

N°30 - Décembre 2025

Le Journal des Sciences Sociales



Revue Scientifique du



**laboratoire
Ville Société Territoire
(laboVST)**

Le Journal des Sciences Sociales

N°30 - Déc. 2025

ISSN 2073-9303

Revue Scientifique du



Ville Société Territoire

www.labo-vst.org

Le Journal des Sciences Sociales

INDEXATIONS ET RÉFÉRENCEMENTS



<https://sjifactor.com/passport.php?id=23408>

Impact factor 2025 : 6.839

Impact factor 2024 : 5.46

Impact factor 2023 : 3.379

auré HAL
accès aux données
de référence de HAL

<https://aurehal.archives-ouvertes.fr/journal/read/id/114767>



<https://reseau-mirabel.info/revue/21500/Le-Journal-des-Sciences-Sociales>

Le Journal des Sciences Sociales

revueljss2@gmail.com

www.labo-vst.org

LE JOURNAL DES SCIENCES SOCIALES

CONSEIL SCIENTIFIQUE

Prof Simplicite Y. Affou, Directeur de Recherches (Institut de Géographie
Tropicale, IGT, Abidjan) Tel : Cel : (00225) 0707 70 85 57,
E-mail : syaffou@yahoo.fr ou affou@ird.ci

Prof Alphonse Yapi-Diahou, Professeur Emérite de Géographie (Université Paris 8),
Cel : 0033668032480 ; Email : yapi_diahou@yahoo.fr

Prof Brou Emile Koffi Professeur Titulaire de Géographie, (Université Alassane
Ouattara,), Cel.: (00225) 0103589105 ; E-mail : koffi_brou@uao.edu.ci

Prof Roch Gnabéli Yao, Professeur Titulaire de Sociologie, (Université Félix
Houphouët Boigny) ; Cel : 07 08 18 85 96 Email roch.gnabeli@laasse-
socio.org

Prof Jonas Guéhi. Ibo, Directeur de Recherches (Université Nangui Abrogoua),
Cel : (00225) 0505 68 48 23 E-mail : ibojonas@yahoo.fr

Prof René Joly Assako Assako, Professeur Titulaire de Géographie, Université
Yaoundé, Cameroun ; Email rjassako@yahoo.fr

Prof Ferdinand A. Vanga, Professeur Titulaire de Sociologie (Université Péléforo
Gon Coulibaly), Tel : (00225) 01 03 48 91 60 / 05 05 083 702
E-mail : ferdinand.vanga@upgc.edu.ci af_vanga@yahoo.fr

COMITE EDITORIAL

Directeur de Publication

Simplice Y. Affou, Directeur de Recherches (Institut de Géographie Tropicale, IGT, Abidjan) Tel: Cel: (00225) 07 07 70 85 57 E-mail : syaffou@yahoo.fr
ou affou@ird.ci

Rédacteur en Chef

Alphonse Yapi-Diahou, Professeur titulaire de Géographie (Université Paris 8)
Cel : 0033668032480 ; Email : yapi_diahou@yahoo.fr

Rédacteur en Chef Adjoint

Jonas Guéhi. Ibo, Directeur de Recherches (Université Nangui Abrogoua)
Cel : (00225) 05 05 68 48 23 E-mail : ibojonas@yahoo.fr

Secrétariat du Comité de Rédaction

Assué Yao Jean-Aimé, Maître de Conférences, Université Alassane Ouattara,
Bouaké, (00225)0103192952, Email assueyao@yahoo.fr
Konan Kouakou Attien Jean-Michel, Maître de Conférences, Université Alassane
Ouattara, Bouaké, (00225)0707117755, E-mail : attien_2@yahoo.fr
Yapi Atsé Calvin, Maître-Assistant, Université Alassane Ouattara, Bouaké,
(00225)0707996683, E-mail : atsecalvinyapi@gmail.com
Yassi Gilbert Assi, Maître de Conférences de Géographie, Ecole Normale
Supérieure d'Abidjan, Cel.: (00225) 07 75 52 62; E-mail:
yassiga@gmail.com

Secrétaire aux finances

Bohoussou N'Guessan Séraphin, Maître de Conférences de Géographie, Université
Alassane Ouattara, Bouaké, Côte d'Ivoire, (00225)0505483129,
E-mail : bohounse@yahoo.fr

COMITE DE LECTURE

- Abdoul Azise SODORE, Maître de Conférences de Géographie/aménagement, Burkina Faso
- Adaye Akoua Assunta, Maître de Conférences de Géographie, Université Félix Houphouët Boigny, Abidjan
- Allaba Ignace, Maître de Conférences d'études germaniques, Université Felix Houphouët Boigny, Abidjan, Côte d'Ivoire
- Assué Yao Jean-Aimé, Maître de Conférences de Géographie, Université Alassane Ouattara, Bouaké, Côte d'Ivoire
- Bally Claude Kore, Maître de Conférences de Sociologie des organisations, université Alassane Ouattara, Côte d'Ivoire
- Beka Beka Annie, Maître de Conférences de géographie, École Normale Supérieure, Gabon
- Biyogbe Pamphile, Maître de Conférences de Philosophie, Ecole Normale Supérieure, Gabon
- Bohoussou N'Guessan Séraphin, Maître de Conférences de Géographie (Université Alassane Ouattara)
- Christian Wali Wali, Maître-Assistant de Géographie, Université Omar Bongo de Libreville, Gabon
- Coulibaly Salifou, Maître-Assistant de Géographie, Université Alassane Ouattara, Côte d'Ivoire
- Diarrassouba Bazoumana, Maître de Conférences de Géographie, environnementaliste, Université Alassane Ouattara, Côte d'Ivoire
- Djah Armand Josué, Maître de Conférences de Géographie, Université Alassane Ouattara, Côte d'Ivoire
- Dosso Yaya, Maître-Assistant de Géographie, Université Alassane Ouattara, Côte d'Ivoire
- Eleanor FUBE MANKA'A, Maître-Assistant de Géographe, ENS/Université de Yaoundé I, géographie des aménagements ruraux
- Gokra Dja André, Maître de Conférences, Sciences du Langage et de Communication, Université Alassane Ouattara, Côte d'Ivoire
- Hugo PILKINGTON, Maître de Conférences, Géographie de la santé, université de Paris 8, France
- Kadet G Bertin, Professeur Titulaire de Géographie, Ecole Normale Supérieure (ENS), Abidjan
- Koffi-Didia Adjoba Marthe, Maître de Conférences de Géographie, Université Félix Houphouët Boigny,

Koffi Yeboue Stéphane, Maître de Conférences de Géographie, Université Peloforo Gon Coulibaly, Korhogo

Kouadio M'bra, Kouakou Dieu-Donne, Maître de Conférences de sociologie de la santé, Université Alassane Ouattara, Côte d'Ivoire

Kouame Konan Hyacinthe, Maître de Conférences de Géographie, Université Peloforo Gon Coulibaly, Korhogo

Kra Kouamé Antoine, Maître de Conférences d'Histoire, Université Alassane Ouattara, Côte d'Ivoire

Kramo Yao Valère, Maître-Assistant de Géographie, Université Alassane Ouattara, Côte d'Ivoire

Loukou Alain François, Professeur Titulaire de Géographie TIC, Université Alassane Ouattara, Bouaké, Côte d'Ivoire

Moatila Omad Laupem, Maître-Assistant de Géographie, Université Marien Ngouabi (Brazzaville- Congo)

Ndzani Ferdinand, Maître-Assistant de Géographie, Ecole normale supérieure, université Mariën Ngouabi, République du Congo.

Ngouala Mabonzo Médard, Maître-Assistant de Géographie, Ecole normale supérieure, université Mariën Ngouabi, République du Congo.

