

PLUVIOMÉTRIE ET ÉROSION HYDRIQUE DES POLDERS DE MAMDI DANS LE BASSIN DU LAC TCHAD

*Abdelhamid NASSOUR CHERIF¹, MADJIGOTO Robert² et Allaramadji
MOULDJIDE³

¹Doctorant en sciences Géographiques, Université de Poitiers/ Université de N'Djaména

²Maitre de Conférences (CAMES), Département de Géographie, Université de N'Djaména/Tchad

³Docteur en Sciences Géographiques, Chercheur

Auteur correspondant : Email : abdel_nassour@yahoo.fr

Resumé

Cette étude analyse l'évolution des précipitations et le risque d'érosion dans le département de Mamdi (province du Lac, Tchad) entre 1985 et 2025. La zone, soumise à un climat sahélien et fortement dépendante des polders agricoles, présente une variabilité pluviométrique accentuée, influencée par les fluctuations du Lac Tchad. Ainsi, les fortes précipitations ne sont non seulement bénéfiques pour les cultures pluviales mais contribuent à l'érosion des sols. C'est dans ce contexte que cette étude fait appel aux données pluviométriques et thermiques provenant de l'Agence Nationale de la Météorologie (ANAM). Les analyses spatiales, réalisées sous ArcGIS 10.8 via l'interpolation IDW et l'indice de Fournier modéré, ainsi que les indices de Bagnouls & Gaussen et Nicholson calculés sous Excel, permettent de caractériser les périodes humides, arides et les années excédentaires ou déficitaires. Les résultats révèlent une hausse des précipitations (249–317 mm en 1985 à 348–466 mm en 2023), mais avec une irrégularité croissante. Les pluies deviennent plus intenses et érosives, augmentant le ruissellement et la dégradation des sols, particulièrement dans les secteurs ouest et centre. La variabilité interannuelle reste marquée, illustrée par des années très humides (1994, 2012, 2019, 2023) et déficitaires (1987, 1990, 2005), dont les conséquences se manifestent sur la productivité des polders de Mamdi.

Mots clés : *précipitations, érosion, polders, climat sahélien, Mamdi, Tchad.*

Rainfall and water erosion of Mamdi polders in the Lake chad basin

Abstract

This study analyzes the evolution of precipitation and the risk of soil erosion in the Mamdi department (Lac Province, Chad) between 1985 and 2025. The area, subject to a Sahelian climate and heavily dependent on agricultural polders, exhibits pronounced rainfall variability, influenced by fluctuations of Lake Chad. Thus, heavy rainfall is not only beneficial for rainfed crops but also contributes to soil erosion. In this context, the study relies on precipitation and temperature data from the National Meteorology Agency (ANAM). Spatial analyses, conducted in ArcGIS 10.8 using IDW interpolation and the modified Fournier index, as well as the Bagnouls & Gaussen and Nicholson indices calculated in Excel, allow for the characterization of humid and arid periods, as well as surplus or deficit years. The results reveal an increase in precipitation (from 249–317 mm in 1985 to 348–466 mm in 2023), but with growing irregularity. Rainfall is becoming more intense and erosive, increasing runoff and soil degradation, particularly in the western and central sectors. Interannual variability remains pronounced, illustrated by very wet years (1994, 2012, 2019, 2023) and deficit years (1987, 1990, 2005), whose impacts are reflected in the productivity of Mamdi's polders.

Keywords: precipitation, erosion, polders, Sahelian climate, Mamdi, Chad.

Introduction

Les changements climatiques occupent une place centrale dans les débats scientifiques contemporains en raison de leurs manifestations de plus en plus marquées à l'échelle mondiale. L'augmentation des températures moyennes, la modification des régimes pluviométriques, ainsi que la multiplication des événements extrêmes tels que les inondations et les sécheresses en constituent des expressions majeures. Bien qu'elle contribue faiblement aux émissions de gaz à effet de serre à hauteur de 2 à 3%, l'Afrique apparaît comme l'un des continents les plus vulnérables à ces transformations, en raison d'un réchauffement plus rapide que la moyenne mondiale et d'une forte dépendance des populations aux ressources naturelles (GIEC, 2021). Dans ce contexte, le stress hydrique et l'irrégularité des précipitations représentent des défis majeurs pour les systèmes de production, en particulier dans les zones sahéliennes.

La conjugaison des effets croissants du réchauffement climatique et les actions humaines, a conduit à l'exposition des populations du bassin, au changement climatique. Cette situation se manifeste par la détérioration des capacités productives du bassin (Ombiono, 2016).

Situé dans la province du Lac, au sein du bassin du lac Tchad partagé entre le Tchad, le Cameroun, le Niger et le Nigéria, le département de Mamdi s'inscrit pleinement dans cette dynamique de vulnérabilité climatique. Cet espace, reconnu pour la fertilité de ses terres et le développement des polders dédiés aux activités agricoles, pastorales et halieutiques, est aujourd'hui confronté à une variabilité accrue des précipitations. Cette instabilité climatique, combinée à une exploitation agricole intensive et à un entretien insuffisant des aménagements hydroagricoles, accentue les risques de dégradation des sols, notamment par des phénomènes d'érosion.

Dès lors, l'analyse de la pluviométrie apparaît comme un levier essentiel pour comprendre les transformations environnementales en cours et leurs répercussions sur les polders. La présente étude se propose d'examiner l'évolution des précipitations dans le département de Mamdi sur la période 1985–2025, en mettant en évidence les variations interannuelles et saisonnières. Elle vise également à évaluer les implications de ces dynamiques pluviométriques sur les processus d'érosion. À travers cette approche, l'objectif est de contribuer à une meilleure compréhension des enjeux liés à l'érosion hydrique dans le département de Mamdi, notamment les polders, dans un contexte de changement climatique.

1. Matériels et méthode

1.1. Présentation du cadre spatial

Le département de Mamdi est situé dans la partie occidentale de la province du Lac, en Tchad. Il s'inscrit dans la zone sahélienne, à proximité immédiate du lac Tchad, un important plan d'eau partagé entre plusieurs pays d'Afrique centrale et de l'Ouest. Le chef-lieu du département est Bol, qui constitue un centre administratif et économique majeur de la région. Mamdi se situe globalement autour des latitudes 13° 28' 27" Nord et longitudes 14° 42' 19" Est, avec un relief peu élevé et dominé par des plaines sableuses.

