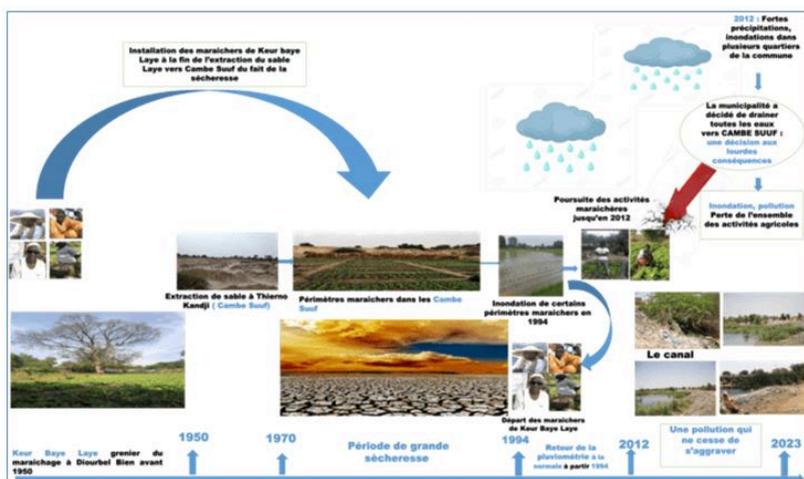
Face à ces menaces et à leurs effets destructeurs, de nouvelles aménités émergent du fait du changement climatique, qui de manière concomitante, réactive le maraichage et induit de nouvelles fonctions aux zones humides et des changements socioculturels des habitant-es de Diourbel, plus enclins à pratiquer des activités de loisirs verts de Diourbel.

Entre potentialités et dégradation : les défis de la valorisation verte et bleue des zones humides de Diourbel (Sénégal)

Trajectoire spatio-temporelle du système maraîcher et ses modulations par les modes d'accès à l'eau

L'adaptation du système-maraîcher aux variations climatiques et aux aléas anthropiques se lit dans les transferts géographiques d'usages (fig. 11).

Figure 11. Trajectoire géographique des usages dans les zones humides de Kamb Suuf et de Keur Baye Laye



© Auteurs, 2023

Alors que les sites initiaux, situés au centre et au nord de la vallée, étaient devenus impropres au maraîchage du fait de la sécheresse des années 1970 et 1980, les trous formés par l'extraction de sable dans le sud de la vallée du Sine à Diourbel (quartier de Thierno Khandji, *Kambu suuf*) ont été requalifiés en zones de maraîchage. En effet, l'accès à l'eau était facilité dans ces carrières, la nappe étant plus proche et le sol particulièrement fertile dans ces trous. Des puits ont été creusés afin de développer les parcelles maraîchères (Ba, 2023), explique un maraîcher du quartier de Thiebbo : « À chaque fois qu'ils terminaient d'exploiter une

Oumar MAREGA, Caroline LE CALVEZ, Bertrand SAJALOLI, Aladj Madior DIOP, Adama FAYE, Coura KANE et Mamadou Saliou MBENGUE

partie du *Kamb*, le propriétaire du camion, un membre de la famille de Baye Laye cédaït les terres pour du maraîchage. À l'époque, on entendait partout parler des jardins de Diourbel ».

L'activité maraîchère se fixe pendant deux décennies autour des *Kambu suuf*. Deux événements mettent un terme à cette concentration méridionale du maraîchage. Le premier, celui de la pollution des eaux par les rejets de la principale usine de transformation de l'arachide, la Sonacos, en 1992. Si elle condamne brutalement l'activité maraîchère, cette pollution coïncide fort heureusement avec le retour des pluies permettant aux maraîchers de Keur Baye Laye, secteur humide situé à l'ouest de la ville, de cultiver de nouveau les champs. Le second événement est lié au fait qu'en 2012, la zone de *Kambu suuf* est transformée en bassin de rétention des eaux usées par la collectivité de Diourbel : le maraîchage disparaît même si des pompages pour alimenter les planches de cultures s'y poursuivent : « Avec les fortes inondations qui ont sévi dans la commune, vers les années 2000, la municipalité a eu comme idée de drainer les eaux des pluies vers les kambes. Et, depuis, l'espace est ainsi, plein d'eau. Tout cet espace fait environ 20 ha ».

Cette zone est également devenue, avec le départ de beaucoup de maraîchers, un lieu de dépôt d'ordures ménagères solides, tandis que l'abondance des pluies d'hivernage l'a transformée en plan d'eau insalubre.

À ces mutations spatio-temporelles, succède depuis peu un changement de perception des zones humides associé d'une part à l'apparition d'un besoin de nature et de loisirs verts, c'est-à-dire d'une sensibilité verte et bleue, notamment chez les jeunes, et d'autre part, à une diversification des usages (pêche, élevage...) même si le maraîchage reste dominant. C'est dans cette ouverture que l'évaluation des services économiques conduite par Adjara Fall (2023) trouve tout son sens.

Les mutations spatio-temporelles sont ainsi caractérisées par une triple mobilité : spatiale avec des déplacements géographiques des zones maraîchères et de ses maraîcher-es selon l'abondance et la qualité des eaux; fonctionnelle du fait qu'une même zone ayant pu connaître des modes de valorisation très dissemblables; psychosociale avec l'avènement

Entre potentialités et dégradation : les défis de la valorisation verte et bleue des zones humides de Diourbel (Sénégal)

d'un rapport inédit entre les communautés diourbelloises et leurs zones humides. Il y a ainsi une plasticité de l'aménagement qui rejoint la mobilité biophysique des milieux d'eau.

Revaloriser les zones humides en leur affectant une valeur économique : l'exemple de *Kambu Suuf*

Évaluer économiquement les services écosystémiques en utilisant la méthode de préférences déclarées fondée sur la demande (Hamid, 2018; Meral, 2012; Quillérou, 2019) éclaire les réelles attentes des usagers vis-à-vis de la zone humide qu'ils côtoient. Par une enquête auprès de 50 personnes qui mobilisent une évaluation contingente, on détermine le consentement des consommateur-trices à payer un bien naturel, ici le *Kambu Suuf*, pour susciter l'amélioration du milieu humide (Fall, 2023). Les questions portent d'abord sur l'identification des services écosystémiques et leur hiérarchie, puis dans le cadre d'un hypothétique lancement d'un programme de réhabilitation de l'espace, l'on se demande quelle somme chaque enquêté-e serait prêt à verser pour contribuer à cet objectif.

Au total, 16 personnes déclarent ne pas souhaiter ou ne pas pouvoir participer au programme de paiement pour la revalorisation des zones humides de *Kambu Suuf*. Pour ce qui est du refus qui concerne 32 % de l'échantillon enquêté, 10 % refusent, car ils n'ont aucun intérêt pour les *Kambu Suuf*, 6 % avancent que ce n'est pas à eux de payer, mais plutôt à l'État de le faire, 6 % ne sont pas sûrs que l'argent collecté sera utilisé pour financer la dépollution et l'aménagement des *Kambu Suuf*, 4 % veulent bien, mais leur revenu ne le permet pas.

Une majorité de personnes, 68 % de l'échantillon, se dit prête à payer pour que *Kambu Suuf* soit dépolluée et aménagée. Les motifs pour lesquelles les personnes sont prêtes à payer pour la revalorisation permettent d'affiner la compréhension des préoccupations des habitant-es et usager-es à l'égard de ce secteur de la vallée. Pour 23 des 34 personnes, le motif choisi est celui « d'assurer la relance des

Oumar MAREGA, Caroline LE CALVEZ, Bertrand SAJALOLI, Aladji Madior DIOP, Adama FAYE, Coura KANE et Mamadou Saliou MBENGUE

activités agricoles qui y étaient pratiquées ». Ce motif est d'ailleurs systématiquement présent même lorsque d'autres motifs sont sélectionnés (tableau 2). Pour 12 % des répondant-es, l'enjeu agricole est couplé au développement du tourisme, à l'amélioration du cadre de vie et à la préservation des écosystèmes. D'autres personnes choisissent plutôt le couple enjeu agricole- amélioration du cadre de vie ou enjeu agricole- conservation des écosystèmes. Ce motif qui porte sur la conservation des milieux naturels et leur restauration n'apparaît en fait qu'à cinq reprises dans les réponses positives. Les préoccupations sont d'abord liées au maintien voire au développement des pratiques agricoles dans les *Kambu Suuf*, à la lutte contre la pollution pour l'amélioration de la vie quotidienne et pour favoriser le tourisme. L'enjeu écologique intervient en second lieu, les personnes mettent plutôt en avant les enjeux socio- économiques qui traversent les zones humides.

Entre potentialités et dégradation : les défis de la valorisation verte et bleue des zones humides de Diourbel (Sénégal)

Participer au programme envisagé?	Effectif	Pourcentage
Non	16	–
Autres (à préciser)	10	63%
Ce n'est pas à moi de payer, c'est plutôt à l'État de le faire	1	6%
Je ne suis pas sûr que le montant soit utilisé pour financer la dépollution des zones humides	1	6%
Mon revenu ne me le permet pas	4	25%
OUI	34	–
Assurer la relance des activités agricoles qui y étaient pratiquées	23	68%
Assurer la relance des activités agricoles qui y étaient pratiquées	1	3%
améliorer le cadre de vie de la commune		
Assurer la relance des activités agricoles qui y étaient pratiquées	1	3%
conserver cet écosystème aussi riche pour les générations futures		
Assurer la relance des activités agricoles qui y étaient pratiquées		
conserver cet écosystème aussi riche pour les générations futures développer le tourisme dans la commune Diourbel, Améliorer le cadre de vie de la commune	4	12%
Assurer la relance des activités agricoles qui y étaient pratiquées		9%
développer le tourisme dans la commune Diourbel,		
Assurer la relance des activités agricoles qui y étaient pratiquées		
développer le tourisme dans la commune Diourbel, Améliorer le cadre de vie de la commune	2	6%
Total général	50	–

Tableau 2. Les motifs d'approbation et de refus au programme de financement envisagé / Source : © Auteur-es, 2023, à partir des données d'enquête, 2023

Par rapport à leur contribution au programme envisagé sur les 68 % des enquêté-es qui se disent prêt-es à payer pour que les zones humides de Diourbel (*Kambu suuf*) soient dépolluées et aménagées, 56 % ont choisi un véhicule de paiement monétaire et 12 % un véhicule non monétaire.

Oumar MAREGA, Caroline LE CALVEZ, Bertrand SAJALOLI, Aladj Madior DIOP, Adama FAYE, Coura KANE et Mamadou Saliou MBENGUE

Comme véhicule de paiement non monétaire, sur les trois types de spéculations proposées, 8 % des enquêté-es ont choisi l'oignon, 2 % le gombo et 2 % la tomate. Seulement trois individus ont proposé des montants supérieurs à ceux prévus dans les enchères. Les montants consentis (CAP) varient de 10 000 F CFA à 500 000 F CFA et peuvent être classés comme suit : 92 % des personnes consentent à payer un montant annuel allant de 10 000 à 100 000 F CFA, 3 % des personnes consentent à payer entre 100 000 et 200 000 F CFA et 6 % consentent à payer plus de 200 000 F CFA. Le consentement moyen est de 81 323 F CFA, la médiane de 60 000 F CFA, le minimum de 10 000 F CFA et le maximum est de 500 000 F CFA.

Coïncidence significative, la part de ceux et celles qui ont une vision négative des zones humides d'après l'enquête des étudiant-es sur les usages (70 %) est similaire à celle de ceux et celles qui se disent prêt-es à payer pour leur revalorisation (68 %). Par-delà les biais statistiques (les deux enquêtes n'ont pas exactement été conduites auprès du même échantillon), cela révèle l'ambivalence perceptive de ces zones humides urbaines et, en filigrane, leurs perspectives d'avenir. Espaces dégradés, parfois insalubres et souvent délaissés, ces secteurs sont néanmoins vitaux en assurant revenus et sécurité alimentaire à de nombreux-euses maraîcher-es, car perçus comme productifs et féconds. Leur réhabilitation, dans le cadre du projet vision verte et bleue, s'inscrit donc dans cette ambivalence : en l'état la zone humide repousse, mais revitalisée, elle attire.

Conclusion

Les recherches effectuées dans le cadre du programme BOUDIOU mettent en exergue de nombreuses vulnérabilités, mais aussi la multifonctionnalité des zones humides urbaines de Diourbel. Les enjeux liés à l'extension de la ville au détriment des zones humides, la fréquence

Entre potentialités et dégradation : les défis de la valorisation verte et bleue des zones humides de Diourbel (Sénégal)

des risques d'inondation en lien avec les changements d'usages de sols et le changement climatique font peser des menaces sur cet espace qui rend de multiples services (production agricole, maraichage, ressources en eau...) aux populations. C'est dans ce contexte général que l'on note un regain d'intérêt pour les zones humides urbaines de Diourbel comme en témoignent les nombreux et disparates projets d'aménagement de la vallée du Sine qui, peu ou prou, s'inscrivent dans une vision verte et bleue de la cité. Une opération remarquable et novatrice provient d'une initiative privée située au centre de la ville : Pencum Ndox, un ancien dépotoir fortement affecté par la pollution plastique, a été restauré en un site écologique et récréatif très fréquenté par les jeunes diourbellois. La valorisation de cet espace par la création d'espaces conservatoires a permis de créer des emplois, de mieux gérer l'environnement et également de développer des activités maraichères et touristiques. De même, un projet étatique, conduit par le Ministère des mines, vise à revaloriser toutes les zones humides au sud de la ville liées à l'extraction de sable (*Kambu suuf* 1, 2 et 3).

Par ailleurs, des tentatives agronomiques d'adaptation des cultures au changement climatique, comme la diffusion du millet (Muller *et al.*, 2017) apparaissent à l'échelle de la région. Cette multifonctionnalité des zones humides diourbelloises donne ainsi lieu à une diversité d'approches dans les formes de (re)valorisation. En parallèle, les résultats montrent également des perceptions variées suivant les acteurs. Plusieurs visages des zones humides de Diourbel sont mis en avant dans les perceptions : espace-ressource pour certains, espace-risque, espace-dépotoir, et espace-loisirs verts pour d'autres. Ces perceptions mènent à des stratégies d'adaptation et de valorisation différenciées. Si on observe une multiplication des initiatives qui vont dans le sens de la valorisation des zones humides de Diourbel, on remarque qu'elles sont cependant assez peu mises en réseau. Des initiatives individuelles comme le projet Pencum Ndox mettent en évidence les opportunités de valorisation. Leur mise en pratique passera par une approche collective et institutionnelle visant à aménager et à revaloriser ces espaces. Fortement sollicitée par les riverain-es des bas-fonds insalubres, l'actuelle municipalité a débuté

Oumar MAREGA, Caroline LE CALVEZ, Bertrand SAJALOLI, Aladjï Madior DIOP, Adama FAYE, Coura KANE et Mamadou Saliou MBENGUE

l'assainissement des zones humides centrales et envisage de nouveau de reconnecter tous les îlots humides aujourd'hui disjointes. Si la question du financement de ces opérations et les conflits d'ambition entre acteurs dissemblables (État, région, collectivité territoriale, acteurs privés, acteurs associatifs...) rendent aujourd'hui redoutable la revalorisation de la vallée fossile urbaine du Sine à Diourbel, nul doute que tous ces projets s'inscrivent dans une vision verte et bleue de la ville.

Références

- Adams, Adrian. 2000. Fleuve Sénégal : gestion de la crue et avenir de la vallée, *International Institute for Environment and Development (IIED)*, 31 p. <https://www.iied.org/sites/default/files/pdfs/migrate/X170IIED.pdf>
- Agence Régionale de Développement. 2017. *Plan de Développement Communal (PDC) de Diourbel (2017-2022)*.
- Andrieu, Julien et Mering, Catherine. 2008. Cartographie par télédétection des changements de la couverture végétale sur la bande littorale ouest-africaine : exemple des Rivières du Sud du delta du Saloum au Rio Geba. *Teledetection*, 8(2), 93-118. <https://shs.hal.science/halshs-00388170>
- Archives nationales du Sénégal. 1907. Carte d'état-major au 1/100 000e, Service géographique de l'Afrique occidentale française, côte 1FI 1099.
- Archives nationales du Sénégal. 1930. Carte d'état-major au 1/100 000e, Service géographique de l'Afrique occidentale française, côte 1FI 353.
- Archives nationales du Sénégal. 1952. Rapport annuel de synthèse 1952, Service de l'agriculture, 2eme circonscription agricole, Cercle de Diourbel, 8 p., côte 2G56 n° 109.

Entre potentialités et dégradation : les défis de la valorisation verte et bleue des zones humides de Diourbel (Sénégal)

- Ba, Djieynaba. 2023. *La valorisation des zones humides, une solution au phénomène d'inondations à l'échelle des territoires : Cas de la commune de Diourbel*. Mémoire de Master 2 Développement Durable, Université Alioune Diop de Bambey, direction Aladji Diop et Caroline Le Calvez, 60 p.
- Brigaud, Felix. 1961. *Études sénégalaises n° 9, connaissance du Sénégal, fascicule 2- hydrographie*, centre IFAN, Sénégal, 108 p. https://www.persee.fr/doc/caoum_0373-5834_1963_num_16_64_4269_t1_0421_0000_2
- Charreau, Claude, Mara, Michel et Poulain, Jean-François. 1961. *Étude des terrains maraichers de la vallée du Sine à Diourbel et estimation des dégâts causés par l'épandage des eaux usées de la SEIB*, IRAT-CRA Bambey, 12 p., côte 1G53, https://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/divers15-09/12844.pdf
- Diallo, Souleymane, Faye, Mbagnick et Nacro, Bismark Hassn. 2022. La variabilité pluviométrique et ses impacts sur les rendements et les surfaces cultivées dans le bassin arachidier de la région de Thiès. *Vertigo*, 2022, 23 p. https://www.researchgate.net/publication/360497817-La_variabilite_pluviometrique_et_ses_impacts_sur_les_rendements_et_les_surfaces_cultivees_dans_le_bassin_arachidier_de_la_region_de_Thies_SenegalThe_rainfall_Variability_and_its_Impacts_on_Yields_and
- Diday, Etienne. 1971. Une nouvelle méthode de classification automatique et reconnaissance des formes : la méthode des nuées dynamiques. *Revue de statistique appliquée*, 19(2), 19-33. http://www.numdam.org/item/RSA_1971_19_2_19_0.pdf
- Diouf Ndiaye, Awa. 2013. *Les femmes et le développement local au Sénégal. Le rôle des associations féminines dans le bassin arachidier. L'exemple de Diourbel*. Thèse de doctorat de géographie de l'université de Bordeaux 3 sous la direction de Serge Morin, 527 p.

- Oumar MAREGA, Caroline LE CALVEZ, Bertrand SAJALOLI, Aladji Madior DIOP, Adama FAYE, Coura KANE et Mamadou Saliou MBENGUE
- Dorier-Apprill, Elisabeth. 2002. *Gestion des déchets urbain et aide à la décision municipale : municipalités de Mopti (Mali) et circonscription urbaine de Porto Novo (Bénin), rapport final du programme gestion durable des déchets et de l'assainissement urbain*. IRD & UMR population, Environnement, Développement, 54 p. https://www.pseau.org/epa/gdda/Actions/Action_D08/Rapport_final_Vol1_D08.pdf
- Fall, Adjara. 2023. *Évaluation de la Valeur économique des services écosystémiques des zones humides (Kambu Suuf) de Diourbel et perception des différentes valeurs attribuées par les communautés locales*. Mémoire de master 2 Développement Durable de l'université Alioune Diop de Bambey, direction Adama Faye et Bertrand Sajaloli, 99 p.
- Gralepois Mathilde, Servain-Courant Sylvie, Sajaloli Bertrand, Serrano José et Dournel Sylvain. 2011. Tant va la ville à l'eau. L'intégration du risque d'inondation aux décisions politiques et administratives d'aménagement urbain des agglomérations ligériennes. Dans HEUDE J. et al., *Hors du lit, aléas, risques et mémoire* (p. 255-263). IIème Journées d'études de Liessies, Cycle « Mémoires et cours d'eau » Liessies 23-24 septembre 2010, *Revue du Nord*, n° 16, Hors-série, collection Art et Archéologie, 292 p.
- Guèye, Modou. 2014. *La configuration du réseau hydrographique et les inondations à Diourbel* [mémoire de master, UCAD] p57, 58, 61. http://bibnum.ucad.sn/viewer.php?c=mmoires&d=meml_2015_0377
- Hamid, Mohammed Lemine. 2018. *Évaluation économique des services écosystémiques offerts par les aires marines protégées en Afrique de National du Banc d'Arguin- Mauritanie*. Thèse de doctorat. <https://theses.hal.science/tel-02047962/document>
- Henry, Yves. 1918. *Irrigations et cultures irriguées en Afrique tropicale*. Paris, Emile Larose, 296 p., 5 cartes p. annexes.

Entre potentialités et dégradation : les défis de la valorisation verte et bleue des zones humides de Diourbel (Sénégal)

Kane, Alioune. 2002. *Cruets et inondations dans la basse vallée du fleuve Sénégal* In : Gestion intégrée des ressources naturelles en zones inondables tropicales [en ligne]. Marseille : IRD Éditions, 2002, disponible sur Internet : <<http://books.openedition.org/irdeditions/8536>>. ISBN : 978-2-7099-1817-6. DOI : <https://doi.org/10.4000/books.irdeditions.8536>

Le Calvez, Caroline, Marega, Oumar et Sajaloli, Bertrand. 2023. S'adapter pour sauvegarder les marais classés de Bourges (France)? Une zone humide urbaine à la croisée des changements socio-environnementaux. *Dynamiques Environnementales*, 49.

Marega Oumar, San Emeterio José-Luis, Fall, Ababacar et Andrieu Julien. 2021. Cartographie par télédétection des variations spatio-temporelles de la couverture végétale spontanée face à la variabilité pluviométrique au Sahel : approche multiscalaire. *Physio- Géo* [En ligne], 16. <https://doi.org/10.4000/physio-geo.11977>

Méral, Philippe. 2012. *Le concept de service écosystémique en économie : origine et tendances récentes*. En ligne : <https://www.nss-journal.org/articles/nss/pdf/2012/01/nss120002.pdf>

Muller, Bertrand, Lalou, Ricard, Kouakou, Patrice, Soumaré, Mame Amaré, Bourgoin Jeremy, Dorégo Séraphin et Sine Bassirou. 2017. The return of Sanio millet in the Sine. Rational adaptation to climate evolution. In Sultan, Benjamin et al., 2017, *Rural societies in face of climatic and environmental changes in West Africa* (p. 351-373). Marseille, IRD. https://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/divers19-05/010068401.pdf

Quillérou, Emmanuelle. 2019. *ELD CAMPUS Module : Evaluation économique des services écosystémiques*. https://www.eld-initiative.org/fileadmin/Knowledge_Hub/ELD_Campus/French_material/Modul_08_Evaluation_economique_191028_www.pdf

Oumar MAREGA, Caroline LE CALVEZ, Bertrand SAJALOLI, Aladjji Madior DIOP, Adama FAYE, Coura KANE et Mamadou Saliou MBENGUE

Tourte, René. 2005. *Histoire de la recherche agricole en Afrique tropicale francophone. Le temps des stations et de la mise en valeur (1918-1940/1945)* (Vol. 5). Rome : Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO), 656 p.

Sajaloli, Bertrand, Servain-Courant, Sylvie, Dournel, Sylvain et Andrieu, Dominique. 2012. L'inscription paysagère du risque d'inondation dans les politiques urbaines des agglomérations ligériennes, proposition d'un marqueur de résilience spatiale. *Revue Géographique de l'Est* [En ligne], 51(3-4). URL : <http://rge.revues.org/3439>

Sajaloli, Bertrand, Le Calvez, Caroline, et Marega, Oumar. 2023. *Femmes et hommes des marais de Bourges (France, Cher) et de Diourbel (Sénégal); Ensemble, vivre et s'adapter au changement*. Fresque de 25 posters et kakemono, exposé du 11 mai au 30 septembre au Muséum d'histoire naturelle de Bourges, du 1 au 15 octobre à l'hôtel Dupanloup d'Orléans, du 1 au 12 décembre dans le hall de l'UFR LLSH de l'université d'Orléans, du 18 au 25 décembre au Centre culturel de Diourbel (Sénégal).

Sajaloli, Bertrand, Le Calvez, Caroline, Marega, Oumar. 2024. L'eau dans la ville : aménités et fragilités des zones humides urbaines du Nord et des Suds face au changement climatique. *Zones Humides Infos*, 105, 3-4. <https://www.snpn.com/produit/zones-humides-infos-n-105-janvier-2024/>

Sy, Oumar. 2010. Mobilité pastorale dans la Basse vallée du Ferlo dans le contexte de la remise en eau. *Les Cahiers d'Outre-Mer*, 249, 31-46. <https://journals.openedition.org/com/5848>

Oumar MAREGA

Université d'Orléans, Laboratoire CEDETE

Caroline LE CALVEZ

Université d'Orléans, Laboratoire CEDETE

Entre potentialités et dégradation : les défis de la valorisation
verte et bleue des zones humides de Diourbel (Sénégal)

Bertrand SAJALOLI

Université d'Orléans, Laboratoire CEDETE

Aladji Madior DIOP

Université Alioune Diop, Bambey

Adama FAYE

Université Alioune Diop, Bambey

Coura KANE

Université Alioune Diop, Bambey

Mamadou Saliou MBENGUE

Université Alioune Diop, Bambey

ISSN : Version imprimée

1840-9865

ISSN : Version en ligne

2630-144X

En ligne à :

[https://www.revues.scienceafrique.org/naaj/texte/
marega_et_al2024/](https://www.revues.scienceafrique.org/naaj/texte/marega_et_al2024/)

Pour citer cet article : MAREGA, Oumar, LE CALVEZ, Caroline, SAJALOLI, Bertrand, DIOP, Aladji Madior, FAYE, Adama, KANE, Coura et MBENGUE, Mamadou Saliou . 2024. Entre potentialités et dégradation : les défis de la valorisation verte et bleue des zones humides de Diourbel (Sénégal). *NAAJ. Revue africaine sur les changements climatiques et les énergies renouvelables*, 3(1), 33-73. DOI : 10.46711/naaj.2024.3.1.3



Cartographie du couvert végétal et des zones humides de la région de Dakar (Sénégal) à l'aide des images Sentinel-2 et Landsat 8 OLI

MBAGNICK FAYE, DOME TINE, GALLO NIANG ET GUILGANE FAYE

Résumé :

Les milieux urbains abritent des couvertures végétales sous plusieurs formes qui remplissent des fonctions écologiques de régulateur thermique, de biodiversité, de qualité de l'air, etc. L'objectif de cette étude est d'analyser, à travers la cartographie, l'évolution des espaces verts et des zones humides en milieu urbain. Les images satellitaires Landsat TM de 1986, ETM+ de 2000, OLI de 2020 et MSI de Sentinel 2 sont utilisées pour l'analyse diachronique de l'occupation du sol et l'identification des espaces verts et des zones humides. La classification supervisée et l'algorithme maximum de vraisemblance ont été utilisés. Les résultats issus de la classification montrent que la végétation urbaine est difficilement analysable sur les images à haute résolution spatiale (HRS). En effet, entre 1986 et 2020, la végétation a diminué dans la région de Dakar et est passée de 10,7 % à 6,6 % en faveur du bâti. Les zones humides (eau) ont connu une légère hausse, environ 0,2 %. Elles sont passées de 0,8 % en 1986 à 1 % en 2020. Les images Sentinel-2 de 10 mètres

de résolution spatiale donnent un meilleur résultat sur la cartographie des espaces verts et des zones humides en milieu urbain qu'à celles de Landsat-8 qui sont de 30 mètres de résolution.

Mots-clés : cartographie, couvert végétal, Landsat, Sénégal, Sentinel, zones humides

Abstract :

Urban environments are home to various types of plant cover that fulfil ecological functions such as thermal regulation, biodiversity and air quality. The aim of this study is to use cartography to analyse changes in green spaces and wetlands in urban areas. Landsat TM satellite images from 1986, ETM+ from 2000, OLI from 2020 and MSI from Sentinel 2 are used for the diachronic analysis of land cover and the identification of green spaces and wetlands. Supervised classification and the maximum likelihood algorithm were used. The results of the classification show that urban vegetation is difficult to analyse on High Spatial Resolution (HRS) images. Between 1986 and 2020, vegetation in the Dakar region declined from 10.7% to 6.6% in favour of built-up areas. Wetlands (water) increased slightly, by around 0.2%. They increased from 0.8% in 1986 to 1% in 2020. Sentinel-2 images with a spatial resolution of 10 metres give better results for mapping green spaces and wetlands in urban areas than Landsat-8 images with a resolution of 30 metres.

Keywords : Dakar, Landsat, mapping, Senegal, Sentinel, vegetation cover, wetlands

Résumé (wolof) :

Ëmbeef yi ci dëkki taax yi dekuwaayu garab yu bari lañuy muur ci anam yu bari, lu ci melni yamale tangoor, biodiversite, kalite ngelaw, ak ñoom seen. Li gëstu bi di yootu mooy jàngat jëm kanam gi ci barab yu wert yi ak tool yi ci dëkki taax yi jaaraleko ci kàrt. Nataali satelit Landsat TM ci 1986, ETM+ ci 2000, OLI ci 2020 ak MSI ci Sentinel 2 lañu jëfandikoo ngir jàngat diachronic jëfandikoo suuf si ak rãñnee barab yu wert yi ak tool yi. Jëfandikoo nañu xaaj buñ saytu ak algorithm bu gëna am wërsëg. Resultaa

Cartographie du couvert végétal et des zones humides de la région de Dakar (Sénégal) à l'aide des images Sentinel-2 et

yi bawoo ci xaaj bi dañu wane ni ñaxi dëkk yu mag yi dañu jàngat ci nataal yu am dayo spatial bu kawé (HRS). Dëgg la, diggante 1986 ak 2020, ñax mi wàñneeku na ci diwaanu Dakar, joge ci 10,7% dem ba 6,6% ci tabax yi. Wetlands (ndox) dafa yokk tuuti, luy tollu ci 0.2%. Ñu yokk joge ci 0.8% ci 1986 dem ba 1% ci 2020. Nataali Sentinel-2 yu am 10 meetar ci dayo spatial ñoo gëna joxe njariñ ci kàrtu barab yu wert yi ak tool yi ci dëkki taax yi, moo gën ñooñu ci Landsat -8 yu am dayo 30 meetar.

Mots-clés (wolof): Dakar, kartografi, Landsat, muur ñax, Sénégal, Sentinel, tool

Historique de l'article

Date de réception : 26 mars 2024

Date d'acceptation : 20 septembre 2024

Date de publication : 31 décembre 2024

Type de texte : Article

Introduction

L'étude des caractéristiques des milieux urbains a connu une ascension spectaculaire grâce à de nombreuses possibilités qu'offre la télédétection spatiale. Les connaissances sur l'étendue et les composantes de l'occupation du sol sont importantes pour le suivi et la planification du développement urbain, l'évaluation des risques, la gestion des catastrophes et la gestion des ressources naturelles.

La télédétection urbaine a fait son apparition au début des années 1970, avec des images fournies par le capteur Multi-Spectral Scanner (MSS), monté à bord de Landsat 1, 2 et 3 (opérationnels jusqu'en 1983), même si la résolution spatiale (80 m) limite l'analyse (Ballut et Nguyen,

1984; Forster, 1985; Welch, 1982) et ne permet pas d'étudier la ville dans son ensemble. À partir des années 1980, une deuxième génération de satellites est mise sur orbite avec des capteurs à haute résolution spatiale (30 m) comme Landsat TM, ETM+ et le plus récent capteur Landsat 8 OLI lancé en 2013. L'avancée rapide de la télédétection est accompagnée d'une diversification des capteurs et d'une finesse de la résolution spatiale. Plusieurs satellites à très haute résolution spatiale (THRS) comme SPOT, Quickbird, IKONOS, Pléiades, etc. ont été conçus ces dernières années et ont rendu les données d'observation de la Terre disponibles à des résolutions de plus en plus fines (inférieures à 5 m). Ces satellites fournissent plus de détails sur les zones urbaines.

Les espaces urbains sont caractérisés par une grande hétérogénéité des éléments constitutifs. La résolution spatiale utilisée pour discriminer la structure urbaine doit être adaptée à chaque type de ville (Welch, 1982; Forster, 1985). Les milieux urbains abritent des couvertures végétales sous toutes ses formes remplissant des fonctions écologiques de régulateur thermique, de biodiversité, de qualité de l'air, etc. La végétation en milieu urbain est constituée d'arbres isolés, de plantations diverses et de végétation aquatique.

À Dakar, avec une urbanisation accélérée, le couvert végétal occupe rarement de vastes étendues, excepté les zones protégées (forêt classée) et les bordures des zones humides. Ces dernières fournissent des services écosystémiques, dont l'atténuation du changement climatique. Malheureusement, ses fonctionnalités sont mal connues. Ces écosystèmes constituent d'importantes niches de biodiversité, ce qui fait d'elles les écosystèmes les plus divers et les plus productifs de la Terre en plus de jouer le rôle de régulateur thermique. La protection de ces ressources naturelles est aujourd'hui fondamentale dans un contexte de changement climatique. Une végétation arborée peut baisser de 2 °C la température dans une rue, ce qui peut lutter contre les îlots de chaleur urbaine (Nabucet, 2020).

