

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**, Mamadou Saliou
MBENGUE**

* Université d'Orléans, Laboratoire CEDETE

** Université Alioune Diop, Bambey

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 (sécheresses, 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, de confronter le couple vulnérabilité-aménité des lieux d'eau dans un contexte de multiples changements afin 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 : Vulnérabilités ; Variabilité climatique ; Perceptions ; Adaptation ; Zone humide urbaine ; Vallée fossile du Sine ; Sénégal.

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, which is both fragile and provides important ecosystem services. There are many vulnerabilities due to the extreme variability of the climate (droughts, 2 floods, etc.), the degradation of water and soil quality through salinisation and pollution by waste, and the pressure and land speculation associated with 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 the wetlands of Diourbel. The main objective of this article is therefore to analyse the trajectory of the uses and landscapes of the wetlands in this city, to compare the vulnerability-amenity pairing of the water areas in a context of multiple changes in order to shed light on the permanent features and changes that characterise them, their perception by the local populations and to envisage current or future enhancement strategies for these water areas.

Keywords : Vulnerabilities; Climate variability; Perceptions; Adaptation; Urban wetland; Sine fossil valley; Senegal

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 qu'ont les acteurs institutionnels et les habitants, 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 fragmentation 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, qu'il s'agit de reconstituer, 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 voire 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.

Sur un plan méthodologique, l'article selon les canons des sciences humaines, articule 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 représentations des lieux d'eau tandis qu'une 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, seule 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 (I) suppose ainsi que soient étudiées 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. Ainsi, les vulnérabilités multiformes (II), 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 leurs analyses lexicologiques. En émerge une vision ambivalente associant menaces et aménités qui (III) préfigure 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.

I. 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

¹ L'article mobilise et met en avant une partie des résultats issus des travaux effectués dans le cadre du programme BOUDIOU, 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 des zones humides urbaines du Nord et des Suds 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.

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.