N'guessan Adjoua Pamela, Maître-Assistant de Sociologie, Université Alassane Ouattara, Côte d'Ivoire

Soro Debegnoun Marcelline, Maître-Assistante de Sociologie, Université Alassane Ouattara, Côte d'Ivoire

Yao Célestin Amani Maître de Conférences de Bioanthropologie, Université Félix Houphouët Boigny, UFR SHS - ISAD

Yassi Gilbert Assi, Maître de Conférences de Géographie (Ecole Normale Supérieure Abidjan)

SOMMAIRE

		Pages
Alphonse YAPI-DIAHOU	Mémoires d'Anciens	9
Leticia Nathalie SELLO MADOUNGOU (épouse NZÉ)	Le conflit homme-faune dans les provinces de l'Ogooue-Ivindo et de l'Ogooue-Lolo (Gabon) : enjeux alimentaires et environnementaux	18
ABOU SundeY Fatoumata Gertrude ZOUHOULA Bi Marie Richard Nicétas	La mobilité citadine à l'épreuve de la voirie à Lakota, ville du Sud-Ouest forestier de la Côte d'Ivoire	31
Lila Reni Bibriven DJERABE Parfait	Mutations géo-spatiales des terres arables a bol (république du Tchad) de 1993 à 2023 : une analyse par télédétection et SIG	41
Crespin Maurice GBODOU Alain Corneille TOWOU	Transphénoménalité du corps chez Maurice Merleau-Ponty	59
Zohonon Sylvie Céline SERI-YAPI Badjo Julienne SOGBOU-ATIORY	Étudiants et petits commerces : une analyse socio-démographique et économique des étudiants de l'université Félix Houphouët-Boigny-Abidjan (Côte d'Ivoire)	68
Abazé Henri-Joël BÉDA Olivia Nadine KONAN Badjo Ruth Virginia ZONKOUAN	Approche cartographique de l'évolution du trait de côte de Grand-Bassam et projection à moyen-terme	78
Clétio Aïssatou CAMARA Koulai Hervé YRO Zahalo Mamadou SILUÉ	Le circuit de distribution des appareils électroménagers usagés dans le district d'Abidjan	88
Issa FOFANA Abdiase DOUYON	Entre centralité et périphérie : géographie de la réparation de téléphones mobiles à Bamako	100

Nicolas NAKOUYE	Vulnérabilité des habitations liée à l'occupation des zones à risques dans les périphéries de Saint-Louis du Sénégal	111
Maxime YAPI Kouadio Thomas KOUASSI Matthieu Ettien Afforo GUY	Gouvernance des groupements féminins : cas des femmes rurales dans le département de Botro (Centre-Côte d'Ivoire)	125
Yao Dieudonné KOUASSI	Contribution des vergers d'anacarde a la séquestration du carbone dans la sous-préfecture de Bouaké au Centre de la Côte d'Ivoire	137
KONÉ Tanyo Boniface ZUO Estelle épse DIATÉ KONAN Kouakou Attien Jean-Michel	Impact de la dynamique urbaine sur les villages intégrés de la ville de Bouaflé (Centre-Ouest / Côte d'Ivoire)	145
Annas ZIDA	La démocratie en Afrique à l'aune de la pensée marxienne : entre idéologie politique et quête de justice sociale	155
DJIMTA Raoul DJIMASSAMAL Datoloum ASSOUE Obed	Apports des Systèmes d'Information Géographique (SIG) à la gestion intégrée des eaux de surface pour les activités agricoles dans la vallée de Koundoul au sud de la ville de N'Djamena (Tchad)	163
Franck Elie Kouamé YAO Gué Dieudonné DRO Dhédé Paul Éric KOUAME Arsène DJAKO	L'orpaillage : une réponse à la précarité socio-économique des populations dans le département de Toumodi (Centre de la Côte d'Ivoire)	174
Kissifing Tihouhon Rodrigue HILOU Jean Charles BAMBARA Paul ILBOUDO	Diffusion de la technologie du biodigester dans les ménages paysans des Bankui : entre innovation technique, contraintes d'appropriation et réalités sociales	182
Justin Koffi KOUAKOU Jean-Aimé Yao ASSUÉ	Contribution des assistances des mutuelles funéraires a dynamique des activités commerciales dans la ville de Bouaké (Centre de la Côte d'Ivoire)	192

HUA Émile-Aurélien TOURE Dieu Suffit N'guessan GOHOUROU Florent	Les entraves au développement du tourisme balnéaire en Côte d'Ivoire : cas des villes de Jacqueline, San-Pedro et Grand-Béréby	204
Abdoul Karim BAZIE Bakary TOE	Les stratégies de mobilisation foncière par les promoteurs immobiliers privés dans la commune de Saaba (Burkina Faso)	218
Chabi Marouf IMOROU Guy Sourou NOUATIN	Analyse du contenu des connaissances des agrégés directs sur la configuration et le fonctionnement des clusters anacardes au Bénin	227
Moctar SIDIBE	Crises de l'adolescence et désintégration à la vie scolaire : pratiques et perception des rapports apprenants-enseignants chez des élèves : dans les lycées de l'académie d'enseignement de Bamako rive droite, Mali.	237
Julio Romuald Loukrou TAPE Amadou NANA	Riziculture et gestion des balles de riz : enjeux environnementaux dans le département de Gagnoa (Côte d'Ivoire)	246
Jean-Philippe Anicet TANOH	Stratégies immobilières et représentations socioéconomiques de l'habitat collectif vertical : vers un recentrage spatial de la rente locative dans le périurbain de Bingerville (Côte d'Ivoire)	258
Daouda KOUMA Soumaila KENON	Âge et implication professionnelle des enseignants dans la commune de Komsilga au Burkina	269
Cécilia Ariane OBONE MBA Jérôme MABIKA	Gestion des déchets de bois et enjeux du recyclage dans la Zis de Nkok	276
Yapo Antoine GBOCHO Aboidji Hamed KOBENAN	Impact sociodémographique et environnemental de la culture du cacao dans le parc national du mont Sangbé (Sous-préfecture de Gouiné)	290
Kouassi Guillaume KOFFI Kan Emile KOFFI Nambégué SORO	Effet combine de la cuirasse et des actions anthropiques dans l'organisation du couvert végétal dans le bassin versant du <i>kan</i> (Centre de la Côte d'Ivoire)	301

Faty Babou El hadji Mamadou Ndiaye Mor Faye	Problématique de l'offre de transport dans une ville en pleine croissance : exemple de la ville de Touba	314
KOFFI Guy Roger Yoboué	L'agriculture intra urbaine comme un modèle de résilience économique des ménages vulnérables de Bouaké	326
Konan Norbert KOFFI Anicet Renaud GNANKOUEN Setondji Neil Edmerique TAKPA	Extension urbaine et régression de la biodiversité à Bouaké (Centre-Côte d'Ivoire)	337
Salifou COULIBALY	Tensions foncières dans le front d'urbanisation nord de la ville de Yamoussoukro (Côte d'Ivoire) : entre pratiques coutumières et modernité technologique	350
N'GORAN Kouamé Fulgence YÉO Nimena Gérard BECHI Grah Felix	Le tourisme à l'aune de la valorisation du patrimoine socioculturel sénoufo dans le village de Waraniéné (Nord de la Côte d'Ivoire)	363
Koffi Daniel OUATTARA Yéboué Stéphane Koissy KOFFI Joseph P. ASSI- KAUDJHIS	Impacts socio-économiques de la commercialisation de dérivés de manioc sur les ménages agricoles du département de Tiébissou (Centre, Côte d'Ivoire)	379

Apports des Systèmes d'Information Géographique (SIG) à la gestion intégrée des eaux de surface pour les activités agricoles dans la vallée de Koundoul au sud de la ville de N'Djamena (Tchad)

DJIMTA Raoul¹

DJIMASSAMAL Datoiloum²

ASSOUE Obed³

¹Université de N'Djamena, Département de Géographie, BP 1117 N'Djamena

²Centre National de Recherche pour le Développement, BP 1228 N'Djamena

³Département de Géographie, Université de Doba, BP : 03 Doba

Correspondant des auteurs : djimtar@gmail.com

Reçu le 10 octobre 2025 ; Révisé le 29 octobre 2025 ; Accepté le 07 novembre 2025

Résumé

La vallée de Koundoul, située au sud de N'Djamena (Tchad), dispose d'un potentiel agricole important mais reste confrontée à des défis liés à la gestion des eaux de surface dans un contexte sahélien marqué par la variabilité climatique, les inondations saisonnières et la pression démographique. Cette étude analyse l'apport des Systèmes d'Information Géographique (SIG) à la gestion intégrée de l'eau pour optimiser les activités agricoles. À partir d'images satellitaires (Sentinel-2, Landsat 8), de relevés topographiques et de données socio-économiques, les SIG ont permis de cartographier les ressources hydriques (mares, fleuves, nappes superficielles), d'identifier les zones à fort potentiel agricole et d'évaluer les dynamiques d'occupation du sol. Les résultats montrent que 61 % de la superficie de la vallée repose directement sur l'agriculture, les zones inondables et les fleuves, confirmant la dépendance des populations aux eaux de surface. Les cartes thématiques produites (zones inondables, indice d'humidité, occupation des sols) offrent des outils stratégiques pour améliorer l'efficacité de l'irrigation, planifier les aménagements hydro-agricoles et réduire la vulnérabilité des exploitants face aux aléas hydriques. L'étude conclut que les SIG constituent un levier majeur pour des prises des décisions, pour promouvoir une agriculture durable et résiliente, à condition de renforcer les capacités locales et d'intégrer ces outils dans la planification territoriale et les politiques publiques.

