

Résilience des systèmes irrigués face au changement climatique : Analyse comparative des périmètres de la Commission du Bassin du Lac Tchad et de Taïwan dans la région de Diffa, Niger

Resilience of Irrigated Systems to Climate Change: A Comparative Analysis of the Lake Chad Basin Commission and Taiwan Irrigation Schemes in the Diffa Region, Niger.

Auteur 1 : BEIDO Ari,

Auteur 2 : KIARI FOUGOU Hadiza,

Auteur 3 : MAHAMADOU BEYDO Maï-Boukar,

BEIDO Ari, Doctorant

École doctorale sous régionale paix, sécurité, environnement et développement durable de l'Université de Diffa/Niger.

KIARI FOUGOU Hadiza, Maître de Conférences

Institut Supérieur en Environnement et Ecologie (IS2E) de l'Université de Diffa, BP : 78 Diffa, Niger.

MAHAMADOU BEYDO Maï-Boukar

Département des ressources en eau et ingénierie environnementale, Ahmadu Bello University Zaria, Nigeria.

Déclaration de divulgation : L'auteur n'a pas connaissance de quelconque financement qui pourrait affecter l'objectivité de cette étude.

Conflit d'intérêts : L'auteur ne signale aucun conflit d'intérêts.

Pour citer cet article : BEIDO .A, KIARI FOUGOU .H & MAHAMADOU BEYDO .M (2026) « Résilience des systèmes irrigués face au changement climatique : Analyse comparative des périmètres de la Commission du Bassin du Lac Tchad et de Taïwan dans la région de Diffa, Niger », African Scientific Journal « Volume 03, Num 37 » pp: 001 – 021.



DOI : 10.5281/zenodo.22230001

Copyright © 2026 – ASJ



Résumé :

Dans le Bassin du Lac Tchad, les systèmes agricoles sont confrontés aujourd'hui à une intensification des aléas climatiques, à la dégradation des ressources naturelles et à une insécurité persistante qui fragilisent les moyens d'existence des populations et les exposent à une situation de sécurité alimentaire incertaine. Cette étude analyse de façon comparée la contribution des périmètres irrigués de la Commission du Bassin du Lac Tchad (CBLT) et de Taïwan à la résilience climatique dans la région de Diffa (Niger).

L'étude adopte une approche mixte combinant l'analyse des données climatiques et agricoles couvrant la période 2004-2024, une enquête quantitative auprès des producteurs, des entretiens semi-directifs avec les principaux acteurs institutionnels et des analyses statistiques. L'enquête a porté sur 238 producteurs des deux périmètres irrigués, complétée par des entretiens auprès des acteurs institutionnels impliqués dans la gestion et encadrement de la *riziculture*. Les analyses statistiques fondées sur le test t de Student et le test du khi-deux. Les résultats montrent que les rendements rizières ne présentent pas de différence statistiquement significative entre les deux périmètres malgré des modes de gestion distincts. En revanche, les capacités d'adaptation diffèrent sensiblement selon la qualité de la gouvernance, l'organisation collective des producteurs en coopérative, la gestion de l'eau et l'encadrement technique. Les producteurs identifient la diminution des précipitations, l'augmentation des températures, la sécheresse et les inondations récurrentes comme les principales menaces pesant sur leurs exploitations, auxquelles ils répondent par la diversification des cultures, l'adaptation des calendriers culturels et l'amélioration de la gestion de l'eau. Les résultats montrent que la résilience des systèmes rizières irrigués ne dépend pas uniquement des conditions climatiques et des performances productives, mais également de la capacité des institutions locales à assurer une gouvernance efficace, une organisation collective des producteurs, une gestion durable de l'eau et un encadrement technique adapté. Cette étude met ainsi en évidence le rôle stratégique de la gouvernance locale des périmètres irrigués dans le renforcement de la résilience, de la sécurité alimentaire et de la stabilité des territoires sahéliens confrontés aux effets récurrents du changement climatique.

Mots-clés : changement climatique ; résilience ; sécurité alimentaire ; Bassin du Lac Tchad ; Diffa.