Cartographie du couvert végétal et des zones humides de la région de Dakar (Sénégal) à l'aide des images Sentinel-2 et

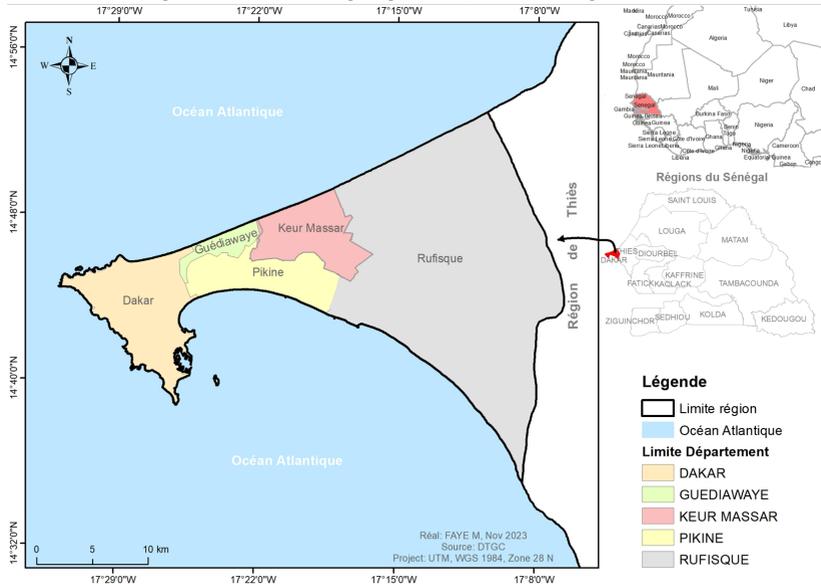
L'intégration de la télédétection en combinaison avec les systèmes d'information géographique (SIG) a considérablement fait progresser l'évaluation des changements d'utilisation des terres et de la dégradation des paysages à diverses échelles (Lambin et al., 2003; Turner et al., 1994). L'objectif de cette recherche est de cartographier et d'analyser l'évolution de la végétation et des zones humides, en intégrant les informations de télédétection et les données issues des campagnes de terrain.

Présentation de la région

La région de Dakar est située entre 14° 33' et 14° 51' de latitude nord et 17° 28'30" et 17° 10'30" de longitude ouest (figure 1). Elle est située à l'extrémité occidentale de l'Afrique, sur l'étroite presqu'île du Cap-Vert. Elle couvre une superficie de 550 km² soit 0,3 % du territoire national (GRDR, 2014) composée de cinq départements (Dakar, Guédiawaye, Pikine, Keur Massar et Rufisque) et de 52 collectivités locales. Le climat est de type sahélien côtier. Les températures varient entre 17 °C et 30 °C en fonction des saisons. Du point de vue du relief, Dakar est une zone plate (à l'exception des Mamelles) marquée des dépressions inter-dunaires où la nappe phréatique est peu profonde.

Le couvert végétal de la région de Dakar est azonal du fait de la large gamme de paysages morpho-pédologiques et du climat maritime modéré. Deux grands ensembles se distinguent : une végétation anthropique résultante des activités humaines composée de jardin arboricole, de pelouse, d'arbres isolés, etc. et une végétation hygrophile entourant les zones humides.

Figure 1. Situation géographique de la région de Dakar



Matériels et méthodes

Acquisition des données

Les images Landsat et Sentinel-2 sont extraites de la plateforme Google Earth Engine (GEE) (tableau 1). Les images Landsat retenues pour cette étude ont été choisies sur la base de leur disponibilité, de leur accessibilité libre et gratuite, mais aussi de leur ancienneté qui couvre une période allant de 1972 à nos jours. Ces images ont été prises en saison sèche (février et mars) permettent de discriminer le couvert végétal du

Cartographie du couvert végétal et des zones humides de la région de Dakar (Sénégal) à l'aide des images Sentinel-2 et couvert herbacé. La réflectance de ces deux types de végétation se confond lorsque les images sont acquises en saison pluvieuse ou juste à la fin de celle-ci.

La plateforme GEE permet aux utilisateurs et utilisatrices de visualiser et d'analyser les images satellites de la Terre. Elle regroupe plus de 40 ans d'images satellites anciennes et actuelles, ainsi que les outils et la puissance de calcul nécessaires pour analyser et exploiter cet immense entrepôt de données. C'est une plateforme en cloud pour l'analyse des données géospatiales en donnant à l'utilisateur et à l'utilisatrice la possibilité de travailler dans une infrastructure du Geospatial Big Data : données d'observation de la Terre et cloud computing.

Tableau 1. Caractéristiques spectrales et spatiales des images satellitaires utilisées

Capteurs	Date d'acquisition	Bandes	Longueur d'onde	Résolution		
MSI	avril-Mai	2-Blue	0.490 μm	10 m		
		3-Green	0.560 μm			
		4-Red	0.665 μm			
				5- Végétation classification	0.705 μm	20 m
				6- Végétation classification	0.740 μm	
				7- Végétation classification	0.783 μm	
				8- Proche infrarouge	0.842 μm	10 m
Capteurs	Date d'acquisition	Bandes	Longueur d'onde	Résolution		
TM	25/02/1986	1-Bleu	0,45-0,52 μm	30 m		
		2-Vert	0,52-0,6 μm			
		3-Rouge	0,63-0,69 μm			
		4- PIR	0,76-0,9 μm			
		5-SWIR 1	1,55-1,75 μm			
		7- SWIR 2	2,08-2,35 μm			
Capteurs	Date d'acquisition	Bandes	Longueur d'onde	Résolution		
ETM+	27/03/2000	1-Bleu	0,45-0,52 μm	30 m		
		2-Vert	0,53-0,61 μm			
		3-Rouge	0,63-0,69 μm			
		4- PIR	0,78-0,9 μm			
		5-SWIR 1	1,55-1,75 μm			
		7- SWIR 2	2,09-2,35 μm			
Capteurs	Date d'acquisition	Bandes	Longueur d'onde	Résolution		
OLI	10/03/2020	2- Bleu	0,45-0,51 μm	30 m		
		3- Vert	0,52-0,60 μm			
		4- Rouge	0,63-0,68 μm			
		5- PIR	0,84-0,88 μm			
		6- SWIR 1	1,56-1,66 μm			
		7- SWIR 2	2,10-2,30 μm			

Méthode de détection et d'extraction de la végétation urbaine

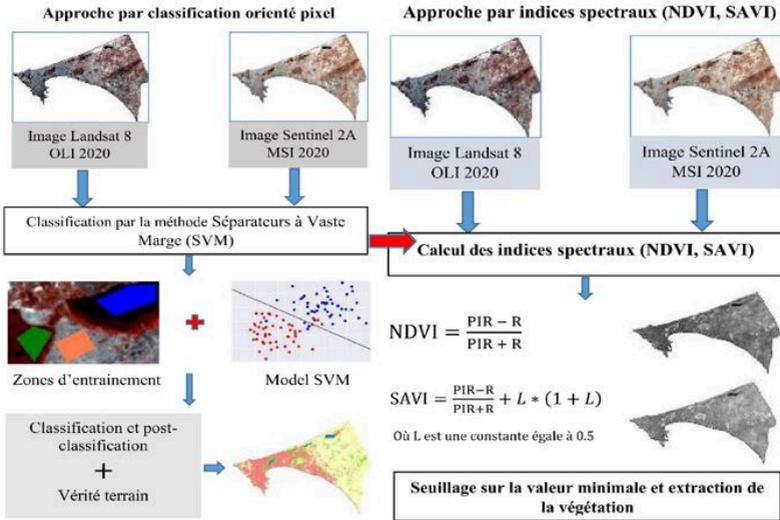
Le milieu urbain est un mélange de portions de routes, de bâtiments, de zones herbacées, boisées et de sols nus. Leur réflectance spectrale peut connaître des variations importantes en fonction de leur couleur, leur brillance, leur orientation ou leur inclinaison (Iovan *et al.* 2011). Plusieurs facteurs influencent les signatures spectrales des objets en milieu urbain. La nature des constructions, les surfaces lisses, la pollution atmosphérique, etc. peuvent modifier considérablement le signal réfléchi. Les techniques de télédétection à haute résolution permettent d'établir de façon très précise, avec une marge d'erreur insignifiante, la couverture végétale en milieu urbain (Besse et Rouet, 2009). La détection et l'extraction de l'information à partir d'images satellitaires sont effectuées, d'une part, par classification orientée pixel, et d'autre part, par des indices spectraux.

La première approche adoptée repose sur une méthode de classification supervisée. Le protocole repose sur les zones d'entraînement fournies par l'utilisateur et l'utilisatrice qui permettent à l'algorithme d'y effectuer un apprentissage sur la base des réponses spectrales des objets et de classifier l'image.

La deuxième approche consiste à faire appel aux indices spectraux de végétation efficaces dans la mise en évidence du couvert végétal. Ainsi, l'indice de végétation par différence normalisée (NDVI) et l'indice de végétation ajusté pour le sol (SAVI) ont été appliqués sur les deux images, suivi d'un seuillage sur leurs valeurs minimales. Le seuillage est une opération directe appliquée sur les images satellitaires pour la prise de décision. Cette méthode présente une problématique liée à l'estimation du seuil optimal qui peut être variable selon les images utilisées. Pour fixer la valeur seuil des indices de végétation, un échantillon de vérité du terrain obtenu par positionnement par satellite

Cartographie du couvert végétal et des zones humides de la région de Dakar (Sénégal) à l'aide des images Sentinel-2 et a été utilisé. Une superposition des coordonnées de l'échantillon avec l'image multispectrale a permis de retenir un seuil acceptable. Cette méthode nécessite une connaissance a priori de la réalité du terrain.

Figure 2. Méthodologie d'extraction de la végétation dans la région de Dakar



Résultats

Fonctions écosystémiques de la végétation urbaine

Selon le Groupe intergouvernemental sur le climat (GIEC), onze des douze années les plus chaudes jamais observées ont été enregistrées depuis 1995 et seraient attribuables à la présence accrue des gaz à effet de serre dans l'atmosphère. Les conclusions des rapports (GIEC, 2007 et 2014) indiquent une augmentation des températures moyennes dans les

prochaines décennies. Ce changement climatique combiné à la perte progressive du couvert végétal dans les milieux urbains va accentuer l'effet d'îlot de chaleur en ville (Giguère, 2009). Cependant, la végétation urbaine serait une solution alternative au vu de nombreux services écosystémiques qu'elle offre. Sa présence en milieu urbain entraînerait une réduction des émissions de gaz à effet de serre comme le CO₂, le N₂O, le CH₄, etc. La végétation, sous ses différentes configurations, joue un rôle de rafraîchisseur dans les périodes de fortes températures et de filtre de pollution. Les toitures végétalisées favorisent le stockage temporaire de l'eau de pluie et l'évapotranspiration (Pommier *et al.* 2014).

La séquestration de carbone par la végétation et les sols contribue à diminuer la teneur en CO₂ de l'atmosphère (Anquetil, 2010). Les étendues foliaires comme la forêt classée de Mbao et les alentours des points d'eau dans la région de Dakar, influencent la qualité de l'air. Dans un contexte de pollution accrue au point que Dakar soit classée deuxième ville la plus polluée au monde (OMS, 2018), la végétation intercepte les particules polluantes et absorbe certaines sous forme gazeuse tout en produisant de l'oxygène. Sa rugosité aérodynamique modifie les vents et impacte la dispersion et le dépôt des particules polluantes. Du point de vue géomorphologique, une forte couverture de la végétation protège le sol contre le ruissellement et la battance. Elle fixe le sol et réduit l'érosion hydrique. La présence du couvert végétal sur les façades des bâtiments ou à l'intérieur des maisons (cas le plus fréquent à Dakar) impacte sur la consommation énergétique de ces dernières. Elle intercepte le rayonnement solaire dont les grandes longueurs d'onde proche de l'infrarouge sont fortement réfléchies et crée une ombre qui adoucit les températures.

Malgré le rôle important que joue la végétation, on assiste aujourd'hui à une densification du bâti (bâtiments, routes, pavés...) à Dakar au détriment des espaces verts et humides. Cela se manifeste par la disparition de la bande des filaos des Niayes, la réduction de la superficie du Lac Rose et le remblaiement des zones dépressionnaires dans la

Cartographie du couvert végétal et des zones humides de la région de Dakar (Sénégal) à l'aide des images Sentinel-2 et périphérie de Dakar destinées à l'habitat. Le seul poumon vert à Dakar est la forêt classée de Mbao d'une superficie de 7200 ha. Ce qui rend les sols imperméables et augmente la vulnérabilité de la région aux inondations.

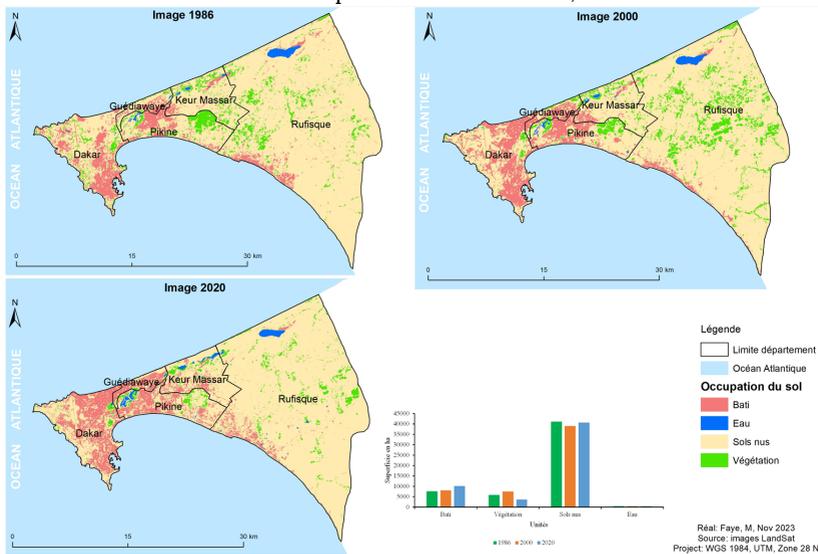
Occupation du sol

Les différentes unités d'occupation du sol ont varié dans le temps et dans l'espace. Entre 1986 et 2020 (figure 3), le bâti a fortement augmenté dans l'agglomération de Dakar (tableau 2). Il est passé de 13.7 % à 18.4 % de la superficie totale de la région, soit une augmentation de 4.7 %. Cette augmentation s'est faite au détriment des espaces verts (végétation) et des sols peu boisés (sols nus). Les zones humides (eau) ont connu une légère hausse d'environ 0.2 %.

Tableau 2. Évolution de l'occupation du sol en % en 1986, 2000 et 2020

Occupation du sol	1986	2000	2020
Bâti	13.7	14.6	18.4
Végétation	10.7	13.6	6.6
Sols nus	74.8	71.0	74.0
Eau	0.8	0.8	1
TOTAL	100	100	100

3 . Évolution de l'occupation du sol en 1986, 2000 et 2020

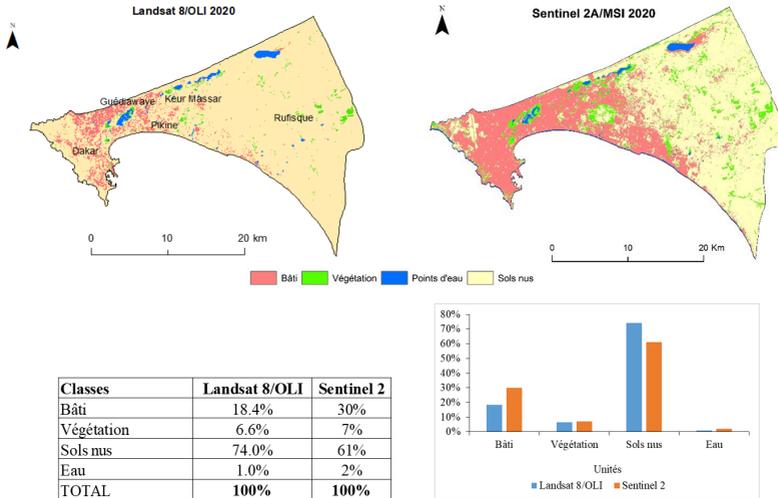


Extraction de la végétation à partir de Sentinel-2 et Landsat 8 OLI

L'analyse qualitative des résultats issus des classifications (figure 4) montre que la méthode de classification utilisée donne des résultats beaucoup plus précis avec l'image Sentinel-2 qui estime la végétation à 7 % de l'occupation du sol tandis qu'avec Landsat-8 OLI, la végétation occupe 6.6 %. Cet état de fait s'explique par la finesse de la résolution spatiale de Sentinel-2 qui permet de détecter de petites surfaces foliaires en milieu urbain tandis que Landsat-8 OLI ne détecte que de grandes étendues foliaires en raison de la grande résolution spatiale. Les pixels de végétation en bâti dense de Sentinel-2 se retrouvent dans des pixels mixtes avec Landsat-8 OLI, ce qui entraîne une sous-estimation de la

Cartographie du couvert végétal et des zones humides de la région de Dakar (Sénégal) à l'aide des images Sentinel-2 et végétation urbaine. Cependant, il faut noter que le capteur OLI est très sensible à la réflectance du bâti en milieu urbain en fournissant des résultats précis.

Figure 4. Occupation du sol par Sentinel-2/MSI et Landsat 8/OLI entre mars et avril 2020 dans la région de Dakar

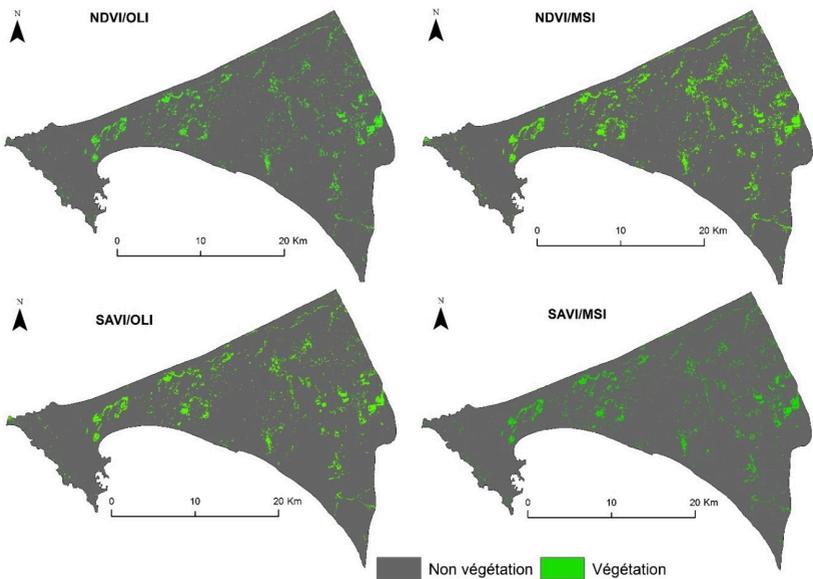


Extraction par indices de végétation

La valeur seuil optimale est fixée à partir des recherches manuelles sur les indices calculés. Elle n'est pas déterminée a priori. Le seuillage est basé sur la valeur minimale de l'indice de végétation. Les résultats fournis par cette méthode (figure 5) montrent que l'approche par indice est plus précise que les classifications. Cependant, le NDVI présente des limites dans les milieux complexes. En milieu urbain par exemple, les espaces verts sont caractérisés par un mélange à proportions variables de zones boisées, de sols nus, d'espaces construits, de voies de communication, etc. (Tidjani, 2011). La signature spectrale de ces objets se mélange avec celui du couvert végétal, rendant ce dernier difficilement identifiable. Cette

mixité des pixels n'est pas prise en compte par l'indice de végétation par différence normalisée (NDVI) sensible aux propriétés optiques du sol sous-jacent, ce qui peut conduire à des erreurs importantes si la végétation que l'on souhaite caractériser n'est pas assez dense (Be Api, 2016) comme en zone urbaine. Les résultats obtenus à partir du seuillage du NDVI montrent que le capteur MSI est plus adéquat à l'extraction de la végétation urbaine. Toutefois, compte tenu des limites du NDVI, un deuxième indice, le SAVI (Soil Adjusted Vegetation Index), est utilisé et prend en compte l'influence des sols. Le signal réfléchi par les sols est séparé de celui du couvert végétal afin de mettre en évidence avec plus de précision les surfaces foliaires. Cet indice a été appliqué sur les images utilisées et a donné des résultats plus précis en termes d'analyses qualitative et quantitative. Le NDVI et le SAVI de Landsat-8 OLI estiment respectivement la végétation urbaine à 6,69 % et 4,74 % tandis que les mêmes indices calculés sur l'image Sentinel-2 MSI estiment le couvert végétal à 4,42 %.

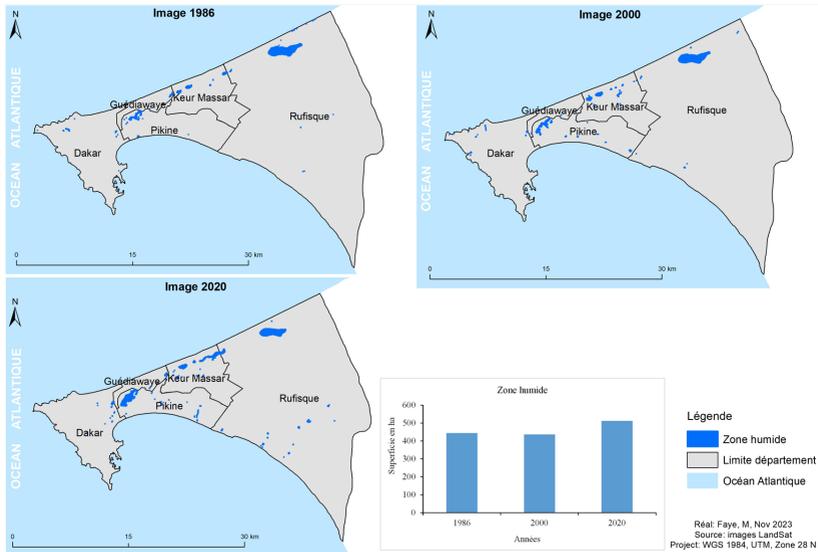
Figure 5. Extraction de la végétation urbaine par seuillage du NDVI et du SAVI dans la région de Dakar



Cartographie des zones humides

Selon la Convention de Ramsar (1971), les zones humides comprennent une grande diversité d'habitats : marais, tourbières, plaines d'inondation, cours d'eau et lacs, zones côtières telles que les marais salés, les mangroves et les lits de zostères. On y trouve aussi des récifs coralliens et autres zones marines dont la profondeur n'excède pas six mètres à marée basse et zones humides artificielles telles que les bassins de traitement des eaux usées et les lacs de retenue. Les zones humides sont des milieux qui contribuent fortement au maintien de la biodiversité et de la qualité de l'eau (Rapinel *et al.*, 2019). Elles forment des étendues considérables et diversifiées dont la plus importante se trouve dans la zone technopole (département de Pikine). On les retrouve également au nord de la région de Dakar et au sud à Bargny. Elles ont connu une évolution entre 1986 et 2020 (figure 6) et sont constituées par des prairies inondables qu'on retrouve à la limite des zones humides, caractérisées par un engorgement périodique en eau, des tourbières formées essentiellement par une accumulation de matière organique et des zones marines comme la lagune de Bargny. Les zones humides de Dakar sont de plus en plus menacées par l'urbanisation du fait d'une forte pression démographique. Elles constituent d'importantes zones de conservation de la biodiversité (Badiane *et al.*, 2018).

Figure 6. Évolution des zones humides en 1986, 2000 et 2020



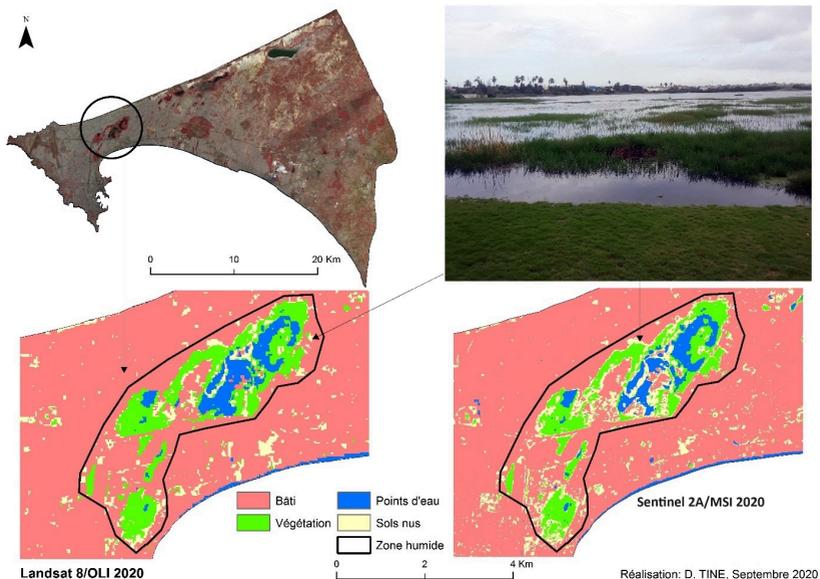
Extraction des zones humides à partir de Sentinel-2 et Landsat 8 OLI

L'estimation de la superficie des zones humides n'est pas aisée en raison de leurs caractéristiques. Ce sont des écosystèmes constitués de formations herbacées, arbustives et d'eau. L'étude des zones humides par approche spatiale passe par les potentialités des données acquises à différentes échelles. À chaque échelle d'étude, correspondent un niveau d'observation et un outil spécifique (Samaaly, 1999). C'est dans cette optique que nous avons comparé l'apport des images haute résolution spatiale de Sentinel-2 et de Landsat-8 OLI à l'étude des zones humides en milieu urbain. Toutefois, la détection des zones humides reste difficile à partir de données HRS du fait des similitudes entre différentes espèces végétales, de la faible résolution spatiale des images et de la faible répétitivité temporelle (Vacquié, 2012). L'analyse des classifications (figure

Cartographie du couvert végétal et des zones humides de la région de Dakar (Sénégal) à l'aide des images Sentinel-2 et

7) révèle la sensibilité des capteurs à la détection des zones humides. Ces dernières ont bien été mises en évidence sauf la lagune de Bargny qui montre par ailleurs les limites des résolutions spatiales et radiométriques des images fournies par Landsat et Sentinel-2. La mixité des pixels (eau et végétation) justifie les erreurs d'estimation et les problèmes de détection observés sur les images. La couverture végétale est par endroit très dense rendant la détection des surfaces d'eau difficile par le capteur. Ces cas de figure concernent les petites dépressions (les bas-fonds et les petites surfaces d'eau propices au développement de la végétation). L'estimation de leurs superficies est limitée non seulement par la mixité des pixels, mais également par leur caractère dynamique. La détection et l'identification des zones humides à partir des images satellitaires acquises en saison non pluvieuse, correspondent à la période où une forte évaporation et un rétrécissement des eaux sont notés. Les limites exactes sont difficilement cartographiables avec les images à haute résolution spatiale analysées.

Figure 7. Cartographie des zones humides de Technopole à travers Landsat-8 OLI et Sentinel-2



Discussion

Pour construire des indicateurs de la qualité de l'environnement, l'analyse de la morphologie de la végétation urbaine paraît indispensable. L'apport de la résolution est essentiel pour les thèmes de la végétation urbaine (Puissant, 2003). La configuration de la végétation urbaine rend difficiles son identification et son extraction à partir des images satellitaires à faible résolution spatiale. La densité du bâti entraîne une mixité prononcée de pixels et une ombre qui constituent une gêne pour les traitements automatiques, car elles masquent certaines zones et ont une réponse spectrale proche de l'eau stagnante (Puissant, 2003). Ce caractère hétérogène des pixels au sol entraîne une surestimation par endroit du bâti. Un pixel Landsat OLI couvre 900 m² au sol, une résolution largement supérieure aux parcelles d'habitation. Il est difficile de trouver un pixel pur compte tenu de ces caractéristiques spatiales du capteur OLI. Quant au Sentinel-2 MSI, la finesse de la résolution spatiale donne plus de détails au sol. Les images HRS Sentinel-2A renvoient, grâce à leur résolution spatiale, des informations homogènes sur les entités d'occupation du sol. Les mêmes constats ont été faits sur les indices de végétation (NDVI et SAVI) calculés. Une sous-estimation du couvert végétal est observée sur les résultats du seuillage. La valeur minimale des indices de végétation est obtenue à proximité des zones humides où on note une forte croissance foliaire. Un seuillage basé sur cette dernière peut ne pas prendre en compte les pixels mixtes dans lesquels la végétation domine. Leur signature spectrale donne l'allure de celle de la végétation, mais diffère de celles des pixels purs. En réalité, il est difficile de qualifier un capteur comme idéal à la cartographie de la végétation urbaine. Celui-ci peut avoir des caractéristiques spatiales et spectrales adaptées à la détection des espaces foliaires en milieu urbain. La classification par SVM ainsi que le seuillage sur la valeur minimale des indices végétation utilisés ont donné des résultats satisfaisants malgré les confusions dues à la mixité des pixels et aux caractéristiques du milieu urbain à Dakar. Les données issues des capteurs Landsat-8 OLI

Cartographie du couvert végétal et des zones humides de la région de Dakar (Sénégal) à l'aide des images Sentinel-2 et

et Sentinel-2 sont adaptées à l'étude des phénomènes spatiaux à vaste étendue, mais également à la cartographie des unités spatiales un peu particulière dans des milieux très hétérogènes. Les résultats obtenus révèlent que les images à très haute résolution avec des méthodes de traitement adaptées peuvent mettre en évidence avec plus de précision, la végétation urbaine.

Conclusion

Les résultats issus des classifications sont satisfaisants avec des coefficients Kappa, respectivement de 95 % pour Sentinel-2 et de 84 % pour Landsat-8 OLI. Ces résultats, comparés à la réalité du terrain, ont permis d'apprécier en premier lieu l'apport de la résolution spatiale dans l'extraction de la végétation urbaine. Cependant, ces résultats présentent des imperfections qui se traduisent par des confusions entre certaines classes comme le bâti et les sols nus. Toutefois, les résultats obtenus par seuillage d'indice ont été confrontés à la réalité du terrain et sont jugés acceptables, mais les imperfections demeurent et peuvent s'expliquer par la complexité du milieu étudié. En définitive, il serait difficile de désigner un capteur optique idéal parmi les deux qui ont été utilisés pour l'étude de la végétation urbaine. Mais, on peut miser sur les caractéristiques radiométriques et spatiales en fonction des objets à identifier et des échelles cartographiques.

Références

- Anquetil, Virginie. 2010. *Typologie et fonctions écosystémiques de la végétation urbaine : Contributions méthodologiques*. Mémoire de fin d'études, Centre d'Angers, Institut National d'Horticulture et du paysage, Angers, France.
- Badiane, Sidia Diouma et Mbaye, Edmée. 2018. Zones humides urbaines à double visage à Dakar : opportunité ou menace? *Sciences Eaux & Territoires*, hors-série, 1-5. <https://doi.org/10.14758/SET>.
- Ballut, André, Nguyen, Jean-Pierre. 1984. Les besoins d'information pour l'aménagement urbain et régional : apport de la télédétection spatiale à la satisfaction de ces besoins. *Société française de Photogrammétrie et Télédétection*, 93, 21-32.
- Be Api, 2016. Intérêts et limites de la télédétection pour diagnostiquer les cultures. <https://beapi.coop>
- Besse, Marie-Thérèse et Rouet, Paul, 2009. La couverture végétale du cœur de l'agglomération de paris : Une approche par la télédétection de précision. *CFC*, 199, 129-134.
- Forster, Bruce. 1985. An examination of some problems and solution in monitoring urban areas satellite platforms. *International Journal of Remote Sensing*, 6 (1), 139-151.
- GIEC, 2007. *Bilan 2007 des changements climatiques*. Rapport de synthèse.
- GIEC, 2014. *Changements climatiques 2014 : Incidences, adaptation et vulnérabilité*.
- Giguère, Mélissa. 2009. *Mesures de lutte aux îlots de chaleur urbains*. Direction des risques biologiques, environnementaux et occupationnels, Institut national de santé publique du Québec, CANADA.

Cartographie du couvert végétal et des zones humides de la région de Dakar (Sénégal) à l'aide des images Sentinel-2 et

- Iovan, Corina, Boldo, Didier. et Cord, Matthieu. 2011. Modélisation de la végétation en milieu urbain : détection et caractérisation à partir d'images aériennes haute résolution couleur et infrarouge. *Revue Française de Photogrammétrie et de Télédétection*, 10 p. En ligne : https://corinaiovan.com/publications/09_SFPT.pdf
- Michel, Pierre et Sall, Moustapha. 1984. *Dynamique des paysages et aménagement de la vallée alluviale du Sénégal*. Dans Blanc-Pamard Chantal, Bonnemaïson Joël, Boutrais Jean, Lassailly-Jacob Véronique et Lericollais André (éds), *Le développement rural en questions : paysages, espaces ruraux, systèmes agraires : Maghreb-Afrique noire-Mélanésie* (p. 89-109). Paris : ORSTOM.
- Nabucet, Jean. 2020. *Apport des données de télédétection à très haute résolution spatiale pour la cartographie de la végétation en milieu urbain*. Thèse de doctorat, Université de Bretagne.
- Ndiaye, Mamadou Lamine. 2014. *Détection des changements d'occupation du sol et modélisation géomantique par évaluation multicritère pour la cartographie des zones vulnérables aux inondations dans la région de Dakar/Sénégal*. Mémoire de projet de fin d'études, UM5 /CRASTE-LF.
- Pommier, Guillaume, Provendier, Damien, Gutleben, Caroline et Musy, Marjorie. 2014. *Impact du végétal en ville*. Programme de recherche VegDUD.
- Puissant, Anne. 2003. *Information géographique et images très haute résolution : utilité et application en milieu urbain*. Thèse de doctorat, Université Luis Pasteur Strasbourg I, France.
- Rapinel, Sébastien, Clément, Bernard et Hubert-Moy, Laurence. 2019. Cartographie des zones humides par télédétection : approche multi-scalaire pour une planification environnementale, *Cybergeo: European Journal of Geography*. En ligne <http://journals.openedition.org/cybergeo/31606>; DOI : <https://doi.org/10.4000/cybergeo.31606>, 21 p.