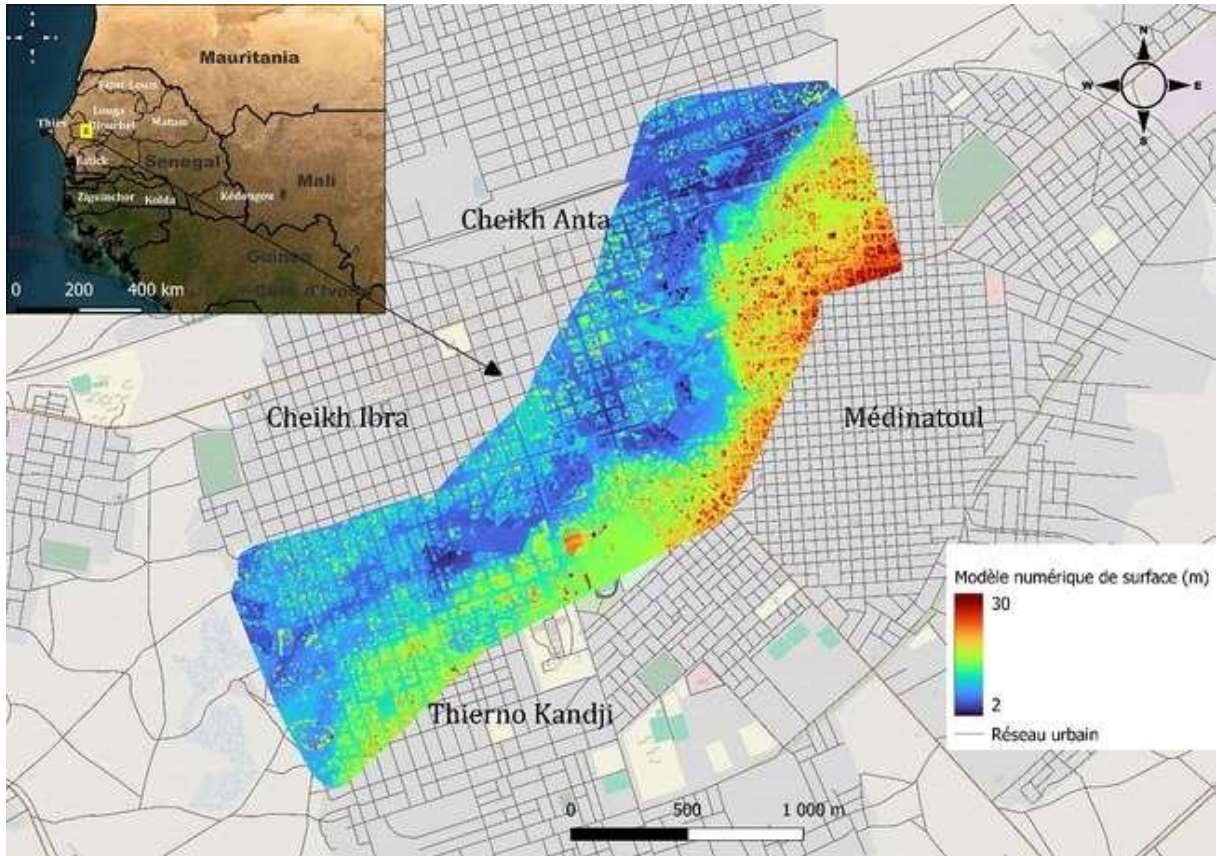


Figure 1. Localisation de la vallée du Sine à Diourbel. Source : Modèle numérique de surface (MNS) créée à partir d'une orthophotographie par drone le 20/12/2023, OpenStreetMap, Esri Satellite / ArcGis World Imagery, ©Auteur.e.s, 2023.

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 ennoyant 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 de 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

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

toutefois « 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 ceinturent la ville 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 maraichers »³.

Dès le début du XX^e siècle, la question de la revitalisation des vallées fossiles du Ferlo à travers les crues du fleuve Sénégal à l'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 de ce projet et aussi ses conséquences (Sy, 2010).

Cette question de la revitalisation des vallées fossiles, en particulier ici le Sine est aussi profondément 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 (Charreau et al, 1961), 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 ».

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.

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

⁴ Cote Po III 1451, Archives nationales du Sénégal.

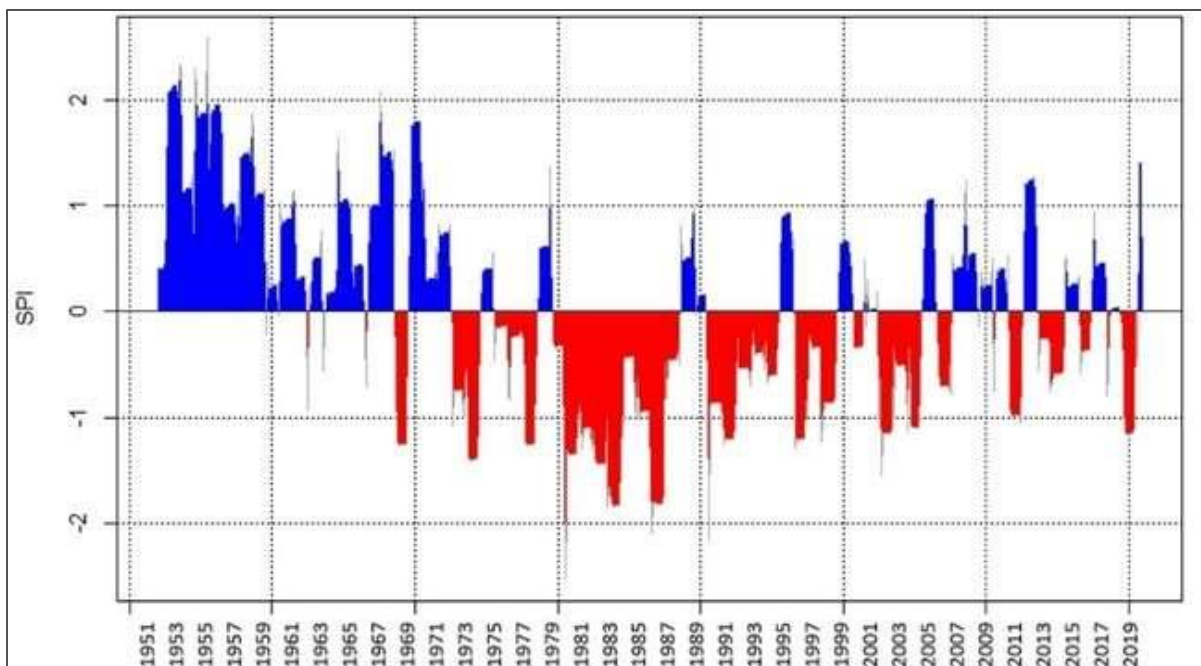


Figure 2. Indice Standardisé des précipitations à Diourbel entre 1951 et 2020. Source : d'après les données pluviométriques de l'ANACIM. ©Auteur.e.s, 2023.