Abstract:

In the Lake Chad Basin, agricultural systems are currently facing an intensification of climatic hazards, the degradation of natural resources and persistent insecurity, which undermine the livelihoods of local populations and expose them to a situation of uncertain food security. This study provides a comparative analysis of the contribution of the irrigated schemes of the Lake Chad Basin Commission (LCBC) and Taiwan to climate resilience in the Diffa region (Niger).

The methodological approach combines climatic and agricultural data covering the period 2004-2024, a household survey of 238 rice producers, semi-structured interviews with key institutional stakeholders, and statistical analyses (Student's t-test, chi-square and Fisher's exact tests, Mann-Whitney U test, with effect sizes systematically reported). The survey was complemented by interviews with institutional actors involved in rice management and extension services.

The results show no statistically significant difference in rice yields between the two schemes despite distinct management modes, suggesting that irrigation mainly secures production against rainfall variability rather than systematically raising yields. In contrast, adaptive capacities differ markedly depending on the quality of governance, the collective organization of producers into cooperatives, water management and technical support.

Producers identify declining rainfall, rising temperatures, recurrent flooding and windstorms as the main threats to their farms, with flooding rather than drought dominating self-reported hazards, and respond through crop diversification, adjustment of cropping calendars and improved water management.

These results show that the resilience of irrigated rice systems depends less on climatic conditions than on the capacity of local institutions to organize access to and use of resources, ensure effective governance, foster collective organization of producers, promote sustainable water management and provide tailored technical support. This study thus highlights the strategic role of local governance of irrigated schemes in strengthening resilience, food security and the stability of Sahelian territories facing the recurrent effects of climate change.

Keywords: climate change; resilience; food security; Lake Chad Basin; Diffa.

1. Introduction

Dans le Bassin du Lac Tchad, les effets du changement climatique constituent aujourd'hui un enjeu majeur pour les systèmes agricoles et les moyens d'existence des populations rurales. La variabilité des précipitations, l'augmentation des températures, la récurrence des sécheresses et des épisodes d'inondation affectent la disponibilité des ressources en eau, la productivité agricole et la stabilité des exploitations. Les rapports successifs du GIEC montrent que l'Afrique de l'Ouest est confrontée à une augmentation des températures, à une variabilité accrue des précipitations et à une fréquence plus élevée des événements climatiques extrêmes (IPCC, 2021 ; IPCC, 2022). Dans le Sahel, ces mutations affectent directement les systèmes de production agricole, fortement dépendants de la disponibilité de l'eau (Sissoko et *al.*, 2011 ; Nicholson, 2013 ; Sultan et Gaetani, 2016).

Dans la région de Diffa, ces contraintes environnementales se combinent à une crise sécuritaire persistante, créant un contexte où les risques climatiques renforcent les fragilités socio-économiques des populations surtout avec le mouvement de population réfugiées et déplacées venant du Nigeria voisin pour exercer une pression accrue sur les ressources naturelles. Plusieurs auteurs considèrent ainsi le changement climatique comme un « multiplicateur de risques » susceptible d'amplifier les tensions liées à l'accès aux ressources naturelles plutôt que comme une cause directe des conflits (Homer-Dixon, 1999 ; Nagabhatla et *al.*, 2021 ; Nagarajan et *al.*, 2024). Dans la région de Diffa, au Niger, où l'agriculture irriguée représente une composante essentielle des stratégies de production et de sécurité alimentaire des populations. À ces facteurs climatiques s'ajoutent la dégradation des ressources naturelles, les contraintes d'accès à l'eau et les difficultés socio-économiques et sécuritaires qui accentuent la vulnérabilité des producteurs.

Dans ce contexte, les périmètres irrigués constituent un dispositif important d'adaptation aux contraintes climatiques, notamment pour la riziculture. Ils permettent de réduire la dépendance directe aux précipitations et de maintenir une production agricole en période de déficit pluviométrique. Toutefois, l'accès à l'irrigation ne garantit pas à lui seul la résilience des exploitations. Celle-ci dépend également de la disponibilité et de la gestion de la ressource en eau, des pratiques agricoles, de l'organisation collective des producteurs, de l'encadrement technique et des mécanismes institutionnels de gouvernance des périmètres. L'analyse de ces différents

facteurs apparaît donc essentielle pour comprendre les capacités d'adaptation des systèmes rizières face aux changements climatiques.