Sur le plan spatial, Mamdi présente une grande diversité de paysages, allant des zones continentales sèches aux zones insulaires influencées par les fluctuations du lac. Il est limité par d'autres départements de la province du Lac et se trouve à proximité des frontières du Niger, du Nigeria et du Cameroun, ce qui lui confère une importance stratégique. Cette position frontalière, combinée à l'influence du lac Tchad, fait de Mamdi un espace marqué par des dynamiques environnementales et humaines importantes, notamment liées aux activités agropastorales et aux échanges transfrontaliers.

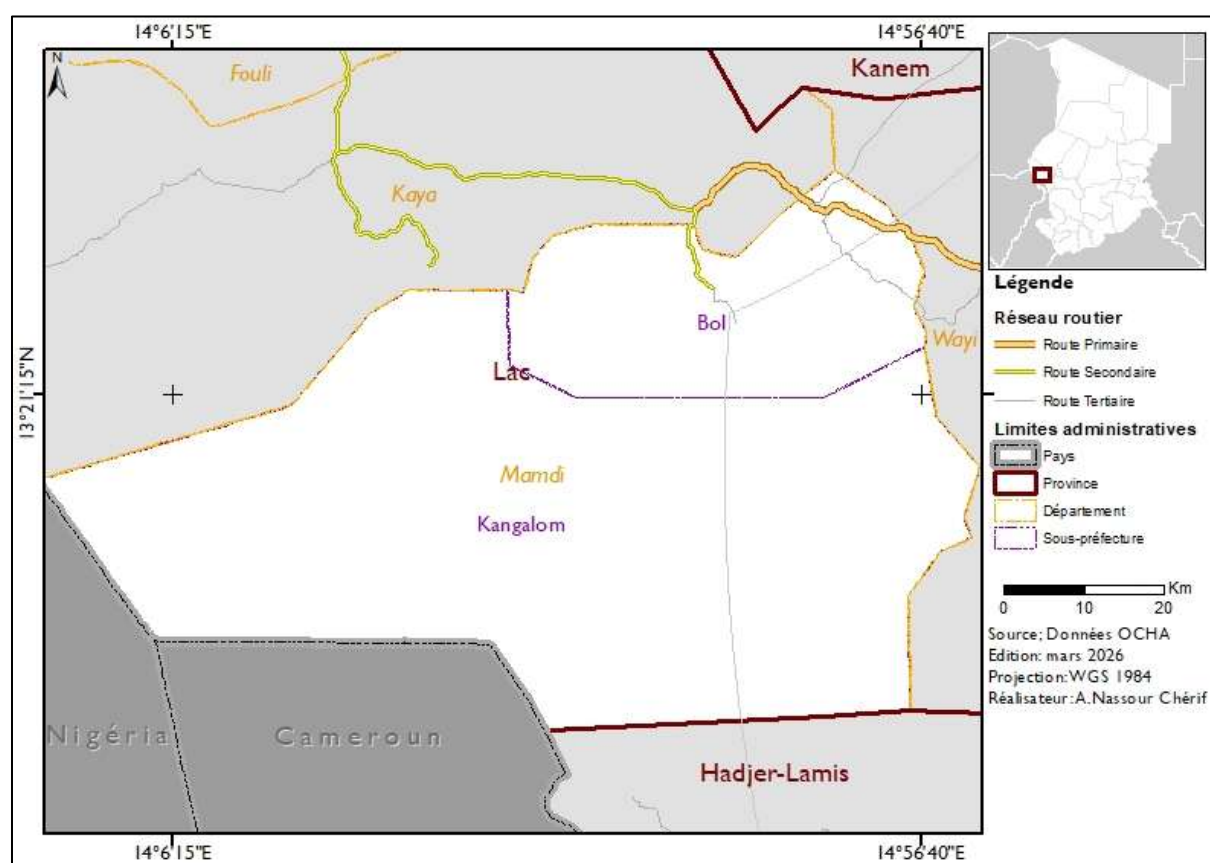


Figure 1: Localisation de Mamdji

La figure 1 met en évidence une structure relativement peu développée, dominée par quelques axes secondaires et tertiaires reliant principalement les deux sous-préfectures, Bol et Kangalam, aux localités voisines du bassin du Lac Tchad. L'absence d'axes primaires traversant le département illustre un niveau d'accessibilité limité, particulièrement marqué dans les zones sud et sud-ouest où les infrastructures routières sont quasi absentes. Cette configuration réduit la connectivité interne et externe du Mamdi, et limite la fluidité des échanges, que ce soit pour la circulation des personnes, le transport des intrants ou l'écoulement des productions agricoles. Les voies présentes longent surtout la bordure nord du Lac, ce qui permet une desserte partielle des villages lacustres, mais laisse une large portion centrale du territoire faiblement desservie.

1.2. Acquisitions et traitement des données météorologiques

1.2.1. Données pluviométrique et thermique

Les données pluviométriques et thermiques utilisées dans cette étude proviennent de l'Agence Nationale de la Météorologie. Elles portent sur les hauteurs mensuelles et annuelles des précipitations ainsi que sur les températures enregistrées sur la période allant de 1985 à 2025. Ces données ont été rigoureusement exploitées, traitées et analysées afin de constituer une base solide d'interprétation des dynamiques du changement climatique. Elles ont ainsi permis d'évaluer ses impacts sur les processus d'érosion dans le département de Mamdi, en mettant en évidence les liens entre la variabilité climatique et la dégradation des sols.

1.2.2. Méthode d'interpolation des données

La méthode d'interpolation par pondération inverse de la distance (IDW) est l'une des techniques les plus utilisées pour étudier la variation spatiale des précipitations. Pour la présente étude, cette méthode a été employée afin d'interpoler les données pluviométriques fournies par l'Agence Nationale de la Météorologie (ANAM) à l'aide du logiciel ArcGIS Desktop 10.8. De plus, en utilisant l'outil Raster Calculator de ce logiciel, il a été possible d'estimer l'érosion pluviale en se basant sur les cumuls annuels de précipitations de 1985 à 2023, ainsi que sur les cumuls mensuels

des mois d'août 1985 et 2023, permettant ainsi de quantifier l'impact des précipitations sur l'érosion des sols dans la zone d'étude.