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 habitants pour l'année 2017. Avec une superficie de 36 km² la densité de population est de 4199 habitants 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

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.

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 sécheresses 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 et reconnue pour la qualité et l'abondance de ses produits dans tout le Sénégal avant l'arrivée des sécheresses 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 ; Diday, 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 extraits 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 bâti 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 sécheresses 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.

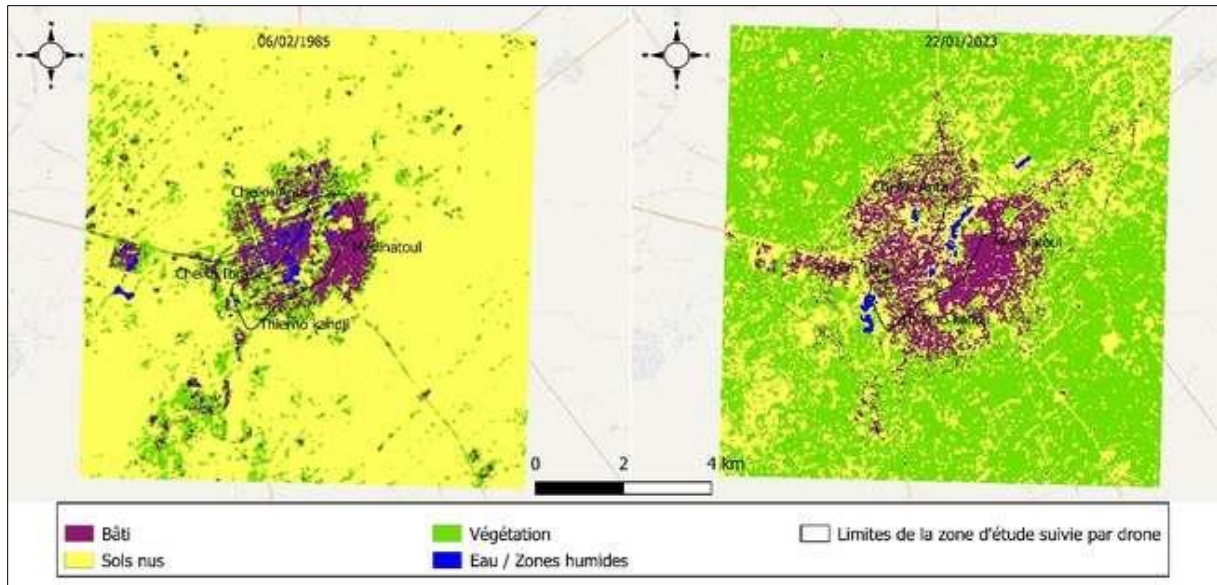


Figure 3. Occupation du sol à Diourbel en 1985 et 2023, ©Auteur.e.s, 2023.