Dans la région de Diffa, les périmètres irrigués de la Commission du Bassin du Lac Tchad (CBLT) et de Taïwan constituent deux espaces de production rizicole présentant des modalités de gestion et d'organisation différentes. Leur comparaison offre ainsi une possibilité d'analyser dans quelle mesure les arrangements institutionnels, les modes d'organisation des producteurs et les pratiques de gestion des ressources influencent la capacité d'adaptation des exploitations face aux contraintes climatiques. Face à ces défis, l'irrigation apparaît comme une stratégie essentielle d'adaptation permettant de réduire la dépendance des producteurs vis-à-vis des conditions climatiques (précipitations) et de renforcer la sécurité alimentaire (FAO, 2020 ; Bello et *al.*, 2026). Toutefois, plusieurs travaux montrent que les performances des périmètres irrigués dépendent autant de la gouvernance, de l'organisation des producteurs et de la gestion collective de l'eau que de la disponibilité de la ressource hydrique (Ostrom, 1990 ; Aarnoudse et *al.*, 2018 ; Kafle et Balasubramanya, 2022).

Le sujet de cette recherche porte ainsi sur l'analyse comparative de la résilience climatique des systèmes de riziculture irriguée dans les périmètres de la CBLT et de Taïwan, à travers l'examen des performances productives, des contraintes climatiques perçues par les producteurs et des stratégies d'adaptation mises en œuvre.

L'objectif de cette étude est d'analyser et de comparer la contribution des deux périmètres irrigués à la résilience climatique des exploitations rizières dans la région de Diffa. Plus spécifiquement, il s'agit de comparer les performances rizières des deux périmètres, d'identifier les principales contraintes liées à la variabilité et aux changements climatiques, d'analyser les stratégies d'adaptation développées par les producteurs et d'examiner le rôle de la gouvernance, de l'organisation collective, de la gestion de l'eau et de l'encadrement technique dans le renforcement de cette résilience.

La présente étude s'inscrit dans le cadre théorique de la résilience des systèmes socio-écologiques et du nexus climat- sécurité. Elle porte sur la résilience des systèmes irrigués face au changement climatique, à travers une analyse comparative des périmètres de la Commission du Bassin du Lac Tchad (CBLT) et de Taïwan dans la région de Diffa, au Niger. L'intérêt de cette comparative réside dans l'analyse des différences de performances productives, de la vulnérabilité aux aléas

climatiques et de capacités d'adaptation observées entre deux périmètres caractérisés par des modalités de gestion et d'organisation distinctes.

L'objectif général de cette recherche est d'analyser et de comparer la résilience des systèmes de riziculture irrigués des périmètres de la CBLT et Taiwan face aux effets du changement climatique dans la région de Diffa. Plus spécifiquement, il s'agit de (i) comparer les performances rizicoles des deux périmètres ;(ii) caractériser les principales contraintes et manifestations du changement climatique affectant les exploitations ;(iii) identifier et comparer les stratégies d'adaptation développées par les producteurs ; et (iv) analyser le rôle de la gouvernance, de l'organisation collective, de la gestion de l'eau et de l'encadrement technique dans le renforcement de la résilience des systèmes irrigués.

Cette recherche est structurée en plusieurs parties. Après cette introduction, la première partie présente les matériels et méthodes de cette étude. La deuxième partie décrit la zone d'étude, les données mobilisées et la méthodologie adoptée. La troisième partie présente les principaux résultats obtenus, notamment ceux relatifs aux performances rizicoles, aux contraintes climatiques, aux stratégies d'adaptation et aux modalités de gouvernance des périmètres. La quatrième partie discute ces résultats à la lumière des travaux antérieurs. Enfin, la dernière partie présente les principales conclusions et les implications de l'étude pour le renforcement de la résilience et de la sécurité alimentaire dans les territoires sahéliens.