1.2.3. Indice de Bagnouls et Gaussen

L'indice de Bagnouls et Gaussen est un outil climatologique permettant de caractériser les périodes arides et humides en fonction de la relation entre précipitations et températures. Dans le cadre de cette étude, l'application de cet indice a permis de réaliser la figure ombrothermique pour la période allant de 1985 à 2023, mettant en évidence les périodes pluvieuses et celles de fortes températures, ainsi que les périodes arides et humides. Cette représentation graphique facilite l'interprétation du régime climatique et la compréhension de l'impact des variations climatiques sur l'environnement et les activités agricoles dans la zone d'étude.

1.2.4. Indice de Nicholson

L'indice de Nicholson est un indicateur climatologique utilisé pour analyser la répartition saisonnière des précipitations et identifier les périodes humides et sèches, particulièrement dans les régions sahéliennes et semi-arides. Dans cette étude, l'application de l'indice de Nicholson a permis de compléter l'analyse climatique en mettant en évidence la variabilité interannuelle des précipitations de 1985 à 2023, ce qui a facilité la distinction des périodes de déficit hydrique et des périodes de pluies abondantes. Cet indice constitue ainsi un outil précieux pour l'évaluation des impacts des changements climatiques sur les ressources en eau et sur les activités agricoles dans le département de Mamdi. Il s'exprime par :

$$X'_i = \frac{X_i - \bar{X}}{\sigma(X)}$$

où,

X'_i = anomalie centrée réduite pour l'année i ;

X_i = la valeur de la variable ;

\bar{X} = la moyenne de la série ;

$\sigma(X)$ = l'écart-type de la série.

1.2.5. Indice de Fournier modéré

L'indice de Fournier modéré est un indicateur utilisé pour évaluer le risque d'érosion pluviale en fonction des précipitations annuelles et de leur répartition. Il permet d'estimer la potentialité érosive d'un climat sur les sols en pondérant l'effet des pluies intenses par rapport aux cumuls annuels. Dans cette étude, l'application de l'indice de Fournier modéré a permis d'identifier les périodes et les zones présentant un risque élevé d'érosion dans le département de Mamdi, en se basant sur les cumuls pluviométriques de 1985 à 2023. Cet indice constitue un outil précieux pour la planification de mesures de gestion des sols et pour la prévention des impacts négatifs des précipitations sur l'agriculture et les infrastructures. Il s'exprime par :

$$IF = \frac{P_m^2}{P_a}$$

- IF = indice de Fournier,
- P_m = précipitation du mois le plus pluvieux (en mm),
- P_a = précipitation annuelle totale (en mm).

2. Résultats

2.1. Des précipitations de moins en moins durable et érosive

Dans le département de Mamdi, les précipitations connaissent une diminution notable tant d'une année à l'autre que d'un mois à l'autre, entraînant une irrégularité dans la disponibilité en eau et affectant la productivité agricole. Cette baisse de pluviométrie réduit la capacité des sols à se régénérer et limite les processus naturels d'érosion, modifiant progressivement la structure et la

fertilité des terres. Toutefois, lorsque des pluies intenses surviennent sur de courtes périodes, elles provoquent une altération accélérée des sols et exercent des impacts directs sur les polders, fragilisant les aménagements hydrauliques et compromettant la sécurité alimentaire locale.

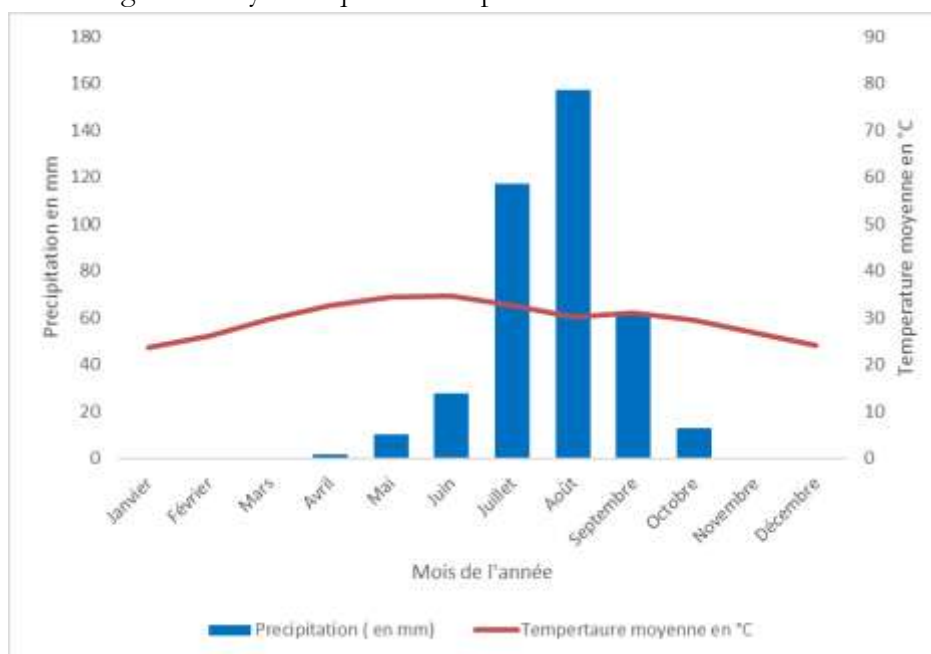


Figure 2: Courbe ombrothermique de Mamdi de 1985-2025

Source : ANAM,2025

La figure 2 présente la courbe ombrothermique de Mamdi pour la période 1985-2025 et met en évidence une concentration marquée des précipitations entre juillet et août, qui constituent les deux mois les plus pluvieux de l'année. Malgré cet apport pluviométrique ponctuel, les précipitations se révèlent de moins en moins durables dans le temps et de plus en plus érosives, générant des ruissellements intenses susceptibles de dégrader les polders et d'altérer leur fonctionnement agro-hydraulique. Parallèlement, les températures élevées et relativement constantes tout au long de l'année accentuent l'évaporation et exposent les sols à une forme d'érosion thermique, contribuant ainsi à une diminution progressive de leur fertilité. Cette dynamique conjointe pluies brèves mais violentes et températures persistantes fragilise durablement les systèmes de production dans les polders de Mamdi

2.2. Des périodes arides et de fortes précipitations au Mamdi

Dans le département de Mamdi, le climat est marqué par une forte variabilité interannuelle des précipitations, alternant entre des périodes arides prolongées et des épisodes de fortes pluies. Les périodes arides se caractérisent par une diminution significative des hauteurs pluviométriques, parfois inférieures aux normales saisonnières, entraînant un stress hydrique important pour les sols et la végétation. Cette irrégularité des pluies est liée à la variabilité du front intertropical (FIT) et aux fluctuations des masses d'air humides venant du Golfe de Guinée. Durant ces phases sèches, les activités agricoles, notamment dans les polders, sont fortement perturbées en raison du manque d'eau, ce qui limite les rendements et fragilise la sécurité alimentaire des populations locales.