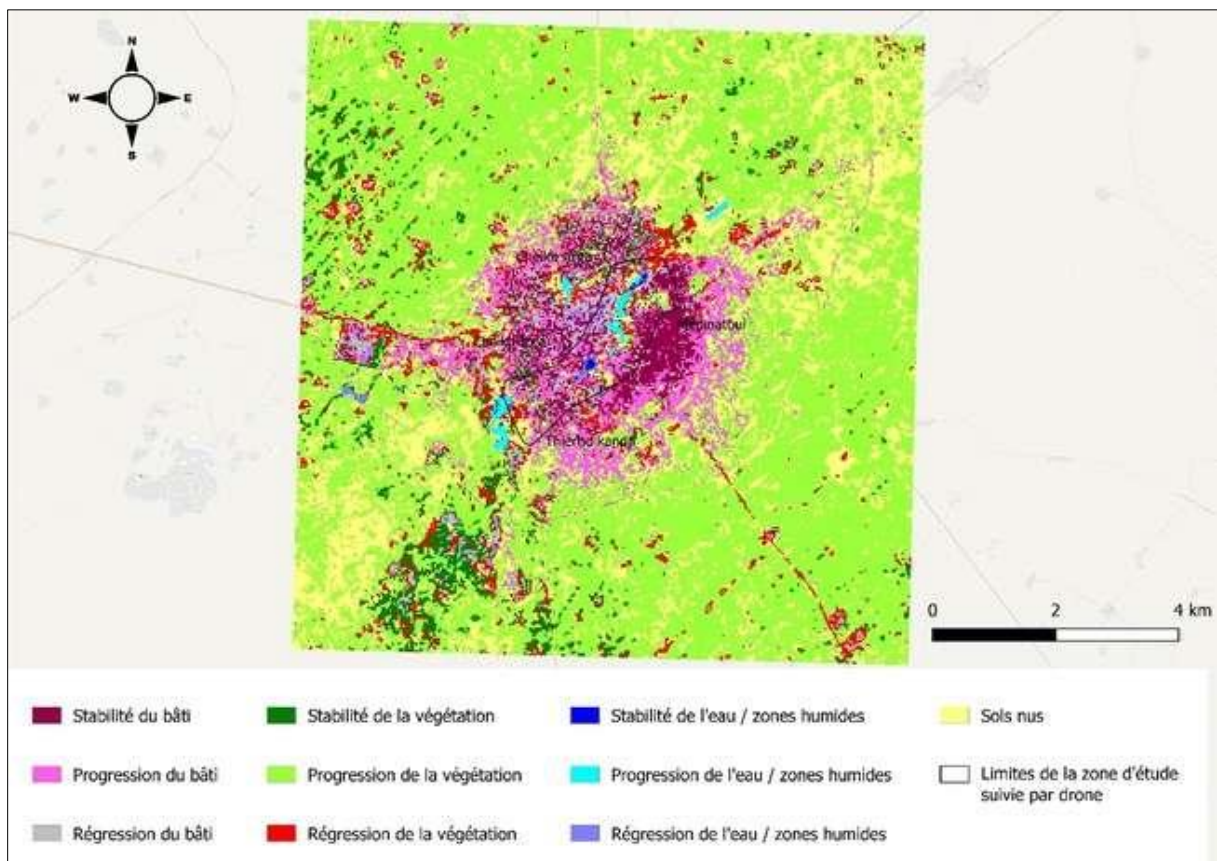


Figure 4. Changements des modes d'occupation du sol entre 1985 et 2023, ©Auteur.e.s, 2023. Sources : Cartes réalisées à partir d'images Landsat OLI- TIRS, prise de vue du 22/01/2023, et Landsat 5 TM, prise de vue du 06/02/1985. Projection UTM WGS84 - Zone 28 N, résolution spatiale 30 m, données acquises via USGS/EarthExplorer, <https://earthexplorer.usgs.gov/>

Tableau 1. Matrice et quantification des changements observés entre 1985 et 2023, © Auteur.e.s, 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 les sécheresses, interroge les ruptures créées dans les chemins de l'eau. Ces changements et évolution dans les modes d'occupation et d'utilisation du sol à Diourbel sont à la base d'une mosaïque verte et bleue perçue et mise en valeur différemment selon les acteurs 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 / ©Auteur.e.s, 2023.

Méthodes de recueil et d'analyses 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 porte une attention particulière aux significations que les acteurs sociaux 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 habitants et les usagers des zones humides de la vallée, la méthode de l'entretien semi-directif a été privilégiée. Deux guides d'entretiens ont été construits pour répondre à deux sous-objectifs distincts : le premier étant d'enquêter spécifiquement sur les acteurs ayant des pratiques agricoles (maraîchage, élevage...) et de vente des produits, et 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, céanes...), 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 parti pris de n'interroger que des usagers des zones humides, et non les habitants jouxtant les aires palustres mais ne les utilisant jamais a logiquement fortement influencé l'échantillon. Il est essentiellement masculin (88%), dans la force de l'âge (40% de plus de 65 ans, 24% entre 45 ans et 65 ans), surtout maraîchers (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 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 inondations dans les quartiers de Diourbel, là aussi afin de saisir la

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

⁸ Les entretiens ont été retranscrits en français dans un fichier de près de 200 000 signes.

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 les 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.

II. 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.

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

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

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.