2. Matériel et méthodes

2.1 Positionnement épistémologique et démarche de la recherche

Cette recherche s'inscrit dans une posture méthodologique pragmatique privilégiant la complémentarité des approches quantitatives et qualitatives pour analyser un phénomène complexe et multidimensionnel tel que la résilience des systèmes irrigués face au changement climatique. Le choix de cette posture se justifie par la nécessité de croiser, d'une part, des données objectivables relatives aux conditions climatiques, aux performances agricoles et aux caractéristiques des exploitations et, d'autre part, les perceptions, les pratiques d'adaptation et les expériences des producteurs ainsi que les points de vue des acteurs institutionnels impliqués dans la gestion des périmètres.

Sur le plan du mode de raisonnement, l'étude adopte une démarche abductive. Cette-ci consiste à confronter les résultats empiriques issues des différentes sources de données aux cadres théoriques

de la résilience des systèmes socio-écologiques et de l'adaptation au changement climatique, afin d'identifier les facteurs susceptibles d'expliquer les différences observées entre les périmètres de la Commission du Bassin du Lac Tchad (CBLT) et de Taiwan. Cette démarche permet ainsi de partir des observations empiriques, notamment les performances rizicoles, les contraintes climatiques perçues et les stratégies d'adaptation, puis de rechercher les mécanismes explicatifs associés aux modalités de gouvernance, à l'organisation collective, à la gestion de l'eau et à l'encadrement technique.

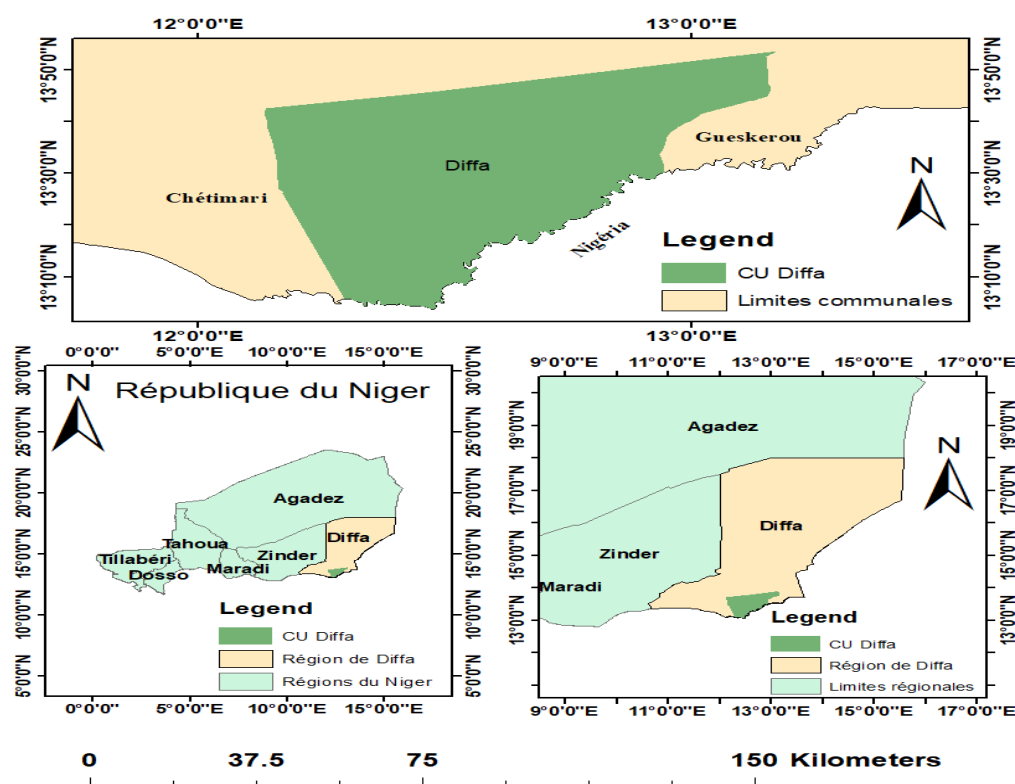
L'approche mixte retenue répond à un principe de complémentarité méthodologique : les analyses quantitatives permettent de mesurer et de comparer les phénomènes observés, tandis que les données qualitatives permettent d'en approfondir l'interprétation et d'en comprendre les mécanismes sous-jacents. Le recours conjoint à l'analyse des données climatiques et agricoles sur la période 2004-2024, à l'enquête auprès de 238 producteurs, aux entretiens semi-directifs et aux tests statistiques (test t de Student et test du khi-deux) permet de renforcer la triangulation des données et la robustesse de l'analyse comparative. Ce choix méthodologique vise ainsi à dépasser une lecture exclusivement statistique ou descriptive de la résilience et à appréhender celle-ci comme un processus résultant de l'interaction entre contraintes climatiques, performances productives, stratégies d'adaptation et capacités institutionnelles.