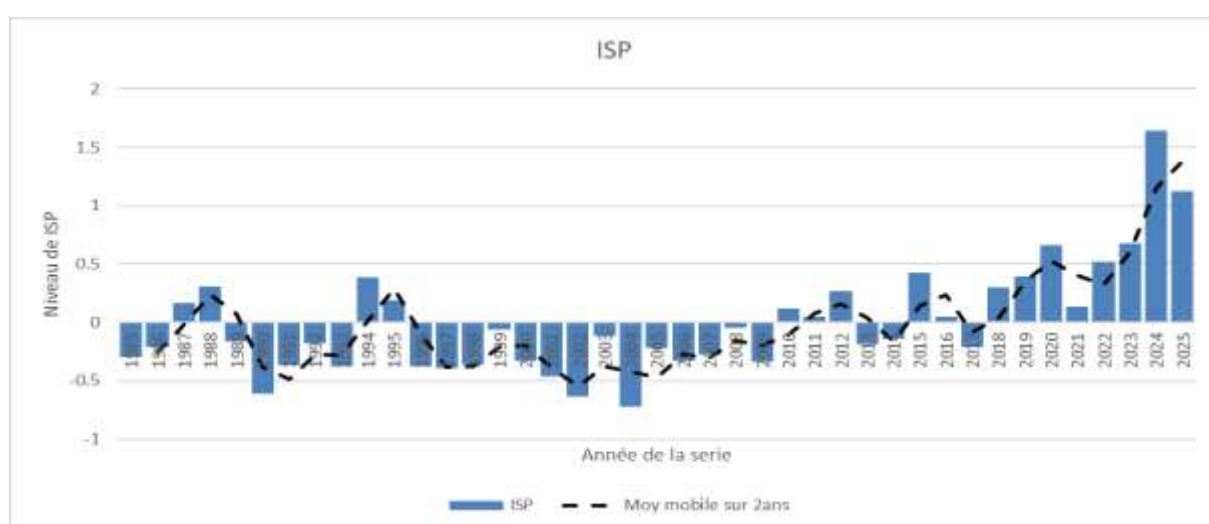


Figure 3: Indice de Nicholson de Mamdi

Cette figure de l'indice pluviométrique standardisé de Nicholson (1985-2025) met en évidence une alternance entre années excédentaires et déficitaires, avec des pics positifs marqués notamment en 1994, 2012, 2019, 2023 et surtout 2024-2025 correspondant à des périodes de fortes précipitations susceptibles d'accroître le risque érosif en raison d'un ruissellement intense et d'une déstabilisation des sols dans les polders. À l'opposé, les années à indice négatif prononcé, telles que 1987, 1990, 1997, 2002, 2005 ou 2011, traduisent une pluviométrie faible favorisant une évaporation accrue, une sécheresse des horizons de surface et une vulnérabilité accrue des exploitants agricoles face au déficit hydrique. Cette dynamique montre ainsi que les polders sont soumis à une double contrainte : l'érosion hydrique lors des années humides et l'érosion thermique et évaporative lors des années sèches, rendant les systèmes de production particulièrement sensibles aux variations climatiques interannuelles.

2.3. Des variations spatiales de précipitations à l'échelle de Mamdi entre 1985 et 2023

Entre 1985 et 2023, le département de Mamdi présente une nette variation spatiale des précipitations, avec des zones recevant des hauteurs pluviométriques inégalement réparties selon leur position géographique : les secteurs proches des zones inondables et des polders enregistrent généralement des cumuls plus élevés, tandis que les parties plus éloignées ou légèrement en altitude connaissent des précipitations plus faibles et irrégulières ; cette hétérogénéité s'explique par les dynamiques locales du climat, la topographie et l'influence des masses d'air humides, entraînant ainsi des contrastes dans la disponibilité en eau, les risques d'inondation et les potentialités agricoles à l'échelle du territoire.