Figure 6. Inondations à Diourbel / © Auteur.e.s, 2023 (à gauche) et © Auteur.e.s, 2023 (à droite). Le quartier de Thierno Kandji à Diourbel est particulièrement touché par les inondations. À gauche, le carrefour est inondé, les habitants 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 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 a 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) favorisant 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 ennoyant 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 sur les habitants des quartiers concernés sont importantes. Celles-ci sont triples pour les personnes interrogées. Les inondations entraînent une perte économique pour les maraîchers, les artisans et les commerçants 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 habitants sont contraints 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 des quartiers, crée un isolement pour les personnes riveraines. À cela s'ajoute un sentiment d'insécurité dans ce secteur, 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 certains commerçants ou maraîchers à travailler en période d'inondation a un impact sur les revenus, 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 comme 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 inondations ne fait aucun doute, et notamment pour cette femme riveraine qui explique que « une inondation est due à une cause naturelle, mais celle-là est liée à une cause anthropique ». Les aménagements des eaux pluviales sont mis en cause par cette même personne qui évoque également le rôle des déchets.

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, voire devient

l'occupation principale du sol dans des secteurs périphériques donnant naissance à de véritables champs d'épais déchets (Fig. 7). L'accumulation verticale crée, elle, 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.e.s.

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 paysagère et de l'eau, que le brûlage régulier tente de résorber, entraînant paradoxalement une autre forme de dégradation celle 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 face d'une part à l'impossibilité croissante d'absorber le flux des déchets solides ménagers et, d'autre part, 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 est de deux types. Il peut s'agir d'un dépôt transitoire lorsque des bennes sont mises à disposition, ce dépôt devient définitif par manque de moyen d'enlèvement des bennes. 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 montrant la volonté,

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.

certes individuelle dans ce cas-là, d'avancer sur ce sujet des déchets.

Ces évolutions sont d'autant plus importantes que les déchets, outre la pollution visuelle et olfactive qu'ils engendrent, 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 menées auprès des acteurs de la vallée ont uniquement documenté la perception qu'ont ces personnes des impacts directs et indirects des déchets solides sur leurs activités, leur cadre de vie, leur santé. Pour les maraîchers, la perception est ambivalente. Certains déchets, plastiques, portent préjudice à leur activité comme le montre le propos suivant :

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'activité 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 maraîchers. Il est souvent fait mention de la contamination des nappes souterraines ce qui inquiète particulièrement les personnes rencontrées qui expliquent qu'à moyen terme ce qui est en jeu c'est bien le maintien de leur activité. 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 eux appréciés quand ils sont valorisés sous forme de compost et amendent les sols. Ils sont mêmes plébiscités pour remplacer les produits fertilisants chimiques.

une zone humide des hommes et celle des femmes, plus tournées vers l'innovation (Diouf Ndiaye, 2013) !