2.2. Zone d'étude

L'étude a été conduite dans la région de Diffa, située entre 13°18' et 14°07' N et 12°07' et 13°18' E (figure 1). Le climat est de type sahélien aride, caractérisé par une pluviométrie annuelle comprise entre 250 et 350 mm et une forte variabilité interannuelle. La région de Diffa, située à l'extrême sud-est du Niger, appartient à l'espace sahélien caractérisé par une forte variabilité climatique, marquée par une irrégularité des précipitations et une tendance à l'augmentation des températures (IPCC, 2021 ; Bigi et *al.*, 2018). Ces conditions contribuent à la vulnérabilité des systèmes agricoles et des moyens d'existence ruraux. Sur le plan humain, la région connaît une croissance démographique soutenue, exerçant une pression accrue sur les ressources naturelles, notamment les terres agricoles et les ressources en eau (INS, 2012). Les populations rurales, majoritairement dépendantes de l'agriculture et de l'élevage, développent diverses stratégies d'adaptation face aux contraintes environnementales et économiques (Tabbo et *al.*, 2016).

Les périmètres irrigués de la Commission du Bassin du Lac Tchad (CBLT) et de Taïwan constituent des pôles importants de production rizicole à l'échelle locale. Ils jouent un rôle essentiel dans la sécurité alimentaire et les moyens d'existence des ménages ruraux. Les activités économiques des populations locales sont dominées par la riziculture irriguée, complétée par l'élevage et des activités commerciales ou informelles permettant de diversifier les sources de revenus. Ainsi, la région de Diffa constitue un terrain pertinent pour analyser les interactions entre changement climatique, dynamiques socio-économiques et systèmes de production agricole en contexte sahélien.

Figure 1 : Carte de localisation de la zone d'étude (Commune Urbaine de Diffa)



Source : Shapefile du Niger, traité sous ArcGIS 10.7

Deux périmètres irrigués étudiés sont :

- Le périmètre de la CBLT, reposant sur un système gravitaire dépendant des crues ;
- Le périmètre de Taïwan, basé sur un système de pompage motorisé permettant un meilleur contrôle de l'eau.

Ces périmètres se distinguent également par leurs niveaux d'encadrement technique, d'organisation collective et d'accès aux intrants.

2.3. Collecte des données

Les données ont été collectées entre 2024 et 2025 auprès de 238 riziculteurs (143 à la CBLT et 95 à Taïwan).

Les données socio-économiques incluent : Âge, niveau d'instruction, taille des exploitations ; pratiques culturelles, stratégies d'adaptation.

Les données ont été collectées à travers : questionnaires structurés, entretiens semi-directifs, focus groups.

2.4. Analyse des données

Cette recherche repose sur une approche mixte combinant analyses quantitatives et qualitatives, conformément aux recommandations de la littérature récente sur l'évaluation de la résilience des systèmes agricoles (Ostrom, 2009).

Les tendances climatiques ont été analysées à partir des séries chronologiques de précipitations et de températures sur la période 2004-2024. L'indice normalisé des précipitations (Standardized precipitation index, SPI) développé par McKee et *al.* (1993), a été utilisé pour caractériser les épisodes de sécheresse et d'excès pluviométriques, une méthode largement employée dans les études climatiques sahéliennes (Nicholson, 2013 ; Obahoundje et *al.*, 2025).