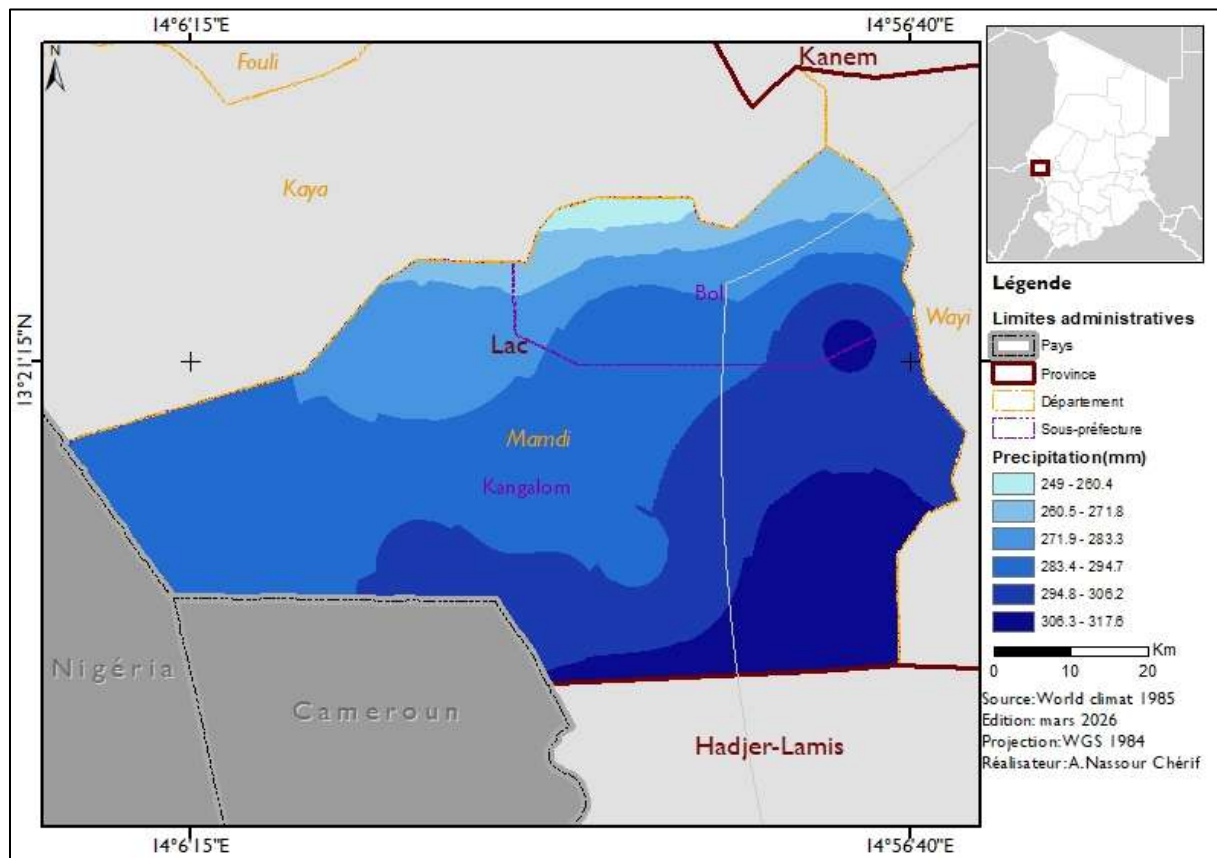


Figure 4: Variation spatiale de précipitation en 1985

La figure 4 présente la répartition spatiale des précipitations annuelles dans le département de Mamdi en 1985. On observe clairement une variation graduelle de la pluviométrie d'ouest en est. Les zones occidentales du département, proches de la frontière avec le Cameroun, reçoivent des précipitations relativement faibles, comprises entre 249 et 260 mm, tandis que les secteurs orientaux et méridionaux, notamment près de la limite avec Hadjer-Lamis, connaissent les valeurs les plus élevées, allant jusqu'à 317 mm. Cette variation montre une tendance à l'augmentation des précipitations de l'ouest vers l'est et le sud-est, indiquant un gradient pluviométrique marqué au sein du département.

En examinant les deux sous-préfectures, Kangalom et Bol, on note que Bol, située au nord-est, reçoit des précipitations plus importantes (entre 294 et 317 mm) que Kangalom, au sud-ouest, où les précipitations varient de 271 à 283 mm. Ces hauteurs de pluie, relativement importantes, exposent les sols à un risque élevé d'érosion, surtout dans les zones dénudées ou cultivées sans protection du sol. Dans les Polders, qui sont des terres aménagées pour l'agriculture irriguée, ces précipitations peuvent entraîner une lessivage des sols et un ruissellement superficiel, réduisant la fertilité et affectant la productivité agricole si aucune mesure de conservation des sols n'est adoptée. Les activités culturales comme la riziculture ou les cultures maraîchères doivent donc être accompagnées de techniques anti-érosives pour limiter les pertes de sol et d'eau. La figure 5 suivante présente l'état de la variation de précipitation en 2023.

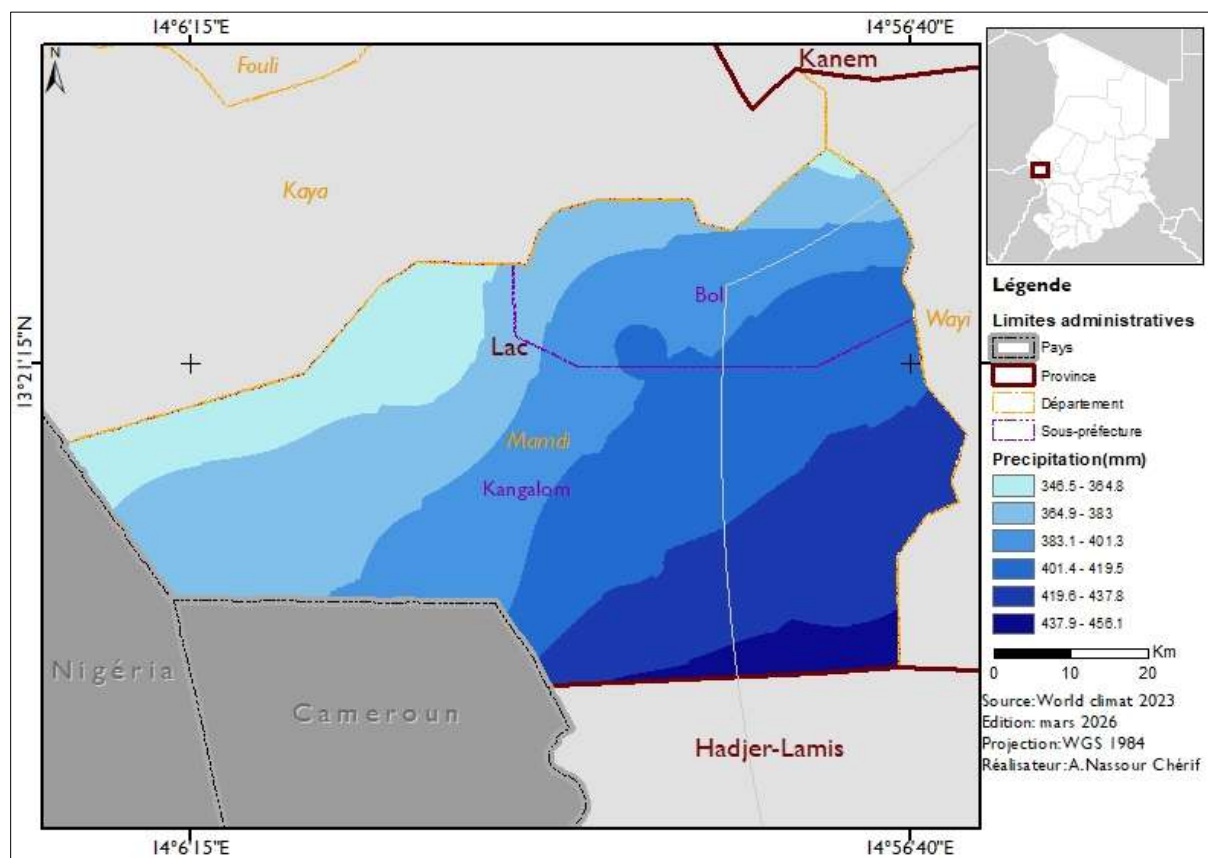


Figure 5: Variation spatiale de précipitation en 2023

Cette figure présente un gradient pluviométrique net, avec des précipitations faibles à l'ouest ($\approx 348\text{--}384$ mm) et une augmentation progressive vers le centre ($\approx 384\text{--}419$ mm), culminant dans le sud-est avec les valeurs les plus élevées ($\approx 419\text{--}466$ mm). La sous-préfecture de Bol appartient majoritairement aux classes intermédiaires, tandis que Kangalam enregistre les hauteurs les plus importantes. Cette distribution traduit une dynamique spatiale marquée par l'influence décroissante du Lac Tchad à mesure que l'on progresse vers l'intérieur des terres.