Mots clés : SIG, Gestion des eaux de surface, Aménagement hydro-agricole, Optimisation agricole, Vallée de Koundoul

Abstract

The Koundoul Valley, located south of N'Djamena (Chad), has significant agricultural potential but still faces challenges related to surface water management in a Sahelian context marked by climate variability, seasonal flooding and demographic pressure. This study analyzes the contribution of Geographic Information Systems (GIS) to integrated water management to optimize agricultural activities. Using satellite images (Sentinel-2, Landsat 8), topographic surveys and socio-economic data, GIS made it possible to map water resources (ponds, rivers, surface water tables), identify areas with high agricultural potential and assess land use dynamics. The results show that 61% of the valley's surface area is directly dependent on agriculture, floodplains and rivers, confirming the population's dependence on surface water. The thematic maps produced (flood zones, humidity index, land use) provide strategic tools for improving irrigation efficiency, planning hydro-agricultural developments, and reducing farmers' vulnerability to water hazards. The study concludes that GIS constitutes a major lever for decision-making and promoting sustainable and resilient agriculture, provided that local capacities are strengthened and these tools are integrated into territorial planning and public policies.

Keywords: GIS, Surface Water Management, Hydro-agricultural Development, Agricultural Optimization, Koundoul Valley.

Introduction

La gestion durable de l'eau est un défi majeur dans les régions sahéliennes, où les effets du changement climatique se traduisent par une variabilité accrue des précipitations, des inondations saisonnières et une forte pression sur les ressources naturelles (Di Baldassarre et al., 2010, p. 1681). La vallée de Koundoul, proche de la ville de N'Djamena (Tchad), est soumise aux effets du changement climatique et à l'urbanisation galopante qui ont contribué à la transformation rapide des terres agricoles en zone d'occupation humaine. Des études menées dans la vallée du Logone, voisine de Koundoul, ont montré que l'imagerie satellite couplée aux SIG permet de cartographier les zones inondables, d'évaluer leur fréquence, et de guider les stratégies de culture et de prévention (A. Dénéodji & H. Ngangalé, 2023, p. 55). Ainsi, intégrer les SIG à la gestion des eaux de surface dans la vallée de Koundoul constitue non seulement une innovation technique, mais aussi une nécessité stratégique pour soutenir l'agriculture locale, sécuriser les moyens d'existence des populations rurales, et répondre aux objectifs de développement durable (ODD) au Tchad (PNUD, 2020, p. 13). Cette vallée est périodiquement confrontée à des crues des fleuves Chari et Logone, provoquant des stagnations d'eau sur des terres cultivables. Cette situation réduit la productivité, altère la qualité des sols et accentue la précarité des exploitants agricoles. Cependant, la vallée de Koundoul bénéficie de plusieurs ressources hydriques naturelles, notamment la proximité des fleuves Chari et Logone, les nappes phréatiques peu profondes, les mares temporaires, les cours d'eau intermittents et les plaines inondables. Toutefois, ces eaux de surface, mal gérées ou mal exploitées, représentent aussi une opportunité agricole, si elles sont mieux gérées, elles pourraient soutenir une agriculture plus productive et résiliente pour une stratégie territoriale rationnelle. Cette étude a pour objectif d'analyser les apports des Systèmes d'Information Géographique (SIG) à la gestion intégrée des eaux de surface pour améliorer l'optimisation agricole dans la vallée de Koundoul, spécifiquement elle permet de mieux identifier les zones agricoles pour des spéculations spécifiques.

1- Unité spatiale de la recherche

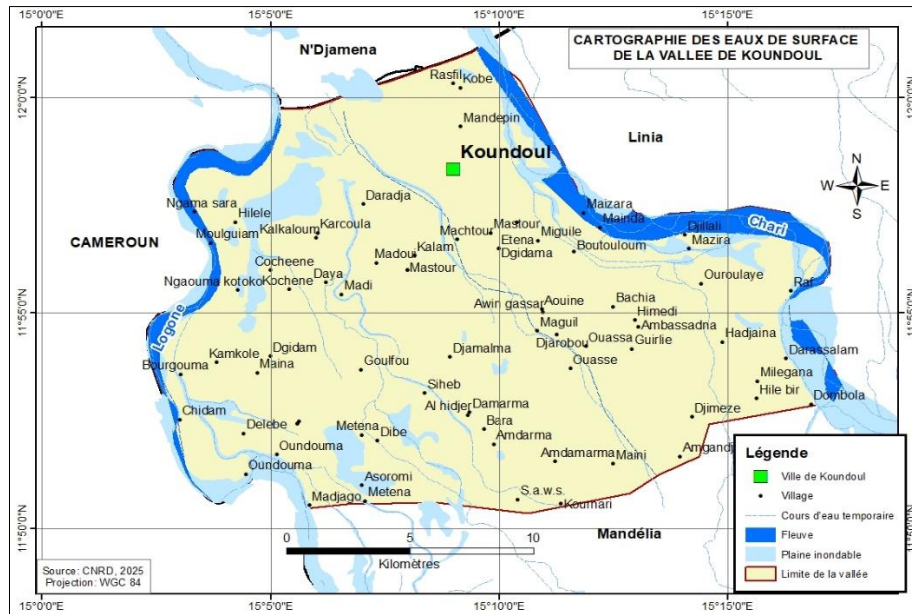
La vallée de Koundoul est située à 25km à la sortie sud de N'Djamena, entre les deux principaux fleuves, le Chari à l'Est et le Logone à l'Ouest, puis dans la vallée du Logone au Sud. Elle est limitée au nord par la ville de N'Djamena et au Sud par la Ville de Mandélie et appartient à la province du Chari-Baguirmi et le département du Chari. La zone d'étude est située entre 11° 97' 60" et 11 ° 5 8' 34" de latitude Nord et entre 15,15182° et 15°9'7" de longitude Est et couvre une superficie de 364,5 km² (figure n°1). Le tableau 1 montre les différents éléments déterminant notre recherche.

Tableau 1 : Les éléments déterminants notre zone de recherche

Nom	Sup_km ²	Population_2009	Densité_2009	Pop_2025	Densité_2020
Koundoul	364,5	38871	106,6	68451	187,8

Source : INSEED, projection 2030

Selon le Recensement Général de la Population et de l'Habitat (RGHP₂) de 2009, la sous-préfecture comptait environ 38 871 habitants, répartis entre 19 105 hommes et 19 766 femmes par tranche d'âge dont 49,8% au moins de 15 ans 45% de 15 à 59 ans et 5,2% de plus de 60 ans. Rapporté à la projection de l'INSEED de 2025, la population dans la vallée de Koundoul est de 68 451 habitants pour une densité de 187,8 hbts/km². La population est jeune et largement rurale. On y trouve une diversité ethnique incluant les Arabes, Baguirmi, Fulata, Sara, et Kanuri. Les langues couramment parlées sont le français, l'arabe tchadien, et divers dialectes locaux. Le climat de la province est de type soudano-sahélien. En moyenne, les précipitations annuelles se situent entre 600 et 800 mm. Le mois le plus pluvieux est généralement août, avec des moyennes mensuelles pouvant atteindre 145 à 166 mm (FAO, 2021, p. 1). La saison sèche est longue, s'étendant d'octobre à avril, avec des précipitations quasi nulles en janvier. La température moyenne annuelle dans la région du Chari-Baguirmi est d'environ 28.7 °C. Les températures varient considérablement au cours de l'année, entre 15°C minimale à partir de décembre à février et 40°C maximale de mars à mai. La figure 1 montre les eaux de surface de la zone d'étude.