- Samaaly, Mehrez. 1999. *Étude de zones humides par approche spatiale : application à un marais anthropique (marais de Bourgneuf en Loire-Atlantique) et à un marais naturel (Kaw en Guyane)*. Mémoire de fin d'études, IRD, Laboratoire Commun de Télédétection CEMAGREF/ENGREF.
- Tidjani, Ahmed, Khorsi, Ali et Ziani. 2011. *Détection de la végétation à partir d'une image satellitaire*. Mémoire de fin d'études, Université Amar Thelidji Laghouat.
- Vacquié, Laure et Houet, Thomas. 2012. Cartographie des zones humides de montagne par télédétection : Potentialités des images à Très Haute Résolution Spatiale. *Revue Internationale de Géomatique*, 4, 497-518.
- Welch, Richard. 1982. Spatial resolution requirement for urban studies. *International Journal of Remote Sensing*, 3(2), 138-146.

Mbagnick FAYE

Laboratoire de Climatologie et d'Environnement (LCE), Département de Géographie, Université Cheikh Anta Diop de Dakar (UCAD), Email : fayedoudou85@yahoo.fr

Dome TINE

Département de Géographie, Laboratoire de Télédétection Appliquée (LTA) – Université Cheikh Anta DIOP de Dakar- Sénégal. E-mail : dometine85@gmail.com

Gallo NIANG

Laboratoire de Climatologie et d'Environnement (LCE), Département de Géographie, Université Cheikh Anta Diop de Dakar (UCAD), Email : gallonhio@gmail.com

Guilgane FAYE

Cartographie du couvert végétal et des zones humides de la région de Dakar (Sénégal) à l'aide des images Sentinel-2 et Landsat 8 OLI. NAAJ. *Revue africaine sur les changements climatiques et les énergies renouvelables*, 3(1), 75-97. DOI : 10.46711/naaj.2024.3.1.4

Département de Géographie, Université Cheikh Anta Diop de Dakar (UCAD), Email : guilganefaye@yahoo.fr

ISSN : Version imprimée

1840-9865

ISSN : Version en ligne

2630-144X

En ligne à :

https://www.revues.scienceafrique.org/naaj/texte/faye_et_al2024/

Pour citer cet article : FAYE, Mbagnick, TINE, DOME, NIANG, Gallo et FAYE, Guilgane. 2024. Cartographie du couvert végétal et des zones humides de la région de Dakar (Sénégal) à l'aide des images Sentinel-2 et Landsat 8 OLI. NAAJ. *Revue africaine sur les changements climatiques et les énergies renouvelables*, 3(1), 75-97. DOI : 10.46711/naaj.2024.3.1.4



Estimation des pertes en sols par érosion hydrique à travers les trames bleues du bassin versant de Niaoulé (Sénégal Oriental) dans un contexte de variabilité pluviométrique

SEYDOU ALASSANE SOW, ALIOU CISSÉ ET MAR GAYE

Résumé :

Dans le contexte actuel des variations pluviométriques, les trames bleues du bassin versant de Niaoulé, Sénégal Oriental, sont marquées par une accentuation d'une diversité d'érosion hydrique : en nappe, linéaire et ravinements. Cette érosion hydrique se manifeste par un affleurement de sols cuirassés, un ensablement des bas-fonds, un affouillement des racines des arbres, des inondations, une destruction d'infrastructures routières et une multiplication des ravins. L'objectif de cette étude est d'évaluer l'influence des facteurs naturels et anthropiques sur les processus érosifs dans un bassin versant à variabilité pluviométrique persistante. La méthodologie de cet article s'articule autour d'une caractérisation du régime des précipitations pour analyser la variabilité pluviométrique grâce à des tests et indices statistiques, des mesures et suivis *in situ* du ravinement et d'une application de l'Équation Universelle

des Pertes en Sols de terres pour modéliser les pertes en terres par érosion en nappe. Les résultats montrent que les ravinements ont entraîné une ablation des berges de ravins variant entre -0,09 m à -0,20 m. Quant aux pertes annuelles en terres, elles sont estimées entre 25 et 127 t/ha/an. Ces érosions emportent des particules fines, de la matière organique et d'autres substances associées au potentiel agronomique des terres. Ce qui est à l'origine de l'appauvrissement en éléments nutritifs des terres agricoles et d'une déprise des activités agro-pastorales dans cette partie du Sénégal.

Mots-clés : bassin versant de Niaoulé, érosion hydrique, pluviométrie, Sénégal, trames bleues

Abstract :

In the current context of rainfall variations, the blue lines of the Niaoulé catchment, in eastern Senegal, are marked by an increase in a diversity of water erosion: sheet erosion, linear erosion and gully erosion. This water erosion is manifested in the outcropping of armoured soils, silting up of low-lying areas, scouring of tree roots, flooding, destruction of road infrastructure and an increase in the number of gullies. The aim of this study is to assess the influence of natural and anthropogenic factors on erosive processes in a catchment with persistent rainfall variability. The methodology used in this article is based on a characterisation of the rainfall regime to analyse rainfall variability using statistical tests and indices, in situ measurements and monitoring of gullying and an application of the Universal Soil Loss Equation to model land loss through sheet erosion. The results show that gully erosion resulted in gully bank ablation ranging from -0.09 m to -0.20 m. Annual land losses are estimated at between 25 and 127 t/ha/year. These erosions carry away fine particles, organic matter and other substances associated with the agronomic potential of the land. This has led to a depletion of nutrients in agricultural land and a decline in agro-pastoral activities in this part of Senegal.

Keywords : blue grids, Niaoulé watershed, rainfall, Senegal, water erosion

Estimation des pertes en sols par érosion hydrique à travers les trames bleues du bassin versant de Niaoulé (Sénégal Oriental)

Résumé (wolof) :

Ci jamono jii taw yi di wuutee, kadre yu baxa yi ci bassin Niaoulé, penku Senegal, dañuy màndargaal bariwaayu érosion ndox mi: tol, ligneer ak gullyng. Érosion ndox mi dafay feeñ ci génnug suuf yu dëgër yi, silting ci suuf yu woyof yi, raxas reeni garab yi, mbënd, yàqu-yàqu infrastructure yoon yi ak bariwaayu ravin yi. Li gëstu bi di yóotu mooy jàngat li factèri natureel yi ak anthropogenic yi mëna def ci érosion bi ci basin bu am taw yu bari yuy soppiku. Njàngalem xët wii dafay wër màndargaal regime taw ngir jàngat coppite taw ci test ak indices statistik, natt ci situ ak di wottu gullyng ak jëfandikoo Equation Universel Perte ci Suuf Suuf ngir modele perte suuf ci érosion toil. Resultaa yi dañu wane ni ravin yi dañu indi ablation ci banku ravin yi diggante -0.09 m ba -0.20 m. Lu jëm ci ñàkka am suuf ci at mi, ñu ngi xayma ni mingi tollu ci diggante 25 ba 127 t/ha/at. Érosion yooyu dañuy yóbbu ay particule yu ndaw, ay substance organik ak yeneen mbir yu jëm ci potentiel agronomique bu suuf si. Loolu moo waral suuf suy bey di jeex, liggéeyi agro-pastoral yi wàññeeeku ci wàll wii ci Senegaal.

Mots-clés (wolof) : Bassin Niaoulé,, érosion ndox, Kadre bu baxa, Sénégal, taw

Historique de l'article

Date de réception : 27 mars 2024

Date d'acceptation : 3 septembre 2024

Date de publication : 31 décembre 2024

Type de texte : Article

Introduction

L'érosion constitue un phénomène marqué par le détachement, le transport et le dépôt d'agrégats, observable au niveau des couches superficielles des roches. Toutefois, ces processus naturels peuvent s'accélérer sous l'action combinée de conditions climatiques particulières et d'activités anthropiques (Duchemin et *al.*, 2001). Elle est considérée comme le principal facteur de dégradation des sols à l'échelle planétaire (FAO & ITPS, 2015). Le Sénégal est l'un des pays ouest-africains faisant face aux nombreux défis liés aux impacts de l'érosion hydrique. Avec une surface totale de 196720 km², le pays ne compte que 19 % de terres arables, soit 3,8 millions d'hectares. Or, 2 442 000 hectares de ces terres sont dans un état de dégradation (CSE, 2017).

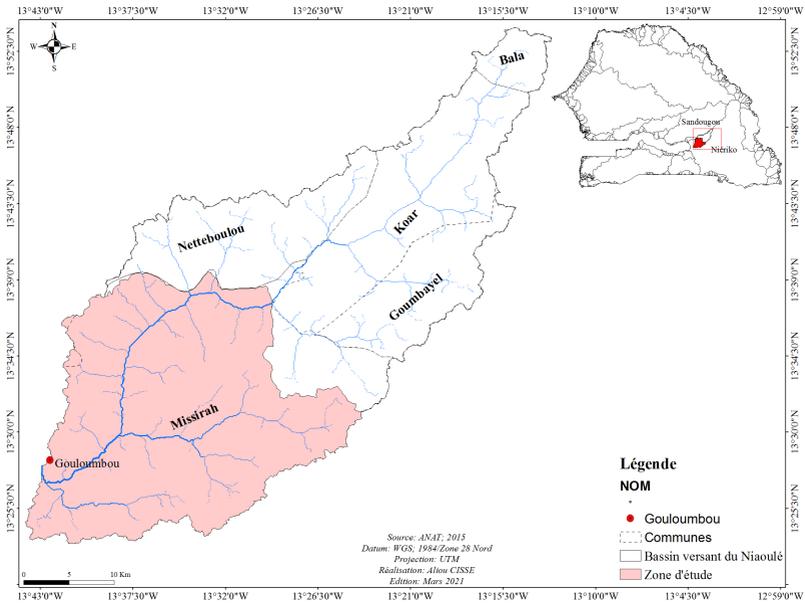
Au Sénégal oriental et autour de la zone de Niaoulé, les processus de dégradation des sols se manifestent sous deux formes : érosion en nappe et érosion linéaire par ravinements. La première forme, provoquée par l'impact des gouttes de pluie sur un sol peu couvert, s'observe sur l'ensemble des zones plates. Elle se caractérise par la mobilisation des particules fines vers des espaces à pentes douces, laissant sur place les éléments grossiers. Cette forme d'érosion crée aussi un compactage ou un décapage des sols, notamment au niveau des parcelles agricoles. La seconde forme, liée à la concentration des eaux de ruissellement, se manifeste selon l'énergie de ce processus. Le ruissellement provoque dans un premier temps la formation de filets ou rigoles qui sont très fréquents et visibles dans les champs de cultures. Dans un second temps, sous l'effet de la vitesse du ruissellement, le stade des filets et rigoles évolue et aboutit à la formation de ravins en formant ainsi de « *badlands* ». Par le creusement des ravins, l'érosion hydrique engendre également coupures de routes et destruction d'infrastructures, etc. dans le bassin versant de Niaoulé. Ce dernier est un affluent de la rive droite du fleuve Gambie. Il est limité à l'Ouest par ce même fleuve et ceinturé par les bassins versant de Sandougou et de Niériko, les deux affluents les plus

Estimation des pertes en sols par érosion hydrique à travers les trames bleues du bassin versant de Niaoulé (Sénégal Oriental)

importants du fleuve Gambie. Le Niaoulé s'étend sur plusieurs communes dont celle de Missirah qui occupe sa partie aval à 30 km au Sud-ouest de Tambacounda dans le Sénégal oriental.

Le domaine d'étude se situe à l'aval du Niaoulé, un petit affluent de la rive droite du fleuve Gambie. Il couvre une superficie de 668.651 km² et un périmètre de 161.392 km englobant 44 villages appartenant essentiellement à la commune de Missirah. Le bassin versant appartient au plateau gréseux du continental terminal ou formation du Saloum. Son relief très varié se caractérise par de grandes buttes et des marigots. Trois groupes de sols sont identifiés sur le Niaoulé : les sols sur matériaux gravillonnaires, les sols ferrugineux tropicaux et les sols minéraux bruts (Sow, 2014). Le Niaoulé est localisable entre les isohyètes 700 et 500 mm (AND 2015) qui varient dans le temps et l'espace. La formation végétale, dépendante de l'abondance des pluies, de la nature des sols et du peuplement, se caractérise par une savane boisée à arborée, d'une savane arbustive avec quelques portions de forêt claire. Ces caractères ont un lien étroit avec les processus de l'érosion hydrique. Surtout quand nous savons que sa forme allongée, définie par le coefficient de compacité de Gravelius (Kc) qui est de 1,747, est très au ruissellement des eaux. Même si l'indice de pente (IP) estimé à 1,852 reflète une pente globalement faible qui intervient sur l'importance et la vitesse du ruissellement.

Figure 1. Localisation du bassin versant du Niaoulé



Source : Auteurs, janvier 2023

Du point de vue humain, le sous-bassin versant du Niaoulé, situé dans le département de Tambacounda, particulièrement dans la commune de Missirah, englobe 49 villages constitués de 1 784 concessions et 2 211 ménages. La population estimée à 23 729 habitants en 2015 est constituée de 12 040 femmes et 11 695 hommes avec une densité de 35,5 habitants au km² (AND, 2015). Cette densité est beaucoup plus importante que celle de la région de Tambacounda qui n'est que de 17 hbts au km² en 2015. L'agriculture apparaît ainsi comme la première activité économique dans le milieu. Elle est pratiquée par une majorité de la population, toutes ethnies confondues. Il s'agit essentiellement d'un système d'agriculture extensif sous pluie. Les principales cultures consacrées par ordre de priorité sont : le maïs, l'arachide, le mil, le sorgho, le riz, le haricot. En plus de ces spéculations, les agriculteurs et agricultrices pratiquent la culture du coton, le manioc, le fonio, l'oseille. Ces cultures sont pratiquées à la

Estimation des pertes en sols par érosion hydrique à travers les trames bleues du bassin versant de Niaoulé (Sénégal Oriental)

fois par les hommes, les femmes et les jeunes. L'expansion spatiale de l'agriculture est parfois liée au défrichage et à l'exploitation forestière (Cissé, 2022).

Cette contribution a pour objectif de faire une quantification de l'érosion hydrique (ravinement et pertes en terres) dans un contexte de changement climatique marqué par une forte variabilité pluviométrique. Pour atteindre cet objectif, une démarche et un protocole méthodologique ont été adoptés.

Méthodologie

L'approche méthodologique s'articule autour d'une caractérisation de la pluviométrie, des mesures et suivi *in situ* de l'évolution du ravinement pour quantifier l'érosion sur les axes hydrauliques (ravins) et d'une mise en pratique de l'équation universelle des pertes de terres à l'échelle du bassin versant.

Caractérisation de la variabilité pluviométrique dans le bassin versant

Les données pluviométriques utilisées sont issues de deux différentes sources : il y a des données de l'ANACIM et d'autres ont été téléchargées sur une base de données open source disponible sur le site <https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer/>. La série s'échelonne sur une durée de 63 ans (1958-2021) et ne souffre d'aucune lacune. Les tests de Pettit et les indices de Lamb ont servi pour analyser les caractéristiques de la pluviométrie au sein du bassin versant.

Le test de Pettit

Le test de Pettitt (1979) est un test non paramétrique de détection d'une rupture. L'existence de modifications brutales de certains paramètres statistiques des séries chronologiques, en particulier de leur moyenne, est une cause possible de la rupture de l'homogénéité de ces séries. La variable à tester est le maximum en valeur absolue de la variable de Pettitt (U_t, N). La probabilité de dépassement approximative d'une valeur k définie permet d'apprécier l'importance de la rupture. La statistique de test Z est calculée de la façon suivante :

$$Z = \max|U(k)|, K = 1, \dots, n - 1$$

Avec :

$$U(t) = \sum_{i=j}^k \sum_{j=k+1}^n \text{signe}(X_i - X_j)$$

On peut noter que le test fournit également une estimation de la position de la rupture en utilisant l'indice k correspondant au maximum $|U(k)|$. L'absence de rupture dans la série de taille N constitue l'hypothèse nulle. Si l'hypothèse nulle est rejetée, une estimation de l'année de rupture est donnée par l'instant t définissant le maximum en valeur absolue de la variable U_t, N .

L'indice de pluviométrie normalisé de LAMB

L'indice de pluviométrie normalisé de LAMB a été utilisé pour détecter la persistance des années sèches et humides (l'écart à la moyenne normalisé par l'écart type) qui s'exprime par la formule suivante :

$$IPS = \frac{X_i - X_m}{\sigma}$$

Avec :

IPS = Indice de Pluviométrie Standardisé

Estimation des pertes en sols par érosion hydrique à travers les trames bleues du bassin versant de Niaoulé (Sénégal Oriental)

= *pluviométrie annuelle pour une station pendant une année i;*

= *Moyenne annuelle de la pluviométrie à la station pendant la période d'étude*

= *Ecart-type de la pluviométrie de cette période.*

Sur le terrain, un suivi du ravinement a été effectué.

Les mesures *in situ* : suivi de l'évolution des ravins

Les mesures du ravinement ont ciblé cinq ravins dont deux ravins en amont et trois ravins en aval du bassin versant de Niaoulé. La technique de mesure adoptée consiste à suivre la dynamique à travers la méthode des piquets. La méthode des piquets repose sur l'installation de stations de mires sur les ravins afin de relever des données quantifiables sur des dimensions de ravins telles que : la longueur (L), la largeur (l), la profondeur (P) et la distance piquets-berges (Li). Le protocole nécessite d'utiliser des bars de fer à béton de 50 cm de longueur, d'un décimètre et d'un outil de fixation (marteau, bloc de pierre etc.). Il consiste ainsi à enfoncer verticalement les bars de fer de 50 cm sur une profondeur de 40 cm dans le sol et laissant 10 cm au-dessus pour obtenir des informations sur les variations topographiques de l'axe hydraulique. Ces piquets sont plantés à la tête et sur les flancs des ravins à une distance fixe de 50 cm par rapport à la berge et dans le thalweg. Ce dispositif des piquets permet de repérer les variations du niveau des sols dues aux décapages par les eaux érosives. Le bilan sédimentaire des deux mesures (mai et novembre) a abouti à la quantification de l'ablation des berges (Cissé, 2022). Les volumes de sols évidés ou déposés (cubage) sont obtenus à partir de la formule volumétrique suivante :

$$V=L*l*P$$

Avec :

V : *volume;*

l : largeur;

P : profondeur

Modélisation des pertes en terres par l'équation USLE

Le modèle USLE est une équation multiplicative de plusieurs équations fondée sur les paramètres climatiques, topographiques, pédologiques et des occupations et pratiques des terres (Wischmeier et Smith, 1978). Ce modèle de Wischmeier et Smith (1978) permet de calculer les pertes annuelles en sol (*A*) par l'érosion hydrique. Il est défini par :

$$A=R*K*LS*C*P$$

Avec :

A : les pertes annuelles en sol (en t/ha.an);

R : l'érosivité des pluies (MJ.mm/ha.h.an);

K : l'érodibilité des sols (t. ha.h/ha.MJ.mm);

LS : l'inclinaison et la longueur de la pente (adimensionnel);

C : l'occupation du sol (adimensionnel);

P : les pratiques culturales ou antiérosives (adimensionnel).

Les données utilisées pour résoudre l'équation sont de différentes sources et sont traitées et analysées différemment. Il s'agit des données pluviométriques issues de l'ANACIM, des données pédologiques issues de la base des données de sols (SOTER) du site de la FAO (data.isric.org, s. d.), des données topographiques issues des images SRTM (Shuttle Radar Topography Mission) et des images Landsat de mai 2020 téléchargées via le site de l'USGS (EarthExplorer, s. d.) pour voir l'évolution de l'occupation des sols dans le bassin versant du Niaoulé sur une période de 30 ans. Le traitement de ces données est effectué par un choix et un calcul de l'équation correspondant aux différents paramètres de l'équation.

Détermination du facteur R (érosivité des pluies)

Estimation des pertes en sols par érosion hydrique à travers les trames bleues du bassin versant de Niaoulé (Sénégal Oriental)

L'érosivité des pluies exprime la capacité de la pluviométrie à éroder les sols. Par son intensité et son énergie cinétique, la pluie est l'un des principaux facteurs qui détermine les pertes en sol. Cependant, en l'absence de données sur l'intensité et l'énergie cinétique des pluies, des chercheurs comme (Roose, 1977) indiquent l'utilisation des hauteurs de pluies. À cet effet, ont été collectées les données pluviométriques de 2011 à 2020 de la station météorologique de Tambacounda. Au vu des données disponibles (hauteur de pluies mensuelles et annuelles), l'indice d'érosivité des pluies est déduit à partir de l'équation d'érosivité des pluies de (Roose, 1977), ainsi définie :

$$Ran = Han * 0,50 + 0,05$$

Où :

Ran = l'érosivité annuelle moyenne;

Han = hauteur annuelle moyenne des pluies;

0,50 = valeur du facteur *a* en plain;

0,05 = constant positif

Détermination du facteur K (l'érodibilité des sols)

L'érodibilité des sols (K) est une fonction multiplicative des propriétés physico-chimiques des sols, à savoir la texture, la structure, la perméabilité et la teneur en matière organique. En l'absence de ces données, l'estimation de l'érodibilité des types de sols dans le sous bassin versant du Niaoulé est faite avec les bases de données SOTER et WISE. Cette base de données en ligne fournit une grande partie des valeurs des différents paramètres des sols du Sénégal et de la Gambie. Avec ces données, les indices d'érodibilité des sols sont déduits sur la base du tableau de correspondance de (Stone et Hilborn, 2000). L'intégration de ces indices sous un Système d'Information Géographique (SIG) aboutit à l'élaboration d'une carte thématique de l'érodibilité des sols de la zone d'étude.

Détermination du facteur topographique (LS)

L'érosion hydrique varie en fonction de la longueur et de l'inclinaison de la pente qui déterminent le facteur topographique (LS). L'indice topographique détermine l'influence de la pente dans les processus de l'érosion hydrique. Il s'exprime ainsi à travers l'inclinaison et la longueur de la pente. Ces dernières conditionnent au fait la vitesse de ruissellement et le volume de particules transportés (Roose, 1977). L'équation de Moore & Burch, (1986) a été utilisée pour calculer le facteur topographique LS selon la formule :

$$LS = \text{Power}\left\{\frac{\text{flow} \cdot \text{acc} \cdot \text{résolution}}{22,1 \cdot 0,4}\right\} \cdot \text{power}\left\{\sin(\text{pente } \%) \cdot 0,0145 / 0,0896 \cdot 1,4\right\} \cdot 1,4$$

La résolution de cette équation s'effectue sur la base du traitement d'une image SRTM sur le logiciel ArcGis 10.3 qui passe par l'élaboration d'un Modèle Numérique de Terrain (MNT) à partir duquel sont calculées la longueur et l'inclinaison des pentes. Le calcul de la longueur de la pente s'est fait par l'intermédiaire de l'accumulation des flux « *Flow accumulation* » dérivée du MNT. L'inclinaison des pentes est obtenue en calculant la pente maximale entre chaque cellule du MNT. La combinaison de ces deux variables formulées par l'équation de Moor et Burch (1986) a permis de déterminer l'indice topographie LS.

Détermination du facteur C (couverture végétale)

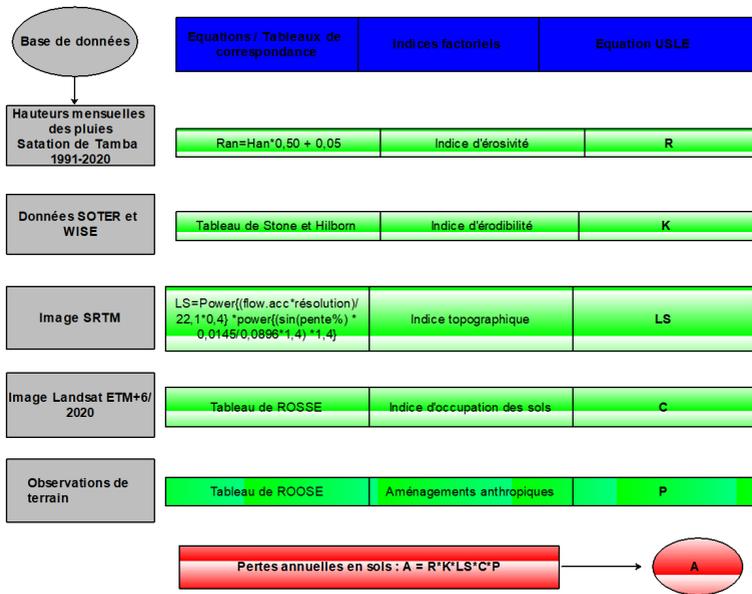
L'indice de la couverture végétale (C) est défini dans le modèle USLE comme étant le rapport entre les particules perdues au niveau des sols nus et celles perdues au niveau des sols couverts. Pour ce faire, il faut effectuer d'abord une typologie de l'occupation du sol de la zone d'étude. La réalisation de cette typologie nécessite une classification orientée-objet d'images satellites. L'analyse de l'occupation du sol dans un SIG, en rapport avec le tableau de correspondance de (Roose, 1977) a permis de déduire les valeurs de chaque classe. Ce qui permet ensuite de passer à la réalisation de la carte de l'indice d'occupation des sols (facteur C).

Déduction des valeurs de l'indice des pratiques culturales et antiérosives (P)

Estimation des pertes en sols par érosion hydrique à travers les trames bleues du bassin versant de Niaoulé (Sénégal Oriental)

Wischmeier & Smith (1978) définissent l'indice des pratiques culturales et antiérosives comme étant le rapport entre les pertes en sol dû à une pratique de conservation et les pertes en sol associées à la culture dans le sens de la pente. L'observation directe sur le terrain des pratiques antiérosives et culturales en rapport avec le tableau de correspondance des pratiques conservatoires et culturales de (Roose, 1977) a permis d'attribuer une valeur à l'indice P. Il est estimé à 0,1 au niveau du bassin versant du Niaoulé.

Figure 2. Environnement SIG de l'USLE dans le bassin versant de Niaoulé



Source : Auteurs, janvier 2023

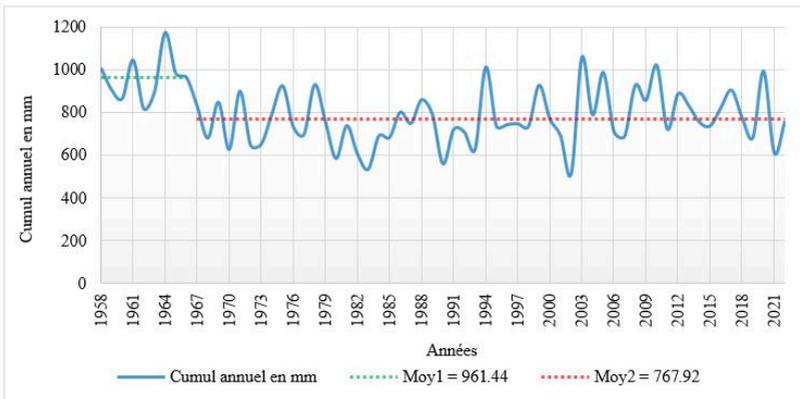
La méthodologie adoptée a produit les résultats suivants.

Résultats et discussions

Caractérisation de la variabilité pluviométrique dans le bassin versant

L'analyse de la variabilité de la pluviométrie au niveau de la station de Tambacounda entre 1958 et 2002 a été mise en évidence par les tests de Pettit et les indices de Lamb. Globalement sur la série, la tendance est positive, car la probabilité de déplacement de la valeur critique du test est de $7,33 \cdot 10^{-2}$. Cependant, cela est non significatif au seuil défini : l'hypothèse nulle est acceptée au seuil de confiance de 95 % mais rejetée au seuil de 90 %. Par ailleurs, les tests statistiques situent la rupture sur la série en 1967. Pour la première période avant la rupture, la moyenne mobile est de 961,44 mm et pour la seconde période, elle est de 767,92. Cette tendance est révélatrice de la variabilité des précipitations au niveau de la station de Tambacounda.

Figure 3. Graphique du test inférentiel de Pettit

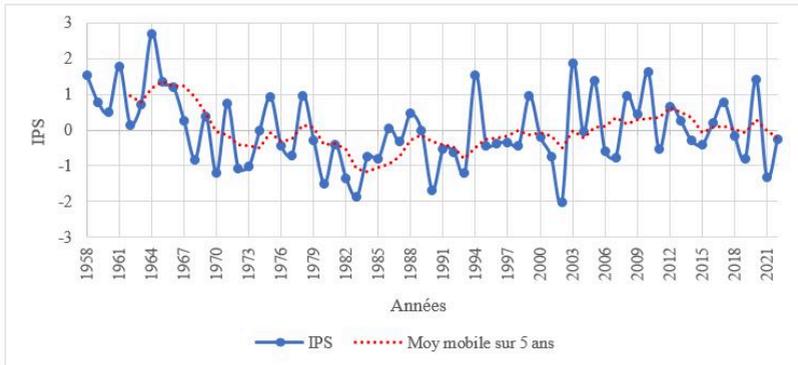


Source : Auteurs, janvier 2023

Estimation des pertes en sols par érosion hydrique à travers les trames bleues du bassin versant de Niaoulé (Sénégal Oriental)

Les indices de Lamb permettent de mieux mettre en évidence cette variabilité pluviométrique.

Figure 4. Variation des indices d'anomalies standardisés de Lamb de la station de Tambacounda de 1958 à 2022



Source : Auteurs, janvier 2024

La figure précédente montre la variation interannuelle des précipitations de la station de Tambacounda entre 1958 et 2022. La courbe bleue présente les précipitations annuelles en indices d'anomalie pluviométrique standardisés, et met l'accent sur les variations interannuelles très fortes. Il constitue un indicateur des grandes fluctuations pluriannuelles de la pluviométrie dans le bassin versant de Ourosogui. Et la courbe rouge indique le lissage des moyennes mobiles à l'échelle de la série temporelle. L'analyse de la figure montre que la séquence 1958-1967 est marquée par une abondance de la pluviométrie au niveau de la station. Vers la fin des années 1960 et le début des années 2000, on note une longue période de sécheresse dans la zone. Cependant, depuis le début des années 2000, on note un retour progressif vers la normale des précipitations avec une forte variabilité temporelle au sein du bassin versant. Un total de 37 années déficitaires a été identifié contre 27 excédentaires au sein de la série (Sow, 2017).

Ces résultats sont en concordance avec les travaux réalisés par de nombreux chercheurs sur les stations sahéliennes qui positionnent tous la rupture vers la fin de cette décennie. Ce retour à des conditions pluviométriques plus abondantes est le??? facteur moteur des phénomènes d'érosion observés dans la partie Sud du Sénégal.

Analyse de la dynamique du ravinement dans le bassin versant

L'ablation des sols au niveau des berges des ravins permet d'estimer l'ampleur de l'érosion hydrique. Le bilan de l'ablation des berges des ravins est obtenu par la différence entre la longueur moyenne entre piquets et berges des ravins (L_i) obtenue lors des dernières mesures (mois de novembre) et la distance choisie pour planter les piquets (0,50 m) le jour des installations (mois de mai). Le tableau 1 ci-dessous présente les résultats des volumes de sols perdus ou déposés par ravin et de l'ablation des berges des ravins.

Tableau 1. Résultats des volumes de sols perdus ou déposés par ravin et de l'ablation des berges des ravins (Source : Auteurs, janvier 2022)

Situations	Ravins	Bilan sédimentaire dans les ravins				
		Longueur (L (m))	Largeur (l (m))	Profondeur (P (m))	Volume (V (m ³))	Ablation (m)
Amont	Ravin 1	0,30	0,08	0,30	720	-0,07
	Ravin 2	0,10	0,10	0,32	320	-0,09
Aval	Ravin 3	0,27	0,14	0,21	7938	-0,16
	Ravin 4	0,38	0,15	-0,23	-13110	-0,13
	Ravin 5	0,35	0,18	-0,40	-25200	-0,20

La saison pluvieuse 2020-2021 a entraîné une ablation des berges des ravins variant entre -0,09 m à -0,20 m. Les valeurs d'érosion obtenues sur les ravins situés en amont du bassin versant sont plus faibles que celles des ravins en aval. En effet, respectivement -7 et -9 cm des ravins 1 et 2 situés dans la partie amont du bassin versant ont été décapés. Pour les

Estimation des pertes en sols par érosion hydrique à travers les trames bleues du bassin versant de Niaoulé (Sénégal Oriental)

ravins 3, 4 et 5 ciblés en aval du bassin, le bilan d'ablation des berges de la réserve sédimentaire s'estime respectivement de -16 cm, -13 cm et -20 cm.

En ce qui concerne les budgets sédimentaires évidés ou accumulés au niveau des têtes des ravins, ils sont également illustrés par le tableau 1. Ce qui ressort de l'analyse de ces résultats est que les deux ravins situés en amont du bassin s'érodent par un creusement de leurs têtes. En effet, la tête du ravin 1 a connu, après les événements pluvieux (2020-2021), un creusement de 30 cm, soit un volume érodé de 720 cm^3 . La ravine 2 a également connu la même dynamique : un creusement de 32 cm correspondant à un volume de sédiments évidés de 320 cm^3 . Par contre, les trois ravins situés en aval se caractérisent par une accumulation de sédiments. Mais une dynamique érosive s'observe au niveau de la tête du ravin 1 avec un creusement de 21 cm traduisant un volume de sédiments décapés de 7938 cm^3 . Les deux autres ravins du groupe se caractérisent par une dynamique de colmatage sur les têtes des ravins. Le ravin 2 s'est comblé de 23 cm avec un dépôt de 1311 cm^3 de particules. Le ravin 3 s'est également colmaté de 40 cm avec un dépôt de 2520 cm^3 .

Illustration 1. Effet de l'érosion hydrique dans le bassin versant du
Niaoulé



Source : Auteurs, juin 2022

Au final, les résultats montrent qu'il y'a érosion sur la tête des ravins situées en amont du bassin, contrairement aux ravins situés en aval dont les têtes adoptent généralement une dynamique de remblaiement. En effet, les processus d'arrachement et de dépôts des sédiments du bassin versant s'expliquent également par le degré de cohésion et les fractions des faciès existants.