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

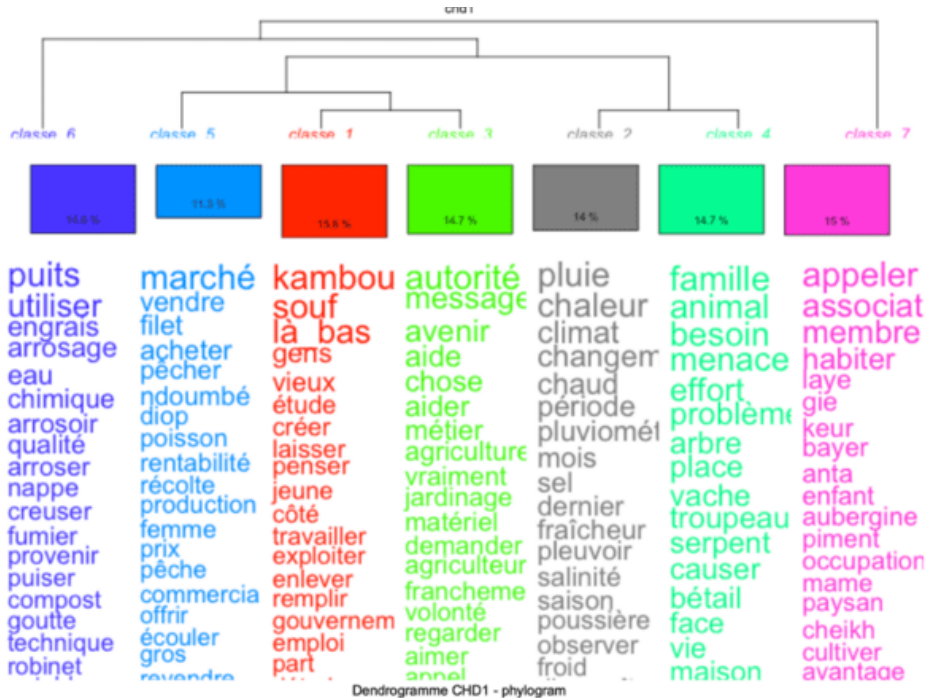


Figure 9. Classification suivant les profils des enquêtés et les modalités de réponses / ©Auteur.e.s, 2023, d'après les enquêtes réalisées par les étudiants de l'université de Bambe

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 de 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 développe une activité maraichère 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 maraichères, 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 notamment), 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 s'intégrant 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 recréation des chemins de l'eau dans la ville, susceptible, en reconstituant la continuité des écoulements, de lutter contre les inondations.

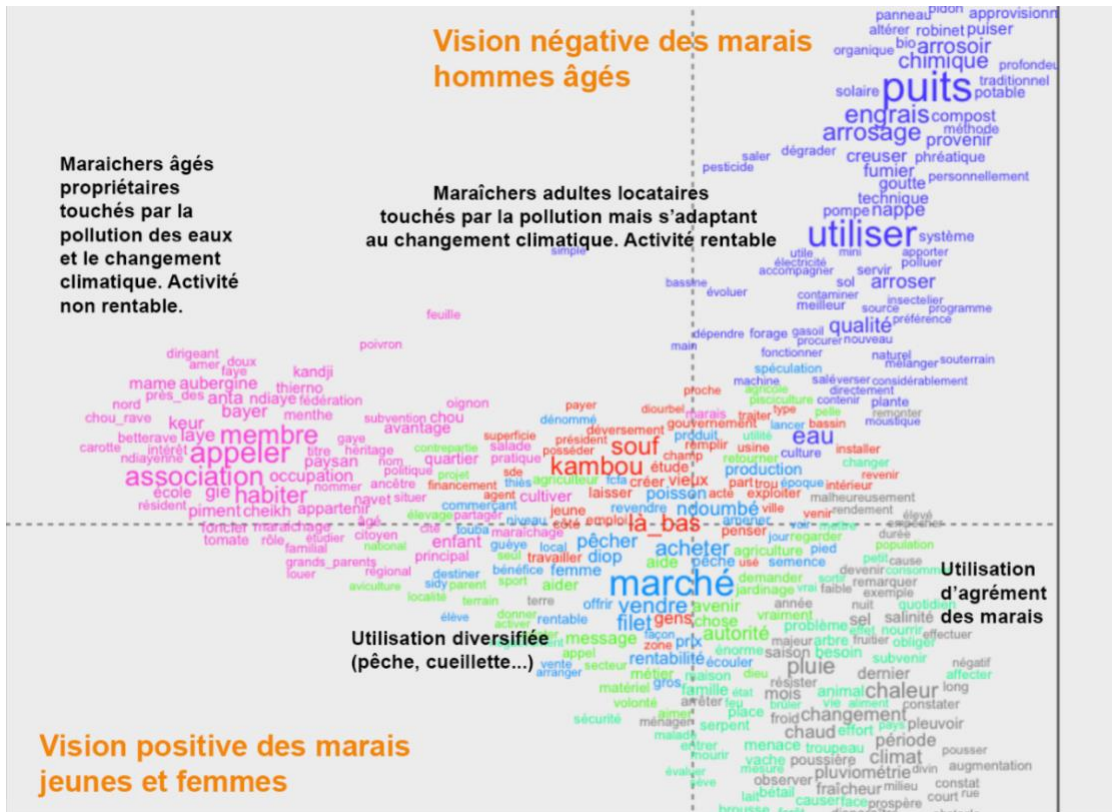


Figure 10. Visions des zones humides de Diourbel / ©Auteur.e.s, 2023, d'après les enquêtes réalisées par les étudiants de l'université de Bamby

III. Quelles 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 maraîchage et induit de nouvelles fonctions aux zones humides et des changements socioculturels des habitants de Diourbel, plus enclins à pratiquer des activités de loisirs verts de Diourbel.