Carte 1: Présentation des eaux de surface de la vallée de Koundoul
 Source : CNRD, Aout 2025, Conception et réalisation Djimta & djimassal, août 2025

La figure 1 montre les eaux de surface dans la vallée de Koundoul. La zone est localisée à une altitude d'environ 284 m et bénéficie d'un climat sahélien typique, caractérisé par une saison des pluies et une saison sèche. La végétation est clairsemée, bien qu'un programme de reboisement ait été lancé dans les années 1970 via la création d'une pépinière forestière locale. L'économie de Koundoul repose principalement sur l'agriculture de subsistance constituée de mil, sorgho, quelques légumes et de l'élevage extensif de bétail appartenant souvent à des éleveurs nomades mais aussi l'élevage de petit ruminant (ORSTOM. 1961, p.67-69).

2- Méthodes et Outils

2.1 Méthodes

La méthode adoptée pour l'atteinte de l'objectif est le traitement des images satellitaires. La méthodologie repose sur une approche géospatiale intégrée, mobilisant des données collectées in situ via GPS différentiel et des relevés de terrain, couplées à l'exploitation d'imageries satellites multispectrales (Sentinel-2, Landsat 8) par le biais de la plateforme Google Earth Engine autres application de SIG, telles que le QGIS. Ces données ont permis une classification supervisée de traitement d'images, des unités de sols et de l'occupation du territoire, à l'aide de traitements d'images, la matrice de confusion, le kappa, l'indice d'humidité, le NDVI (Normalized Difference Water Index) pour détecter l'eau et l'humidité du sol et de la végétation, la classification par maximum de vraisemblance. L'analyse hydrologique a été réalisée à partir des images Sentinel-2 SR Harmonized de l'année 2023, centrée sur la commune de Koundoul. Les images ont été filtrées pour éliminer les nuages (CLOUDY_PIXEL_PERCENTAGE < 20 %) et corrigées à l'aide du masque QA60. Un composite médian a été calculé pour représenter les conditions moyennes annuelles.

Le calcul d'indice d'eau repose sur Deux indices spectraux ont été dérivés pour la détection et la cartographie des plans d'eau :

- NDWI (McFeeters, 1996) : $NDWI = (B3 - B8) / (B3 + B8)$
- MNDWI (Xu, 2006) : $MNDWI = (B3 - B11) / (B3 + B11)$

Le NDWI exploite la différence entre la réflectance du vert et celle du proche infrarouge, tandis que le MNDWI remplace le NIR par le SWIR1 pour mieux isoler les surfaces en eau dans les milieux urbains ou arides. Les zones d'eau ont été identifiées à partir du seuil $MNDWI > 0$. La surface totale a ensuite été calculée à l'aide de la fonction pixelArea() sur les pixels classés « eau », puis agrégée sur la géométrie de la commune. Les résultats ont été exprimés en mètres carrés et en kilomètres carrés, et exportés au format GeoTIFF et CSV pour analyse. La cartographie thématique des zones inondables, des zones agricoles, des plans d'eau, les bâtis et des retenues naturelles a été obtenue par croisement de données

altimétriques et hydrologiques. En complément, une approche participative a été intégrée à travers les SIG participatifs (PGIS), valorisant les savoirs endogènes pour améliorer la pertinence locale des résultats. Des analyses croisées entre couches SIG, les résultats du modèle hydrologique et les estimations de l'évapotranspiration par l'algorithme SEBAL (Surface Energy Balance Algorithm for Land) ont permis d'identifier les zones agricoles à fort potentiel d'activité agricole.

2.2 Outils

Les Systèmes d'Information Géographique (SIG) sont des outils qui permettent de modéliser la répartition spatiale des eaux, d'identification des zones à fort potentiel d'irrigation et de faciliter la planification agricole. L'application des SIG dans ce travail permet d'optimiser l'usage de ressources naturelles limitées à travers des analyses multicritères. Les SIG permettent d'exploiter des données spatiales multi sources (satellites, terrain, cartes topographiques) afin de cartographier les ressources en eau, d'analyser leur distribution et leur adéquation aux besoins agricoles, et de proposer des scénarios d'aménagement plus durables. Leur application dans les zones périurbaines comme la vallée de Koundoul est donc stratégique pour renforcer la sécurité alimentaire, optimiser les pratiques culturales, et accompagner les politiques locales d'aménagement du territoire dans une logique de gestion intégrée des ressources en eau. Les outils mobilisés incluent QGIS, ArcGIS et Google Earth Engine pour la cartographie, SWAT pour la modélisation hydrologique, WOIS (Water Observation and Information System) pour l'analyse des données satellitaires relatives à l'humidité et la végétation, ainsi que WEAP (Water Evaluation and Planning) pour la planification de l'allocation en eau. L'algorithme SEBAL a affiné l'évaluation des besoins en eau des cultures.

3- Résultats

Notre zone d'étude regorge une potentialité pouvant servir à couvrir les besoins en eaux pour l'agriculture. Cependant, les acteurs de cette activité éprouvent des difficultés de sa gestion.

3.1. La cartographie des eaux de surface dans la vallée de Koundoul

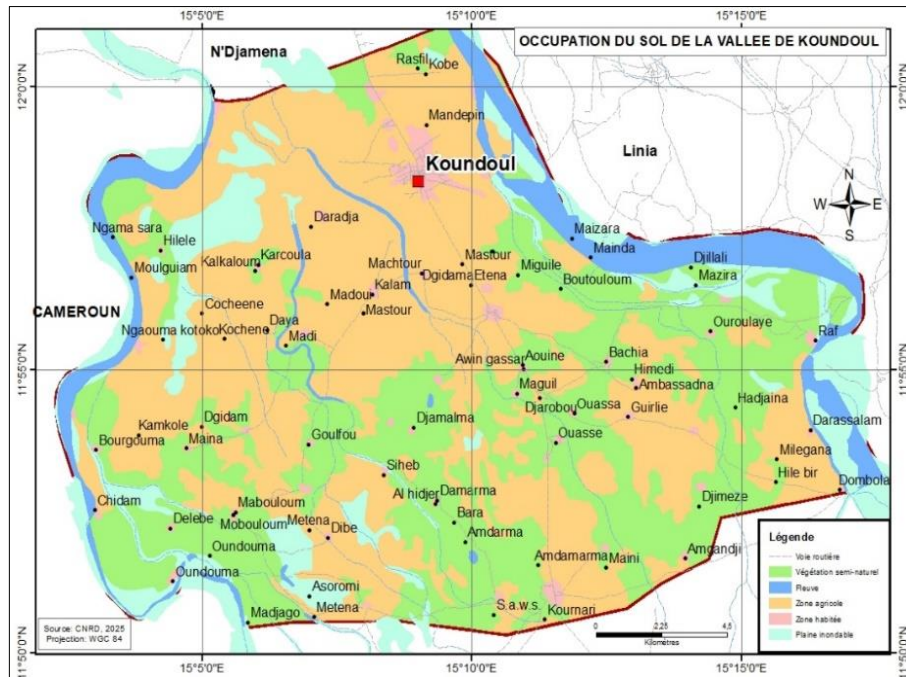
Les résultats de cette étude sont la cartographie des zones de concentration d'eaux de surface de la vallée de Koundoul à partir de données satellitaires et topographiques ; L'identification des zones à fort potentiel agricole en lien avec la disponibilité en eau, l'agroécologie et le relief de la vallée ; l'évaluation des impacts économiques des eaux de surface sur la production agricole afin de proposer une stratégie d'optimisation. Ces résultats permettront non seulement d'identifier les zones inondables et de recommander des pratiques agricoles adaptées, mais aussi de favoriser l'intégration des communautés à travers des SIG participatifs (PGIS). L'objectif est de croiser les données spatiales, hydrologiques et agricoles pour localiser les zones ayant un fort potentiel hydrique.