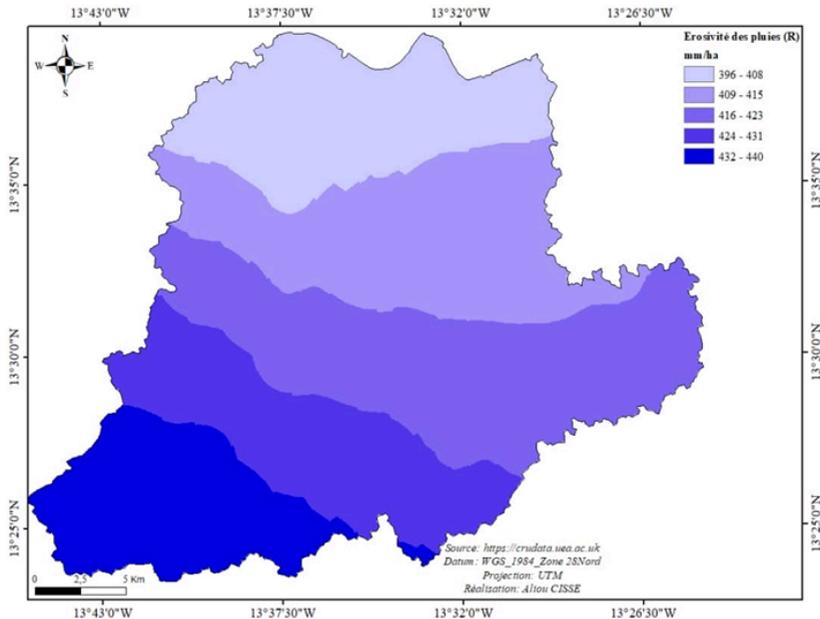
Estimation des pertes en sols par érosion hydrique à travers les trames bleues du bassin versant de Niaoulé (Sénégal Oriental)

Résultats du modèle USLE : analyse et estimation des pertes totales de terres en tonnes par an dans le bassin versant de Niaoulé

Le facteur R : érosivité des pluies

Les résultats issus du traitement des données pluviométriques sont présentés sous le graphique ci-dessous. Il s'agit des indices de l'érosivité des pluies moyennes annuelles.

Figure 5. Carte de l'érosivité des pluies de 2011 à 2020



Source : Auteurs, janvier 2023

D'après ces résultats, l'indice d'érosivité des pluies annuelles de la décennie 2011-2020 varie entre 316,45 (2014) et 431,5 (2017) MJ.mm/ha.h.an (fig. 5) dans le bassin versant du Niaoulé. Sur les dix années (2011-2020), les valeurs d'érosivité des pluies se situent entre 396 et 440 MJ.mm/ha.h.an. L'étude du facteur pluie montre ainsi une importante

variation de l'indice d'érosivité d'une année à une autre. Cette variation s'explique par la forte liaison entre les hauteurs de pluie et l'agressivité des pluies : plus les pluies sont importantes plus elles deviennent agressives sur les sols. Les années les plus pluvieuses enregistrent ainsi les indices d'érosivité les plus élevés.

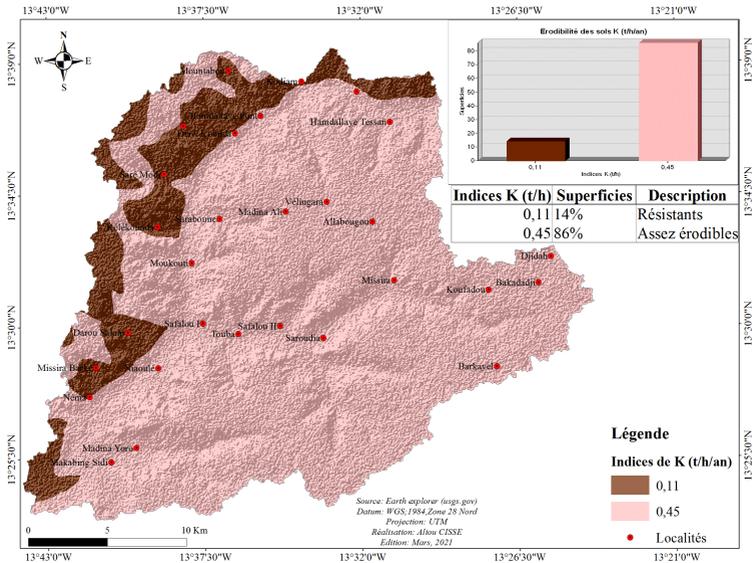
Le facteur K érodibilité des sols

La texture des sols du bassin versant du Niaoulé ainsi que leur teneur en matière organique sont déduites des données extraites de la base de données SOTER et WISE. Le traitement de ces données a abouti à la détermination de la texture (Limon sablo-argileux, Sable limoneux) de chaque type de sol. Avec le pourcentage en dioxyde de carbone (CO), le taux de la teneur en matières organiques (MO) a été déduit pour chaque type de sols de la zone d'étude. Ces résultats nous ont permis de déduire l'indice d'érodibilité (K) des sols du bassin versant du Niaoulé. Avec la texture et la teneur en matière organique de chaque type de sols, ont été déterminées les valeurs de l'érodibilité des sols sur la base de la méthode de Stone et Hilborn (2000).

Les indices d'érodibilité (le facteur K) sont représentés à travers la figure 6 suivante.

Estimation des pertes en sols par érosion hydrique à travers les trames bleues du bassin versant de Niaoulé (Sénégal Oriental)

Figure 6. Carte de l'érodibilité des sols du bassin versant de Niaoulé



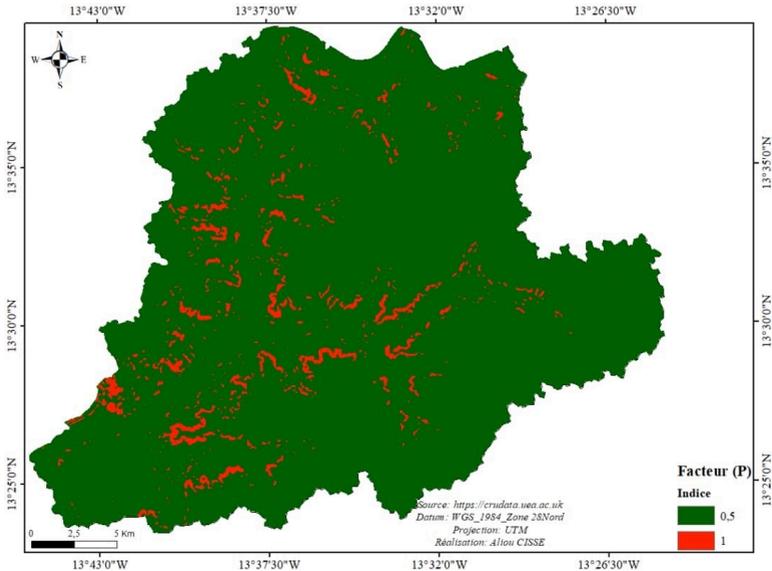
Source : Auteurs, janvier 2023

Sur l'ensemble du bassin versant, 74 % des sols sont modérément sensibles à l'érosion avec des indices d'érodibilité K de 0,45 et les 26 % restantes présentent une érodibilité forte, avec des indices K de 0,11. Les premiers concernent les lithosols, les sols hydromorphes et les sols ferrugineux tropicaux. Les seconds concernent les sols peu évolués et les régosols.

Le facteur LS (indice topographique)

L'influence du facteur topographique dans le processus de l'érosion hydrique s'affirme à travers la longueur et l'inclinaison de pente. Ces indicateurs topographiques interviennent respectivement dans la croissance des pertes en sol (Roose, 1975) et la force érosive des eaux de ruissellement (Le Bissonnais et al., 2002).

Figure 7. Carte du facteur LS (indice topographique) dans le bassin versant de Niaoulé



Source : Auteurs, janvier 2023

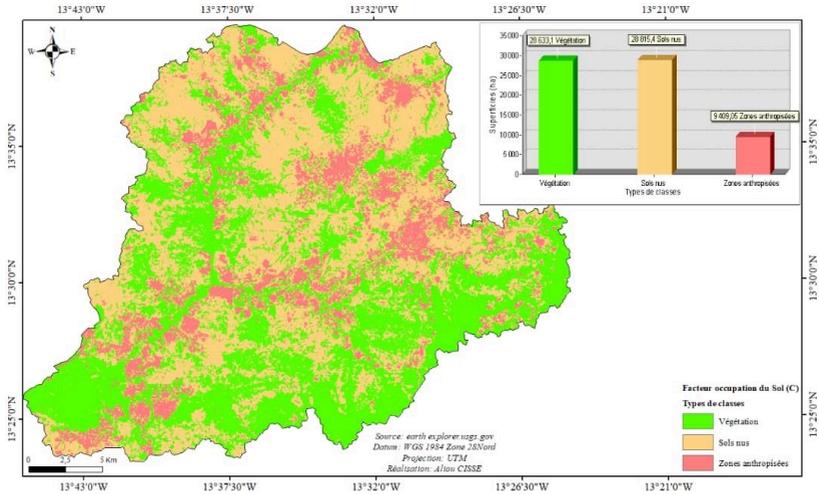
Ces résultats indiquent que le bassin versant est à 97 % très faiblement influencé par le facteur topographique. Les indices 1 correspondent aux crêtes des buttes où la topographie influence les processus d'érosion hydrique. Globalement, seules les bordures des cours d'eau et les buttes (altitude élevée) représentent les sites à érosion linéaire dans le bassin versant du Niaoulé.

Le facteur C : indice de couverture végétale

Le facteur C démontre, à travers les types d'occupation du sol, la vulnérabilité du terrain face à l'érosion hydrique. En tenant compte de la classification de Wischmeier et Smith (1978) fondée sur le recouvrement de la végétation, le facteur C varie de 1 sur sol nu, 1/1000 sous forêt, 1/100 sous prairies et plante de couverture et de 1 à 9/10 sous cultures sarclées.

Estimation des pertes en sols par érosion hydrique à travers les trames bleues du bassin versant de Niaoulé (Sénégal Oriental)

Figure 8. Carte du facteur C dans le bassin versant du Niaoulé



Source : Auteurs, janvier 2023

La figure 8 montre que trois types de couverture des sols sont identifiés dans le bassin versant du Niaoulé. Chacune de ces couvertures est affectée à une valeur selon sa vulnérabilité face à l'érosion hydrique en s'appuyant sur la méthodologie précédemment décrite. Environ, les sols nus et végétation couvrent 43 % chacune et les zones anthropisées 14 % du bassin versant.

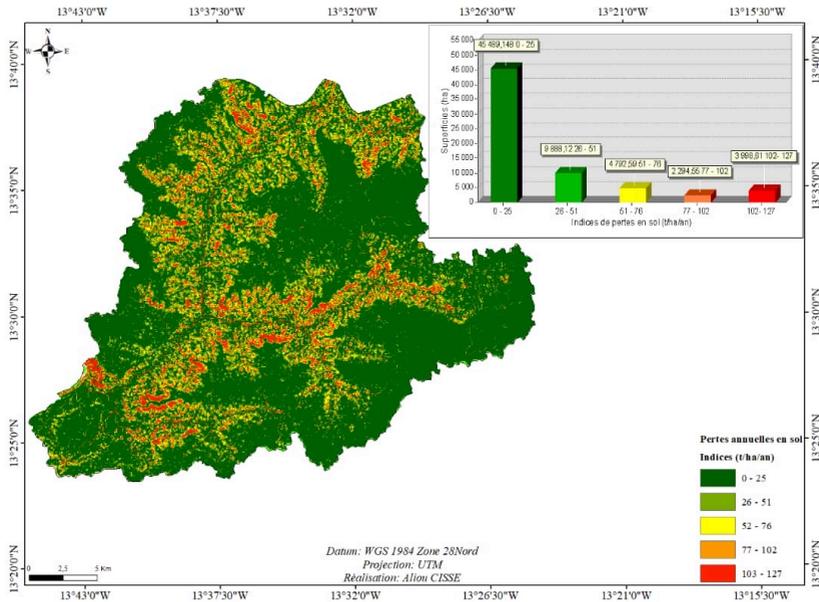
Le facteur P : indice des pratiques antiérosives et culturales

Face à l'érosion hydrique, les agriculteurs ont tendance à utiliser des techniques pour atténuer son intensité. L'ensemble de ces techniques (l'alternance de cultures, la mise en place de terrasses, le labour en courbes de niveau, le buttage...) constituent le facteur P. La collecte d'informations relatives à ces pratiques par le biais d'enquête auprès des agriculteurs et des observations directes sur le terrain révèle une dominance de la culture suivant les courbes de niveau et une absence de pratiques antiérosives. De ce fait, nous avons attribué une valeur égale à 0,1 au facteur pratique antiérosif sur de faibles pentes. La combinaison de l'ensemble de ces facteurs a abouti à l'estimation des pertes en sol dans le bassin versant du Niaoulé.

Estimation des pertes en terres en tonnes /hectares/an : le facteur A

Les pertes en sol (A) sont estimées à partir des différents facteurs du modèle mathématique après intégration dans un Système d'Information Géographique. Ce qui a permis de spatialiser les zones fortement affectées par l'érosion hydrique sous format linéaire dans le bassin versant du Niaoulé.

Figure 9. Le facteur A : pertes en terres en tonnes /hectares/an



Source : Auteurs, janvier 2023

Dans le bassin versant du Niaoulé, les pertes en sol varient entre 25 et 127 t/ha/an. À l'échelle des 5 classes identifiées, la morphodynamique hydrique s'accroît plus sur les pentes fortes comme les talus des vallées et des buttes avec des valeurs comprises entre 77-102 t/ha/an et 103-127 t/ha/an. Les classes faibles 0-25t/ha/an correspondent aux faibles pentes et zones de culture sur le long des cours d'eau et de leurs affluents et sur les zones plates. Pour confirmer nos résultats, nous avons passé

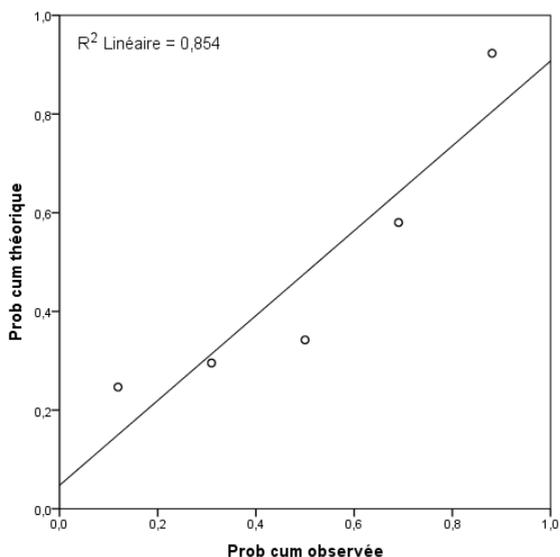
Estimation des pertes en sols par érosion hydrique à travers les trames bleues du bassin versant de Niaoulé (Sénégal Oriental)

à leur validation grâce à l'utilisation de la régression linéaire entre les Log des pixels correspondant aux classes de zones d'érosion sur l'image classifiée, et les moyennes des taux annuelles de pertes en terres par an obtenues sur la même image après avoir mis en œuvre l'équation des pertes en terres. Le tableau 2 et la figure 10 suivants montrent les résultats du test statistique ayant servi à la validation du modèle USLE.

Tableau 2. Validation du modèle USLE par la régression linéaire entre les Log des Pixels et les moyennes des A/t/ha/an (Source : Auteurs, janvier 2024)

R-deux Linéaire	R-deux ajusté	Variation de F	Seuil de significativité	Sig. Variation de F
0,85	0,67	9,22	0,05	0,05
Valeurs prédites : (constantes) <i>LogPixels</i>				
Variable dépendante : <i>A/t/ha/an</i>				

Figure 10. Représentation graphique de la régression linéaire



Source : Auteurs, janvier 2024

L'analyse du tableau 3 montre que les sorties du modèle statistique confirment la robustesse des résultats de l'USLE avec une statistique F de 9,22 au seuil de significativité 0,05. La puissance du modèle des pertes en

terre est aussi confirmée par un R²-ajusté égale à 0,67 et un R²-linéaire à 0,85. Ce qui signifie que les parties classées comme zones d'érosion sur l'image classifiée, et les moyennes des taux annuels de pertes en terres par an obtenues sur la même image après avoir mis en application l'équation des pertes en terres sont très symétriques et présentent une forte analogie.

Discussions

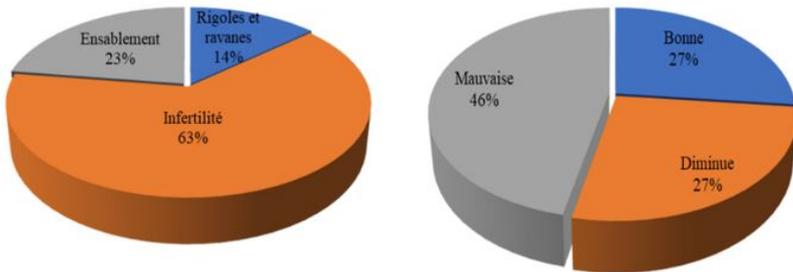
Le bassin versant du Niaoulé est sous l'influence de la morphodynamique hydrique, dont le ravinement et le ruissellement. À cet effet, nos résultats entrent en concordance avec de nombreux travaux ayant été réalisés sur cette problématique. Cette érosion est fortement conditionnée par l'abondance des pluies et la nature du sol. Pareillement aux constats de (Roose, 1987) sur l'érosion hydrique en Afrique de l'Ouest et Centrale, la pluie reste le facteur qui influence le plus l'érosion hydrique dans les bassins versants de par son agressivité. Ces résultats entrent aussi en concordance avec ceux de Roose et Lelong (1976) qui avaient réalisé une esquisse de l'agressivité des pluies avoisinant les isohyètes variant de 100 mm en zone sahélienne à 1000 mm en zone équatoriale. Il a ainsi mis en corrélation les hauteurs de pluies annuelles et les intensités qui forment l'équation de l'érosivité des pluies formulées par Wischmeier et Smith (1978). Les résultats du facteur K montrent une sensibilité des sols (indice de 0,45 par endroit) du bassin versant face à l'érosion hydrique. Ils confirment ainsi les études de la FAO (1992) qui stipulent qu'un sol est faiblement érodible lorsque sa valeur d'érodibilité est dans la classe 0,05 et 0,2 et modérément érodible lorsque sa valeur d'érodibilité est comprise entre 0,25 et 0,4 et fortement sensible à l'érosion lorsque sa valeur d'érodibilité est supérieure à 0,4. Les travaux de Sow (2017) et de Dia (2023) dans des bassins versant de la moyenne vallée du Sénégal confirment également ces observations. L'agressivité des pluies, la

Estimation des pertes en sols par érosion hydrique à travers les trames bleues du bassin versant de Niaoulé (Sénégal Oriental) sensibilité des sols et les pressions anthropiques restent les facteurs qui maintiennent les phénomènes d'érosion hydriques dans cette partie Sud du Sénégal.

Des travaux élaborés dans le Sud-est du Sénégal (Boissy, 2022) dans le département de Saraya et utilisant la même équation USLE ont donné des résultats comparables : des pertes en sols comprises entre 0,01 t/ha/an et 134,64 t/ha/an, soit une moyenne de 33,46 t/ha/an. À l'échelle de la région sahélienne, les travaux de Descroix et *al.*, (2012) réalisés sur des parcelles expérimentales installées sur le bassin versant de Tondi kiboro au Niger ont montré une perte moyenne annuelle des terres de 1,92 t/ha/an. Ceux de Mounirou (2008) dans le bassin versant de Tougou au Bourkina Faso faites sur des parcelles de 150 m² avec la méthode USLE entrent aussi en concordance avec ces observations. Ils estiment des pertes de terres qui peuvent aller au-delà de 3t/ha/an. Cette similitude avec nos résultats pourrait s'expliquer par le fait que ces zones présentent des caractéristiques physiographiques similaires avec le bassin versant de Niaoulé.

Cette morphodynamique hydrique est sans incidences dans le bassin versant : paysages agraires, infrastructures le long du continuum fluvial, etc. Ce que confirment les travaux de Cissé (2022) dans le même bassin versant à travers des enquêtes de vulnérabilité qu'il avait effectuées dans des localités de la zone d'étude.

Figure 11. Effet de l'érosion hydrique et qualité de la fertilité des sols du bassin versant de Niaoulé



Source : enquêtes de terrain Auteurs, août 2022

Les sols lessivés et balayés par les eaux de pluie sont progressivement vidés des éléments nutritifs nécessaires à leur régénération et à leur rentabilité. Environ 63 % des réponses accusent l'infertilité des sols comme effet de l'érosion hydrique; 23 % l'ensablement et 14 % l'augmentation des rigoles et ravins. Un total de 46 % des ménages exploitent des champs agricoles dont la fertilité est mauvaise contre 27 % de ménages qui qualifient la fertilité de leurs champs en bon état.

La morphodynamique hydrique est aussi responsable de la dégradation des infrastructures routières et de l'affleurement de la cuirasse ferrugineuse par endroits, compromettant ainsi les constructions servant d'habitations humaines. Ceci est aussi confirmé par les travaux de Sow (2020).

Illustration 2. Pont dégradé par érosion hydrique



Source : Auteurs, août 2022

Conclusion

Le contexte géomorphologique du bassin versant du Niaoulé fait qu'il reste très vulnérable à la morphodynamique hydrique avec comme conséquence toutes les formes d'érosion hydrique visibles en zone continentale. Les mesures effectuées sur le terrain à travers l'évolution des ravins et la mise en pratique de l'équation universelle des pertes en terres ont respectivement servi à démontrer l'ampleur du phénomène érosif dans le milieu. La saison pluvieuse 2020-2021 a entraîné une ablation des berges de ravins variant entre -0,09 m à -0,20 m. Les valeurs d'érosion obtenues sur les ravins situés en amont du bassin versant sont plus faibles que celles des ravins en aval. Quant aux pertes annuelles de terres, elles varient entre 25 et 127 t/ha/an et affectent négativement les paysages agraires. La carte synthétique de l'équation universelle des pertes en terres est un outil d'aide à la planification des stratégies antiérosives car elle procure des données relatives aux sujets d'érosion et d'accueil des milieux très affectés par cet aléa naturel.

Références

- Batjes, Niels. 2008. Soil parameter estimates for Senegal and the Gambia derived from SOTER and WISE. *SOTWIS-Senegal, ver. 1.0*.
- Boissy, René, Mamadou Ndiaye, Moïse Diatta et Maguette Mbaye. 2022. Utilisation d'un SIG pour l'évaluation et la cartographie des risques d'érosion hydrique par l'Equation Universelle des Pertes en sol Révisée (RUSLE) dans le Département de Saraya (Sénégal). *Vertigo – la revue électronique en sciences de l'environnement*, 22(2). Doi : 10.4000/vertigo.38034.

- Cissé, Aliou. 2022. *L'érosion et ses impacts dans le bassin versant du Niaoulé à Gouloumbou*. Mémoire de master en Géographie, Université Cheikh Anta Diop de Dakar.
- Centre de Suivi Ecologique. 2017. *Rapport sur l'état de l'environnement au Sénégal*. <https://www.cse.sn/>
- Descroix, Luc, Ibrahim Mamadou, Moussa Malam Abdou, Abba Bachir, Ibrahim Bouzou Moussa et al. 2012. État des lieux et proposition de restauration des sols sur le Bassin versant de Tondi Kiboro (Niger). Dans É. Roose, H. Duchaufour et G. De Noni (éds), *Lutte antiérosive: Réhabilitation des sols tropicaux et protection contre les pluies exceptionnelles, Colloques et séminaires* (p. 758). Marseille : IRD Éditions.
- Dia, Amadou Tidiane, Ndiaye, Papa Malick, Sougou, Abdoulaye et Sy, Boubou Aldiouma. 2023. Analyse des déterminants physiques et suivi de la dynamique des écoulements pluviaux liés au ravinement en milieu sahélien : Bassin versant de Ogo (Nord-est du Sénégal). *Espace Géographique et Société Marocaine*, 1(71), 1-22.
- Duchemin, Marc, Marius Lachance, Guy Morin, et Robert Lagacé. 2001. « Approche géomatique pour simuler l'érosion hydrique et le transport des sédiments à l'échelle des petits bassins versants ». *Water Quality Research Journal*, 36(3), 435-473. Doi : 10.2166/wqrj.2001.026.
- Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) et Groupe Technique intergouvernemental sur les sols (ITPS). 2015. *Rapport sur l'Etat des ressources en sols dans le monde : résumé technique*. <https://www.fao.org/global-soil-partnership/resources/highlights/detail/fr/c/215223/>
- Le Bissonnais, Yves, Thorette, Jacques, Bardet, Cécile et Daroussin, Joël. 2002. *L'érosion hydrique des sols en France*. France : IFEN.
- Moore, I. D., et G. J. Burch. 1986. Modelling erosion and deposition: topographic effects. *Transactions of the ASAE*, 29(6),1624-1630.

- Estimation des pertes en sols par érosion hydrique à travers les trames bleues du bassin versant de Niaoulé (Sénégal Oriental)
- Mounirou, Lawani A. 2012. *Étude du ruissellement et de l'érosion à différentes échelles spatiales sur le bassin versant de Tougou en zone sahélienne du Burkina Faso: quantification et transposition des données*. Thèse de doctorat, Université Montpellier 2.
- Roose, Eric. 1977. *Erosion et ruissellement en Afrique de l'Ouest, vingt années de mesures en parcelles expérimentales*. Éditions de l'Office de la recherche scientifique et technique outre-mer.
- Roose, Eric. 1975. Application de l'équation de prévision de l'érosion de Wischmeier et Smith en Afrique de l'Ouest. *Communication au colloque sur la conservation et aménagement du sol dans les tropiques humides, Adiopodoumé*. 30 MAI /4 Juillet.
- Roose, Eric. 1987. Gestion conservatoire des eaux et de la fertilité des sols dans les paysages soudano-sahéliens de l'Afrique Occidentale. *Proceedings of an International Workshop*, 27, 7-11
- Roose, Eric, et Lelong, F. 1976. Les facteurs de l'érosion hydrique en Afrique Tropicale. Études sur petites parcelles expérimentales de sol. *Revue de géographie physique et de géologie dynamique*, 18(4), 365-374.
- Sow, Amadou Abdoul. 2014. Le Niaoulé et son bassin: étude hydrologique. *Sciences Humaines*, 1(002), 201-226.
- Sow, Seydou Alassane. 2017. Résultats du suivi 2014-2016 de l'évolution de la morphodynamique hydrique par ravinement dans le bassin versant de Ourossoqui (Nord du Sénégal). *Revue Marocaine de Géomorphologie*, 1, 78-94.
- Sow, Seydou Alassane. 2020. Caractérisations granulométrique et paléo-environnementale d'un bassin versant à forte dynamique structurale par ravinement: le bassin versant de Ourossoqui, Nord du Sénégal. *Revue Marocaine de Géomorphologie*, 4, 24-40.
- Stone, Robert P. et Hilborn, David. 2000. *Universal Soil Loss Equation*, USLE. Ontario Ministry of Agriculture, food and Rural Affairs (OMAFRA).

Seydou Alassane SOW, Aliou CISSÉ et Mar GAYE

Wischmeier, Walter H. et Dwight, David Smith. 1978. *Predicting Rainfall Erosion Losses: A Guide to Conservation Planning*. Department of Agriculture, Science and Education Administration.

Seydou Alassane SOW

Enseignant-chercheur, Université Cheikh Anta Diop de Dakar, Faculté des Lettres et Sciences Humaines, département de Géographie, email : sowseydoualassane@yahoo.fr

Aliou CISSÉ

Doctorant, Université Cheikh Anta Diop de Dakar, Ecole Doctorale Eau Qualité et Usage de l'Eau, email : cissealiou140395@gmail.com

Mar GAYE

Doctorant, Université Cheikh Anta Diop de Dakar, Ecole Doctorale Eau Qualité et Usage de l'Eau, Laboratoire Leidi (Dynamique des Territoires et Développement) mar.gaye91@gmail.com

ISSN : Version imprimée

1840-9865

ISSN : Version en ligne

2630-144X

En ligne à :

https://www.revues.scienceafrique.org/naaj/texte/sow_cisse_gaye2024/

Pour citer cet article : SOW, Seydou Alassane, CISSÉ, Aliou et GAYE, Mar. 2024. Estimation des pertes en sols par érosion hydrique à travers les trames bleues du bassin versant de Niaoulé (Sénégal Oriental) dans

Estimation des pertes en sols par érosion hydrique à travers les trames bleues du bassin versant de Niaoulé (Sénégal Oriental) un contexte de variabilité pluviométrique. *NAAJ. Revue africaine sur les changements climatiques et les énergies renouvelables*, 3(1), 99-131.
DOI : 10.46711/naaj.2024.3.1.5



Valorisation des interstices urbains à travers l'horticulture ornementale à Dakar : acteurs et retombées socio-économiques

IBRAHIMA NDIAYE, IBRAHIMA FAYE DIOUF, DANIEL GOMIS ET SIDIA DIAOUMA BADIANE

Résumé :

L'espace public dans la région de Dakar est approprié pour des pratiques économiques et entrepreneuriales, parmi lesquelles l'horticulture ornementale. Ce sont des interstices urbains qui sont valorisés et qui offrent à l'activité agricole des possibilités de déploiement pour répondre à des besoins économiques et sociaux. L'horticulture ornementale est une forme d'agriculture urbaine, pratiquée et vécue dans une agglomération par des agriculteur-trices et des habitant-es à l'échelle de la vie quotidienne. Elle répond à des fonctions économiques et sociales croissantes pour les acteur-trices concerné-es. Dans la région de Dakar, l'horticulture ornementale s'est imposée malgré tout dans le paysage urbain. Son marquage spatial est manifeste et constitue un marché émergent et un enjeu de sécurité alimentaire. Elle génère une forme particulière de l'agriculture urbaine, marquée par la précarité et l'informalité du fait des contraintes foncières. Cette étude se propose de caractériser l'horticulture ornementale dans les interstices urbains

Ibrahima NDIAYE, Ibrahima Faye DIOUF, Daniel GOMIS et Sidia Diaouma
BADIANE

dans 17 communes de la région de Dakar. Elle permet de comprendre les enjeux économiques et les processus de négociation des acteurs afin de pérenniser leurs activités dans l'espace urbain.

Mots-clés : agriculture, Dakar, économie, entrepreneuriat, espace public, horticulture ornementale, urbain

Abstract :

Public space in the Dakar region is used for economic and entrepreneurial practices, including ornamental horticulture. These are urban interstices that are being developed, offering agricultural activity opportunities to meet economic and social needs. Ornamental horticulture is a form of urban agriculture, practised and experienced in a conurbation by farmers and residents on a daily basis. It fulfils a growing number of economic and social functions for the players involved. In the Dakar region, ornamental horticulture has nevertheless become an integral part of the urban landscape. Its spatial impact is clear, and it is an emerging market and a food security issue. It generates a particular form of production, marked by precariousness and informality due to land constraints. This study sets out to characterise ornamental horticulture in the urban interstices of 17 communes in the Dakar region. It will enable us to understand the economic stakes involved and the negotiation processes used by stakeholders to secure the long-term future of their activities in the urban environment.

Keywords : Agriculture, economy, entrepreneurship, ornamental horticulture, public space, urban

Résumé (wolof) :

Barab bu ñépp bokk ci diwaanu Dakar baaxna lool ci wàllu koom-koom ak liggéey, lu ci melni jardinier ornementaal. Lii barabi taax yu am solo la, di barab yu bari ay liggéeyu mbay mi, ngir mëna faj soxlay koom-koom ak askan wi. Jardinu dekoraasioŋ xeetu mbay mi la ci dëkki taax, baykat yi ak ñi dëkk ci dëkk taax yi ñoo koy jëfandikoo bis bu nekk (Nahmias ak Le Caro, 2012). Dafay tontu ci liggéey yu mag yi ci wàllu

Valorisation des interstices urbains à travers l'horticulture ornementale à Dakar : acteurs et retombées socio-économiques koom-koom ak askan wi ci wàllu koom-koom ak askan wi. Ci diwaanu Dakar, jardinier ornamental mingi taxaw bu baax ci paysage urbain bi. Màrku barab bi dafa leer, te dafay màndargaal marse buy yewwu ak jafe-jafe kaaraange dundu (Dieng et al., 2020). Dafay jur benn jëmm bu amul benn werante, buñu màndargaale ci ñàkka wóolu ak ñàkka wóor ndax suuf su bariwul. Gëstu bii dafa bégga xamme jardinier ornamental yi ci barabi dëkk yu mag yi ci 17 komine ci diwaanu Dakar. Daf nuy may nu xam jafe-jafe koom-koom gi ak ni ñiy yëngu di doxalee ngir mëna wéyal seen liggéey ci biir dëkk taax yi.

Mots-clés (wolof) : barab bu ñépp bokk, Dakar, dëkk, jardinu taaral, koom, liggéeykat, mbay mi ci dëkk

Historique de l'article

Date de réception : 30 mars 2024

Date d'acceptation : 23 septembre 2024

Date de publication : 31 décembre 2024

Type de texte : Article

Introduction

Au Sénégal, notamment dans la région dakaroise, le lien entre l'agriculture et la ville est analysé par des travaux de géographes depuis les années 1970 (D iongue, 2010). Le curseur est mis sur la diversité des systèmes agricoles urbains et périurbains et leur capacité à nourrir la ville, mettant ici l'accent sur sa fonction nourricière. Ces travaux d'Arnaud (1970), de D ubrèsson (1979), Bellot et D enis cités par D iongue (2010), ont analysé les circuits d'approvisionnement et les structures d'encadrement (Ngom *et al.*, 2017). Aujourd'hui, la multifonctionnalité de l'agriculture urbaine

(AU) et les contraintes liées au processus de métropolisation de la région de Dakar retiennent davantage l'attention (Ngom, 2017, Diouf, 2020). Ce processus de métropolisation s'accompagne d'une compétition autour du foncier, engendrant un effet paradoxal (D iop, 2023), une baisse progressive des espaces agricoles (Ba *et al.*, 2023) et une demande croissante en produits agricoles. Dans ce contexte, la pérennisation de l'agriculture intra-urbaine est un défi à la fois alimentaire, environnemental mais aussi économique. L'agriculture joue un rôle essentiel dans le marché de l'emploi en milieu urbain (Chaléard, 2023). Dans la région de Dakar, elle participe à la réduction du chômage et à l'assainissement de la ville par le recyclage des déchets organiques (Touunkara, 2015, Ndienor cité par Ba, 2023). Malgré la présence des Niayes qui favorise le développement du maraîchage et de l'arboriculture, grâce à la présence de vallées asséchées, parsemées de lacs, la place de l'agriculture dans la région de Dakar est en sursis et elle se fait dans une grande précarité (Ba, 2023). La dynamique démographique¹, dans un contexte de métropolisation avec de grands travaux d'infrastructures urbains, réduit drastiquement les espaces agricoles dans la région.