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).

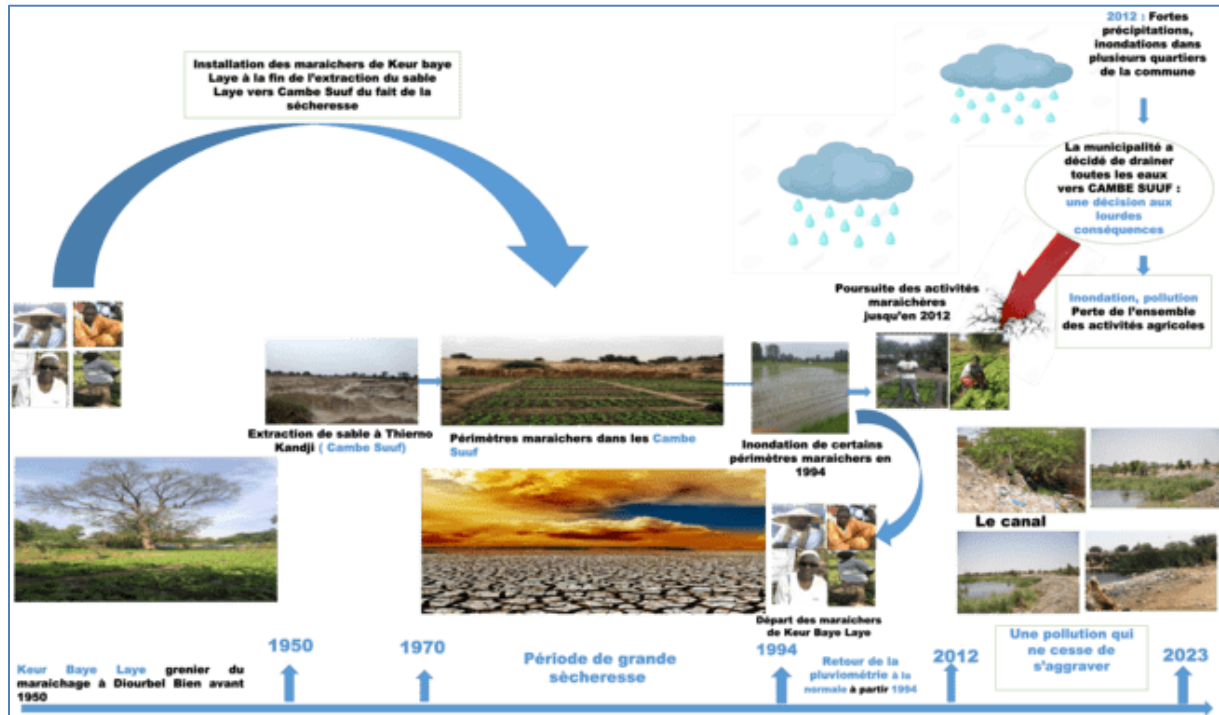


Figure 11. Trajectoire géographique des usages dans les zones humides de Kamb Suuf et de Keur Baye Laye /© Auteur.e.s, 2023.

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 partie du *Kamb*, le propriétaire du camion, un membre de la famille de Baye Laye cédait 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, c'est 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 de leur quartier. 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 kambas. 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 transformé en plan d’eau insalubre.

À ces mutations spatiotemporelles 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’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) rendus par cette zone humide urbaine trouve tout son sens

Les mutations spatiotemporelles sont ainsi caractérisées par une triple mobilité. Spatiale avec des déplacements géographiques des zones maraichères et de ses maraichers selon l’abondance et la qualité des eaux, fonctionnelle une même zone ayant pu connaître des modes de valorisation très dissemblables, psychosociale avec l’avènement d’un rapport inédit entre les communautés diourbelloises et leurs zones humides. Il y a ainsi une plasticité aménagementale 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 fondées 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 mobilisant une évaluation contingente, on détermine le consentement à payer des consommateurs d’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, quelles sommes chaque enquêté 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* s’il était mis en place. 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 leurs revenus ne le permettent pas.