Le relief général de la région est dominé par des plaines alluviales avec des pentes faibles, ce qui peut rendre difficile le drainage des eaux de pluie et augmenter le risque d'inondation, particulièrement dans les zones proches des rivières. La présence des fleuves Chari et Logone constitue une vulnérabilité des populations faces aux inondations. La vallée de Koundoul présente une plaine alluviale et des zones potentiellement inondables. Cela signifie que le relief est négligeable, probablement plat ou légèrement incliné, caractérisé par des plaines, car le Chari et le Logone se trouvent dans la plaine suivant le bassin versant du Lac-Tchad. Les zones de végétation, de forêts ou de sols nus sont représentées. En bref, le résultat issu de cette zone sert d'outil visuel crucial pour l'analyse spatiale de la dynamique des eaux de surface, essentielle pour la planification agricole et la gestion des risques d'inondation dans la région de Koundoul.

3.2 Caractéristique des activités exercées dans la zone d'étude

En établissant la statistique d'occupation de sol (carte n°2 et tableau numéro 1 de la statistique), l'agriculture itinérante sur brûlis, utilisant des outils de production rudimentaires tels que la daba (la houe traditionnelle) se traduit par une forte consommation d'espace 43% y compris les zones inondables pour les rizicultures, la dégradation des sols et du couvert végétal (défrichage et culture extensive). Face à une pression démographique très accentuée et à la dégradation des conditions bioclimatiques, l'augmentation de la production est souvent recherchée par le biais de l'extension des surfaces mises en culture avec pour conséquences graves à long terme. L'agriculture est

une activité qui occupe plus de 80% de la population dans la vallée de Koundoul, dominée par les cultures vivrières. Ces cultures sont représentées par le riz, le mil rouge, le sorgho de décrue (berbéré), Les populations ne maîtrisent pas la gestion des eaux de crue pour les cultures de contre saison. Cet aperçu sur la culture de contre saison mal maîtrisée après le retrait de la crue nous donne la preuve d'une agriculture en crise, à la recherche d'un nouvel itinéraire technique pour s'adapter. La carte 2 donne les détails sur l'occupation des sols.



Source : CNRD ; Conception et réalisation : Djimta & Djimassal, Aout 2025
Carte 2 : Occupation du sol de la vallée de Koundoul

3.1.1 L'indice de Kappa

L'utilisation d'indice de kappa sert à vérifier la qualité la classification d'images satellites pour s'assurer du résultat obtenu pour une prise de décision.

Tableau n°2 d'indice de Kappa

system:index	kappa_coefficient	overall_accuracy	validation_accuracy	validation_kappa
0	0.8	0.9	0.8	0.9

Conception et réalisation : Djimta & Djimassal, Aout 2025

Indice de Kappa

Le modèle de classification utilisé pour la cartographie de l'occupation du sol présente des résultats de performance exceptionnels et hautement fiables car le point fort est la cohérence des coefficients Kappa à 0.8 et la validation kappa à 0.9. Ces valeurs, nettement supérieures au seuil de 0.75 souvent utilisé pour une classification jugée "très bonne", démontrent que la performance du modèle n'est pas due à un simple biais statistique, mais à une capacité réelle et robuste de distinguer les différentes classes thématiques. La précision globale se situant entre 80% et 90% indique que la quasi-totalité de la zone d'étude a été correctement cartographiée par le modèle GEE, ce qui confère une forte crédibilité aux cartes produites.

3.3 Statistique de l'occupation de sol sans la vallée de Koundoul

Cette analyse vise à quantifier les différentes classes de l'occupation du sol de la vallée de Koundoul afin de mieux orienter les activités anthropiques et la dynamique agricole relatives aux eaux de surface. Le résultat détermine la superficie ou le pourcentage que chaque classe occupe par rapport à la zone totale étudiée donne : Plan d'eau (Fleuve Chari - Logone et affluents) occupe 18 % ; les terres agricoles 29 % ; la végétation naturelle constituée de savane et arbustes sont à 35 % ; ces données sont essentielles pour la planification urbaine,

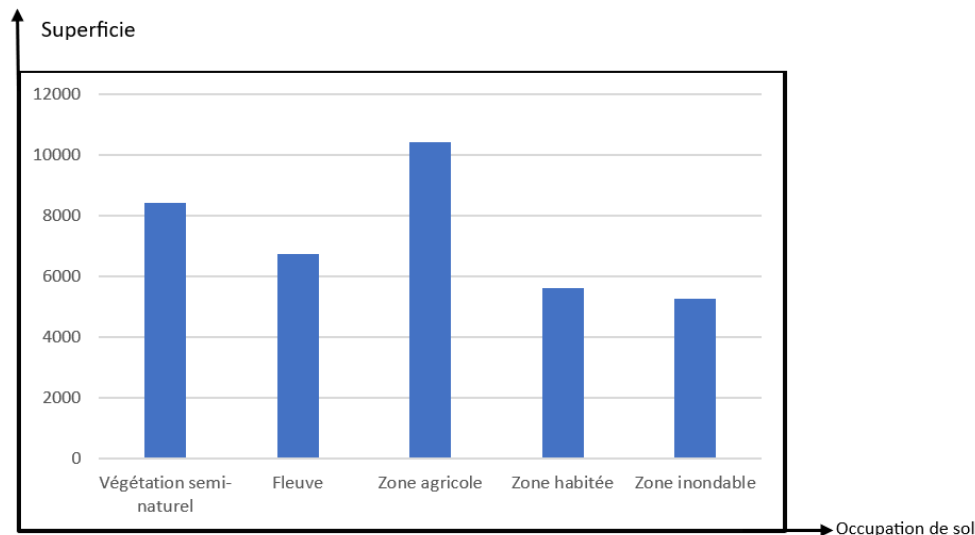
la gestion des ressources naturelles et l'évaluation de l'impact environnemental. Le tableau 3 analyse l'occupation de sol dans notre zone d'étude.

Tableau n°3 : Statistique par unité d'occupation de sol

Unité	Sup_ha	% sup
Végétation semi-naturel	8424	23
Fleuve	6723	18
Zone agricole	10424	29
Zone habitée	5624	15
Zone inondable	5255	14
Total général	36450	100

Conception et réalisation : Djimta, août 2025

Le tableau 3 analyse les statistiques d'occupation de sol. Il ressort que les zones agricoles occupent 29%, suivi de la végétation semi-naturel avec 23% et le fleuve avec 18%. Les zones habitées et inondables viennent respectivement avec 15% et 14%. Vue cette répartition, on note globalement que la zone d'étude regorge d'espaces agricoles et même les spéculations peuvent se produire en saison sèche. La figure 1 fait ressortir les pourcentages d'occupation de sol. La carte (Carte 3) inclut des routes, des zones humides 32 %, la végétation et zones agricoles 52%, les sols nus et des bâtis 16%. La zone est sensible aux inondations récurrentes, qui ont provoqué des déplacements de population chaque année suscitant des besoins d'abris et de protection mais aussi causé des maladies hydriques.