Malgré tout, des initiatives demeurent et se déploient dans les interstices urbains, des espaces résiduels non bâtis de l'aménagement (Tonnelat, 2003). Ce sont des espaces publics appropriés par des tiers pour y développer des activités économiques. Elles peuvent prendre la forme d'une agriculture de plantes ornementales. Ce secteur de l'agriculture urbaine se positionne dans la production et la commercialisation de plantes, de fleurs et d'accessoires. Il représente un enjeu important en termes de création d'emplois, de revenus au profit de plusieurs acteurs et en termes d'environnement, d'amélioration du cadre et de la qualité de vie dans les villes (Radji *et al.*, 2010).

En effet, avec un déficit de planification de l'espace urbain dakarois, cumulé à une densité importante (7 277 hab./km²), les interstices urbains deviennent des supports d'activités économiques. Roux (2015) insiste sur

1. Capitale du Sénégal, Dakar est un espace métropolitain qui regroupe près du quart de la population sénégalaise en 2023, 4.004.427 habitant-es (ANSD, 2024).

Valorisation des interstices urbains à travers l'horticulture ornementale à Dakar : acteurs et retombées socio-économiques

la convoitise des interstices urbains avec une hausse des initiatives visant à la réappropriation de ces espaces, notamment avec l'horticulture ornementale.

Comment l'horticulture ornementale s'inscrit dans l'espace urbain dakarois? Quels sont les acteurs qui la portent, pour quels enjeux économiques? Cette contribution se propose d'analyser la place de l'agriculture dans l'espace public à travers le déploiement de l'horticulture ornementale. Il s'agit d'analyser les pratiques socio-spatiales des agriculteurs dans l'espace urbain, en termes de stratégies d'adaptation, autour de pratiques quotidiennes déployées pour maintenir leur activité en ville (Robineau *et al.*, 2014). Il s'agit aussi de mettre en lumière les apports économiques de cette activité pour les pratiquant-es.

Nous formulons l'hypothèse qu'au-delà des enjeux économiques en termes de créations d'emplois, le secteur de l'horticulture ornementale est aussi mobilisé comme un levier important dans l'aménagement urbain à travers un processus de végétalisation de l'espace urbain².

Dans une première partie, une caractérisation des espaces de culture ornementale dans la région de Dakar sera faite. Une seconde partie mettra en lumière les logiques individuelles et collectives des acteurs du secteur. Une dernière partie portera sur les apports économiques en termes de création d'emplois.

Méthodologie

La place de l'horticulture ornementale dans l'espace urbain est analysée en termes d'accès et de privatisation de l'espace public. Les travaux de De Magalhaes (2010) offrent une lecture des pratiques des acteurs, à travers les notions de « *right of access* », le « *right of use* » et « *ownership/control* » (Clément et Soulard, 2016). La notion d'accès est déclinée par

2. Le plan d'occupation du sol du plan directeur horizon 2035 prévoit 18,5 % pour la promotion de la végétalisation de l'espace urbain.

Benn et Gaus (Li *et al.*, 2022, p. 481) en « accès physique aux espaces, l'accès aux activités et à l'interaction, l'accès à l'information et l'accès aux ressources » (notre traduction). Cette grille permet d'appréhender les stratégies de déploiement de l'horticulture ornementale dans l'espace urbain dakarois et les logiques d'appropriation et de valorisation de l'espace public. En s'appuyant sur un travail d'enquête, cette étude a pour objectif de rendre compte des pratiques spatiales et des logiques économiques individuelles et/ou collectives observables dans la région de Dakar.

En raison du manque de données statistiques, on a procédé dans un premier temps par une prospection dans la région pour faire l'état des lieux des stations horticoles afin de collecter les premières données sur les acteurs potentiels de l'horticulture ornementale. Ce travail préalable a permis d'établir une base correcte d'échantillonnage pour les enquêtes auprès des producteurs. Le choix des sites enquêtés a été fait en prenant en compte la localisation dans les différentes communes selon un gradient centre-périphérie.

Valorisation des interstices urbains à travers l'horticulture ornementale à Dakar : acteurs et retombées socio-économiques

Commune	Exploitations recensées	Exploitations enquêtées
Dalifort	50	23
Fass Gueule-Tapée-Colobane	11	2
HLM	42	17
Yoff	32	16
Ngor	35	13
Grand-yoff	42	15
Mermoz sacré-cœur	30	12
Ouakam	60	28
Hann bel-air	102	44
Patte d'Oie	87	31
Pikine	26	8
Wakhinane nimzatt	2	1
Rufisque	7	3
Mbao	18	4
Plateau	3	3
Point E	7	3
Golf sud	26	6
Total : 17	580	229

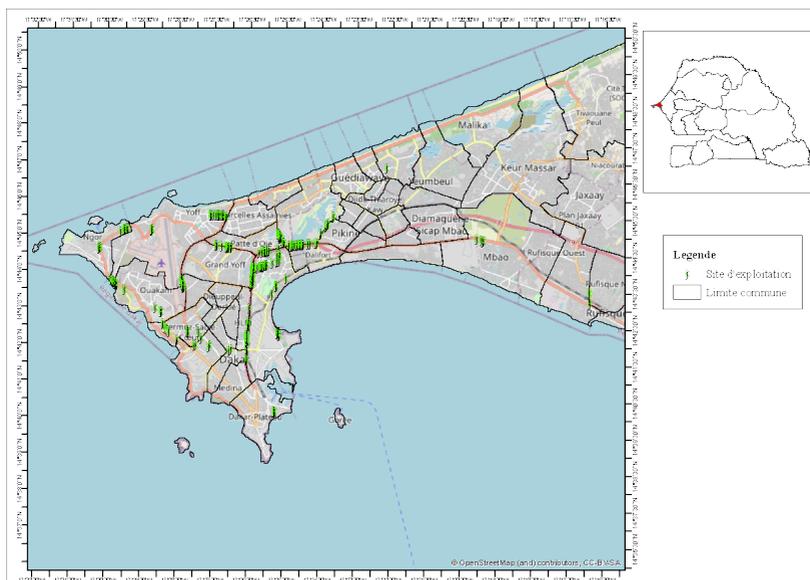
Tableau 1. Recensement des exploitations (source : Ibrahima Ndiaye, 2021)

Sur une base de 580 stations horticoles recensées, réparties sur 17 communes, 229 pépiniéristes ont été enquêtés dans la région de Dakar. Les données sont collectées à l'aide de questionnaires destinés aux producteurs. Les enquêtes de terrains ont permis de renseigner sur le profil socio-professionnel des producteurs, les facteurs de production, les stratégies de déploiement dans l'espace urbain et les retombées socio-économiques du secteur de l'horticulture ornementale. L'analyse du profil socio-économique permet de comprendre les catégories d'acteurs présents dans le secteur et les logiques spatiales et économiques. Elle permet aussi de comprendre les pratiques économiques et entrepreneuriales.

Horticulture ornementale dans l'espace public dakarois

Les périmètres horticoles épousent les voies de communications terrestres, le long de l'accès principal (*route de Ouakam, route de l'aéroport*) et des autoroutes (*autoroute Seydina Limamoulaye*). Certaines exploitations sont localisées plus précisément autour des Cimetières (*Cimetière Musulman de Yoff, celui de Saint Lazare De Bétanie*), des Écoles (*Centre de Formation Professionnelle Horticole de Camberène, Ecole Nationale de Police*), des Entreprises (*Senelec, ONAS*), autour des Points d'eaux (*Réserve Naturelle Urbaine de la Grande Niayes de Pikine et dépendance, le Lac de mariste*) (Cf. carte 1).

Carte 1. Répartition des pépinières dans la région de Dakar



Source : DTGC 2014 / projection: WGS 84 Zone 28 N / réalisateur : Ibrahima Ndiaye

Valorisation des interstices urbains à travers l'horticulture ornementale à Dakar : acteurs et retombées socio-économiques

Les sites horticoles sont situés essentiellement dans le département de Dakar, notamment dans les communes situées dans la zone des Niayes. En effet, les espaces horticoles sont inégalement répartis dans la capitale sénégalaise, ainsi les communes de Hann bel air, Patte d'Oie et Grand Yoff occupent respectivement 61 % des superficies horticoles d'ornement. Ces communes se situent dans la zone éco-géographique des Niayes de la région de Dakar qui, par ses caractéristiques écologiques (adoucissement du climat, hydromorphie des sols, formations végétales d'affinité guinéenne, etc.) (Badiane et Mbaye, 2018), offrent des conditions favorables au développement de l'agriculture urbaine. Les autres stations sont disséminées dans les autres communes du département de Dakar, les communes de Ouakam 5 % (4960 m²), et HLM 4 % (3564 m²) occupent 16 % des surfaces; elles participent à l'évolution de la filière.

Enfin, Point E 1 %, Plateau 0,021 %, Rufisque 0,48 %, Wakhinane nimzatt 0,32 %, Pikine 2 %, Mermoz sacré-cœur 3 %, Yoff 3 % Ngor 3 % et Fass Gueule-Tapée Colobane totalisent 15 % de la surface totale. Les résultats d'enquêtes ont permis d'estimer la surface moyenne des stations horticoles par exploitation à 251 m². L'importance du nombre de sites dans l'espace urbain fait de cette pratique une activité importante du paysage urbain dakarois. Ce sont des portions de l'espace public qui sont appropriées pour des pratiques économiques et entrepreneuriales. Ces interstices urbains offrent à l'activité agricole des possibilités de déploiement pour répondre à des besoins multiples : une création de revenus pour les producteurs, des espaces verts dans les communes concernées et une diversité d'offres de plantes ornementales pour les habitants de la région de Dakar.

Le choix des sites de production de plantes ornementales se justifie par la situation stratégique de ces espaces qui offrent une disponibilité foncière et présentent moins de risques de déguerpissement selon les acteurs interrogés. La disponibilité du foncier constitue le véritable problème pour le développement du secteur de l'horticulture ornementale à Dakar. Les interstices situés dans les accotements, à moins de 5 m de la chaussée, aux alentours des équipements publics présentent, de l'avis des pratiquants, moins d'emprises sur l'espace public et favorisent

Ibrahima NDIAYE, Ibrahima Faye DIOUF, Daniel GOMIS et Sidia Diaouma BADIANE

une pérennité de leur activité. Ces espaces publics sont aménagés pour répondre aux besoins de la clientèle. D e par leur localisation, les territoires horticoles sont, aux yeux des exploitants, des espaces-ressources appropriés.

Planche 1. Culture de fleurs sur les accotements, Route de Ouakam³, 2023



Source : Ibrahima Ndiaye, 2023

Ces espaces horticoles sont présentés par les acteur·trices comme des « espaces verts » participant à l’embellissement de la ville. Ces dernier-es justifient leur présence dans l’espace public par cette fonction spécifique à la ville. Cette représentation positive de leur place dans l’espace urbain dénote avec la perception encombrante des autres activités informelles (garages, menuiseries, commerces...). Ces acteur·trices de productions urbaines participent à un processus de végétalisation le long des trottoirs et offrent des externalités positives à la ville. Les stations horticoles sont des espaces de biodiversité végétale, qui sont mis en scène dans l’espace public. Le soin accordé à l’agencement des plantes et des fleurs, selon la taille, les couleurs, les associations de variété de plantes, crée une cohérence visuelle assumée. Cette stratégie répond à la fois à une logique économique mais aussi de démarcation avec les autres activités économiques qui se déploient dans l’espace urbain. C’est une démarche qui s’apparente à une stratégie de négociation voire de consolidation de la place de ces acteur·trices dans l’espace urbain. L’horticulture ornementale, malgré les contraintes foncières, entretient ainsi une

3. Station horticole sur la route de Ouakam localisés entre le trottoir et le mur de clôture de l’école supérieur d’économie appliquée de Dakar (ESEEA). L’occupation de l’espace se fait sur la longueur, entre 1,5 m à 2 m de large sur 40 à 50 m de long. La plaque indique à la fois la fonction de végétalisation de la ville mais aussi les offres de livraisons à domicile pour les clients.

Valorisation des interstices urbains à travers l'horticulture ornementale à Dakar : acteurs et retombées socio-économiques

relation forte avec la ville. Elle participe à la production de la ville en se déployant dans quasiment toutes les communes de la région de Dakar. Elle repose aussi sur la captation de la rente économique liée à la ville.

Les différentes formes d'agriculture répondent aux multiples fonctions : production de revenus, création des emplois, construction du paysage, absorption des déchets organiques urbains, récréation du lien social (Aubry, 2014). Ces pratiques informelles, développées par des acteur-trices opérant normalement en dehors du cadre légal et réglementaire d'un pays (Loayza cité par Nicolini *et al.*, 2019), répondent à des logiques socio-spatiales multiples.

Les acteur-trices de l'horticulture ornementale : entre logique individuelle et inscription dans des solidarités partagées

Le développement de l'horticulture ornementale comme activité marchande dans la ville de Dakar est une stratégie de renforcement des ressources financières des producteurs. Ces acteur-trices ont des niveaux académiques relativement faibles et peu de perspectives d'inscription dans les secteurs formels.

41 % des acteur-trices de secteurs interrogés affirment être « analphabètes » et 24 % ont le niveau primaire. C'est un profil essentiellement masculin (97 %) avec une cohabitation intergénérationnelle. En effet, les classes d'âge présentes oscillent entre 20 et plus de 50 ans. Le sex-ratio en faveur des hommes s'explique par la pénibilité du travail, essentiellement manuel, mais aussi par les contraintes sociales que subissent les femmes (Ba, 2017). En Afrique, un ensemble de croyances cantonnent la femme à un rôle de fille, d'épouse, de mère et grand-mère, et de ménagère avant d'être entrepreneure (Diop *et al.*, 2022). Mais, aujourd'hui, elles trouvent leur place dans l'agriculture

urbaine et développent des formes des pratiques agricoles autour du micro jardinage, quelquefois dans des systèmes de production hors sol et intra-domestique (Ba, 2017).

Les stations horticoles sont des espaces de coprésence avec une cohabitation de populations de diverses origines; une différence ethnolinguistique parmi les acteur-trices avec une prédominance de la communauté Sérère. Ces derniers représentent 83,4 %. Les 16,6 % restants sont composés de Diola, de Wolof, de Peules... Issus majoritairement du bassin arachidier en crise, les exploitants Sérères⁴ mobilisent leur capital culturel, leur savoir-faire lié à la pratique de la terre. Les réseaux de proximité inter-villageois de solidarité facilitent l'installation des nouveaux venus. Les acteur-trices interrogé-es affirment s'appuyer sur un réseau de connaissance à leur début pour le choix des sites, dans l'inscription dans la filière (achat des fleurs, fabrication de la fumure organique, confection des pots de fleurs...).

Les enquêtes révèlent que les producteurs jugés "qualifiés", ayant acquis des compétences à la suite d'une formation certifiante, sont minoritaires avec 11 % contre 89 % pour ceux qui n'ont pas suivi une formation en horticulture. L'expérience des agriculteur-trices vient de l'observation et de l'apprentissage, d'abord en tant qu'ouvrier-es dans les pépinières et, ensuite, par le biais de la création de leur propre station horticole. La faiblesse du niveau académique est compensée par l'expérience dans la pratique.

Un pourcentage de 88 % se considère « non qualifié » en raison d'une absence de diplôme en horticulture. C'est ce qui explique leur recours au renforcement des capacités. 11 % de l'effectif total ont bénéficié de formation au niveau du Centre de formation professionnelle horticole (CFPH) de Cambérène ou du Centre d'Initiation et de Perfectionnement dans les métiers de l'Agriculture (CIPA) de Mbao. Ces centres disposent d'une reconnaissance par une attestation de technicien horticole de leur savoir-faire. Un processus de professionnalisation du secteur qui est de

4. La tradition agropastorale est reconnue en « pays Sereer », c'est une communauté porteuse d'une culture d'essence rurale (Pélissier, 1966).

Valorisation des interstices urbains à travers l'horticulture ornementale à Dakar : acteurs et retombées socio-économiques plus en plus concurrentiel. Deux statuts émergent, des producteurs « entrepreneurs » qui disposent des moyens de recruter un « Sarga »⁵. Près de 59 % emploient une main d'œuvre saisonnière. La pluriactivité est très présente chez certain-es acteur-trices de la filière. Près de la moitié d'entre eux et elles, (57 %) cumulent, avec la production des plantes ornementales, une deuxième activité. Il s'agit de travaux d'entretien de jardins dans la ville (entretien des haies, des arbres, le débroussaillage) et parfois un travail de plantation dans les maisons familiales, dans des espaces publics communs (universités, ronds-points...), ou chez des privés (hôtels, des entreprises, des écoles). Cette diversification des sources de revenus participe de la consolidation de l'activité économique.

Ces acteur-trices s'inscrivent à la fois dans des logiques individuelles de productions et de ventes de plantes et de fleurs mais aussi dans des formes de solidarité. Les exploitants déclarent majoritairement gérer individuellement leur espace, soit 87 % d'entre eux. Certains (12 %) sont dans des logiques associatives. Il s'agit des Associations (3 %), de l'Association des Fleuristes Exploitants des Niayes (AFEN), "*Guayou Bakh yi*", "*Bokkou Diome*" etc., mais aussi des GIE (8,73 %) comme les Cycas basé à Ouakam, le GIE Groupement des jardiniers des Almadies, le GIE "*Diappal ma Diappou*" et enfin des Entreprises (0,87 %) "*Toolu yaye fati*" et "*Senegal jardin*." Cette situation s'explique souvent par le fait que la plupart des exploitations est installée sur l'emprise des routes et ne dispose pas de permis d'occupation. La forte croissance urbaine de la ville de Dakar et les enjeux économiques autour de la commercialisation des produits d'ornements poussent les acteur-trices à développer des stratégies de défense des intérêts de la filière dans un espace urbain aux pratiques concurrentielles. Les associations assurent un rôle de médiation, à travers des négociations avec les acteurs publics, les municipalités, afin d'asseoir la durabilité de la filière. Elles participent à la légitimation de la pratique dans l'espace urbain. L'approche collective

5. Sarga : en wolof, le terme Sarga « serviteur » renvoie à un ouvrier agricole, recruté à temps partiel et/ou payé à la tâche.

participe à une dynamique de mise en réseau en facilitant à ses membres l'accès aux ressources importantes pour la filière, les pépinières, l'accès à l'eau et à la fumure organique.

Dans l'espace dakarois, cette forme d'agriculture urbaine constitue un important levier de développement, c'est un secteur d'activité qui remplit plusieurs fonctions, notamment la réduction du chômage en offrant des revenus aux acteur·trices de la filière (nombre d'emplois et caractéristiques de ces emplois). Elle participe à la stratégie d'inscription urbaine par des formes de territorialités multiples.

Les logiques économiques et entrepreneuriales

Le secteur de l'horticulture ornemental dakarois se caractérise par un mode de production manuel. La production nécessite un coût avec des dépenses destinées à l'achat d'intrants, d'engrais organiques, de produits phytosanitaires, pots, eau, électricité, sable etc. Le tableau 2 présente la répartition des exploitations selon le coût moyen mensuel et/ou par an. Il apparaît que 88 % des producteur·trices de plantes ornementales dépensent mensuellement 35.667.000 F CFA, soit 428.010.000 F CFA par an (tab. 2). En revanche, le coût moyen de production d'un exploitant revient à 302.500.

Image 1. Composition d'une station de l'horticulture ornementale



Source : enquêtes de terrain, 2023

1. pots de fleurs fabriqués sur place à base de sable et de ciment;
2. Terreau (fumier) produits à la partir de feuille d'arbres;
3. Sachets plastiques et bouteilles d'eau recyclées.
4. fleurs vendues;

Ainsi, le terreau coûte 60.000 F CFA par camion alors que les autres charges sont réparties ainsi qu'il suit : 2.500 F CFA pour les sachets plastiques, 30.000 F CFA pour le sable, 10.000 F CFA pour l'engrais organique et 5.000 F CFA pour les produits phytosanitaires. Dans certaines stations horticoles, situées dans les communes de Fass Gueule-tapée Colobane, Wakhinane nimzatt, Mermoz Sacré-cœur, Ngor, Yoff, Ouakam, Point E et Plateau, la taxe hydraulique pèse sur les dépenses. L'approvisionnement de ces sites se fait par le réseau d'adduction urbain.

La grande variété des gammes de produits avec une diversité florale permet de toucher une cible très variée. Les produits servent à la décoration intérieure et extérieure des maisons, à l'aménagement de l'espace public, aux clients dans les lieux de recueillement (cimetières). Les recettes issues de l'horticulture ornementale sont très variables et renforcent les revenus.

En effet, la répartition des recettes moyennes par mois et/ou par an est consignée dans le tableau 3.

Tableau 3. La recette moyen mensuel et ou' an selon les producteur-trices (source : Ibrahima NDIAYE, enquête, 2023)

Recette moyenne mensuelle (Fcf)	Nombre	Montant total /mois	Montant total/an	Recette moyenne (FCFA)
87500	11	962500	11550000	598.437
150000	34	5100000	61200000	
250000	336	17250000	207000000	
350000	69	24150000	289800000	
450000	18	8100000	97200000	
625000	22	13750000	165000000	
875000	7	6125000	73500000	
2000000	5	10000000	120000000	
Total	202	85.437.500	1.025.250.000	

Certaines stations horticoles mobilisent aussi des ouvrier-es agricoles. Le salaire moyen d'un ouvrier-e revient à 57.500 F CFA, assez proche des résultats de Dieng en 2020 (56.071 F CFA). Ainsi, en dépit des performances économiques, le secteur de l'horticulture ornementale demeure sans assistance et évolue dans l'informalité.

Les tableaux 4a et 4b montrent l'effectif des producteurs qui paient des taxes. L'analyse de ces tableaux révèle que 79 % des exploitants ne payent pas de taxes à la municipalité contre 21 % qui paient des taxes (tab. 4a). C'est dans seulement trois communes que les exploitant-es paient la taxe municipale : les communes de Ouakam, de Yoff et de Plateau. En fait, dans les deux premières communes, les exploitants paient des taxes mensuelles; tandis que dans la commune de Plateau, le paiement des taxes est journalier (tab. 4b). Ainsi, les taxes journalières s'élèvent à 300 F CFA, alors que les taxes mensuelles sont de 6000 F CFA. Ces taxes municipales sont collectées par les agents municipaux de la commune. Ces recettes participent de la contribution économique locale des

Valorisation des interstices urbains à travers l'horticulture ornementale à Dakar : acteurs et retombées socio-économiques différentes collectivités. Elles permettent aussi aux communes de contrôler le déploiement des activités économiques dans l'espace public. En effet, l'occupation de l'espace public est assujettie à une autorisation d'occupation de la voirie à titre temporaire. Le paiement de la taxe municipale participe de la reconnaissance et de la légitimation de l'activité économique dans ces différentes communes.

Tableau 4a. Le paiement des taxes (source : Ibrahima NDIAYE, enquête, 2023)

Communes	Nombre	Proportion
Ouakam	28	60 %
Yoff	16	34 %
Plateau	3	6 %
Total	47	100 %

Tableau 4b. Répartition des taxes par communes (source : Ibrahima NDIAYE, enquête, 2023)

Taxe	Nombre	Proportion
Oui	47	21 %
Non	182	79 %
Total	229	100 %

Ces taxes imposées par certaines municipalités qui restent assez marginales participent d'un processus de marchandisation de l'espace public.

La culture des plantes ornementales assure une fonction économique indéniable. Elle repose aussi sur des principes de durabilité. La fumure organique est le principal fertilisant utilisé. Elle est produite sur place à partir de la feuille de filao (*Casuarina equisetifolia*), des déchets verts (feuillage des plantes), de la bouse de vaches.

Discussion

L'horticulture ornementale s'inscrit dans la panoplie des activités informelles qui caractérisent le paysage urbain en Afrique subsaharienne. Cette activité, en mobilisant la ressource foncière offerte par les interstices, ne rompt pas le principe circulatoire de la ville. Elle occupe les accotements, entre le trottoir et les murs de séparation des édifices publics et/ou privés. Elle a une dimension entrepreneuriale importante, construite autour d'une filière créatrice de revenus et d'emplois. En effet, l'importance des sommes investies, des revenus déclarés et des emplois créés confirme les travaux de Dieng *et al.* (2020) sur l'importance de ce secteur économique dans l'espace urbain dakarois. Ces activités menées essentiellement par des hommes consolident la conclusion de Ba (2017) sur la sous-représentation, voire l'invisibilisation des femmes dans le segment de la production agricole à Dakar.

Ces stations horticoles sont principalement situées le long des voies de communication, plus précisément autour des Cimetières, des Écoles, des entreprises de même que des stades. La stratégie de localisation, au-delà de la disponibilité foncière, s'inscrit dans une logique commerciale (Steck, 2007). Cette logique économique de recherche de profit pose la question de l'appropriation de l'espace public et son détournement pour des logiques individuelles. La lutte contre le chômage à travers l'auto-emploi est un des arguments avancés par des exploitants. Ces stratégies déployées par les acteur-trices du secteur recoupent les logiques economico-sociales de détournement des trottoirs à Yaoundé, bien décrites par Mbouombouo (2005). Cependant, ces acteur-trices ne semblent pas s'inscrire dans une marginalité urbaine (Mbouombouo, 2005, p. 247). La valorisation d'espaces interstitiels jadis utilisés comme dépotoirs d'ordures positionne ces stations ornementales comme des lieux de production de la ville. Ces espaces participent à combler le déficit d'aménagement urbain en renforçant leur fonction d'embellissement de la ville. Cette privatisation de l'espace public, loin d'être marginale, acceptée par les élus locaux, illustre un processus d'institutionnalisation de la

Valorisation des interstices urbains à travers l'horticulture ornementale à Dakar : acteurs et retombées socio-économiques pratique. Les acteurs publics les intègrent dans les programmes d'aménagement urbain pour répondre au déficit d'espaces verts dans la ville. Ces pratiques participent à changer le regard sur les activités informelles sur l'espace public. Leur inscription dans le paysage urbain est renforcée par les dynamiques collectives, d'entraide, sous des formes associatives et/ou coopératives de préservation des intérêts communs.

Finalement, cette réflexion prolonge les travaux de Dieng (2020) sur l'horticulture ornementale à Dakar en s'appuyant sur un échantillon plus important et en élargissant la réflexion sur l'intégration des stations horticoles dans l'espace urbain dakarais. Les exploitations de plantes ornementales couvrent certes des surfaces réduites, une étroitesse des emplacements qui s'observe également dans d'autres pays de la sous-région (Cissé, 1998; Brock et Foeken, 2006, cité par Radji et *al.*, 2010), elles maximisent la valorisation des interstices et se consolident comme des aspects incontournables du paysage urbain dakarais.

Conclusion

Le secteur de l'horticulture ornementale met en exergue les contraintes foncières subies par l'agriculture urbaine. Il révèle aussi l'ingéniosité des producteurs et leurs capacités à valoriser des interstices urbains. Malgré l'appropriation de portions de l'espace urbain, les stations horticoles se distinguent des autres activités entrepreneuriales en participant au verdissement de la région de Dakar. L'apport économique de ce secteur favorise une extension en dehors de sites historiques des Niayes. Une meilleure organisation de la filière et sa reconnaissance accrue par des acteurs institutionnels permettrait de renforcer sa contribution économique dans le secteur de l'agriculture urbaine.

Références

- Aubry, Christine. 2014. Les agricultures urbaines et les questionnements de la recherche. *Pour*, N° 224(4), 35-49. <https://doi.org/10.3917/pour.224.0035>.
- Ba, Abou, Cantoreggi Nicola. 2018. Agriculture urbaine et périurbaine (AUP) et économie des ménages agri-urbains à Dakar (Sénégal). *International Journal of Environment, Agriculture and Biotechnology*, 3(1), 195-207
- Ba, Abou, Cantoreggi, Nicola, Simos, Jean .2023. L'agriculture urbaine et périurbaine dans les politiques d'aménagement du territoire à Dakar (Sénégal) : un avenir menacé, Dans Aubry Christine, Margetic Christine (Dir.), *Les agricultures urbaines en Afrique Subsaharienne francophone et Madagascar*, Presse Universitaire du Mirail (Toulouse/France), collection Ruralités Nord-Sud, (127-141). ISBN 978-2-8107-1247-2. *Agricultures urbaines en Afrique subsaharienne francophone et à Madagascar* | INRAE
- Bœuf, Gilles, Swynghedauw, Bernard, Toussaint, Jean François. 2017. Dans Jean-François (dir.), *L'Homme peut-il accepter ses limites?* Editions Quae, 192 p.
- Chaléard, Jean Louis .2023. Les dynamiques des agricultures familiales, Dans Aubry Christine, Margetic Christine (Dir.), *Les agricultures urbaines en Afrique Subsaharienne francophone et Madagascar*, Presse Universitaire du Mirail (Toulouse/France), collection Ruralités Nord-Sud, (411-425). ISBN 978-2-8107-1247-2. *Agricultures urbaines en Afrique subsaharienne francophone et à Madagascar* | INRAE
- Clément, Camille, Toussaint Soulard, Christophe. 2016. La publicisation des espaces agricoles périurbains dans le Lunellois, Languedoc. Un cadre d'analyse en géographie. *Annales de géographie*, 712, 590-614. <https://doi.org/10.3917/ag.712.0590>.

Valorisation des interstices urbains à travers l'horticulture ornementale à Dakar : acteurs et retombées socio-économiques

- De Magalhães, Claudio. 2010. Public Space and the Contracting-out of Publicness: A Framework for Analysis. *Journal of Urban Design*, 15(4), 559-574. <https://doi.org/10.1080/13574809.2010.502347>
- Dieng, Birane, Mbaye, Mame Samba, Diouf, Macoumba, Gaye Alioune, Noba Kandiora et Sylla Samba Ndao. 2019. Caractérisation du secteur des plantes ornementales à Dakar-Sénégal. *International Journal of Current Research*, 11(10), 7462-7468. https://www.journalcra.com/sites/default/files/issue-pdf/36810_0.pdf
- Diongue, Momar. 2010. Périurbanisation différentielle : mutations et réorganisation de l'espace à l'est de la région dakaraise (Diamniadio, Sangalkam et Yene), Sénégal, *Carnets de géographes* [En ligne], 1 | 2010, mis en ligne le 01 octobre 2010, consulté le 30 décembre 2024. URL : <http://journals.openedition.org/cdg/2085> ; DOI : <https://doi.org/10.4000/cdg.2085>
- Diop, Khalifa. 2023. La grande Niayes de Pikine ou les symptômes d'une agriculture étouffée par la capitale sénégalaise : un avenir menacé, Dans Aubry Christine, Margetic Christine (Dir.), *Les agricultures urbaines en Afrique Subsaharienne francophone et Madagascar*, Presse Universitaire du Mirail (Toulouse/France), collection Ruralités Nord-Sud, (213-228). ISBN 978-2-8107-1247-2. *Agricultures urbaines en Afrique subsaharienne francophone et à Madagascar* | INRAE
- Diop, Mamadou, Gannon, Kate, Castellano, Elena, Eskander, Shaikh et Agol, Dorice. 2022. Les femmes entrepreneures du secteur agricole en zones semi-arides du Sénégal : entre vulnérabilité multiple et adaptation au changement climatique. Document de travail du Grantham Research Institute on Climate Change and the Environment. https://wrw.unwomen.org/sites/default/files/2022-06/Les-femmes-entrepreneures-du-secteur-agricole-en-zones-semi-arides-du-Senegal_entre-vulnerabilite-multiple-et-adaptation-au-changement-climatique.pdf

- D iouf, Ibrahima Faye, D iongue Momar, Timera Mamadou Bouna. 2020. L'agro-écologie dans la zone des Niayes : expériences d'une transition dans les communes de Diender Guedj et de Kayar (Sénégal). *Revue Ivoirienne de géographie des Savanes*, numéro 8, Juin ISSN, 2521-2125. <https://www.riges-uao.net/volumes/volume8/index.php>
- Granchamp, Laurence, Ba, Awa. 2017. Femmes africaines nourricières ? La place des femmes dans l'agriculture urbaine à Dakar. Dans Laurence Granchamp; Roland Pfefferkorn (dir.), *Résistances et émancipation des femmes du Sud - Travail et luttes environnementales*, L'Harmattan, (74-96), 2017, Logiques sociales, 978-2-343-13117-7. hal-02614446.
- Li Juan, Dang Anrong et Song Yan. 2022. Defining the ideal public space: A perspective from the publicness. *Journal of Urban Management*, 11(4), 479-487.
- Mbouombouo, Pierre. 2005. Usages et détournement des trottoirs à Yaoundé : entre logiques économique-sociales et marginalité urbaine. Dans Hossard, Nicolas et Jardin, Magdalena (dir), *C'est ma ville! De l'appropriation et du détournement de l'espace public* (p. 247-260). Paris : L'Harmattan.
- Mili, Mohamed. 2018. Espaces verts. Cours gestion des techniques urbaines, Université Mouhamed Boudiaf de M'silla, 52p. <http://virtuelcampus.univ-msila.dz/inst-gtu/wp-content/uploads/2020/01/Cours-Espaces-verts-Dr.-MILI.pdf>
- Nahmias, Paula, Le Caro, Yvon. 2012. Pour une définition de l'agriculture urbaine : réciprocity fonctionnelle et diversité des formes spatiales. *Environnement Urbain/Urban Environment*, 6. URL : <http://journals.openedition.org/eue/437>.
- Ngom, Mame Cheikh, Badiane, Sidia Diaouma, Diongue, Momar, Mbaye, Edmée. 2017. Les agro-industries de l'interface métropolitaine Dakar-Thiès-Mbour : enjeux fonciers et développement territorial. *Cahiers de géographie du Québec*, 61(172), 33-53. <https://doi.org/10.7202/1042714ar>

Valorisation des interstices urbains à travers l'horticulture ornementale à Dakar : acteurs et retombées socio-économiques

- Pesqueux, Yvon. 2021. L'économie informelle, une activité organisée « hors organisation »?. Master. France. halshs-03129935. <https://shs.hal.science/halshs-03129935/document>.
- Radji, Raoufou, Kokou, Kouami et Akpagana, Koffi. 2010. Étude diagnostique de la flore ornementale togolaise. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 4(2), 491-508.
- Roux, Quentin. 2015. Pratiques interstitielles dans les villes contemporaines : de quoi parle-t-on? 1/3. En ligne : <http://www.citadiavision.com/2015/09/pratiques-interstitielles-dans-les-villes-contemporaines-de-quoi-parle-t-on/>
- Sabbagh, Gisèle. 2016. Étude de marché sur l'horticulture ornementale au Sénégal. *Netherlands Enterprise Agency*
- Sidy Tounkara. 2015, La valorisation des déchets organiques dans le maraîchage « péri-urbain » à Dakar (Sénégal) : pistes pour une diffusion massive. *Gestion des déchets : innovations sociales et territoriales*, Presses Universitaires de Rennes, 2015, *Espaces et Territoires*, 978-2-7535-4181-8. (hal-01237375)
- Steck, Jean-Fabien. 2006. La rue africaine, territoire de l'informel? *Flux*, 66-67, 73-86. <https://doi.org/10.3917/flux.066.0073>
- Thiaw Ibrahima, Faye Cheikh, Dacosta Honoré et Dione Diène. 2022. Market gardening and the Economy of Urban and Peri-urban Households in the city of Dakar: Case of the Municipalities of Hann-Bel-Air, Parcelles Assainies, Ouakam and Grand-Yoff. *International Journal of Environment, Agriculture and Biotechnology*, 7. 092-111. DOI : 10.22161/ijeab.74.1.
- Tonnelat, Stéphane. 2003. Interstices urbains, les mobilités des terrains délaissés de l'aménagement. *Chimères*, N° 52(4), 134-154. <https://doi.org/10.3917/chime.052.0134>.
- 5 ♦ Recensement général de la population et de l'habitat. 2023, Rapport préliminaire de l'Agence Nationale de la Statistique et de la Démographie ANDS, 22p.