Les performances agricoles ont été évaluées à partir des rendements rizicoles, des superficies emblavées et des pratiques culturelles observées dans les périmètres de la CBLT et de Taiwan. Les comparaisons statistiques ont été réalisées au moyen du test *t* de Student pour les variables quantitatives et du test du khi-deux pour les variables qualitatives, conformément aux approches utilisées dans les travaux de Zongo et *al.* (2022). Lorsque les effectifs théoriques étaient insuffisants pour garantir la validité du test du khi-deux (règle de Cochran), le test exact de Fisher a été utilisé à la place, et la taille de l'effet a été systématiquement rapportée (V de Cramér). Les données qualitatives issues des entretiens ont fait l'objet d'une analyse thématique visant à identifier les

mécanismes institutionnels influençant la gestion de l'eau, l'organisation des producteurs et les capacités d'adaptation. Cette démarche s'inspire des approches de gouvernance des ressources communes développés par (Ostrom, 1990) et reprises dans les travaux de Aarnoudse et *al.* (2018) ainsi que de Kafle et Balasubramanya (2022).

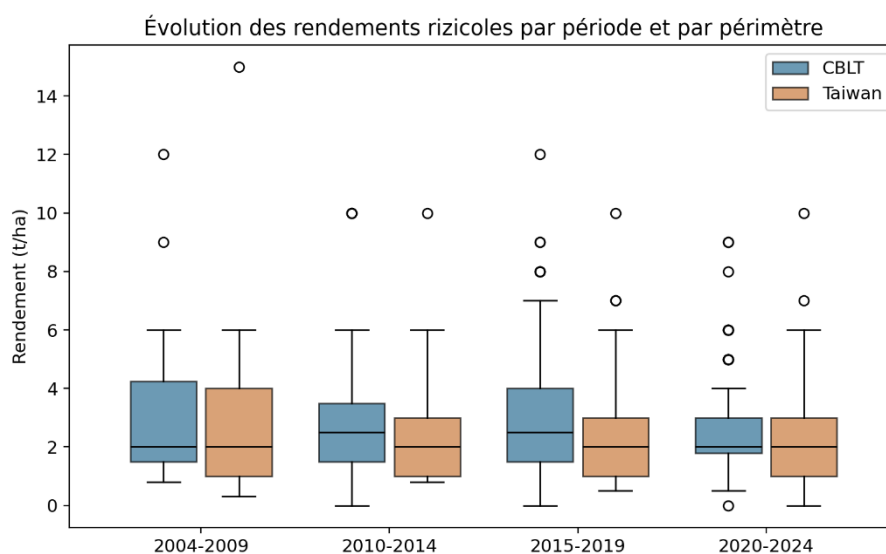
3. Résultats

3.1. Analyse des résultats

3.1.1 Évolution des rendements rizicoles (2004-2024)

L'analyse des rendements met en évidence une relative stabilité de la production rizicole dans les périmètres irrigués de la CBLT et de Taiwan (figure2 et tableau1) sur l'ensemble de la période d'étude. Les tests statistiques (*t* de Student ; $p > 0,05$) indiquent qu'il n'existe pas de différence significative entre les rendements moyens des deux périmètres. Cette stabilité suggère que l'irrigation contribue à limiter les effets de la variabilité climatique sur la production agricole en garantissant un approvisionnement régulier en eau. Toutefois, l'absence de la différence significative ne signifie pas que les deux périmètres présentent les mêmes capacités de résilience. Les rendements apparaissent stabilisés par l'irrigation, mais cette performance masque des différences importantes dans les modalités de gestion, l'organisation des producteurs et l'encadrement technique. Ainsi, la résilience observée résulte probablement davantage des mécanismes institutionnels que des seules conditions biophysiques.

Figure 2 : Évolution des rendements rizicoles par période et par périmètre (2004-2024)



Source : Données d'enquête traité sous R, Beido Ari, 2025.