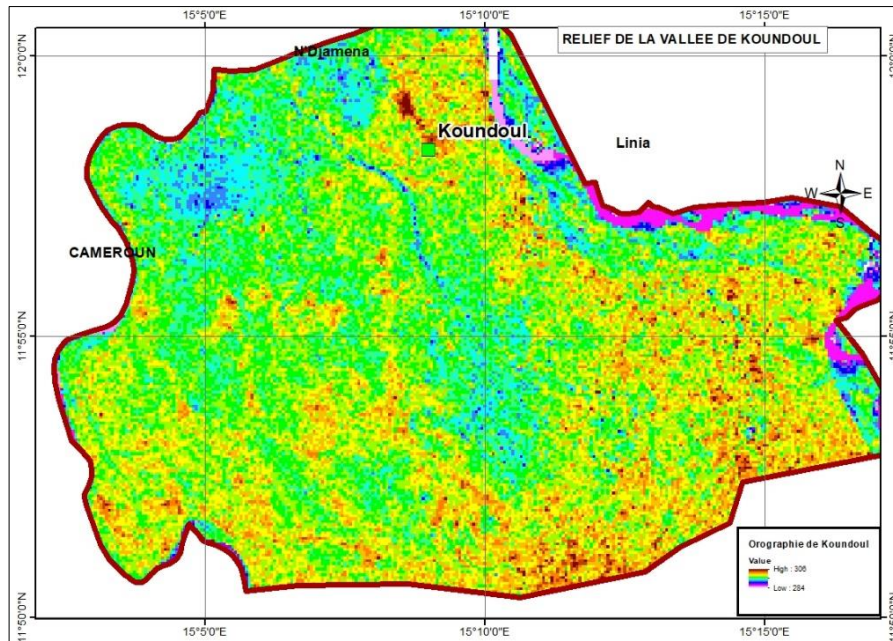


Conception et réalisation : Djimta, août 2025

Figure 1 : Superficie par unité d'occupation de sol à Koundoul

3.4 Caractéristique du relief de la vallée de Koundoul

Elle caractérise la topographie et l'altitude (carte n° 3). Elle montre que la zone d'étude est un espace de faible altitude et de faible variation topographique, s'étendant principalement entre 284 m et 300 m. Cette faible différence d'altitude (16 m) est caractéristique des bassins fluviaux et des plaines d'inondation (de toute la vallée de Koundoul, proche des fleuves Chari et Logone). Ces zones correspondent très probablement aux bas-fonds, aux cuvettes de décrue ou aux lits majeurs des cours d'eau (comme les abords du Chari et du Logone). Ces zones sont les premières à être inondées pendant la saison des pluies et les couleurs chaudes (Jaune/Vert/Rouge), indiquent les zones plus élevées, correspondant aux bourrelets de berges ou aux terres fermes qui sont moins sujettes aux inondations et où les habitations (ville de Koundoul et de N'Djamena, en haut de la carte) et l'agriculture pluviale sont souvent localisées. Cette carte (carte n°3) sert à la fois d'outil d'analyse environnementale et d'aide à la décision. Elle permet de délimiter les zones propices à la riziculture de décrue (zones bleues); les zones à risque d'inondation et l'emplacement idéal pour les infrastructures ou l'agriculture de subsistance (zones jaunes/rouges) moins affectées par l'eau.



Source : CNR ; Conception et réalisation Djimta et djimassal, août 2025
Carte 3: Le relief de la vallée de Koundoul

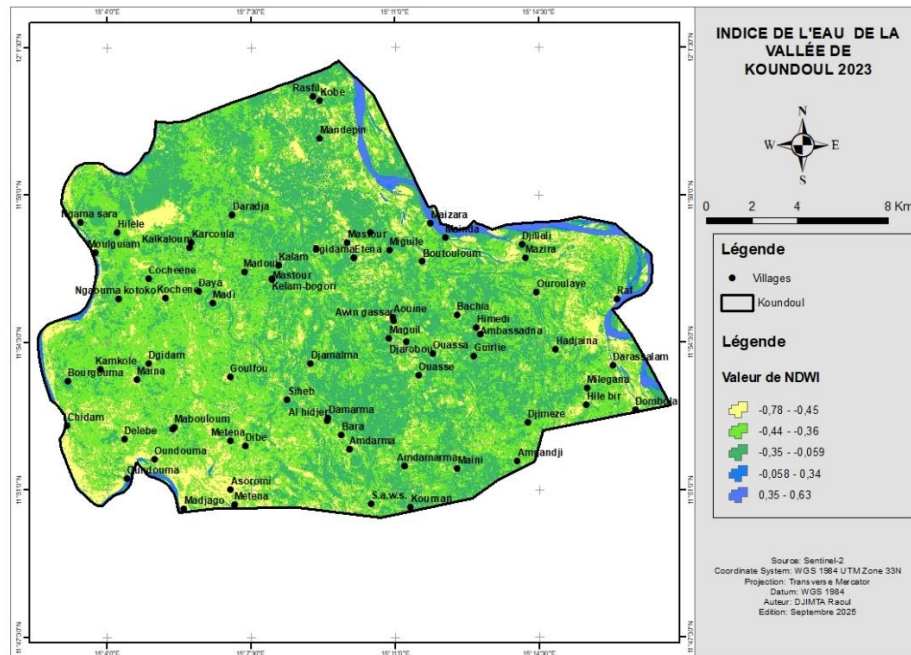
L'organisation spatiale de cette figure (carte : N°3) est structurée comme suit : Le nord de la carte vers la ville de N'Djamena et Linia) est caractérisé par des altitudes plus basses (dominante bleue/verte), indiquant un environnement de plaine d'inondation lié à la vallée. Le sud et le sud-ouest montrent une prédominance de couleurs chaudes (jaune, rouge), traduisant une élévation progressive vers des petits monticules. La vallée de Koundoul se situe dans une zone de transition, elle est installée au cœur d'une plaine légèrement surélevée, ce qui favorise à la fois les activités agricoles et la concentration des populations. L'Amplitude altitudinale, la variation d'altitude est relativement faible à environ 41 m entre le point le plus bas (284 m) et le plus haut (325 m). Cela confirme que la vallée de Koundoul est une zone globalement plate à faiblement ondulée, favorable aux activités agricoles et aux aménagements, mais potentiellement sensible aux inondations dans ses secteurs les plus bas. Les plaines en vertes et bleues indiquent des terrains plats et fertiles, favorables à l'agriculture (riziculture, cultures maraîchères, céréales). Les zones basses peuvent être utilisées pour la culture irriguée en saison sèche. Les hauteurs (rouge/orange) conviennent mieux aux cultures pluviales et à l'habitat rural. La carte montre un fort potentiel agricole, mais nécessite une bonne gestion de l'eau (drainage en saison pluvieuse et irrigation en saison sèche).

3.5 Indice de l'eau de la vallée de Koundoul

La vallée de Koundoul présente une variabilité spatiale marquée de l'humidité constituée par des zones très humides le long du fleuve ou des bas-fonds (bleu) ; des zones moyennement humides au centre (vert), favorables aux cultures et des zones sèches en périphérie ou dans les plaines.

La carte d'indice de ndwi montre clairement que l'eau est une ressource inégalement répartie, concentrée autour des vallées fluviales. Le ndwi est un bon indicateur de la disponibilité en eau dans les sols et de l'humidité de la végétation. Dans la vallée de Koundoul, la dominance des couleurs vertes (-0,35 à -0,059) montre que la majorité des terres sont moyennement humides, donc potentiellement cultivables pour des cultures pluviales ou irriguées légères (mil, sorgho, arachide, niébé). L'implantation humaine et agricole suit cette logique, avec une densité de villages plus importante dans les zones verdoyantes et proches des cours d'eau. Les zones en bleu (0,058 à 0,63) longent le cours d'eau à l'est et au nord de la vallée. Ces espaces humides correspondent aux vallées fluviales, bas-fonds et mares, qui offrent un fort potentiel pour l'irrigation de contre-saison (riziculture, maraîchage, cultures de rente). L'implantation des villages près de ces zones bleues (ex. Maizara, Boutouloum, Rat, Dombla) confirme que les populations exploitent ces ressources. Les zones en jaune (-0,78 à -0,45), situées surtout à l'ouest et au sud-ouest, indiquent des sols secs et pauvres en

humidité. Ces secteurs sont moins favorables à l'agriculture pluviale et nécessiteraient des aménagements spécifiques (retenues d'eau, puits, irrigation goutte-à-goutte) pour être productifs. La zone centrale (verte) est adaptée pour les cultures vivrières traditionnelles (mil, sorgho, arachide). Les bordures bleues sont idéales pour des cultures à forte valeur ajoutée (oignon, tomate, gombo), surtout en saison sèche. Les zones très humides (bleu foncé) peuvent accueillir des périmètres irrigués de riz, ce qui renforcerait la sécurité alimentaire. Les zones de moyenne humidité (verte) offrent aussi des pâturages saisonniers, mais la pression pastorale peut y être forte. (Carte n°4).