Le niveau de précipitation observé induit des risques différenciés. Les zones les plus arrosées, notamment au sud-est, sont exposées à une érosion hydrique plus intense, favorisée par des ruissellements concentrés susceptibles d'affecter la stabilité des sols et les aménagements hydrauliques. À l'inverse, les zones les plus sèches du littoral lacustre sont moins vulnérables à l'érosion mais plus exposées au stress hydrique, avec des impacts directs sur les mises en culture, la gestion de l'eau et la productivité des Polders. Ainsi, la répartition pluviométrique de 2023 conditionne fortement les contraintes agro-environnementales dans le Mamdi.

2.4. Spatialisation du niveau d'érosion entre 1985 et 2023 dans le département de Mamdi

Dans le département de Mamdi, la vulnérabilité des polders à l'érosion est directement corrélée à l'intensité des précipitations annuelles ou mensuelles, les secteurs ayant subi des pluies abondantes présentant les taux d'érosion les plus élevés. L'analyse spatiale révèle une gradation de l'érosion, qui décroît progressivement de l'Est vers l'Ouest du département, traduisant une sensibilité édaphique variable et une influence différenciée de l'altération hydrique sur la structure des sols. Ces observations soulignent l'importance de la distribution pluviométrique dans le contrôle de la dégradation des polders et fournissent un indicateur crucial pour la planification de mesures de conservation des sols.

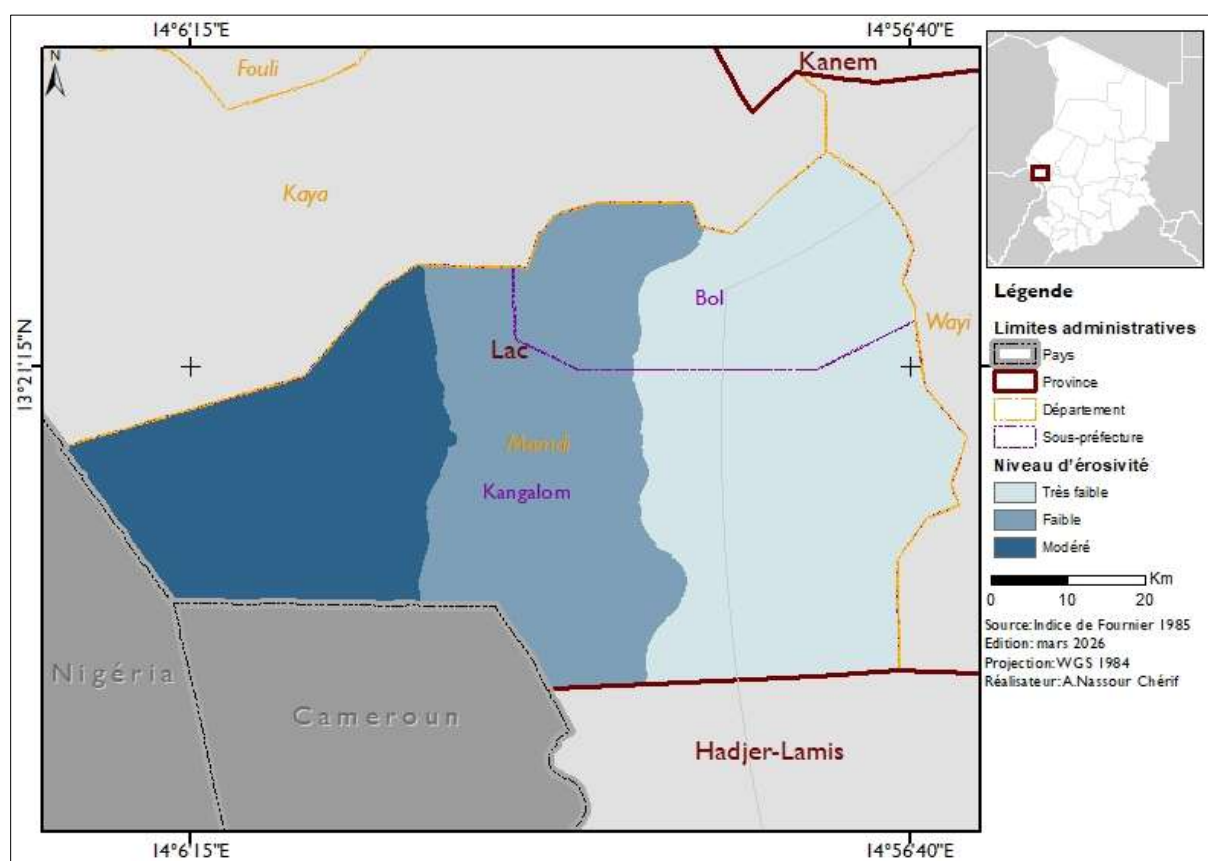


Figure 6: Erosion pluviale en 1985

Cette figure présente l'indice de Fournier (1985) et met en évidence une variation spatiale nette des niveaux d'érosivité pluviale dans le département de Mamdi. La partie ouest, en contact avec la zone lacustre, présente des niveaux d'érosion modérés, traduisant une combinaison de fortes pluies concentrées et de sols vulnérables au ruissellement. Le centre du département, notamment autour de Kangalam, montre un niveau d'érosion faible, correspondant à des précipitations moins intenses et à un ruissellement plus diffus. En revanche, la partie orientale, couvrant la sous-préfecture de Bol, se caractérise par une érosivité très faible, ce qui reflète un régime pluviométrique moins agressif et une moindre capacité des pluies à désagréger les sols. Ainsi, la méthode de Fournier révèle une distribution graduelle de l'érosion pluviale allant du risque modéré à l'ouest vers un risque très faible à l'est, ce qui implique que les zones ouest du Mamdi sont les plus exposées aux processus de dégradation hydrique, tandis que les zones orientales présentent une plus grande stabilité des sols. La carte suivante montre la dominance de l'érosion à l'extrême Est.