Tableau 1 : Comparaison des rendements rizicoles CBLT/Taiwan par période

Période	CBLT (t/ha)	Taiwan (t/ha)	p (Mann-Whitney)	Taille d'effet r
2004-2009	3,07 ± 2,44	2,84 ± 2,95	0,375	0,130
2010-2014	2,78 ± 2,07	2,64 ± 1,80	0,668	0,046
2015-2019	3,08 ± 2,24	2,56 ± 1,90	0,091	0,149
2020-2024	2,62 ± 1,54	2,36 ± 1,65	0,077	0,133

Source : Données d'enquête traité sous R, Beido Ari, 2025.

3.1.2 Pratiques culturelles

Les différences observées dans les pratiques culturelles reflètent des stratégies d'adaptation contrastées. Le recours massif à l'irrigation par aspersion dans le périmètre de Taiwan (91,6 % des exploitations, contre 58,7 % à la CBLT) traduit une meilleure maîtrise de l'eau, susceptible d'améliorer l'efficacité de l'irrigation et de réduire les pertes hydriques. Cette différence est statistiquement significative (test exact de Fisher, $p < 0,001$, V de Cramér = 0,365), de même que celle observée pour la fréquence d'irrigation ($p = 0,002$, V = 0,228) : à la CBLT, l'irrigation régulière et l'irrigation dépendante de la disponibilité se partagent presque également les pratiques, alors qu'à Taiwan l'irrigation reste, malgré la motorisation, davantage tributaire de la disponibilité ponctuelle de l'eau. À l'inverse, le système gravitaire dominant dans le périmètre de la CBLT demeure plus dépendant des infrastructures collectives et des conditions d'entretien des canaux. La forte utilisation d'engrais minéraux dans les deux périmètres témoigne d'une intensification des systèmes de production. Cependant, les engrais chimiques utilisés seuls dominent dans les deux périmètres (82,5 % à la CBLT, 94,7 % à Taiwan), et l'utilisation plus fréquente du compost au sein de la CBLT traduit une stratégie de compensation face aux difficultés d'accès aux intrants commerciaux une différence qui reste toutefois à la limite du seuil de significativité après correction pour comparaisons multiples (test de Fisher exact, $p = 0,018$; p ajusté = 0,077). Cette diversification des pratiques de fertilisation illustre la capacité d'adaptation des producteurs aux contraintes économiques. La domination de la variété *Shap Shap* révèle une homogénéisation du matériel végétal. Si cette variété présente des performances agronomiques reconnues, une faible diversité variétale peut accroître la vulnérabilité des systèmes agricoles face aux maladies, aux ravageurs ou aux événements climatiques extrêmes.