Carte n°4 : Indice de l'eau de la vallée de Koundoul

3.6 Analyse économique de l'occupation de sol de la vallée de Koundoul

L'économie de la vallée de Koundoul repose essentiellement sur une complémentarité entre l'agriculture, les ressources hydriques et les espaces naturels.

✓ L'Agriculture : Secteur Clé de l'économie

L'agriculture est le secteur de base, occupant 29 % de la superficie (10 424 ha). La production vivrière telles que le mil, le sorgho, le maïs, l'arachide, les légumes, etc, nourrit la population locale et urbaine de N'Djamena. Les cultures de rente telles que les sésames, sont également possibles pour les marchés nationaux et régionaux. Le fleuve et les zones inondables assurent la sécurité hydrique et alimentaire, tandis que la végétation semi-naturelle fournit des ressources d'appoint. La zone agricole est le moteur économique de la vallée, la fertilité et l'irrigation étant assurées par le fleuve.

✓ La Végétation Semi-Naturelle : Une ressource en évolution

Elle occupe 23 % de la superficie (8 424 ha), la végétation semi-naturelle était autrefois une source de bois de chauffe, de charbon et de matériaux de construction. Aujourd'hui, elle est principalement une ressource pour l'élevage (pâturages naturels) et les produits forestiers non ligneux (plantes médicinales, fruits sauvages). Elle contribue à l'économie rurale par le jardinage et l'élevage extensif, et participe indirectement à la durabilité de l'agriculture (fertilité des sols, régulation hydrologique). Cet espace joue un rôle de complément économique et de sécurité alimentaire en période de crise agricole.

✓ Les Fleuves : La colonne vertébrale de la vallée

Les fleuves occupent environ 18 % de la superficie (6 723 ha). Ils constituent une ressource halieutique (pêche artisanale et commerciale) et assurent l'approvisionnement en eau pour la consommation humaine, l'élevage et l'irrigation. Ils servent également de voie de communication et d'échanges saisonniers entre la vallée et la rive camerounaise. Ces fleuves génèrent des revenus pour les pêcheurs, commerçants et agriculteurs, et alimentent les marchés urbains en poissons frais et séchés. Ils sont la colonne vertébrale de l'économie, garantissant la sécurité hydrique et alimentaire.

✓ **Les Zones Habitées : Pôles d'échanges**

Les zones habitées représentent 15 % de la superficie (5 624 ha). Ce sont des pôles d'activités commerciales, artisanales et de services, avec des petits marchés locaux et des emplois non agricoles (transport, transformation agroalimentaire, commerce). Des villages comme Koundoul stimulent la circulation des biens agricoles, halieutiques et artisanaux, et créent une dynamique de diversification économique. Ces zones sont des pôles de consommation et d'échanges, reliant la production rurale aux marchés urbains (N'Djamena).

✓ **Les Zones Inondables : Fertilité et Risque**

Les zones inondables représentent 14 % de la superficie (5 255 ha) et possèdent des sols très fertiles, favorables aux cultures de décrue (riz, maraîchage). Ces espaces ont une place économique saisonnière importante grâce à des récoltes stratégiques qui complètent l'agriculture pluviale. Malgré les risques de pertes agricoles et de destructions d'habitations, les inondations garantissent une productivité exceptionnelle.

En conclusion, l'économie de la vallée de Koundoul repose sur un ensemble de secteurs interdépendants. L'agriculture (29 %), les fleuves (18 %) et les zones inondables (14 %) représentent directement 61 % de la superficie de la vallée et sont les principaux moteurs de la production. Les classes de soutien, telles que la végétation semi-naturelle (23 %), jouent un rôle écologique et économique indirect, tandis que les zones habitées (15 %) structurent l'économie locale en polarisant les échanges.

Discussion

Les résultats obtenus dans la vallée de Koundoul montrent que l'usage des Systèmes d'Information Géographique (SIG) constitue un levier stratégique pour améliorer la gestion intégrée des eaux de surface en contexte sahélien. La cartographie des zones hydriques, l'identification des terres à potentiel agricole et la modélisation hydrologique confirment que l'approche géospatiale permet de croiser des données multisources (images satellites, relevés topographiques, données socio-économiques) afin de fournir une vision territoriale intégrée. Ces constats rejoignent les travaux menés dans la vallée du Logone par A. Dénéndji et H. Ngangalé 2023, p.59), qui ont montré que la télédétection et les SIG facilitent la cartographie des zones inondables et l'adaptation des systèmes de culture aux contraintes hydriques.

La cartographie fine (zones inondables, NDWI, occupation du sol) met en lumière une forte dépendance de la population aux eaux de surface, l'étude indique que 61 % de la surface de la vallée repose sur les zones agricoles, inondables et fluviales. Cette dépendance est confirmée dans des études plus larges au Sahel : par exemple, l'étude de Hydrological regime of Sahelian small waterbodies from combined Sentinel-2 MSI and Sentinel-3 Synthetic Aperture Radar Altimeter data (M. Fleury *et al.*, 2023, p. 2193-2194) montre que les petits plans d'eau dans le Sahel varient fortement et sont essentiels pour les activités agricoles.

Par ailleurs, l'utilisation du NDWI (Normalized Difference Water Index) pour analyser la disponibilité en eau confirme son efficacité dans la caractérisation de l'humidité des sols et des zones agricoles, comme déjà démontré dans le bassin du Niger (T. Brou *et al.*, 2016, p. 230) et dans le delta intérieur du Niger au Mali (G. Mahé *et al.*, 2011, p. 469). Ces indicateurs, intégrés aux modèles hydrologiques, renforcent la précision de la planification agricole, notamment dans les plaines inondables sahéliennes où la variabilité climatique impose des stratégies d'adaptation flexibles.

Dans la vallée de Koundoul, la saison pluvieuse et la saison sèche pèsent fortement sur la disponibilité en eau (600-800 mm/an, saison sèche longue). L'usage de cartes d'humidité (NDWI) et de classifications supervisées permet d'orienter les cultures de décrue et contre-saison. Ceci rejoint les travaux de Modelling groundwater recharge, actual evaporation, and transpiration in semi-arid sites of the Lake Chad basin (C. Neukum *et al.*, 2023, p.2191) qui montrent que dans le bassin du lac Tchad, la recharge des nappes dépend fortement de l'infiltration dans les zones de ruissellement et de la gestion spatiale des eaux superficielles. La combinaison entre données géospatiales et savoirs endogènes (PGIS) adoptée dans cette étude s'inscrit également dans une approche participative déjà expérimentée dans d'autres contextes sahéliens. Par exemple, T. Bologo *et al.* 2017, p.52, au Burkina Faso, ont montré que les SIG participatifs permettent non seulement une meilleure appropriation des résultats par les communautés locales, mais aussi une amélioration de la gouvernance de l'eau dans les zones agricoles. De même, M. Ndjondjop *et al.* 2018, p. 112, insistent sur l'importance

d'impliquer les acteurs locaux dans la planification hydro-agricole afin d'assurer la durabilité des aménagements.

La problématique de la gestion intégrée des eaux de surface dans la vallée de Koundoul ne peut être dissociée du contexte plus large de l'Afrique sahélienne, où la pression démographique, l'urbanisation rapide et la variabilité climatique accentuent la compétition pour l'eau (G. Di Baldassarre et *al.*, 2010 ; UNEP, 2019, p. 1683). Plusieurs études dans le bassin du lac Tchad (H. Abderamane et *al.*, 2012, p.4 ; J. Lemoalle et G. Magrin, 2014, p. 8) soulignent déjà la baisse piézométrique et la vulnérabilité accrue des systèmes hydriques face au changement climatique, confirmant que l'intégration des SIG et des modèles hydrologiques constitue une réponse adaptée pour anticiper les risques.