Ibrahima NDIAYE, Ibrahima Faye DIOUF, Daniel GOMIS et Sidia Diaouma
BADIANE

Situation Économique et Sociale de la région de Dakar. ,2021.Rapport de
l'Agence Nationale de la Statistique et de la Démographie ANDS. 347 p.

Ibrahima NDIAYE

Doctorant, Laboratoire Population, Développement et Environnement (LPED), École doctorale ETHOS, département de Géographie, Université Cheikh Anta Diop de Dakar (Sénégal).

Contact : thenekki@gmail.com

Ibrahima Faye DIOUF

Enseignant-chercheur, Maître-Assistant Cames, Laboratoire de Géographie humaine (LaboGehu), Ecole doctorale ETHOS, département de Géographie, Université Cheikh Anta Diop de Dakar (Sénégal).

Contact : ibrahimafaye.diouf@ucad.edu.sn

Daniel GOMIS

Doctorant, Laboratoire de Biogéographie, École doctorale ETHOS, département de Géographie, Université Cheikh Anta Diop de Dakar (Sénégal).

Contact : gdany@live.fr

Sidia Diaouma BADIANE

Enseignant-chercheur, Maître de conférences Cames, Laboratoire de Géographie humaine (LaboGehu), École doctorale ETHOS, département de Géographie, Université Cheikh Anta Diop de Dakar (Sénégal).

Contact : sidia.badiane@ucad.edu.sn

ISSN : Version imprimée

1840-9865

ISSN : Version en ligne

2630-144X

Valorisation des interstices urbains à travers l'horticulture
ornementale à Dakar : acteurs et retombées socio-économiques

En ligne à :

https://www.revues.scienceafrique.org/naaj/texte/ndiaye_et_al2024/

Pour citer cet article : NDIAYE, Ibrahima, DIOUF, Ibrahima Faye, GOMIS, Daniel et BADIANE, Sidia Diaouma. 2024. Valorisation des interstices urbains à travers l'horticulture ornementale à Dakar : acteurs et retombées socio-économiques. *NAAJ. Revue africaine sur les changements climatiques et les énergies renouvelables*, 3(1), 133-157. DOI : 10.46711/naaj.2024.3.1.6



Valorisation socioéconomique des trames vertes par l'agriculture périurbaine : cas de l'agglomération de Conakry

MOHAMED SALIOU CAMARA

Résumé :

L'agglomération de Conakry (capitale de la Guinée) connaît une croissance démographique rapide et cela entraîne un étalement urbain qui fragilise les écosystèmes naturels. Face à ces défis, l'agriculture périurbaine est vue comme un levier d'actions. L'aménagement de trames vertes est ainsi un modèle privilégié par plusieurs villes africaines. Cependant, très peu de recherches s'intéressent aux enjeux socioéconomiques de ces trames. Nous développons donc la réflexion sur les enjeux socioéconomiques de la valorisation des trames vertes de l'agglomération de Conakry par l'agriculture périurbaine. Pour y parvenir, la méthodologie a été bâtie sur une approche mixte. Une partie des données a été collectée pendant la phase de terrain de la thèse (Camara, 2023) à travers une enquête au moyen de questionnaires et des entrevues semi-dirigées. Ces données ont été complétées par l'analyse documentaire (le nouveau Schéma directeur d'urbanisme du Grand Conakry et de la Politique nationale de développement agricole). Les résultats montrent des ménages essentiellement pluriactifs. L'agriculture

périurbaine sur les trames vertes constituent un élément central de la stratégie de ces ménages, ce qui constitue leur résilience socioéconomique. Cependant, ces ménages restent vulnérables du point de vue de leur statuts fonciers.

Mots-clés : agriculture périurbaine, Conakry, économie, écosystème, périurbain, trame verte

Abstract :

The urban area of Conakry (the capital of Guinea) is experiencing rapid population growth, leading to urban sprawl that is undermining natural ecosystems. Faced with these challenges, peri-urban agriculture is seen as a lever for action. The development of green belts is a model favoured by several African cities. However, very little research has been carried out into the socio-economic implications of these networks. We are therefore examining the socio-economic issues involved in using peri-urban agriculture to enhance the green spaces in the Conakry urban area. To achieve this, the methodology was based on a mixed approach. Part of the data was collected during the field phase of the thesis (Camara, 2023) through a survey using questionnaires and semi-structured interviews. These data were supplemented by documentary analysis (the new Urban Master Plan for Greater Conakry and the National Agricultural Development Policy). The results show that households are essentially pluriactive. Peri-urban agriculture on green belts is a central element in the strategy of these households, which constitutes their socio-economic resilience. However, these households remain vulnerable in terms of their land tenure status.

Keywords : Conakry, economy, ecosystem, green grid, peri-urban, peri-urban agriculture

Résumé (wolof) :

Dëkk bu mag bi tuddu Conakry (kapitaalu Guinée) mingi dundu lu bari ci askan wi, te loolu moo waral ñu bari di tasaaroo ci dëkki taax yi, te loolu dafay néewal doole ecosystem yi. Buñu jànkoonde ak jafe-jafe yii,

dañu jàpp ni mbay mi ci wetu dëkk yi mooy gëna am solo. Kon defar reso yu wert nekk na royukaay bu dëkk yu bari ci Afrique bëgg. Waaye, gëstu yu néew lañu def ci jafe-jafe sosio-ekonomik yi ci kaadar yooyu. Kon noo ngi jëmmale xalaat ci jafe-jafe sosio-ekonomik ngir gëna dooleel reso yu wert yi ci conurbation Conakry jaaraleko ci mbay mi ci biir dëkk yi. Ngir mëna def loolu, dañu tabax njurëef ci anam wu wuute. Yenn ci done yi ñu ngi leen jëlee ci wàllu these bu Camara (2023) ci laaj-tontu ak janoo yu demi-structuré. Done yooyu dañu leen yokk ci jàngat ci dokimaa (Plan Master bu bees bu Planioŋ Dëkk yi ngir Conakry bu Mag bi ak Politigu Yeesal Mbay mi ci Réew mi). Ay njureef yi dañu wane ni njaboot yu bari ñooy liggéey. Bayyima yi ci biir dëkk yi, ci kaw reso yu wert yi, bokk nañu ci li gëna am solo ci pexem njaboot yooyu, te loolu mooy seen dëgër ci wàllu koom-koom. Waaye, njaboot yooyu ñu ngi nekk ci jafe-jafe ci wàllu seen suuf.

Mots-clés (wolof) : ci wetu dëkk, Conakry, ekosistem, koom, mbay mi ci wetu dëkk, reso yu wert

Historique de l'article

Date de réception : 24 mars 2024

Date d'acceptation : 16 septembre 2024

Date de publication : 31 décembre 2024

Type de texte : Article

Introduction

Aujourd'hui, de grands défis socioéconomiques se posent dans les pays africains. Ces défis sont encore plus importants dans les grandes villes africaines à cause de la croissance rapide de leur démographie et des

dynamiques de métropolisation. L'agglomération de Conakry (capitale de la Guinée) est, à l'instar de ces grandes villes africaines, confrontée aux difficultés dues à l'accroissement de la population. Elle passera de deux millions d'habitant-es en 2021 (Institut national de la statistique, 2022) avec une superficie de 450 km² à six millions à l'horizon 2040 en devenant une région métropolitaine d'environ 15 000 km² (Ministère de la ville et de l'aménagement du territoire, 2023). Dans un contexte où l'urbanisation est essentiellement informelle (Camara, 2023), cela entraîne un étalement urbain et une artificialisation des sols qui fragilise les écosystèmes naturels et la biodiversité en zones urbaine et périurbaine. Cette urbanisation pose également d'importants défis alimentaires, économiques, sociétaux et environnementaux à relever pour les prochaines décennies. Face à ces défis, plusieurs recherches (Aubry, 2013; Diedhiou, 2020; Robineau *et al.*, 2014) s'accordent pour dire que l'agriculture périurbaine est un levier d'actions. L'importance de ses fonctions alimentaires, économiques, sociales et environnementales est démontrée dans plusieurs recherches (Ba et Cantoreggi, 2018; Bode, 2021; Diedhiou *et al.*, 2018). L'agriculture périurbaine fait, ainsi, l'objet d'un regain d'intérêt et d'une littérature africaine abondante.

Cependant, le développement cette activité dans l'agglomération de Conakry n'a été étudiée que récemment par Camara (2023) dans sa thèse. Si cette étude a déterminé les conditions du maintien de l'agriculture périurbaine face à l'urbanisation informelle, elle n'a pas abordé les enjeux de la valorisation socioéconomique des trames vertes par sa pratique. Dans cet article, j'analyse le rôle de la valorisation des trames vertes de l'agglomération de Conakry sous l'angle des stratégies socioéconomiques des ménages agricoles périurbains. Ceci est d'autant plus intéressant que le contexte des villes africaines est marqué par de fortes pressions anthropiques et climatiques sur l'agriculture périurbaine et sur les ressources naturelles. C'est ce qui me conduit, comme Diedhiou *et al.* (2023), à mobiliser le concept de « résilience ». Aussi, j'analyse la capacité des ménages à s'adapter et à faire face, du point de vue socioéconomique, au développement urbain grâce à la pratique d'une agriculture périurbaine sur les trames vertes de l'agglomération de Conakry.

Valorisation socioéconomique des trames vertes par l'agriculture périurbaine : cas de l'agglomération de Conakry

La mobilisation de ce concept de résilience socioéconomique, que je définis dans la section suivante, est féconde dans la mesure où les modèles d'aménagement spatiaux ou de morphologie urbaine font débat. L'aménagement de trames vertes et/ou de ceintures vertes est ainsi un modèle privilégié par plusieurs villes africaines. Dès lors, cette réflexion présente un intérêt parce qu'elle permettra de saisir la subtilité de la place qu'occupe les trames vertes dans les stratégies socioéconomiques des ménages agricoles dans une ville soumise à de fortes pressions anthropiques sur les ressources de l'agriculture périurbaine et naturelles. En quoi la valorisation des trames vertes par l'agriculture périurbaine assure-t-elle une résilience socioéconomique pour des ménages agricoles? La réponse à cette question est envisagée à travers l'étude du cas de l'une des agglomérations guinéennes, Conakry. L'hypothèse est la suivante : les trames vertes sur lesquelles des ménages agricoles périurbains pratiquent l'agriculture représentent une ressource territoriale essentielle pour la mise en œuvre des stratégies de résilience socioéconomique. Pour tester cette hypothèse, je recours à la méthodologie mixte, avec des données d'enquête par questionnaires, d'entrevues semi-dirigées, complétées par l'analyse documentaire.

Mon propos est structuré en cinq sections. La première section analyse le concept de résilience socioéconomique et précise sa mobilisation dans le cadre de cet article. La deuxième section présente l'agglomération de Conakry, la zone d'étude. La méthodologie est expliquée dans la troisième section. Dans la quatrième section, je présente les résultats qui soulignent les caractéristiques socioéconomiques des ménages agricoles périurbains de la trame verte, les exploitations agricoles, les statuts fonciers et l'utilisation des productions. La dernière section, analyse et interprète les résultats en décryptant la stratégie économique des ménages.

Le concept de « résilience socioéconomique » pour l'analyse des stratégies des ménages agricoles périurbains

Les ménages agricoles périurbains de la trame verte de l'agglomération de Conakry font face à plusieurs situations qui représentent des chocs extérieurs. D'une part, les espaces agricoles et naturels de la ville sont soumis à de fortes pressions urbaines. D'autre part, ces ménages sont économiquement vulnérables, avec des revenus moyens inférieurs à la moyenne nationale (Camara, 2023). Elles sont ainsi dans une situation de vulnérabilité aggravée par un contexte de crises nationales et internationales (guerre en Ukraine, instabilité sociopolitique en Afrique de l'Ouest et particulièrement en Guinée). Malgré cette vulnérabilité, ils vivent dans un contexte, décrit par Berrou et Gondard-Delcroix (2011), comme étant caractérisé par « la faiblesse des systèmes de redistribution étatique, l'absence d'un système généralisé de protection sociale, ainsi que l'imperfection des marchés du crédit et de l'assurance privée » (2011, p. 73) Pour comprendre comment la valorisation des trames vertes de l'agglomération de Conakry par l'agriculture permet à ces ménages d'absorber ces chocs tout en conservant leurs réalités économiques et sociales, le concept de « résilience socioéconomique » semble particulièrement idoine. Dans cet article, je ne fais pas une revue exhaustive des définitions de la résilience socioéconomique. Ce serait non seulement long, mais pas très pertinent dans ce travail. En revanche, je précise le cadre épistémologique qui justifie son emploi dans la présente étude.

D'abord, le terme « résilience » a fait l'objet de nombreuses définitions, les acceptions variant d'une discipline à une autre. Emprunté à l'anglais *resilience*, signifiant le « fait de rebondir », le terme est d'abord utilisé en mécanique et en physique pour parler de la « résistance d'un matériau au choc »; puis en zoologie pour évoquer la « capacité de reproduction d'une espèce animale inemployée en raison d'une ambiance

hostile »; enfin, le terme pris le sens de « force morale, qualité de quelqu'un qui ne se décourage pas, qui ne se laisse pas abattre » (TLFi, 2004, en ligne). L'adjonction de l'épithète « socioéconomique » participe à circonscrire le domaine d'interprétation de cette disposition ou de cette aptitude. Aussi Berrou et Gondard-Delacroix (2011) définissent-ils la résilience socioéconomique, à la suite de Courade et De Suremain (2001), comme « la capacité d'un agent ou d'un groupe d'agents à faire face aux conséquences négatives des risques et des chocs sur ses conditions de vie » (2011, p. 73). Cela suppose sa capacité à se réorganiser et à se maintenir tout en conservant ses fonctions essentielles pendant et après le choc.

Berrou et Gondard-Delcroix (2011) expliquent que les chocs peuvent être de nature diverses et variées (démographiques, économiques, sanitaires, environnementales, politiques, etc.). Ici, je m'intéresse à deux types de chocs. D'une part, le choc économique, notamment les réponses aux conséquences des fluctuations du franc guinéen sur les ménages économiquement vulnérables. D'autre part, le choc environnemental lié à la consommation du foncier agricole périurbain par l'urbanisation. Sur la nature des chocs, Berrou et Gondard-Delcroix (2011) s'appuient sur la distinction faite par Murdoch entre chocs covariants et chocs idiosyncratiques. Dans le premier cas, « la probabilité qu'un agent ou un élément du système soit touché par le choc est corrélée à la probabilité qu'un autre agent ou élément soit touché par le même choc »; tandis que dans le second, les probabilités sont indépendantes l'une par rapport à l'autre (Berrou et Gondard-Delacroix, 2011, p. 73). Dans cet article, c'est l'ensemble des ménages qui pratiquent l'agriculture périurbaine sur les trames vertes de l'agglomération de Conakry qu'il faut voir comme un système. Donc, nous considérons que les chocs sont de nature covariante dans la mesure où les éléments du système étudié sont liés par les activités qui sont visées par les chocs. Les conséquences des fluctuations du franc guinéen constituent un choc covariant.

Comme je le disais ci-haut, l'ensemble des ménages pratiquant l'agriculture périurbaine sur les trames vertes de l'agglomération de Conakry constituent un système : c'est un système socioéconomique. Par analogie à l'approche de Tendall *et al.* (2015) mobilisé par Diedhiou *et al.* (2023) pour le système alimentaire en estimant que sa résilience est « la capacité d'un système alimentaire et de ses éléments constitutifs à garantir la sécurité alimentaire au cours du temps, malgré des perturbations variées et non prévues » (Tendall *et al.*, cité par Diedhiou *et al.*, 2023, p. 60).

Je retiens donc ici que la résilience socioéconomique est la capacité d'un système socioéconomique à absorber un choc extérieur, c'est-à-dire à résister au choc en réussissant à se réorganiser et à se maintenir tout en conservant ses fonctions essentielles pendant et après le choc. Si je transpose cette définition à un système socioéconomique qui court des risques économiques et environnementaux, la résilience socioéconomique signifie pour ce système de résister aux perturbations de l'environnement économique et foncier dont la survenue ne dépend pas de ses éléments tout en gardant son fonctionnement de l'intérieur. Ici, il s'agit de son fonctionnement économique et social.

Conakry, ville aux riches espaces agricoles et naturels soumis à de fortes pressions de l'urbanisation

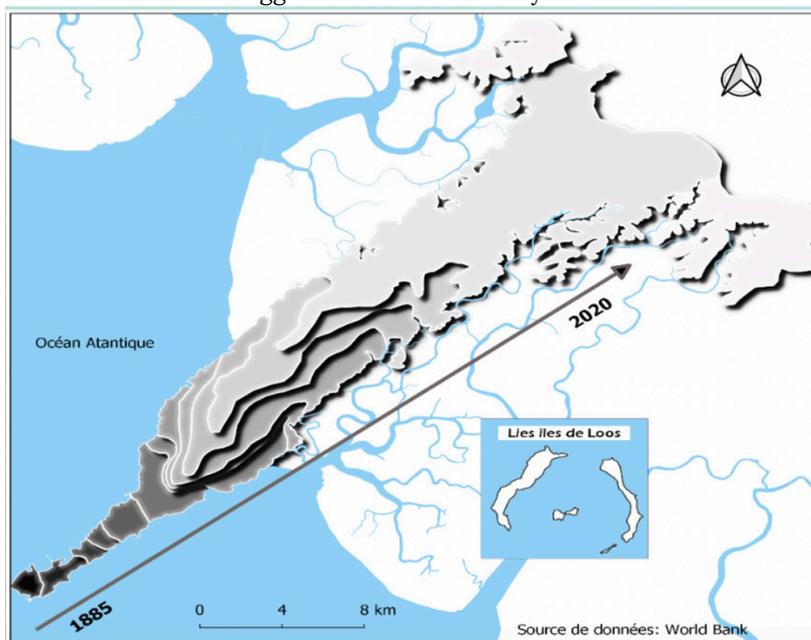
Conakry est la capitale de la République de Guinée, un pays qui dispose d'un important potentiel agroécologique. En 2020, l'Agence nationale des statistiques agricoles et alimentaires (ANASA) a évalué la superficie des terres agronomiques aptes à 15,2 millions d'hectares soit 62 % de la superficie totale du pays. L'agriculture représente l'activité principale de près de 80 % de la population active (Ministère de l'agriculture, 2017).

Valorisation socioéconomique des trames vertes par l'agriculture périurbaine : cas de l'agglomération de Conakry

Conakry est l'une des villes guinéennes qui symbolisent ce riche potentiel agricole et écologique. Camara (2023) décrit une ville côtière, constituée de formes inter-pénétrantes de baies, d'estuaires et de bras de mer, bordée sur sa longueur au nord et au sud par un littoral caractérisé par des forêts de mangrove et des basfonds marécageux. Ces caractéristiques offrent un double avantage selon Camara (2023) : des zones marécageuses propices à la riziculture de basfonds, situées dans la zone de la baie de Sangaréya¹ et des forêts de mangrove propices à la riziculture de mangrove dans l'estuaire de Tabonsou². Ces zones naturelles s'étendent sur plusieurs centaines d'hectares donnant une ville ayant sa partie urbanisée piégée entre des basfonds et plaines côtières situées de part et d'autre. C'est la ceinture verte de Conakry. Elle forme l'essentiel de la trame verte de Conakry telle que le montrent les résultats de Sylla (2019), première recherche menée sur les dynamiques spatiotemporelles des trames vertes et bleues de la ville de Conakry.

1. La baie de Sangareya est une des plus célèbres baies en Afrique, elle affleure la ville de Conakry. Elle va de Dubréka (une ville satellite de Conakry) à la presqu'île de Kaloum et les îles de Loos.
2. L'estuaire de Tabonsou, aussi présenté dans d'autres documents comme baie de Tabonsou (Bah et al., 2015), mais moins célèbre que la baie de Sangareya qui est la deuxième des baies entre lesquelles la péninsule de Conakry s'enfonce dans l'océan Atlantique.

Valorisation socioéconomique des trames vertes par l'agriculture périurbaine : cas de l'agglomération de Conakry
Figure 2. Dynamique spatiotemporelle d'urbanisation de l'agglomération de Conakry



Source : Banque africaine de développement, cité par Camara, 2023

Ces espaces, malgré l'importance de leurs richesses, sont soumis à de fortes pressions anthropiques, en particulier à l'urbanisation. En effet, Conakry est la plus grande et la plus importante ville de la Guinée et l'une des plus grandes de la sous-région de l'Afrique de l'Ouest. Elle a un peu plus de 2 millions d'habitants, soit 17 % de la population nationale et plus de 50 % de la population urbaine nationale (INS, 2021). De plus, elle est passée de 113 000 habitants en 1960 à plus de 2 millions d'habitants en 2022 (Institut national de la statistique, 2022), soit l'un des taux de croissance démographique les plus rapides en Afrique. Cette dynamique démographique a eu pour impact une artificialisation importante des espaces agricoles et naturels. La superficie de Conakry est passée de 70 km² en 1985 (Ministère de l'urbanisme et de l'habitat, 1992) à 450 km² en 2021. Ce qui a fait de Conakry la zone la plus urbanisée de la Guinée. L'essentiel de cette urbanisation s'est faite au détriment des espaces agricoles et naturels (Camara, 2023). Ces dynamiques se poursuivront les

prochaines années. En effet, le nouveau Schéma directeur d'urbanisation (SDU) prévoit la création d'une région métropolitaine qui sera le Grand Conakry. La superficie du Grand Conakry sera d'environ 15 000 km², soit plus de la moitié de toute la région de la Basse Guinée. Bien que le SDU accorde une importance aux espaces agricoles et naturels, l'urbanisation de Conakry se fait par des pratiques habitantes de production de la ville (Gnagneux-Kébé, 2019). Ces pratiques sont de grandes consommatrices d'espaces agricoles.

Figure 3. Découpage administratif de Conakry avec ses communes



Source : Auteur, 2024

Par ailleurs, il devient nécessaire de préciser le cadre territorial de Conakry sur lequel je travaille dans cet article. Parce que la ville de Conakry qui est composée des cinq communes continentales (Kaloum, Matam, Matoto, Dixinn, Ratoma) est différente de la Région de Conakry qui est composée de six communes, à savoir les cinq communes continentales et la commune de Kassa (les Îles de Loos). L'agglomération de Conakry est une agglomération de fait. Elle est créée à partir de la

conurbation des villes de Conakry, Coyah et Dubréka. Le Grand Conakry, comme je le mentionnais plus haut, est un projet de région métropolitaine dans le cadre de la vision 2040. Cet article porte sur l'agglomération de Conakry. Ce choix s'explique par le fait que le cas d'étude (voir figure 1) se situe dans les limites administratives de deux communes de l'agglomération de Conakry (Conakry et Dubréka). Dans l'agglomération de Conakry, notre cas d'étude a porté sur le basfond qui va de la plage de Lambandji au basfond de Sonfonia (dans la zone de la baie de Sangareya). C'est la zone ayant l'aptitude agronomique la plus élevée de l'agglomération. Ce choix se justifie par le fait qu'il s'agit du plus grand bassin d'agriculture périurbaine. De plus, ces exploitations agricoles sont sur la ceinture verte de Conakry qui constitue l'essentiel de la trame verte de l'agglomération.

Méthodologie

L'étude a été conduite suivant une approche mixte. Les données de l'enquête ont été collectées au moyen de questionnaire et d'entrevues semi-dirigées réalisées entre avril et août 2021. Elles ont été complétées par l'analyse documentaire. Le questionnaire a été administré à 112 agriculteur-trices périurbain-es du basfond de la baie de Sangaréyah. En l'absence d'une base de sondage et de données sur le nombre d'agriculteur-trices dans la zone d'étude, j'ai procédé en deux phases. La première a consisté à l'identification des agriculteur-trices et la deuxième a été consacrée à l'administration des questionnaires. J'ai choisi d'inclure l'ensemble des agriculteur-trices identifié-es pendant la première phase, soit les 112 personnes. Les entrevues semi-dirigées ont été réalisées auprès de cinq ménages agricoles périurbains représentant chacun un profil différent. Cet échantillon comprend : un « mono-agricole », c'est-à-dire un ménage qui ne pratique que l'agriculture exclusivement; un ménage pluriactif qui consomme toute la production agricole; un ménage

pluriactif qui consomme une partie de sa production et commercialise l'autre partie; un ménage qui combine l'agriculture et l'élevage; et un dernier qui combine la riziculture et le maraichage. Quant à l'analyse documentaire, elle a porté sur la Politique nationale de développement agricole (PNDA), un document qui définit les stratégies prévues pour l'atteinte de l'objectif de la vision de la Guinée comme « puissance agricole émergente en 2025 ».

Lors de la collecte de données, je me suis intéressé aux ménages pris dans son ensemble plutôt qu'aux membres individuellement pris dans les ménages. Ce choix s'explique par le souci de cohérence avec le positionnement sur le concept de résilience socioéconomique. Donc, les données recherchées ne concernaient pas les acteur-trices par genre ou les caractéristiques des produits agricoles. Ces résultats peuvent être trouvés dans la thèse de Camara (2023). Dans cet article, c'est plutôt les données sur les ménages et leurs stratégies économiques qui ont été collectées et analysées. C'est donc à cette caractéristique que je m'intéresse.

Aussi, je ne me suis intéressé qu'aux ménages qui pratiquent l'élevage domestique en plus de leur activité agricole de production végétale sur les trames vertes. Cette précision est importante parce que c'est uniquement les agriculteur-trices sur les trames vertes de Conakry qui ont été inclus-e-s dans cette étude. Donc, les ménages qui pratiquent l'élevage sans activité agricole sur les trames vertes n'ont pas été inclus. Le fait de souligner la présence d'exploitations d'élevage domestique concerne uniquement les foyers qui ont des exploitations agricoles sur les trames vertes et contribuent à analyser ce qu'elles représentent dans leurs stratégies. Donc, je ne m'intéresse ici qu'aux ménages qui pratiquent soit un système mixte avec des moutons, des chèvres, des volailles ou des systèmes spécialisés (uniquement moutons, ou chèvres ou volailles). Les élevages sont de petite taille, les troupeaux ne dépassant pas 15 individus quand il s'agit de caprins et 25 individus pour les volailles. Les animaux sont laissés en divagation pour qu'ils trouvent à manger eux-mêmes.

Valorisation socioéconomique des trames vertes par l'agriculture périurbaine : cas de l'agglomération de Conakry

Ce dispositif méthodologique nous permet d'aboutir aux résultats que nous présenterons et analyserons dans les sections suivantes.

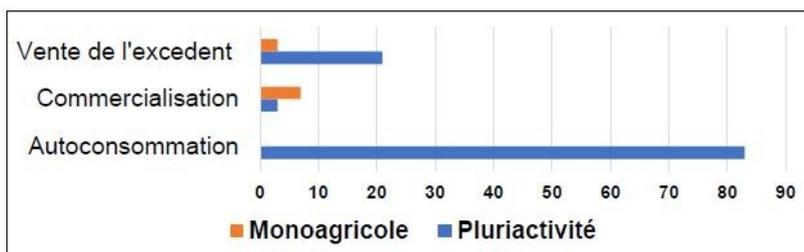
Quelles caractéristiques de l'agriculture périurbaine sur les trames vertes?

Des ménages agricoles hétérogènes

La première chose intéressante à remarquer est le profil socioéconomique des ménages agricoles des trames vertes de l'agglomération de Conakry.

Ainsi, il y a deux types de ménages agricoles périurbains sur les trames vertes de Conakry : les « mono-agricoles », c'est-à-dire ceux qui tirent tous leurs revenus (monétaire et non monétaire) de l'agriculture et les « pluriactif-ves », c'est-à-dire ceux et celles qui combinent plusieurs activités, dont les unes génératrices de revenus monétaires et les autres génératrices de revenus non monétaires.

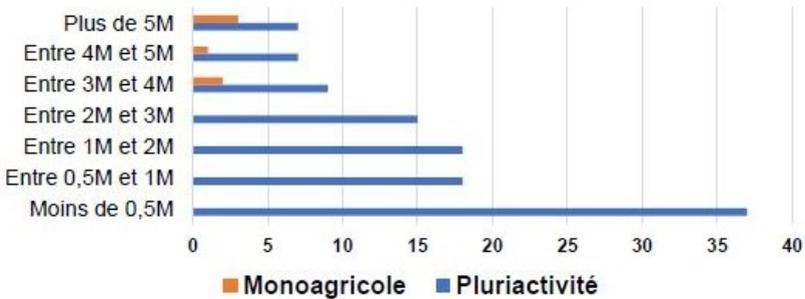
Figure 4. Caractéristiques des ménages suivant l'utilisation des productions agricoles



Source : Auteur à partir des données collectées sur le terrain

Comme le montre la figure 2 ci-dessus, les « Mono-agricoles » constituent la catégorie dont la production est principalement destinée à la commercialisation dans les marchés de Conakry. Et les « Pluriactif-ves » constituent la catégorie dont la production est essentiellement destinée à l'autoconsommation de leur ménage. Si la première catégorie est marginale (soit 9 %), la seconde constitue l'importante majorité (91 %). Cette répartition est intéressante parce qu'elle guide la stratégie des différents ménages. En effet, derrière ces stratégies se cachent le revenu.

Figure 5. Caractéristiques des ménages par stratégie économique et par revenus



Source : Auteur à partir des données collectées sur le terrain

Les « Mono-agricoles » constituent la catégorie supérieure des revenus (trois millions de francs guinéens mensuel ou plus). Elle est constituée de ceux et celles qui ont les niveaux d'étude les plus élevés et les catégories professionnelles de cadres ou d'entrepreneures agricoles. Et les « Pluriactif-ves » constituent la catégorie inférieure des revenus (moins de trois millions de francs guinéens mensuels). En plus de la faiblesse des revenus, les personnes appartenant à cette catégorie ont un niveau d'étude inférieur à celui de la première catégorie.

Comme je le disais plus haut, les ménages mono-agricoles tirent des revenus suffisants de l'agriculture pour être protégés contre les chocs économiques extérieurs. Ils ont les moyens financiers pour exploiter de grandes superficies agricoles, produire de grandes quantités pour vivre de la commercialisation de ces produits. En revanche, les ménages

Valorisation socioéconomique des trames vertes par l'agriculture périurbaine : cas de l'agglomération de Conakry

pluriactifs sont économiquement vulnérables, donc extrêmement exposés aux chocs économiques extérieurs. Par conséquent, ils ne prennent pas le risque de cultiver de grandes superficies (entre 1 à 3 hectares). Ils ne cultivent que ce qui est nécessaire pour la consommation du ménage. C'est pour cette raison que l'agriculture sur les trames vertes constitue la source de revenus non monétaires. Pour générer des revenus monétaires, ils pratiquent d'autres activités complémentaires telles que la saliculture, la pêche, la maçonnerie, la menuiserie, etc. Dans l'un ou dans l'autre des cas, ces stratégies constituent des boucliers contre les chocs économiques extérieurs que je développe dans la section suivante.