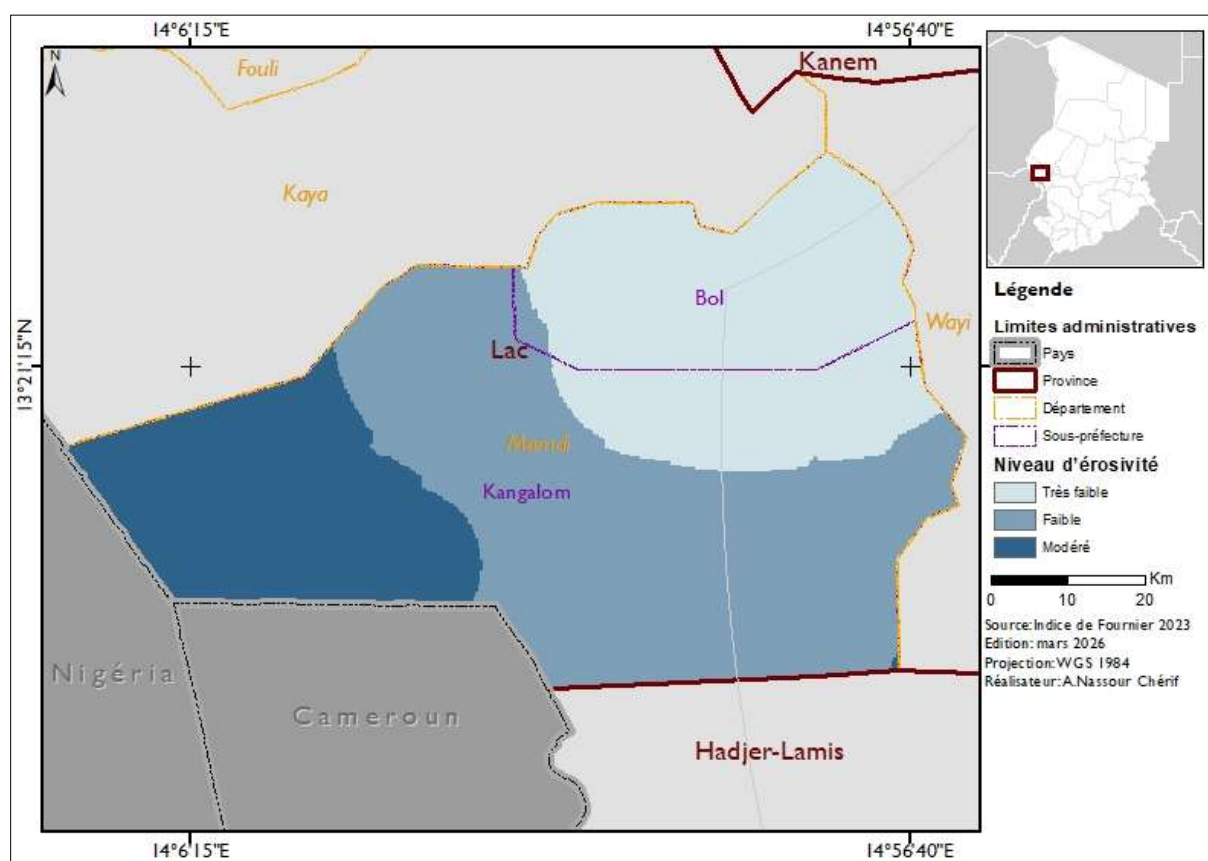


Figure 7: Erosion pluviale en 2023

La figure 7 présente l'érosion pluviale de 2023 et met en évidence une répartition spatiale contrastée de l'érosivité dans le département de Mamdi selon l'indice de Fournier. La zone occidentale, en bordure du Lac Tchad et s'étendant vers la frontière nigériane, présente un niveau d'érosivité modéré, indiquant des précipitations plus intenses et potentiellement agressives. Le centre du département, notamment autour de Kangalam, se caractérise par un niveau d'érosion faible, témoignant d'un régime pluviométrique moins violent mais suffisamment concentré pour générer un ruissellement notable. À l'est, vers Bol, les conditions apparaissent très faibles en érosivité, traduisant des précipitations moins intenses et donc une moindre capacité des pluies à désagréger les sols. Cette configuration indique que, pour l'année 2023, les risques érosifs se concentrent principalement à l'ouest et diminuent progressivement vers l'intérieur et l'est du Mamdi.

En effet, La comparaison entre les deux périodes montre une accentuation du niveau d'érosion dans plusieurs zones du Mamdi entre 1985 et 2023. En 1985, le niveau d'érosivité modéré était plus limité spatialement, circonscrit surtout aux marges occidentales. En 2023, ce niveau modéré s'étend davantage vers le centre, ce qui suggère une augmentation de l'agressivité des pluies et un renforcement du ruissellement dans des zones auparavant classées comme faiblement érosives. De même, des secteurs classés comme très faibles en 1985 passent désormais à des niveaux faibles en 2023, traduisant une dynamique pluviométrique devenue plus irrégulière, avec des épisodes plus intenses même dans les zones plus continentales. La photo ci-dessous met en évidence l'agressivité de la pluviométrie entre 2024 et 2025, dans le polder de Berim. Elle s'est traduite par une inondation d'une bonne partie du polder poussant les exploitants à l'abandon. Devant cette situation, les exploitants sont contraints de chercher d'autres activités afin de subvenir aux besoins de leurs familles. Il devient donc essentiel de renforcer les stratégies d'adaptation, notamment par l'amélioration des infrastructures hydroagricoles, l'adoption de variétés résilientes aux changements climatiques et la planification climatique, afin d'assurer la sécurité alimentaire et la stabilité

socioéconomique des populations locales dans un contexte de changement de plus en plus conséquent.



Source : Photo A Nassour Cherif, juillet 2025

Photo n° 1: Inondation du polder de Berim nord

La zone orientale autour de Bol reste toutefois la moins exposée dans les deux cartes, conservant un niveau d'érosion très faible. Globalement, l'évolution entre 1985 et 2023 met en évidence une augmentation générale du risque érosif, en particulier dans la moitié ouest et le centre du Mamdi, conséquence probable d'un régime pluviométrique plus brutal et de plus en plus concentré dans le temps.