Une majorité de personnes, 68% de l’échantillon, se dit prête à payer pour que *Kambu Suuf* soit dépolluée et aménagée. Le détail des motifs pour lesquelles les personnes sont

prêtes à payer pour la revalorisation permet d'affiner la compréhension des préoccupations des habitants et usagers à l'égard de ce secteur de la vallée. Pour 23 des 34 personnes le seul motif choisi est celui « d'assurer la relance des 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 répondants 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 portant sur la conservation des milieux naturels et leur restauration n'apparaît en fait qu'à cinq reprises dans les réponses positives. Les préoccupations sont ainsi d'abord celles du maintien voire du développement des pratiques agricoles dans les *Kambu Suuf*, de la lutte contre les pollutions pour l'amélioration de la vie quotidienne et pour favoriser le tourisme. L'enjeu écologique apparaît comme second, les personnes mettant plutôt en avant les enjeux socio-économiques qui traversent les zones humides.

Tableau 2. Les motifs d'approbation et de refus au programme de financement envisagé

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'Etat 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 améliorer le cadre de vie de la commune	1	3%
Assurer la relance des activités agricoles qui y étaient pratiquées conserver cet écosystème aussi riche pour les générations futures	1	3%
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 développer le tourisme dans la commune Diourbel,		9%
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	

Source : ©Auteur.e.s, 2023, à partir des données d'enquête, 2023

Par rapport à leur contribution au programme envisagé sur les 68% des enquêtés qui se disent prêts 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. Comme véhicule de paiement non monétaire, sur les trois types de spéculations proposées, 8% des enquêtés ont choisi l'oignon, 2% le gombo et 2 % la

tomate. Seulement trois individus ont proposé des montants supérieurs à ceux prévus dans le jeu d'enchère. Les montants consentis (CAP) varient de 10 000 FCF à 500 000 FCF et peuvent être classés comme suit : 92% des personnes consentent de payer un montant annuel allant de 10 000 à 100 000 FCFA, 3% des personnes consentent de payer entre 100 000 et 200 000 FCFA et 6% consentent de payer plus de 200 000 FCFA. Le consentement moyen est de 81 323 FCFA, la médiane est de 60 000 FCFA, le consentement minimum est 10 000 FCFA et le maximum est 500 000 FCFA.

Coïncidence significative, la part de ceux qui ont une vision négative des zones humides d'après l'enquête des étudiants sur les usages (70%) est similaire à celle de ceux qui se disent prêt 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 maraichers et de ce fait perçus comme productifs et féconds. Leur réhabilitation, dans le cadre du projet trame verte et bleue, s'inscrit donc dans cette ambivalence : en état la zone humide repousse, mais revitalisée, elle attire.

Conclusion

Ces recherches effectuées dans le cadre du programme BOUDIOU mettent en exergue les 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 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 liées, au sud de la ville, 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 allant dans le sens de la valorisation des zones humides de Diourbel, 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 à échelle passera par une approche collective et institutionnelle visant à aménager et revaloriser ces espaces. Fortement sollicitée par les riverains des bas-fonds insalubres, l'actuelle municipalité a débuté l'assainissement des zones humides centrales et réenvisage de reconnecter tous les îlots humides aujourd'hui disjoints. 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*, vol. 8, n° 2, p. 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

Ba, Djielynaba. 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 Aladjji 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_variability_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*, vol. 19, n° 2, p. 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.

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, pp. 255-263, in HEUDE J. et alii (2011) *Hors du lit, aléas, risques et mémoire*, 11^{ème} 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%5f2015%5f0377>

Hamid, Mohammed Lemine. 2018. *Évaluation économique des services écosystémiques offerts par les aires marines protégées en Afrique de National du Banc d'Arguin-Mauritanie*. these 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.

Kane, Alioune. 2002. *Crues 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*, n° 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], Volume 16 | 2021, mis en ligne le 02 janvier 2021, URL : <http://journals.openedition.org/physio-geo/11977> ; DOI : <https://doi.org/10.4000/physio-geo.11977>

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

Muller, Bertrand, Lalou, Ricard, Kouakou, Patrice, Soumaré, Mame Amaré, Bourgoïn 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*, Marseille, IRD, p. 351-373, 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

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], vol. 51 / 3-4 | 2011, p.1-18, mis en ligne le 28 août 2012, 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*, n° 105, janvier 2024, p. 3-4, <https://www.snnp.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 | 2010, 31-46. <https://journals.openedition.org/com/5848>