Et une combinaison de trois types d'exploitations agricoles sur les trames vertes

Il existe trois types d'agricultures pratiquées sur les trames vertes de l'agglomération de Conakry. Le premier type est la riziculture inondée, pratiquée dans les casiers rizicoles que les agriculteur·trices appellent *buguni*. Les superficies des *buguni* sont de 0,25; 0,50 et un hectare. Les ménages mono-agricoles utilisent essentiellement les *buguni* d'un hectare. Ils ont, ainsi, plusieurs *buguni* d'un hectare (entre 50 à 75) soit des exploitations d'entre 50 à 75 hectares. Les ménages pluriactifs utilisent les *buguni* de toutes les tailles, mais avec des exploitations d'une superficie entre un à trois hectares.

Illustration 1. Un casier rizicole (*buguni*) de 0,75 hectares



Source : Camara, 2023

Les deuxièmes types sont des exploitations de maraichage mixte. Elles ne sont pas pratiquées sur des *buguni* mais là où la salinité du sol est faible. Les ménages y combinent plusieurs cultures maraichères (légumes, tubercules, etc.) sur une même parcelle. Ils y pratiquent également plusieurs cultures en fonction des saisons, contrairement au premier type où la riziculture n'est pratiquée qu'en saison pluvieuse. Les exploitations de maraichage mixte sont de petite taille, ne dépassant pas 500 m².

Valorisation socioéconomique des trames vertes par l'agriculture périurbaine : cas de l'agglomération de Conakry

Illustration 2. Une parcelle de maraichage mixte avec du manioc et des patates douces



Source : Camara, 2023

Ce qui est aussi intéressant à souligner ici, un des intérêts de prendre le ménage entier plutôt que les individus comme acteur-trices de l'agriculture sur les trames vertes, c'est que la plupart des ménages pluriactifs combinent au moins deux types d'exploitations agricoles. Pour le cas des ménages qui combinent la riziculture et le maraichage mixte, les hommes s'occupent de la riziculture et les femmes s'occupent du maraichage, bien que les femmes participent aussi aux activités des exploitations rizicoles. Autrement dit, les hommes sont considérés comme les responsables de la production rizicole et les femmes sont les responsables des productions maraichères.

Dans l'organisation interne de ces ménages, les hommes sont responsables des revenus non monétaires nécessaires à la consommation domestique. Et les femmes ont la charge de trouver les revenus monétaires. De ce point de vue, les produits maraichers sont alors essentiellement destinés à la commercialisation pour générer des revenus monétaires complémentaires. Pour les ménages qui combinent la riziculture et l'élevage, le riz produit reste destiné à la consommation domestique et les animaux sont vendus occasionnellement et sont consommés également quelquefois. L'élevage est un recours pour faire face aux situations d'urgence ou pour les manifestations relatives aux moments de fête (Camara, 2023)

Des statuts fonciers précaires

Bien qu'il y ait des statuts fonciers et des modes d'accès différents selon le type d'agriculture périurbaine, les ménages ont un point en commun : la précarité du statut foncier sur les trames vertes de l'agglomération de Conakry. En effet, la zone est un domaine public vacant avec un flou sur la propriété entre la Mairie de Ratoma et l'État (Camara, 2023). Il existe ainsi plusieurs modes d'accès au foncier dans la zone. Il y a des cas d'achats, le plus souvent par des ménages mono-agricoles. Contrairement à d'autres zones de la ville, les achats sur les trames vertes ne garantissent pas la sécurité foncière, compte tenu du statut domaine dans lequel l'achat a été réalisé. Ces ménages sont d'ailleurs conscients qu'ils perdront leurs exploitations le jour où l'Etat, en particulier le gouvernement central, décide de les expulser de la zone.

Un deuxième mode d'accès au foncier est par l'héritage. La présence de familles de lignage fondateur contribue à la difficulté du statut foncier de la zone. Plusieurs ménages pluriactifs se considèrent comme héritier-es mais restent précaires face à la puissance de l'État en cas d'expulsion. Ces « héritier-es » procèdent à des opérations de prêt (troisième mode d'accès), de métayage (quatrième mode d'accès) ou de

Valorisation socioéconomique des trames vertes par l'agriculture périurbaine : cas de l'agglomération de Conakry

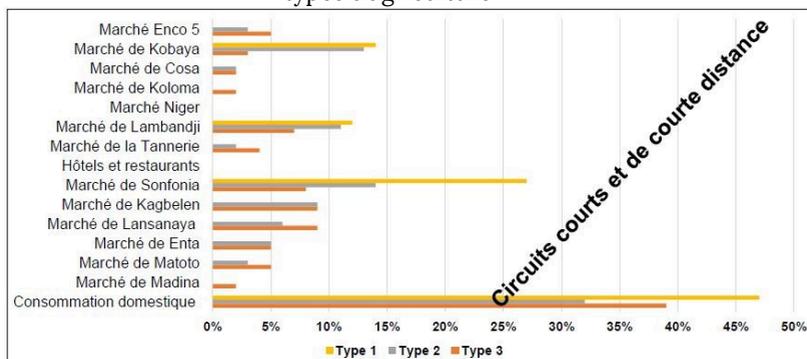
libre accès (cinquième mode d'accès) aux espaces agricoles. Les ménages qui sont dans ces trois dernières situations sont vulnérables d'un côté vis-à-vis des « héritier·es », et de l'autre vis-à-vis de l'État. Le sixième et dernier cas d'accès identifié dans la zone est le prêt par la mairie à des ménages. Tous ces modes d'accès sont précaires vis-à-vis de l'État qui a la puissance d'expulsion. Aucun de ces statuts ne garantit la sécurité foncière pour les ménages qui pratiquent l'agriculture sur les trames vertes de Conakry.

Il est difficile de déterminer la vulnérabilité de l'élevage domestique du point de vue du statut foncier. Les animaux sont laissés en divagation, et bien qu'il arrive qu'ils aillent chercher des ressources dans les espaces publics, il est fastidieux de déterminer si l'interdiction des espaces publics aux animaux entrainerait l'arrêt de l'élevage.

Un faible approvisionnement des marchés de Conakry vs une importante autoconsommation des produits

Pour affiner l'analyse de l'écosystème socioéconomique des ménages agricoles des trames vertes de l'agglomération de Conakry, le troisième élément à comprendre est la destination des produits. Quoiqu'il fût évident depuis le début que l'autoconsommation est la part la plus importante, il est important de savoir à quelle proportion. Cela est également révélateur de la relation de cette agriculture avec les autres composantes de la ville de Conakry.

Figure 6. Utilisation des produits agricoles des trames vertes par types d'agriculture



Source : Auteur à partir des données collectées sur le terrain

Les résultats de cette recherche sur la destination des productions agricoles des trames vertes de l'agglomération de Conakry montrent d'abord que c'est une activité qui a un rôle important dans l'alimentation. La précision est que sa contribution à l'approvisionnement de la ville de Conakry est dérisoire. Ce qui en fait une activité dont les fonctions ne sont pas perçues par les habitant-es de Conakry. De plus, son approvisionnement des marchés proches de la zone de production est plus important que les autres marchés de la ville qui sont géographiquement éloignés.

L'approvisionnement des marchés se fait par des circuits courts et de courte distance. D'un côté, il y a des ménages mono-agricoles qui sont organisés comme des entreprises agricoles avec des emplois formels. En général, ces ménages vendent les produits en gros directement sur le marché. De l'autre côté, il y a les ménages pluriactifs qui vendent les produits maraichers et le surplus de la production de riz. Ils utilisent également des circuits courts, le plus souvent, occupés par les membres du ménage.

A *contrario* de la contribution de l'agriculture des trames vertes à l'approvisionnement des marchés de la ville, elle représente une part très importante de l'autoconsommation des ménages qui la pratiquent. Il faut noter également qu'il y a plusieurs ménages dont les productions ne satisfont pas les besoins annuels de consommation du ménage. Mais elles

Valorisation socioéconomique des trames vertes par l'agriculture périurbaine : cas de l'agglomération de Conakry

représentent une ressource importante pour ces ménages parce qu'elles permettent tout de même de satisfaire les besoins de plusieurs mois de l'année, des périodes cruciales pour l'équilibre des revenus et des besoins annuels du ménage.

Une stratégie de bouclier contre les aléas économiques versus une fragilité foncière

Une résilience socioéconomique

Les résultats de l'analyse présentent des liens avec ceux de Rey et Rétif (2011) dans leur interprétation. En effet, le choix de la pluriactivité est en soi un aspect de la stratégie contre les risques et aléas économiques. Ce choix est fait pour diversifier les revenus dans un contexte d'instabilité économique, monétaire et sociale. De ce point de vue, plusieurs auteur-trices estiment que la diversification économique, qu'elle soit pour les pays, les entreprises ou, dans le cas présent pour les ménages, est considérée comme importante contre les aléas et les incertitudes (André-Le Pogamp et Navatte, 2014; Berthélemy, 2005).

Pour les agriculteur-trices des trames vertes de Conakry, la pluriactivité démontre leur capacité d'adaptation qui constitue la véritable résilience socioéconomique de ces ménages. Encore plus intéressant, le choix de la riziculture est essentiel dans cette stratégie. En effet, et comme l'expliquent Rey et Rétif, c'est le riz qui est l'aliment de base et l'un des produits dont les prix sont les plus fluctuants sur le marché. En choisissant de produire du riz, ils se mettent à l'abri contre tout risque lié à cette denrée. Rey et Rétif précisent :

Par exemple, nombre d'observateurs s'étonnent que les communautés littorales ne deviennent pas exclusivement pêcheurs sachant que c'est une activité très fortement rémunératrice, sans

comparaison possible avec les activités agricoles. Dans un contexte où le Franc guinéen est fluctuant et où le prix du riz est régulièrement à la hausse (du fait de l'évolution de la parité GNF/devises), la pratique exclusive d'une activité qui génère des revenus monétaires représenterait un trop grand risque. L'argent accumulé pourrait ne pas suffire pour acheter autant de riz que le ménage en produit. La combinaison des activités pratiquées varie ainsi d'un site à l'autre; il s'agit d'un savant dosage qui vise à répondre au mieux à la variabilité du contexte tout en limitant la prise de risque au maximum (Rey et Rétif, 2011, p.103).

La pluriactivité et le choix de la riziculture sont donc des choix d'une stratégie savante d'adaptation à un contexte instable, augmentant ainsi les risques de chocs extérieurs. Malgré cette réponse stratégique aux chocs économiques et monétaires, les ménages agricoles des trames vertes de Conakry restent confrontés à une fragilité de leur statut foncier rendant vulnérable les exploitations agricoles.

Mais une fragilité foncière

Bien que le système socioéconomique des ménages agricoles périurbains des trames vertes de Conakry ait pu développer une stratégie intelligente et efficace contre les risques et aléas économiques, il reste très vulnérable du point de vue foncier. Cela va dans le même sens que les résultats de plusieurs recherches menées sur l'agriculture urbaine et périurbaine en contexte africain (Dauvergne, 2010; Sanni Bio *et al.*, 2023). Les stratégies développées sont des solutions qui donnent un statut éphémère à l'exploitation. Cet état de fait est similaire à ce qu'a observé Dauvergne (2010) au Cameroun.

Dans beaucoup de cas, l'agriculture est une activité de transition sur des parcelles qui ont vocation à être construites. Ce sont des espaces engagés dans le processus d'urbanisation : loués ou vendus, immatriculés ou en voie d'immatriculation. Cette agriculture est en général une agriculture de vivriers [...] mais elle n'a pas vocation à se poursuivre à long terme, il n'y a pas de stratégie de renouvellement de la fertilité, comme l'établissement de friches longues (Dauvergne, 2010, p. 7).

Cette stratégie de transition, observée par plusieurs recherches en Afrique (Mpie-Simba, 2022; Camara, 2022) est ainsi le moyen de résister à l'urbanisation. Elle consiste à s'éloigner du front urbain au fur et à mesure de son avancement. Dans l'espoir que cet avancement n'arrive jamais à rattraper les exploitations agricoles. Mais cette stratégie n'assure pas une sécurité foncière. D'une part, parce que toute la trame verte sur laquelle la stratégie est mise en œuvre a un statut de domaine public. Les exploitations sont, ainsi, exposées au risque d'expulsion par le gouvernement. D'autre part, parce que l'avancée du front urbain finira par consommer tous les espaces disponibles pour l'agriculture. La signature d'une convention entre le gouvernement et une multinationale pour la construction d'une nouvelle ville de 650 hectares dans la zone en est une illustration. D'ailleurs, ce projet a eu un impact sérieux sur plusieurs exploitations.

Conclusion

En centrant l'analyse sur l'agriculture des trames vertes, mon objectif était de cerner les enjeux de la valorisation de ces trames. J'ai, à cet effet, décrit les caractéristiques des ménages et des exploitations agricoles présentes sur ces trames vertes de l'agglomération de Conakry. Les principaux résultats montrent que bien qu'il y ait des ménages mono-agricoles situés dans la tranche supérieure des revenus, ils restent marginaux par rapport aux ménages pluriactifs qui représentent 91 % des ménages de cette étude. La stratégie de la pluriactivité est une solution qui démontre la capacité d'adaptation de ces ménages à la situation économique et monétaire instable de leur environnement. La riziculture est essentielle dans cette stratégie. Elle représente le pilier sans lequel la stratégie ne tiendrait pas. Donc, la valorisation des trames vertes par l'agriculture périurbaine est une stratégie de résilience socioéconomique des ménages qui la pratiquent. Inversement, les résultats présentés montrent une

fragilité foncière des exploitations et la stratégie de transition mise en œuvre n'est pas durable. Malgré la capacité d'adaptation des ménages aux chocs extérieurs, l'étude révèle tout de même que toutes les stratégies déployées ne garantissent pas la résilience du système socioéconomique des ménages agricoles sur les trames.

Cet état de fait soulève encore une fois la question de la prise en compte de l'agriculture périurbaine dans les politiques urbaines. Si dans d'autres contextes, des auteur-trices (Tanguay *et al.*, 2018) recommandent sa prise en compte au-delà des simples zonages de sauvegarde des espaces naturels, dans le cas de Conakry et plus globalement des pays en Afrique de l'Ouest, les zonages de sauvegarde seraient une première grande étape. D'ailleurs, la mobilisation des réseaux internationaux, tels que la Urban Agriculture and Foods Systems (RUAF) et l'Institut africain de gestion urbaine (AGU), dans certaines villes ouest-africaines a permis de créer des ceintures vertes urbaines pour le maraîchage. Ces projets ont permis de protéger le maraîchage, notamment à Bobo Dioulasso au Burkina Faso par exemple (Robineau *et al.*, 2014). Même si les zonages de sauvegarde sont contraignants dans un contexte où le besoin d'urbanisation est justifié, il est possible d'intégrer cette activité dans les projets urbains. Il est d'ailleurs intéressant de poursuivre la réflexion autour de cette question.

Références

- Agence nationale des statistiques agricoles et alimentaires (ANASA). 2020. *Cartographie et évaluation des terres agricoles de la Guinée*. <https://anasa.gov.gn/2021/publications/>
- André-Le Pogamp, Florence et Navatte, Patrick. 2014. L'impact de la diversification sur la valeur de la firme Vers une approche contingente. *Revue française de gestion*, 241 (4), 107-120. <https://shs.cairn.info/revue-francaise-de-gestion-2014-4-page-107?lang=fr>.

Valorisation socioéconomique des trames vertes par l'agriculture périurbaine : cas de l'agglomération de Conakry

- Aubry, Christine. 2013. *L'agriculture urbaine, contributrice des stratégies alimentaires des mégapoles?* Communication présentée lors des 24e Journées scientifiques de l'environnement – La transition écologique des mégapoles, Créteil, 12 février.
- Ba, Abou et Cantoreggi, Nicolas. 2018. Agriculture urbaine et périurbaine (AUP) et économie des ménages agri-urbains à Dakar (Sénégal). *International Journal of Environment, Agriculture and Biotechnology*, (3) 1, 195-207. <https://dx.doi.org/10.22161/ijeab/3.1.25>
- Bah, Thierno Boubacar Boiro, Ibrahima et Keita, Sékou Moussa. 2015. *Influence de la dynamique côtière sur la mangrove au sud de Conakry : un réel défi pour la stabilité du littoral*. Éditions universitaires européennes (EUE).
- Berrou, Jean-Philippe et Gondard-Delcroix, Claire. 2011. Dynamique des réseaux sociaux et résilience socio-économique des micro-entrepreneurs informels en milieu urbain africain. *Mondes en développement*, 156 (4), 73-88. <https://doi.org/10.3917/med.156.0073>.
- Berthélemy, Jean-Claude. 2005. Commerce international et diversification économique. *Revue d'économie politique*, 115 (5), 591-611. <https://doi.org/10.3917/redp.155.0591>.
- Bertrand, Frederic. 1991. L'originalité des mangroves de Guinée dans le monde tropical humide. *Cahiers d'Outre-mer*, 176, 365-378. <https://doi.org/10.3406/caoum.1991.3412> Bode,
- Camara, Mohamed Saliou. 2023. *La forme urbaine et la multifonctionnalité de l'agriculture périurbaine : cas de l'agglomération de Conakry*. Thèse de Doctorat, Université de Tours et Université Gamal Abdel Nasser de Conakry.
- Camara, Mohamed Saliou. 2022. *La relation de la ville et des espaces naturels, des dynamiques rétrospectives à la modélisation prospective : cas de l'agglomération de Conakry*. Communication présentée lors du colloque Demain Nature et Ville, Blois, 24 juin.

- Courade, Georges et De Suremain, Charles Edouard. 2001. Inégalités, vulnérabilités et résilience : les voies étroites d'un nouveau contrat social en Afrique subsaharienne. Dans Winter, Gérard (dir.), *Inégalités et politiques publiques en Afrique. Pluralité des normes et jeux d'acteurs* (p. 119-133). Paris : Karthala-IRD.
- Dauvergne, Sarah. 2010. Dynamique des agricultures périurbaines en Afrique sub-saharienne et statuts fonciers : le cas des villes d'Accra et Yaoundé. Dans Coudel, Emilie, Devautour, Hubert, Faure, Guy, Maïzi, Pascale et Soulard Christophe (dir), *Symposium sur l'innovation et le développement durable dans l'agriculture et l'alimentation* (p. 1-12). https://www.persee.fr/doc/esag_2275-2919_2010_num_44_932_1041
- Diedhiou, Sécou Omar Oumar, Sy et Christine Margetic. 2023. Quelle résilience des espaces agricoles sous « pression » des changements environnementaux à Ziguinchor (Sénégal)? *Bulletin de l'association de géographes français* 100 (1). <https://doi.org/10.4000/bagf.10691>
- Diedhiou, Sécou Omar, Sy, Oumar et Christine Margetic. 2018. Agriculture urbaine à Ziguinchor (Sénégal) : des pratiques d'autoconsommation favorables à l'essor de filières d'approvisionnement urbaines durables. *Espace populations sociétés*, 3. <https://doi.org/10.4000/eps.8250>
- Diedhiou, Secou Omar. 2020. *Agriculture et sécurité alimentaire urbaine à Ziguinchor (Sénégal)*. Thèse de Doctorat, Université de Nantes et Université Assane Seck de Ziguinchor.
- Gangneux-Kebe, Julie. 2019. De la production paysagère à la formation des paysages vécus à Conakry (Guinée). *Projets de paysage*, 21. <https://doi.org/10.4000/paysage.2101>
- Institut national de la statistique. 2021. *Annuaire statistique 2021*. <https://www.stat-guinee.org/index.php/publications-ins/89-publications-annuelles>
- Mabu Masiala. 2021. *Contribution des concessions agricoles périurbaines à l'approvisionnement alimentaire de la ville de Kinshasa*. Thèse de Doctorat de l'Université de Liège et de l'Université de Kinshasa.

Valorisation socioéconomique des trames vertes par l'agriculture périurbaine : cas de l'agglomération de Conakry

- Ministère de l'agriculture. 2017. *Politique nationale de développement agricole*. Gouvernement guinéen. Conakry, Guinée. <https://www.fao.org/faolex/results/details/fr/c/LEX-FAOC186295/>
- Ministère de l'urbanisme et de l'habitat. 1992. *Plan de Développement Urbain de Conakry*. <https://unhabitat.org/evaluation-du-plan-de-developpement-urbain-conakry>
- Ministère de la ville et de l'aménagement du territoire. 2023. *Schéma directeur d'urbanisation (SDU) du Grand Conakry*. https://www.eeas.europa.eu/node/19173_fr
- Mpie-Simba, Cédric. 2022. *Dynamiques des paysages périurbains de la presqu'île de Libreville : de la caractérisation des trajectoires à la modélisation prospective*. Thèse de Doctorat, Université de Tours.
- Rey, Pascal et Rétif, Marine. 2020. Le mythe de l'autosuffisance en riz en Guinée. Le paradoxe des politiques face aux stratégies locales. *Les Cahiers d'Outre-Mer*, 275. <https://doi.org/10.4000/com.8054>
- Robineau, Ophélie, Tichit, Julia et Maillard, Thomas. 2014. S'intégrer pour se pérenniser : pratiques d'agriculteurs urbains dans trois villes du Sud. *Espace et Sociétés*, 158, 83-100. <https://www.cairn.info/revue-espaces-et-societes-2014-3-page-83.htm>
- Robineau, Ophélie, Tichit, Julie et Maillard, Thomas. 2014. S'intégrer pour se pérenniser : pratiques d'agriculteurs urbains dans trois villes du Sud. *Espaces et sociétés*, 158 (3), 83-100. <https://doi.org/10.3917/esp.158.0083>.
- Sanni Bio, Bayé, Sounon Bouko, Boni, Djohy, Gildas Louis et Yabi, Jacob Afouda. 2023. Agriculture urbaine et péri-urbaine à l'épreuve des dynamiques foncières en Afrique : état des lieux et perspectives. *Revue Aflash*, 10 (2), 285-327. <https://aflash-revue-mdou.org/2023/12/17/vol102-2/>
- Sylla, Mamaissata Fatou. 2019. *Dynamique spatio-temporelles des trames vertes et bleues de la ville de Conakry*. Mémoire de master en biologie, Université Gamal Abdel Nasser de Conakry.

Mohamed Saliou CAMARA

Tanguay, Céline Yengué, Jean Louis et Serrano, José. Planification spatiale et agriculture urbaine. L'exemple de l'agglomération tourangelle. *VertigO – la revue électronique en sciences de l'environnement*, 31 (HS). <https://doi.org/10.4000/vertigo.22074>

Mohamed Saliou CAMARA

L'auteur est enseignant-chercheur, Maître-Assistant à l'Institut Supérieur d'Architecture et d'Urbanisme (ISAU) de l'Université Gamal Abdel Nasser de Conakry. Docteur en aménagement de l'espace, urbanisme de l'Université de Tours et en sciences de l'environnement de l'Université Gamal Abdel Nasser de Conakry, il développe trois axes principaux de recherche : le développement territorial (développement économique des territoires, dynamiques de métropolisation, etc.), la planification territoriale (planification des conflits d'usage, aménagement de la multifonctionnalité) et la résiliences des territoire (adaptation au changement climatique, espaces naturels en ville, etc.). Avant d'être recruté à l'ISAU, il enseignait à l'École Polytechnique de l'Université de Tours.

Contact : mohamed.camara@univ-tours.fr

ISSN : Version imprimée

1840-9865

ISSN : Version en ligne

2630-144X

En ligne à :

<https://www.revues.scienceafrique.org/naaj/texte/camara2024/>

Valorisation socioéconomique des trames vertes par l'agriculture périurbaine : cas de l'agglomération de Conakry

Pour citer cet article : CAMARA, Mohamed Saliou. 2024. Valorisation socioéconomique des trames vertes par l'agriculture périurbaine : cas de l'agglomération de Conakry. *NAAJ. Revue africaine sur les changements climatiques et les énergies renouvelables*, 3(1), 159-189. DOI : 10.46711/naaj.2024.3.1.7



Trames vertes et bleues : outil pédagogique pour une éducation au développement durable

AMINATA DIOP

Résumé :

Les trames vertes et bleues sont des composantes essentielles du territoire dans un contexte d'étalement urbain, de dégradation climatique hypothéquant les équilibres écologiques. C'est dans ce contexte de scepticisme sur la durabilité de la vie que l'Éducation au développement durable (EDD) a été introduite dans les curriculums du cycle primaire pour faire des apprenant-es des écocitoyen·nes conscient-es et capables de préserver leur environnement. L'objectif de ce travail de recherche est de montrer que les trames vertes peuvent être des outils pédagogiques de mise en œuvre d'une EDD à partir du programme de géographie de la classe de sixième du Sénégal. L'étude se fonde sur l'analyse du corpus constitué des programmes de géographie de 2006, des orientations de l'UNESCO (2017a) sur l'EDD et sur l'organisation et l'analyse d'une séance d'enseignement-apprentissage dans une classe de sixième. Il ressort de la recherche que les trames vertes et bleues, du fait de leurs caractéristiques et apports multidimensionnels, est un outil adapté à l'EDD. L'approche régionale du programme de géographie de la classe de

sixième offre plusieurs possibilités d'étudier les trames vertes et bleues. L'organisation la séance d'EDD a montré que le choix de ressources pertinentes et de stratégies centrées sur le travail de groupe et la facilitation du ou de la professeur·e permettent d'initier les élèves à la complexité. L'étude des trames bleues et vertes, dans une perspective de durabilité, permettent d'appréhender à la fois les savoirs scientifiques, les savoirs expérientiels et de susciter une volonté de s'engager pour le développement durable chez des apprenants.

Mots-clés : développement durable, éducation, environnement, programmes de géographie, trames bleues, trames vertes

Abstract :

Green and blue belts are essential components of the territory in a context of urban sprawl and climate deterioration that threatens ecological balances. It is against this backdrop of scepticism about the sustainability of life that Education for Sustainable Development (ESD) has been introduced into primary school curricula, with the aim of making learners eco-citizens who are aware of and capable of preserving their environment. The aim of this research work is to show that green grids can be teaching tools for implementing ESD, based on the geography syllabus for the sixth form in Senegal. The study is based on the analysis of the corpus made up of the 2006 geography programmes, the UNESCO (2017a) guidelines on ESD and on the organisation and analysis of a teaching-learning session in a sixth form class. The research shows that green and blue grids, because of their multidimensional characteristics and contributions, are a suitable tool for ESD. The regional approach of the sixth form geography curriculum offers several possibilities for studying green and blue grids. The organisation of the ESD session showed that the choice of relevant resources and strategies centred on group work and the teacher's facilitation make it possible to introduce pupils to complexity. The study of blue and green webs,

from a sustainability perspective, makes it possible to combine scientific knowledge with experiential knowledge and to encourage learners to make a commitment to sustainable development.

Keywords : blue webs, education, environment, geography syllabus, green webs, Sustainable Development

Résumé (wolof) :

Gancax gi ak ndox mi yi bokk nañu ci li gëna am solo ci réew mi ci jamonoy yaatuwaayu dëkk yu mag yi ak yàqu-yàqu klimaa biy yàq ekilibre ekoloji. Ci jamonoy sikki-sakka ci dundu gu yàgg gi lañu dugal Njàngale ngir Yokkateg Dundu (ESD) ci njàngale yu njëkk yi ngir jàppale ndongo yi ñu nekk ay ndawu réew yu am xel, mëna baña yàq seen environmaa bi. Li liggéeyu gëstu bii di yóotu mooy wane ni reso yu wert yi mën nañu nekk jumtukaayi njàngale ngir amal ESD ci prograamu géographie bu juróom benneelu klaas ci Senegal. Gëstu bi dafa sukkandikoo ci jàngat biñ def ci corpus bi am prograami géographie yu am ci 2006, tegtali UNESCO ci ESD ak ci amal ak jàngat sesion jàngale-jàngat ci klaas bu 6e klas. Gëstu bi dafa wane ni kadre yu wert yi ak yu baxa yi, ndax seeni màndarga yu bari ak seeni jàppale, jumtukaay lañu bu méngoo ak ESD. Xeetu diwaan yi ci prograamu géographie bu 6e klas dafay joxe xeetu njàngale yu bari ci reso yu wert ak yu baxa. Amal sesion ESD dafa wane ni tannéeef ci jumtukaay ak peXe yu am solo yu lalu ci liggéey ci kuréel ak yombal jàngalekat bi dafay tax ndonngo yi mëna jàng lu jafee xam. Jàngat kaadar yu baxa ak yu wert, ci wàllu dundal, dafay tax ñu mëna xam xam-xami gëstukat yi ak xam-xami jaar-jaar yépp, ba noppi tax jàngat yi am yéene bokk ci yokkute buy yàgg.

Mots-clés (wolof) : environmaa bi, kadre yu baxa, kadre yu wert, njàng, prograami géographie, yokkute buy yàgg

Historique de l'article

Date de réception : 11 mars 2024

Date d'acceptation : 14 septembre 2024

Date de publication : 31 décembre 2024

Type de texte : Article

Introduction

L'Éducation au développement durable (EDD) est un outil de promotion de la citoyenneté active qui vise à faire des jeunes des acteur-trices du changement positif (SNDD, 2015). C'est dans cette même lancée que sont définies les finalités de l'éducation nationale du Sénégal. L'ensemble de ces orientations s'inscrivent dans un contexte de diversification des risques et des incertitudes interrogeant la pertinence des contenus enseignés et l'offre de ressources pédagogiques. La mise en œuvre de l'EDD est problématique à plus d'un titre. En effet, elle aborde des questions socialement vives, et des préoccupations idéologiques dynamiques quelquefois politiquement connotées, alors que les disciplines scolaires sont, par contre, transposées à partir des savoirs stabilisés (Tutiaux-Guillon, 2013) et arrimés à des champs épistémologiques bien déterminés. Cet état de fait pose le problème de l'ancrage disciplinaire et épistémologique de l'EDD. L'injonction internationale (Girault et Sauvé, 2008) doit donc se surimposer à un système éducatif construit sur une ferme volonté des instructeur-trice-s de former un-e citoyen-ne imbu-e de ses valeurs et un acteur-trice de développement. Ainsi, l'ancrage de l'éducation dans le milieu proche en prenant en compte les besoins sociétaux doit de plus en plus pousser l'école à s'ouvrir pour d'abord faire aimer aux apprenant-es leur milieu et faire de sorte qu'ils et elles en saisissent l'importance, la complexité et la vulnérabilité.

Les trames vertes et bleues (TVB) sont des éléments essentiels de ce milieu à connaître. Elles constituent par conséquent un objet d'étude pour les différentes disciplines, mais aussi un outil et une ressource pour implémenter des savoirs et des compétences transversaux liés à l'EDD.

Trames vertes et bleues : outil pédagogique pour une éducation au développement durable

C'est en cela qu'elles pourraient connecter l'école au milieu physique et à la société. Malgré la préconisation de l'UNESCO d'introduire l'EDD dans tous les cycles du système éducatif, il y a une rupture importante au Sénégal entre l'école primaire et le cycle moyen. En fait, dans le curriculum de l'école de base, il y a un sous-domaine EDD, alors que dans les autres cycles, il y a une absence de référence commune (Diop, 2023). Cette situation justifie la pertinence de trouver une articulation entre les programmes et l'EDD qui se caractérisent par sa transversalité (Barthes, 2018). Les TVB, du fait de leur complexité et de la multiplicité des angles d'étude, pourraient valablement rendre compte de cet aspect transversal et permettre de fédérer des disciplines scolaires pour permettre une EDD. La géographie aussi, de par son ouverture et l'étendue de son champ d'étude (physique, sociale, économique, politique), épouse cette transversalité de l'EDD. Ainsi, prenant en compte les recommandations de l'UNESCO et face à l'absence d'un curriculum de l'EDD, comment trouver au sein du programme d'enseignement de géographie des leçons ou des activités qui prennent en considération cette préconisation tout en s'ouvrant à d'autres disciplines?

La principale question dans le cadre du présent travail est : comment utiliser les trames vertes pour une EDD à partir du programme de géographie de la classe de sixième? Quelle articulation avec le programme de la sixième? Comment utiliser les TVB pour permettre aux élèves d'appréhender la complexité, puis de développer leur esprit critique et d'engagement en faveur du développement durable?

Cette étude se propose donc de montrer une modalité d'utilisation des TVB pour une EDD en classe de sixième. Les activités porteront d'abord sur l'identification des thèmes relatifs aux TVB dans le programme, ensuite sur l'analyse des compétences exigibles par rapport à celles qui ont été définies par l'UNESCO pour une EDD. La mise en œuvre concrète de l'EDD concerne une séance d'initiation des élèves à la pensée complexe, définie comme « un phénomène quantitatif, l'extrême quantité d'interactions et d'interférences entre un très grand nombre d'unités » (Morin, 2005, p. 48). Pour prendre en compte cette compétence et en

congruence avec les objectifs du niveau 1 du cycle moyen, il sera question de pouvoir caractériser un système avec des éléments en interaction. L'apprentissage de la pensée critique à travers le doute, la rigueur intellectuelle, l'examen en profondeur et la réflexion (Boisvert, 2015) est aussi un objectif de savoir-être du niveau 1 (6ème - 5ème) du programme de géographie du cycle moyen : « Savoir faire preuve d'esprit critique et de jugement afin de pouvoir relativiser les dimensions géographiques des phénomènes et des espaces » (Ministère de l'éducation nationale, 2006). Ce processus vise enfin à susciter leur engagement pour le DD.