Deux importants fleuves, le Logone et le Chari, côtoient la vallée de Koundoul et leurs eaux vont se rassembler à N'Djamena pour se jeter dans le Lac Tchad après avoir inondé la vallée pendant la période de crue. A cela, il faut ajouter l'apport direct des mares et des bras de cours d'eau qui inondent la vallée. Le Chari quant à elle, inonde les plaines environnantes, cependant moindre que celle du fleuve Logone. Le système aquifère constitue la principale ressource en eau souterraine car la nappe est localisée dans les formations argilo-sableuses du Quaternaire ancien. Cette nappe est particulièrement sensible aux variations climatiques et manifeste une baisse piézométrique relativement continue depuis quelques décennies (H. Abderamane et *al.*, 2012, p.4). Le sous-sol de la zone d'étude renferme, dans son ensemble, deux niveaux aquifères superposés. Ces derniers sont séparés par une argile imperméable à semi-perméable par endroit. Ces deux aquifères font partie d'un même ensemble, car c'est la sédimentation sableuse qui est marquée par les dépôts de lentilles argileuses qui a permis leur différenciation (carte : n°3).

D'un point de vue économique, les résultats obtenus montrent que 61 % de la superficie de la vallée de Koundoul repose directement sur l'agriculture, les fleuves et les zones inondables. Cette forte dépendance aux eaux de surface reflète une situation similaire à celle observée dans la vallée du Sénégal, où les aménagements hydro-agricoles pilotés par les SIG ont contribué à renforcer la riziculture irriguée et la sécurité alimentaire (A. Diop et *al.*, 2019, p. 559). Néanmoins, l'absence d'une maîtrise locale des eaux de crue en contre-saison à Koundoul révèle une faiblesse structurelle, que l'introduction d'outils de simulation comme WEAP (Water Evaluation and Planning) pourrait corriger en optimisant l'allocation des ressources en eau (D. Yates et *al.*, 2005, p. 490).

Enfin, cette recherche met en évidence l'importance de l'approche intégrée associant données spatiales, modèles hydrologiques et participation communautaire. Toutefois, les limites rencontrées tiennent à la disponibilité de données actualisées, à la capacité technique des acteurs locaux et à la pérennité des outils technologiques. Ces limites rejoignent les constats de W. Gumindoga et *al.* 2018, p. 10, au Zimbabwe, qui soulignent que les SIG, bien que puissants, nécessitent un renforcement institutionnel et une formation continue pour garantir leur adoption durable dans la gestion de l'eau.

En définitive, cette étude confirme que l'apport des SIG à la gestion des eaux de surface dans la vallée de Koundoul s'inscrit dans une dynamique plus large de modernisation de l'agriculture sahélienne. Elle ouvre des perspectives pour l'extension des pratiques à d'autres zones périurbaines du Tchad, à condition d'assurer une meilleure intégration entre technologies géospatiales, politiques publiques et savoirs locaux.

Conclusion

L'étude menée dans la vallée de Koundoul a permis de montrer les potentialités agricoles via les Systèmes d'Information Géographique (SIG). En mobilisant des données spatiales multisources et en les croisant avec des informations hydrologiques, agronomiques et socio-économiques, les SIG permettent non seulement de cartographier et de localiser les ressources hydriques, mais aussi d'identifier les zones agricoles à fort potentiel et de proposer des activités agricoles adaptées tout en conservant les eaux de surface. Cependant, la mise en œuvre de cette approche intégrée se heurte encore à certaines limites, notamment la disponibilité de données actualisées, la faible maîtrise technique locale des outils géospatiaux et l'insuffisance d'infrastructures adaptées pour la valorisation des eaux de crue. Pour dépasser ces contraintes, il est nécessaire de promouvoir la formation des acteurs locaux, de renforcer la gouvernance territoriale de l'eau et d'intégrer davantage les SIG dans les

politiques publiques agricoles et environnementales. En définitive, l'usage des SIG dans la vallée de Koundoul apparaît comme une voie stratégique pour soutenir une agriculture durable, accroître la sécurité alimentaire et répondre aux défis du changement climatique et de la pression démographique. Cette expérience pourrait servir de modèle pour d'autres zones périurbaines du Tchad et du Sahel, où la gestion intégrée des ressources en eau constitue un enjeu vital pour l'avenir des communautés rurales.

Références bibliographiques

- Abderamane Hamit., Moussa Abderamane., & Lemoalle Jacques, 2012. Hydrogéologie du bassin du lac Tchad : dynamique et vulnérabilité des ressources. *Revue Sécheresse*, p.4.
- Thierry Bologo, Moussa Zongo & Hyacinthe Sawadogo, 2017. SIG participatif et gouvernance locale de l'eau au Burkina Faso. *Cahiers Agricultures*, pp.59
- Théodore Brou, Eric Servat & Jean-Emmanuel Paturel, 2016. Analyse des indices hydriques par télédétection dans le bassin du Niger. *Hydrological Sciences Journal*, pp. 227-239.
- Antoinette Dénéodji & Hassan Ngangalé, 2023. Cartographie des zones inondables dans la vallée du Logone à partir des SIG et de l'imagerie satellite. *Revue Tchadienne de Géosciences*, pp. 55.
- Giuliano Di Baldassarre, Alberto Castellarin, Alberto Montanari & Andrea Brath, 2010. Floods and climate change: new frontiers in flood risk management. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, pp.1681.
- Alioune Diop, Amadou Sow & Pape Ndiaye, 2019. Aménagements hydro-agricoles et télédétection dans la vallée du fleuve Sénégal. *African Journal of Agricultural Research*, pp.559.
- Webster Gumindoga, Tom Rientjes & Munyaradzi Shekede, 2018. Applications of GIS and remote sensing for water resources management in semi-arid areas of Zimbabwe. *Physics and Chemistry of the Earth*, pp.10.
- Gil Mahé, Georges Liéno & Jean-Emmanuel Paturel Mahé, 2011. Gestion des plaines inondables du delta intérieur du Niger par SIG. *Hydrological Sciences Journal*, pp. 460-476.
- Marie Noëlle Ndjiondjop, Ndioro Sarr & Ousmane N'Diaye, 2018. Approches participatives et SIG pour l'aménagement hydro-agricole en Afrique de l'Ouest. *Cahiers Agricultures*, pp. 1683
- Raoul Djimta, Marcel Bibilia Fourussou, Fatimé Pamdigué & Man-na Djangrang, 2024. Gestion des risques d'inondation dans la ville de N'Djamena au Tchad. *Hoho, revues de la géographie et du lardymes*, pp.66
- Mathilde de Fleury, Laurent Kergoat & Manuela Gripp, 2023. *Hydrological regime of Sahelian small waterbodies from combined Sentinel-2 MSI and Sentinel-3 SAR altimeter data*. *Hydrology and Earth System Sciences*, pp. 2193–2194.
- Christoph Neukum, Angela Gabriela Morales Santos, Melanie Ronelngar, Aminu Bala & Sara Ines Vassolo, 2023. *Modelling groundwater recharge, actual evaporation, and transpiration in semi-arid sites of the Lake Chad basin: the role of soil and vegetation in groundwater recharge*. *Hydrology and Earth System Sciences*, pp. 2191.
- David Yates, Jack Sieber, David Purkey & Annette Huber-Lee, 2005. WEAP: A demand-, priority-, and preference-driven water planning model. *Water International*, pp. 490.
- Abakar Youssouf, 2020. « Analyse de la dynamique de l'eau de surface dans la commune de Koundoul ». *Revue Tchadienne des Sciences Géographiques*, pp.23.
- Raoul Djimta, 2024. « Caractérisation des zones à risque d'inondation de la ville de N'Djamena au Tchad, apports de la télédétection et des systèmes d'information géographiques », Université de N'Djamena au Tchad, pp.13
- FAO (Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture), 2021. *The State of the World's Land and Water Resources for Food and Agriculture*. pp.1
- PNUD (Programme des Nations Unies pour le Développement), 2020. *Rapport sur le développement humain au Tchad*, pp. 13.
- ORSTOM, 1961. Étude des périmètres de reboisement de Koundoul – Moundou – Baibokoum. *Rapport de Pédologie*, Centre de Recherches Tchadiennes, Fort-Lamy. pp. 67-69.
- FAO, 2015. Profil national genre des secteurs de l'agriculture et du développement rural-République du Tchad. Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture. pp. 12-15.