3. Discussion

L'étude révèle un climat sahélien caractérisé par une forte saisonnalité, une variabilité interannuelle marquée et une tendance progressive au réchauffement. Si les précipitations montrent globalement une légère tendance à la hausse au cours des dernières années, elles demeurent irrégulières et parfois concentrées sur de courtes périodes, ce qui accroît les risques d'inondation et de déficit hydrique successifs. Parallèlement, l'augmentation des températures, notamment des minima, ainsi que la hausse progressive de l'humidité relative traduisent une modification du régime climatique local susceptible d'affecter durablement les équilibres agro écologiques. Passinring (2016), aboutit au même résultat en étudiant la géologie du lac Léré dans le Mayo Kebbi Ouest, faisant face à l'érosion hydrique. Celle-ci est provoquée par des conditions climatiques avec des précipitations aléatoires et une hausse de température, dégradant ainsi la flore, qui, est un moyen de lutte contre l'érosion.

Il ressort des analyses une sensibilité des polders aux fluctuations pluviométriques induisant des érosions. Les fortes pluies des années 2023 et 2024 ont provoqué une inondation des polders de Berim, de Matafo et de Mamdi avec des conséquences désastreuses sur la productivité agricole. Face à ces évolutions, les systèmes de production des polders de Mamdi apparaissent à la fois vulnérables et adaptables. Dahani et al (2025), en analysant les données pluviométriques sur 60 ans entre 1954 et 201, dans la commune urbaine de Fada N'Gourma au Burkina Faso, ont noté une tendance plutôt baissière mais avec une variabilité interannuelle. Cet état de fait contribue à chambouler significativement les dates de débuts et fins des saisons avec un rétrécissement de la saison pluvieuse. Cette conclusion bien que différente sur la tendance pluviométrique corrobore nos résultats sur la variabilité interannuelle de la pluviométrie dont les conséquences sur les systèmes de production agricole sont mises en exergue.

Conclusion

De ce qui précède, l'étude portée sur le département de Mamdi met en évidence une transformation profonde du régime pluviométrique au cours des 40 dernières années. Les précipitations, qui variaient entre 249 et 317 mm en 1985, atteignent aujourd'hui des valeurs comprises entre 348 et 466 mm en 2023. Cette augmentation apparente ne signifie pas une amélioration des conditions hydriques : les pluies sont désormais plus irrégulières, plus courtes, mais beaucoup plus intenses, ce qui favorise le ruissellement et l'érosion des sols.

Les analyses réalisées à partir des indices climatiques montrent une forte alternance entre années humides comme 1994, 2012, 2019 ou 2023, et années déficitaires telles que 1987, 1990, 1997 ou 2005. Cette variabilité met les agriculteurs dans une situation d'incertitude permanente. L'indice de Fournier modéré confirme un renforcement du risque érosif, notamment à l'ouest et au centre, où des zones jadis faiblement érosives sont aujourd'hui classées comme modérément exposées. Il est indispensable de renforcer les infrastructures hydroagricoles, de développer des techniques antiérosives, et d'adopter une planification agricole basée sur les données climatiques. Ce sont des conditions essentielles pour assurer la résilience des polders de Mamdi face aux changements climatiques.

Références bibliographiques

AGENCE NATIONALE DE LA METEOROLOGIE., 2025, mai 12. *Tchad : Bulletin Spécial de Prévisions Saisonnières 2025*.

Atlas du lac Tchad. (s. d.).

<https://doi.org/10.7202/1039337ar>

BOUQUET, C., 1969. *La culture du blé dans les polders du lac Tchad*.

<https://doi.org/10.3406/caoum.1969.2511>

BOUQUET, C., 1991. *Insulaires et riverains du lac Tchad : Étude géographique*. L'Harmattan.

Changement climatique 2021 : Les bases scientifiques physiques : résumé à l'intention des décideurs : contribution du groupe de travail I au sixième Rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (avec Masson-Delmotte, V., Zhai, P., & Pirani, A.). (2021). GIEC.

DAHANI, D., OUANDE, M., & COMPAORE, N., 2025. Perception paysanne des impacts du changement climatique sur l'accès à l'eau dans la commune urbaine de Fada N'Gourma au Burkina Faso. *Revue Espace Géographique et Société Marocaine*, n°99, juin, pp 99- 122.

FOURNIER F., 1960. *Climat et érosion : la relation entre l'érosion du sol par l'eau et les précipitations atmosphériques*. Presses universitaires de France. Paris: 201 p.

GAN-GUEALLAHN, E., 2019. Perceptions paysannes des changements climatiques dans la région du lac tchad à l'aide des indicateurs locaux. *Annales de l'Université de Moundou, serie A, Faculté des lettres, Arts et Sciences Humaines*, Vil.7 (1), Num.sp., Jan.2020, ISSN 2304-1456

GIEC., 2021. *Changements climatiques : Les bases scientifiques physiques. La contribution du Groupe de travail I au sixième rapport d'évaluation*. <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1>

LEMOALLE, J., 2014. *Le fonctionnement hydrologique du lac tchad*, Collection expertise collégiale, Marseille, 2014, PP 16-58

LEMOALLE, J., & MAGRIN, G., (Éds.). 2014. 1. Les ressources en eau et les écosystèmes. In *Le développement du lac Tchad / Development of Lake Chad : Situation actuelle et futurs possibles / Current Situation and Possible Outcomes* (p. 29-40). IRD Éditions. <https://doi.org/10.4000/books.irdeditions.11665>

MAGRIN, G., 2012. L'imbroglio territorial du lac Tchad à l'épreuve de l'incertitude hydrologique. *Revue scientifique du Tchad*. <https://agritrop.cirad.fr/564511/>

MAGRIN, G., 2015. Double alchimie au lac Tchad : Ou comment transformer la ressource en pénurie et la pénurie en ressources. In M. Redon, E. Chauvin, L. Perrier Bruslé, & É. Lavie (Éds.), *Ressources mondialisées : Essais de géographie politique* (p. 167-197). Éditions de la Sorbonne. <https://doi.org/10.4000/books.pSORbonne.101010>

PASSINRING, K., 2016. *Effets de l'écoulement des tributaires sur la dynamique des lacs de Léré (Mayo-Kebbi Ouest/Tchad)*. Geo-Eco-Trop., 40, 3, n.s. 191-200.

RAIMOND, C., SYLVESTRE, F., ZAKINET, D., & MOUSSA, A. (Éds.), 2019b. *Le Tchad des lacs : Les zones humides sabéliennes au défi du changement global*. IRD Éditions. <https://doi.org/10.4000/books.irdeditions.30450>