Cadre théorique

L'EDD est une préconisation internationale qui prend la forme, selon Girault et Sauvé, d'« une proposition inachevée et exogène » (2008, p. 27), une sorte de surimposition au système éducatif. Elle est politiquement et idéologiquement connotée, d'où la difficulté de sa mise en œuvre. Cette dimension critique et politique de l'EDD comporte, selon Urgelli, un enjeu de l'ordre de la libération sur le plan démocratique : « Cet enjeu d'émancipation démocratique s'accompagne également d'un objectif de changement des comportements, dans le cadre d'une écoresponsabilisation » (2008, p. 103)

Cette éducation a une certaine faiblesse en ce qui concerne sa dimension scientifique. En effet, elle repose plus sur des valeurs construites par rapport à des considérations sociétales, d'où la vivacité qui caractérisent les thématiques qu'elle distille. Pour Langue (2008), les difficultés liées à l'EDD trouvent leur explication dans l'existence de postures discordantes, elles-mêmes étant la résultante d'une absence d'explication claire « entre les différentes missions assignées au niveau institutionnel » (Lange, 2008, p. 46). Devant à une telle situation, les

Trames vertes et bleues : outil pédagogique pour une éducation au développement durable

enseignant-es, selon Lange (2008), sont amené-es à opérer un choix : « en optant soit pour un “enseignement de” soit pour une “éducation à” » (Lange, 2008, p. 47).

Face à cette dichotomie, Lange (2008) propose une « éducation d’habitus » orientée vers la construction de dispositions vues comme des « attitudes et habitudes [...] à choisir, décider et s’engager en faveur de l’environnement sous contrainte du développement durable » (Lange, 2008, p. 46). Elle dépasse en cela le cadre plus ou moins étriqué des disciplines scolaires; ce qui explique sa position de transversalité. De ces préconisations émanent toujours la dimension critique, politique, mais aussi behavioriste en ce qu’elle met en avant « l’apprentissage expérientiel » Lange et al. (2010, p. 3) qui élargit l’éventail des possibles (écogeste, écodélégués). *In fine*, la principale préoccupation demeure la formation d’un-e citoyen-ne avisé-e et engagé-e. Cette visée transformatrice est en parfaite conjonction avec les finalités de la loi d’orientation de l’éducation du Sénégal.

Méthodologie

La méthodologie de recherche est qualitative. Elle repose sur l’analyse d’un corpus documentaire et sur l’organisation et l’analyse d’une séance d’EDD :

- L’analyse du corpus documentaire composé par :
 - Le document de référence de l’UNESCO (2017a) intitulé Education for Sustainable Development Goals – Learning Objectives, publié en 2017 par l’Organisation des Nations unies pour l’éducation, la science et la culture). On s’attellera notamment à faire ressortir les compétences, les objectifs et les activités prévues pour l’EDD.

- Le guide à l'intention des enseignant-es, intitulé *Le réseau en action. Citoyens du monde connectés pour un développement durable?* édité par l'UNESCO.
- Le programme consolidé de géographie de 2006 pour catégoriser les compétences exigibles en classe de sixième par rapport aux compétences EDD et identifier les leçons pouvant porter sur TVB.
- L'organisation et l'analyse d'une séance EDD.

Nous avons réalisé ce cours d'EDD à des fins d'expérimentation pour asseoir la continuité de l'EDD dans le cycle fondamental (entre le cycle primaire et le moyen). Le thème choisi porte sur la protection de la trame verte et bleue de l'écosystème humide qu'est la Grande Niaye¹ de Pikine. Les élèves ont déjà fait l'EDD dans le cycle primaire à travers deux modules : vivre dans son milieu et vivre ensemble. Les thèmes de la sauvegarde de l'environnement et de la restauration d'un environnement dégradé sont abordés dans le primaire. Dans le cadre de cette séance, le canevas a été coconstruit avec le professeur d'histoire-géographie en prenant en compte les compétences définies par l'UNESCO (2017a) et les objectifs du premier niveau du cycle moyen qui sont : « observer », « discriminer des réalités géographiques », « avoir conscience de la précarité de l'équilibre spatial » (MEN, 2006). La séance a duré 3 heures et a porté sur le chapitre « Dakar et le littoral central ». Elle fait suite à la leçon portant sur les conditions physiques. La séance s'est déroulée dans une classe de 31 élèves au Lycée Mouhamadou Falilou Mbacke. Celle-ci est composée à 41 % de filles; la moyenne d'âge est de 14 ans, variant entre 12 à 18 ans. L'école a un cycle long, c'est-à-dire de la sixième en terminale. C'est un établissement franco-arabe qui présente en effet une certaine particularité parce qu'elle accueille des apprenant-es qui ont déjà reçu une éducation coranique; donc, plus âgés que les élèves ayant fait un cursus ordinaire.

1. Terme *wolof*, forme francisée de *ñaa*y qui signifie « brousse » (Diouf, 2003, en ligne).

Trames vertes et bleues : outil pédagogique pour une éducation au développement durable

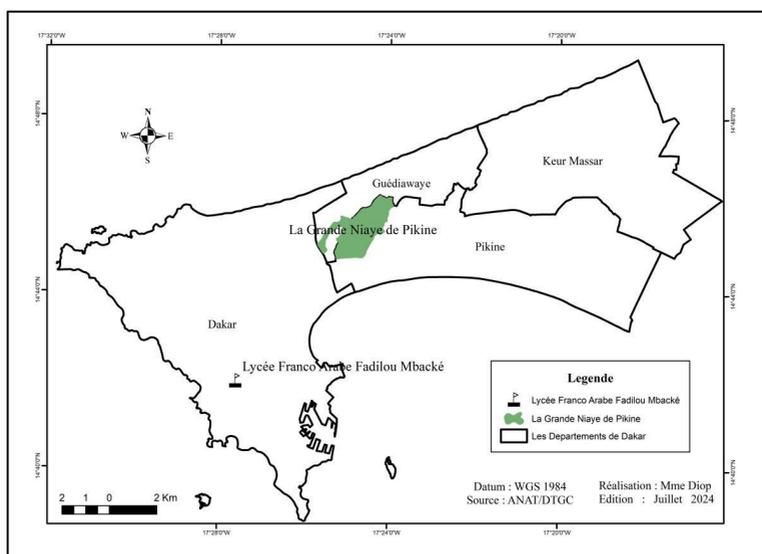
L'objectif général de ce cours d'EDD est énoncé comme suit : à la fin du cours, les élèves devront être capables de proposer des solutions concertées pour la protection de la Grande Niaye de Pikine.

Le modèle utilisé s'appuie sur une approche socioconstructiviste et est décliné cinq activités et une synthèse.

Activité 1 : Recueil des prérequis sur le DD et l'EDD

Activité 2 : Découverte

Figure 1. Carte de localisation de la Grande Niaye de Pikine et du Lycée Mouhamadou Fadilou MBACKE



- identifier et situer la Grande Niaye de Pikine, le technopôle dans l'espace dakarais;
- donner les représentations sur les TVB;
- synthèse sur la localisation de la Grande Niaye de Pikine.

Ressources : carte, le vécu de l'élève

Modalité : travail individuel

Durée : 15 minutes

Activité 3 : *Analyse du milieu*

Compétences visées : approche de la complexité, esprit critique

- identifier les différents éléments du paysage (physique/vivants);
- expliquer les interactions entre les éléments identifiés;
- identifier les usager-es et les activités, les classer en catégories;
- expliquer l'importance de la Grande Niaye en mettant l'accent sur le contexte spatial.

Ressources : documents iconographiques montrant des constructions, des usager-ère-s, les îlots couverts d'oiseaux, le plan d'eau et la végétation

Explication des problèmes :

- expliquer les problèmes évoqués dans les textes;
- expliquer leurs conséquences sur le milieu;
- classer les conséquences en fonction du type et de l'échelle sur le site et au-delà;
- expliquer en quoi ces conséquences menacent la durabilité;
- synthèse : problématiser.

Ressources : articles de presse et documents iconographiques

Modalité : travail de groupe de cinq élèves

Durée : 45 minutes

Activité 4 : *Organisation du jeu de rôle et débat entre usager-ères et militant-es de la protection de l'environnement sur le thème de la préservation de la zone humide*

Compétences : complexité, esprit critique, débat argumenté

Durée : 20 minutes

Activité 5 : *Proposition de solutions*

Trames vertes et bleues : outil pédagogique pour une éducation au développement durable

Compétences ciblées : approche de la complexité, esprit critique, engagement

- proposer des solutions qui prennent en compte les interactions, qui soient adaptées aux préoccupations des usager-es et qui puissent assurer la durabilité de l'écosystème;
- classer les solutions proposées selon les Objectifs de développement durable (ODD).

Ressources : ODD découpés et collés au tableau, post-it

Modalités travail individuel/travail de groupe.

Durée : 45 minutes

Synthèse de la séance

Résultats

Pertinence des trames vertes et bleues pour une EDD en classe de sixième

Les trames vertes et bleues peuvent représenter des objets d'étude et supports pédagogiques multidimensionnels. Elles sont des éléments essentiels de l'espace menacé tant par le changement global que par les facteurs anthropiques liés au besoin foncier né de l'industrialisation, de l'urbanisation galopante et du boom démographique. Leur conservation et leur survie passe par une prise de conscience de leur importance et de leur facteur de vulnérabilité; d'où la pertinence d'une EDD pour permettre à l'humain de se reconnecter au cadre naturel d'une part, et de rendre à la nature la capacité de jouer pleinement son rôle d'habitat d'autre part.

Les TVB sont certes multidimensionnelles (social, économique, culturelle et environnemental), mais leur intérêt écologique et environnemental est plus mis en exergue du fait du contexte spatial dans lequel elles sont intégrées, soit sous la forme de linéaire ou ponctuelle dans la structure urbaine, soit en ceinturant les grandes agglomérations (Cormier et Carcaud, 2009). Elles sont des zones de stockage de carbone dans des contextes de pollution exacerbée. Ces poumons verts favorisent aussi l'évapotranspiration; d'où son rôle d'équilibre écologique prépondérant.

Sur le plan social, l'existence de TVB dans le cadre de vie est un facteur d'équilibre à travers l'aménagement d'espaces de convivialité, tels que les parcs sportifs, les espaces ludiques. Dans certaines communautés africaines, elles servent de cadre à la socialisation à travers des rites. En effet, dans le sud du Sénégal, le bois sacré est un espace d'initiation pour les hommes et un cadre de réunion et de résolution de conflits pour les femmes de la communauté.

Les services écosystémiques ont de plus en plus une connotation économique parce qu'ils constituent des espaces de prélèvement de ressources (feuilles, fruits, bois), de pêche, de maraîchage et la floriculture (*les séanes*²).

Sur le plan culturel, les principaux éléments qui constituent le TVB, à savoir les végétaux et l'eau ont une charge culturelle très marquée en Afrique. Au Sénégal, le terme *garab* du *wolof* signifie à la fois « arbre » et « médicament » ou « remède » (Diouf, 2003, en ligne; Diop *et al.*, 2024). Il renvoie également à toute une mystique de l'eau dans la purification. Ainsi, toutes les sociétés ont développé des savoirs endogènes qui ont assuré leur équilibre social, économique et culturel; le totémisme étant centré sur ces deux éléments. L'arbre procure également, de façon symbolique, force et liberté aux êtres qui les possèdent ou qui y ont accès au point où quand ils sont en dépossédés, ils deviennent vulnérables. C'est le sens de ce proverbe en *wolof* cité par Diouf : *Picc, la muy wax*

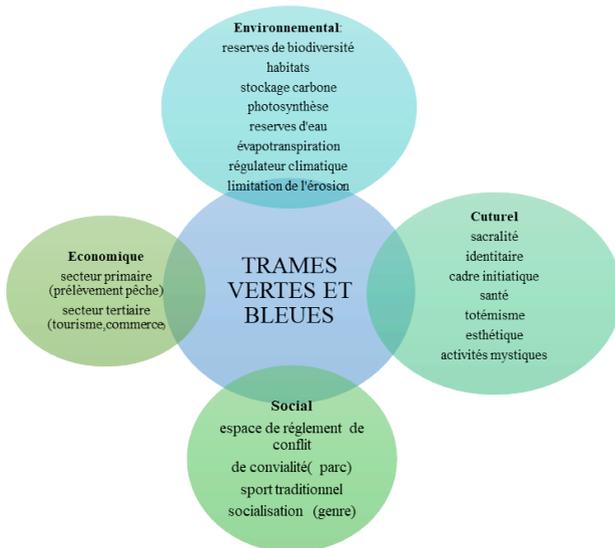
2. Puits à faible profondeur creusé dans une zone sub-affleurante de la nappe généralement utilisé pour l'arrosage dans la zone urbaine. Ce puits traditionnel est appelé en *wolof* : *sayaan* (Diouf, 2003, en ligne).

Trames vertes et bleues : outil pédagogique pour une éducation au développement durable

ca banqaasu garab, du ko wax ci loxol gone (l'oiseau ne dit pas la même chose quand il est dans l'arbre et quand il est entre les mains d'un enfant) (2003, en ligne). L'intérêt de ces TVB a enjambé les générations, crée des spécificités ethniques et des passerelles entre les groupes humains et les espaces. Elles ont contribué à conférer un pouvoir social et culturel à certains groupes.

L'espace sénégalais est parsemé d'espaces verts et d'étendue d'eau (forêt, Niaye, lacs, bassin artificiel, mares), des réserves de biosphère et des zones humides essentiels à la vie parce que recouvrant les besoins vitaux des êtres vivants d'une part, et permettant aux humains d'avoir des sources de revenus et un espace d'expression culturelle d'autre part (fig. 2).

Figure 2. Le caractère multidimensionnel des trames vertes et bleues (Aminata Diop, 2023)



Toutes les dimensions sont à inscrire dans une perspective de durabilité dans un contexte marqué par une crise multiforme. Elles représentent cependant des réserves de biodiversité menacées par les externalités négatives de la ville. Ces villes marquées par le décalage

entre le niveau de consommation élevé et la défaillance des systèmes de collectes des déchets solides et liquides. Beaucoup de plans d'eau naturelle ou artificielle sont ainsi des dépotoirs d'ordures qui, en plus de les rendre insalubres, hypothèquent la survie d'espèces végétales et animales. La boulimie foncière aussi menace les TVB aussi bien dans les zones urbaines (étalement urbain) que dans les zones rurales (modernisation agricole, accaparement des terres).

Les trames vertes et bleues, une présence en filigrane dans le programme

Elles ne sont certes pas évoquées de manière explicite dans le programme, mais elles le parcourent à travers les leçons sur l'étude du milieu et des activités économiques. Le programme est caractérisé par son ancrage dans la géographie régionale et dans le milieu proche. Il comprend six grands thèmes (chapitres) et 37 leçons dont les 48 % portent sur les questions pouvant permettre d'aborder les TVB : connaissances des plantes, conditions physiques (édaphiques, hydrographiques, biogéographiques), activités rurales, problèmes et perspectives de développement, entre autres.

Orientations de l'UNESCO sur l'EDD et programme de géographie

L'analyse du programme de géographie par rapport aux orientations proposées par l'UNESCO s'appuie sur les éléments suivants : la définition de l'EDD et le but de l'enseignement de la géographie, l'analyse comparée des compétences et des objectifs pour apprécier la congruence et l'adaptabilité de du programme de géographie à l'EDD.

Analyse de finalités

Trames vertes et bleues : outil pédagogique pour une éducation au développement durable

Selon l'UNESCO, « l'EDD donne aux citoyens les moyens de prendre des décisions éclairées et des mesures responsables en faveur de l'environnement, de la viabilité économique et d'une société plus juste pour les générations présente et future » (UNESCO, 2017b, p. 7).

Quant au programme d'enseignement de géographie, son objectif est formulé de la manière suivante : « L'enseignement de la géographie vise à aider l'élève à comprendre le milieu dans lequel il vit, afin de pouvoir s'y intégrer et le transformer au besoin. » (Ministère de l'éducation nationale, 2006).

Ces deux finalités ont une certaine congruence si on considère l'objet et la visée transformatrice. En effet, dans le programme de géographie, le milieu proche est vu comme la région géographique avec ses spécificités physique, humaine économique et sociale. La prise de décisions éclairées quant à l'organisation et la gestion de ce milieu repose sur une bonne compréhension de toute sa complexité.

Convergence entre les compétences exigibles et les compétences EDD

L'analyse cherche à trouver dans le programme de géographie de la classe de sixième des compétences exigibles à mettre en cohérence avec les huit compétences essentielles en matière de durabilité définies par l'UNESCO.

Le programme de la classe de sixième, tel que décliné à travers les compétences exigibles, devrait faire des apprenant-es des citoyen-nes ayant une connaissance approfondie de leur milieu proche, une bonne compréhension des éléments de différenciation des régions du Sénégal, une appréciation des potentialités de leur milieu proche et du pays en général (tableau 1). Les compétences, telles qu'elles sont définies, ne prennent pas compte les capacités à prendre position et à s'ériger comme acteur de la transformation de son milieu. Ces constats révèlent le programme comme un « enseignement de », plus centré sur les savoirs (Lange, 2008; 2010).

Tableau 1. Compétences EDD et compétences exigibles en classe de sixième

Compétences essentielles en matière de durabilité (UNESCO)	Compétences exigibles en classe de sixième prévues par le programme de géographie
	<ul style="list-style-type: none"> - Connaître les cycles végétatifs - Connaître les activités économiques et leur articulation
Compétence sur le plan de l'analyse systémique	<ul style="list-style-type: none"> - Comprendre le phénomène urbain et les problèmes qui en découlent - Comprendre la structuration de l'espace - Comprendre les mutations économiques et sociales engendrées par les aménagements modernes
Compétence sur le plan de l'anticipation	Comprendre les enjeux de développement de la région
Compétence sur le plan normatif	Pas de compétence
Compétence sur le plan stratégique	Pas de compétence
Compétence sur le plan de la collaboration	Pas de compétence
Compétence sur le plan de la réflexion critique	Pas de compétence
Compétence sur le plan de la connaissance de soi	Pas de compétence
Compétence sur le plan de la résolution intégrée des problèmes	Pas de compétence

Ce tableau appelle un certain nombre de constats. Le premier concerne le nombre de compétences prévues par le programme comparativement à celles de l'UNESCO. En effet, sur les huit compétences formulées par l'organisation, seules deux sont consignées dans le programme d'enseignement. Ensuite, les compétences retenues concernent presque exclusivement des aspects relevant de la dimension sensibilisatrice. En effet, qu'il s'agisse de l'analyse systémique ou de l'anticipation, l'on demeure à un niveau de la prise de conscience. À l'inverse, les six dernières compétences qui sont délaissées ont la particularité d'entrer l'action et la résolution des problèmes. Cela étant dit, il nous faut à présent aborder l'application de cette EDD dans une classe.

Mise en œuvre d'une séance EDD en classe de sixième

Mobilisation des prérequis

À la question « Qu'est-ce que le développement durable? », les élèves n'ont pas donné de réponse exacte malgré la reformulation. La seule réponse obtenue est : « Le développement où on évolue ». L'éducation au développement durable par contre a été définie en fonction des modules enseignés dans le primaire : « vivre ensemble » et « vivre dans son milieu ». Il y a donc une certaine faiblesse des prérequis sur le développement durable et sur l'éducation au développement durable.

Activité de découverte

L'exercice a démarré par convoquer les pratiques spatiales des élèves. Ainsi, à la question « Qu'est qui se trouve après le croisement de Cambérene³, beaucoup de réponses inattendues : « des ordures », « beaucoup de voitures ». Une seule réponse exacte après plusieurs reformulations : le technopôle (appellation par la fonction économique ou l'affectation). La Grande Niaye de Pikine est donc peu remarquée dans le paysage, certain-es élèves passent devant cet espace, mais ne l'ont jamais visitée. Ils ont par contre pu localiser la Grande Niaye sur le plan administratif à partir de la carte, dans le département de Pikine.

Analyse du paysage

La compétence visée par cette activité est de développer la pensée complexe à travers l'identification des éléments du paysage et leurs interactions en termes de dépendance.

Les composantes du paysage sont identifiées et listées : plan d'eau, végétation, bâtiments, dépôts d'ordures, air, animaux (oiseaux, insectes, mollusques, boas, vers, poissons, lézards, etc.). Les interactions sont expliquées et les liens de dépendance relevés à travers un essai de reconstitution de la chaîne alimentaire : les feuilles sont mangées par les vers; les vers sont mangés par insectes, les insectes par les oiseaux et

3. Lieu connu par ces élèves.

les oiseaux par le boa. Les élèves ont ainsi identifié et expliqué plusieurs interactions : eau/végétation; végétation/air; animaux/végétation et eau/animaux. Le concept d'écosystème a été évoqué sans avoir été défini.

L'identification des usager-es est bien faite : pêcheurs, jardinier-es, services des eaux et forêts, commerçant-es, habitant-es. Une catégorisation selon les secteurs d'activité a été aussi réalisée : activité du secteur primaire et activité du secteur tertiaire. À partir de l'analyse du paysage, les élèves ont pu expliquer l'importance de la Grande Niaye : « vie des poissons », « lutte contre la pollution », « endroit très beau ». Cependant, la mise en corrélation des résultats des activités d'analyse pour poser la problématique, n'est pas réussie. Il y avait aussi une difficulté à mettre en synergie les ressources (documents textuels et ressources iconographiques) pour faire ressortir la problématique. C'est pour cette raison que nous avons eu recours à l'enseignant de la classe pour la définition de la problématique portant sur « la préservation d'un espace naturel menacé ».

Jeu de rôles et débat argumenté

Les compétences ciblées sont : développer la pensée critique et la pensée complexe. Quatre grands groupes ont ainsi été constitués à partir des usager-es identifié-es dans l'activité précédente : jardinier-es, promoteur-trices d'immobiliers, pêcheurs, défenseur-euses de l'environnement. Le débat a porté sur le thème de la préservation de la Grande Niaye au vu des menaces. Les arguments suivants ont été donnés par les acteur-trices :

- les jardinier-es : « Nous les jardiniers, nous protégeons la végétation, notre activité permet de planter les arbres et procure bien-être aux populations, nous protégeons aussi l'air en luttant contre la pollution »;
- les pêcheurs : « La pêche est importante parce que les Sénégalais

Trames vertes et bleues : outil pédagogique pour une éducation au développement durable

mangent chaque jour du Thiebou djene⁴ (riz au poisson), le poisson est bon pour la santé et c'est ce qui nous permet d'avoir de l'argent »;

- les promoteur-trices d'immobiliers : « Les gens ne veulent pas qu'on construise des maisons, mais le cadre est très beau et il fait frais; et si les gens habitent ici, ils vont surveiller l'eau et la végétation »;
- les environnementalistes : « Si la Niaye disparaît, vous n'aurez plus d'activité, les plantes nous soignent, il ne faut pas tout exploiter ».

Propositions de solutions

Cette dernière activité est déclinée en deux sous-activités. Dans la première, les groupes des débatteur-euses se sont concerté-es pour trouver un terrain d'entente; dans la seconde, chaque élève a proposé une solution, puis l'a appariée avec un ODD.

À l'issu de la concertation entre les représentant-es de chaque groupe d'usager-es pour trouver un consensus, les cinq axes suivants ont été proposés :

Axe 1 : « Les activités sont utiles mais il faut aussi protéger la Grande Niaye »

Axe 2 : « La protection de l'environnement permet de continuer à mener les activités »

Axe 3 : « Les promoteurs ne doivent pas construire dans la Grande Niaye »

Axe 4 : « Les pêcheurs s'engagent à respecter le repos biologique pour que les poissons ne disparaissent pas »

4. Mot composé *wolof* associant deux termes : *ceed* (le riz) et *jén* (poisson). Voir Diouf (2003, en ligne).

Axe 5 : « Les jardiniers ne vont pas utiliser de pesticides et d'engrais sinon les animaux et surtout les oiseaux vont disparaître ».

Pour la seconde sous-activité, chaque élève propose une solution pour la préservation de la Grande Niaye et tente de mettre en relation sa proposition avec un ODD. Ainsi, sur les 17 ODD, 6 ont été sélectionnés pour classer les solutions proposées. Ainsi, 61 % des réponses sont classées dans l'ODD « Vie terrestre » et 24 % dans l'ODD « Vie aquatique » (tableau 3).

Tableau 2. Appariements des solutions proposées aux ODD par les élèves

ODD	Solutions proposées
1 Pas de pauvreté	Solidarité, éviter le gaspillage
3. Santé et bien-être	Limitation de pollution atmosphérique, sonore et ordures
4. Éducation de qualité	Écogestes, éducation pour ne pas dégrader l'environnement
11. Villes et communauté durables	Eaux usées, ordures
14. Vie aquatique	Eviter les rejets en mer, matériels de pêche, repos biologique, lutte contre la pauvreté, multiplication des ports de pêche
15. Vie terrestre	Lutte contre les coupes de bois et les feux de brousse, lutte contre la pauvreté, gestion des ordures, limiter la pollution, création d'espaces verts, consommer des produits à faible émission de gaz à effet de serre, développer une éducation à la vie, solidarité, installer des brises vents

Certaines propositions manquent de pertinence par rapport à la thématique. Il s'agit notamment de celles liées à la mer et aux ports de pêche, mais aussi le classement d'une proposition sur l'éducation dans l'ODD « Vie terrestre » (tableau 2).

ODD	Solutions proposées
1. Pas de pauvreté	2
3. Bonne santé et bien-être	2
4. Éducation de qualité	1
11. Villes et communautés durables	2
14. Vie aquatique	12
15. Vie terrestre	30

Tableau 3. Synthèse thématique des propositions

Synthèse des activités

À la fin de la séance, nous avons la question suivante aux élèves : « Quels enseignements avez-vous tiré de la séance? » Un certain nombre de réponses ont retenu notre attention :

1. « Nous pouvons aider à nettoyer les ordures »
2. « Il faut éviter la pollution, sinon les oiseaux vont mourir »
3. « Si la Grande Niaye disparaît, les oiseaux ne vont plus venir »
4. « Ne pas ruiner l'environnement »
5. « Il n'y a pas de sot métier ».

Ces énoncés ont tous la particularité d'être en phase avec le thème de la protection de l'environnement. Les assertions (1) et (2) se singularisent par une sorte d'incitation à l'action, en se déclarant disposé à une tâche citoyennement responsable, et même en y entrevoyant un métier qui mérite d'être valorisé. Les énoncés (b) et (d) s'orientent davantage vers l'exhortation à des pratiques de protection saine pour l'environnement. Quant à (c), il semble plus élaboré, car sous la forme d'une hypothèse, elle engage les personnes sur la déduction des conséquences des actions humaines sur l'environnement.

Discussion

Les finalités de l'enseignement sont en congruence avec celles de l'EDD, telles que définies par l'UNESCO (2017a; 2017c). De même, le programme d'enseignement de géographie pour la classe de sixième (objectifs et contenus) permet la maîtrise des savoirs déclaratifs qui prennent en compte les dimensions environnementale, économique et sociale des différentes régions naturelles du Sénégal. Il a une dimension environnementale marquée, le milieu dont la connaissance est ciblée est synonyme de l'environnement et détermine les phénomènes sociaux, démographiques et économiques.

Cependant, les compétences exigibles pour la classe de sixième ne prennent pas en compte les capacités à prendre position et à s'ériger comme acteur ou actrice de la transformation de son milieu. Ces constats révèlent le programme davantage en tant qu'« enseignement de », plus centré sur les savoirs (Lange, 2008; 2010).

L'utilisation TVB pour faire une EDD est pertinente à plus d'un titre vu leur complexité, leur caractère multidimensionnel et l'importance des menaces sur leur durabilité.

L'expérience initiée en classe de sixième a montré que, sur le plan cognitif, les apprenant-es sont bien initié-es à la description et à la compréhension des interactions d'abord entre éléments du vivant, ensuite entre les différents constituants du milieu naturel, et enfin entre milieu physique et le vivant. Les élèves ont aussi su mobiliser les savoirs issus du cours de SVT pour identifier des interactions, par exemple, dans les chaînes alimentaires et l'habitat. De ce point de vue, la maîtrise des compétences liées à la pensée complexe semble vérifiée, car ils et elles sont capables d'intégrer des savoirs et savoir-faire issus de deux disciplines pour résoudre un problème. Cependant, certains concepts essentiels, comme « l'écosystème », n'ont pas été définis.

Trames vertes et bleues : outil pédagogique pour une éducation au développement durable

La capacité à mettre en corrélation les spécificités du site, les problèmes identifiés et le contexte pour définir une problématique a fait défaut. Ce qui traduit une faille dans le raisonnement géographique, qui peut être lié au niveau de la classe (premier niveau du cycle moyen).

L'étude a montré que le jeu de rôles et le débat argumenté sont des outils pertinents pour l'initiation à la pensée complexe et la pensée critique. Ils permettent aussi l'apprentissage du travail collaboratif et la prise de parole. Dans la typologie des arguments fournis par les débatteu·euses, cinq thèmes ont été identifiés : environnement, économie, cadre de vie, responsabilité, culture (habitudes alimentaires, esthétique). Paradoxalement, l'ODD 17 relatif aux mesures contre le changement climatique n'a pas été ciblé dans la typologie faite par les élèves; ceci peut être considéré comme un écart dans le raisonnement concernant la chaîne de causalité qui a pu être établie entre déforestation, pollution atmosphérique et changement climatique.

L'activité d'enseignement-apprentissage menée dans une perspective socioconstructiviste, à partir d'un support portant sur les TVB qu'est la Grande Niaye de Pikine, a permis d'asseoir les compétences ciblées dans une EDD. Les apprenant·es ont pu comprendre les enjeux de la biodiversité et des ressources en eau dans la région, mener un travail collaboratif pour argumenter et exprimer leur engagement à mener des actions de préservation. Ces résultats orienteraient une nouvelle manière de faire la classe en géographie, en prenant en compte les compétences en EDD.

Conclusion

Les « éducations à » ne sont pas des nouveautés dans les systèmes éducatifs, mais l'EDD a introduit certaines innovations dans la construction de la citoyenneté. Elles contribuent effectivement à un projet global à caractère institutionnel et reposent aussi sur des questions

socialement vives qui n'ont pas un caractère scientifique stabilisé. Elles permettent toutefois à l'école de mieux s'ouvrir aux préoccupations sociétales. La géographie est l'une des disciplines les plus à même de prendre en charge le caractère transversal de l'EDD. Dans la même veine, les trames vertes et bleues qui font partie de l'espace vécu des apprenant-es sont multidimensionnelles, mais elles sont de plus en plus menacées. Ces aspects en font des outils pédagogiques pouvant susciter une prise de conscience sur leur importance et un engagement des apprenant-es pour la protection de l'environnement en connaissance de cause. Cette situation pose la question de l'adaptation des méthodes d'enseignement aux compétences ciblées par l'EDD qui sont, en outre, des facteurs de valorisation pour les apprenant-es parce que celles-ci reposent sur des approches socioconstructivistes.

Références

- Barthes, Angela et Alpe, Yves. 2018. Les « éducations à », une remise en cause de la forme scolaire? *Carrefours de l'éducation*, 45(1), 23-37. <https://doi.org/10.3917/cdle.045.0023>
- Cormier, Laure et Carcaud, Nathalie. 2009. Les trames vertes : discours et/ou matérialité, quelles réalités? *Projets de paysage*, 2. <https://doi.org/10.4000/paysage.28650>
- Diop, Aminata, Cissé, Birane et Diedhiou, Malangue. 2024. *Géographie culturelle et savoirs endogènes dans l'agriculture, la santé et la préservation de l'environnement dans les communes de Dagana et de Suelle (Sénégal)*. Collection PLURAXES /MONDE, 2(6), ISSN online 2960-0723.
- Diouf, Jean Léopold. *Dictionnaire wolof-français et français-wolof*. Paris : Karthala. [Version en ligne]. <https://shorturl.at/tRYmz>

Trames vertes et bleues : outil pédagogique pour une éducation au développement durable

- Gayford, Chris. 2002. Controversial environmental issues: A case study for the professional development of science teachers. *International Journal of Science Education*, 24(11), 1191-1200. <https://doi.org/10.1080/09500690210134866>
- Girault, Yves et Sauvé, Lucie. 2008. L'éducation scientifique, l'éducation à l'environnement et l'éducation pour le développement durable. Croisements, enjeux et mouvances. *Aster*, 46, 7-30. 10.4267/2042/20028
- Lange, Jean-Marc. 2008. L'éducation au développement durable au regard des spécialités enseignantes. *Aster*, 46, 123-154. <https://doi.org/10.4267/2042/20033>
- Lange, Jean-Marc, Patricia, Victor et Janner, Martine. 2010. *Vers l'élaboration d'indices, mesure de l'efficacité de l'éducation au développement durable en milieu scolaire*. Actes du Congrès de l'Actualité de la recherche en éducation et en formation (AREF), Université de Genève, 13-16 septembre.
- Morin, Edgar. 2005. *Introduction à la pensée complexe*. Paris : Seuil.
- Leininger-Frézal, Caroline, Gaujal, Sophie, Heitz, Catherine et Colin, Pierre. 2020. Vers une géographie expérientielle à l'école : l'exemple de l'espace proche. *Recherches en éducation* 41. <https://doi.org/10.4000/ree.579>
- Ministère de l'Éducation nationale (MEN). 2006. *Programme consolidé de géographie*. République du Sénégal.
- Tutiaux-Guillon, Nicole. 2013. Éduquer au développement durable ou enseigner le développement durable en histoire-géographie : enjeux sociopolitiques et discipline scolaire. *Phronesis*, 2 (2-3), 114-121. <https://doi.org/10.7202/1018079ar>
- UNESCO. 2017a. *Éducation for Sustainable Development Goals – Learning Objectives*. UNESCO. <https://doi.org/10.54675/CGBA9153>

Aminata DIOP

UNESCO. 2017b. *Le réseau en action : citoyens du monde connectés pour le développement durable : guide à l'intention des élèves*. UNESCO.
<https://shorturl.at/B8S9X>

Aminata DIOP

Université Cheikh Anta DIOP de Dakar

Contact : mimidiop2002@gmail.com, aminata3.diop@ucad.edu.sn

ISSN : Version imprimée

1840-9865

ISSN : Version en ligne

2630-144X

En ligne à :

<https://www.revues.scienceafrique.org/naaj/texte/aminata2024/>

Pour citer cet article : DIOP, Aminata. 2024. Trames vertes et bleues : outil pédagogique pour une éducation au développement durable. NAAJ. *Revue africaine sur les changements climatiques et les énergies renouvelables*, 3(1), 191-216. DOI : 10.46711/naaj.2024.3.1.8