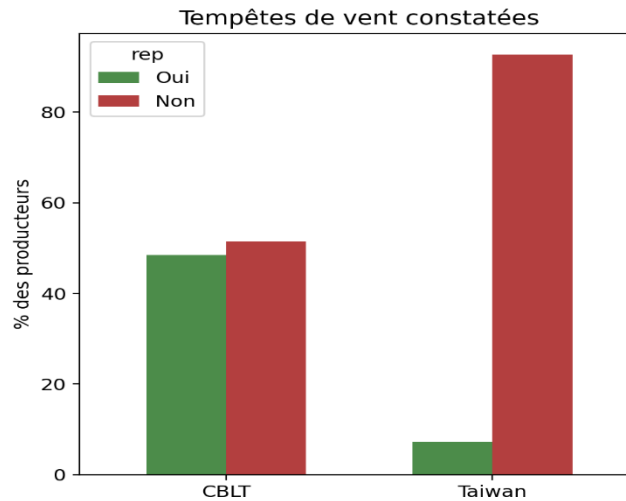
3.1.3 Profil des producteurs

Les producteurs présentent des caractéristiques socio-économiques remarquablement homogènes entre les deux périmètres, sans différence statistiquement significative pour aucun des trois indicateurs testés (test de Mann-Whitney) : l'âge moyen (43,1 ans à la CBLT, 43,1 ans à Taiwan ; $p = 0,988$), l'expérience en riziculture (10,9 ans à la CBLT, 10,9 ans à Taiwan ; $p = 0,984$) et la superficie cultivée (0,65 ha à la CBLT, 0,76 ha à Taiwan ; $p = 0,164$). Cette homogénéité des profils renforce la portée de la comparaison : les écarts de gouvernance et d'adaptation observés entre les deux périmètres ne peuvent pas s'expliquer par des différences de profil des producteurs, et relèvent donc bien de facteurs institutionnels. La faible superficie moyenne des exploitations (moins d'un hectare par producteur, dans les deux périmètres) limite par ailleurs les possibilités de mécanisation, de diversification des productions et d'investissement, réduisant d'autant les marges d'adaptation des ménages agricoles face aux chocs climatiques.

3.1.4 Perception du changement climatique

Une large majorité des producteurs perçoit une diminution des précipitations ainsi qu'une augmentation des températures. Cette convergence des perceptions avec les observations climatiques disponibles renforce la crédibilité des connaissances locales et montre que les riziculteurs développent progressivement une compréhension empirique de l'évolution du climat dans leur terroir. Contrairement à une idée reçue sur la prédominance de la sécheresse au Sahel, une catégorisation systématique des menaces spontanément citées par les producteurs montre que ce sont les inondations qui dominent très largement (88,8 % à la CBLT, 94,7 % à Taiwan), loin devant l'instabilité climatique générale, la sécheresse, les attaques de ravageurs ou les difficultés d'accès aux intrants. Un second résultat, jusqu'ici peu documenté dans la littérature régionale, concerne l'exposition différenciée des deux périmètres aux tempêtes de vent (figure3) : 48,5 % des producteurs de la CBLT en signalent, contre seulement 7,2 % à Taiwan (test du Khi-deux, $p < 0,0001$, V de Cramér = 0,402), soit l'écart le plus marqué de toute l'étude, supérieur à celui observé pour les sécheresses ou les inondations. Cette vulnérabilité résulte ainsi d'une combinaison de facteurs climatiques, économiques et institutionnels, mais avec une hiérarchie des risques différente de celle habituellement admise.

Figure 3 : Tempêtes de vent constatées par les producteurs, par périmètre (V de Cramér = 0,402)

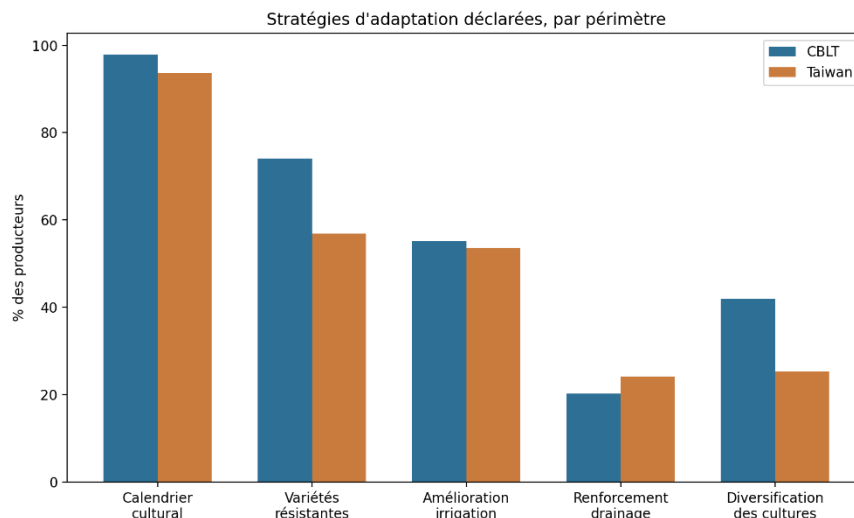


Source : Données d'enquête traité sous R, Beido Ari, 2025.

3.1.5 Stratégies d'adaptation

Les producteurs mettent en œuvre plusieurs stratégies complémentaires d'adaptation (figure 4) afin de réduire leur exposition aux risques climatiques. L'ajustement du calendrier cultural constitue, de loin, la réponse la plus répandue, quasi généralisée dans les deux périmètres (97,9 % à la CBLT, 93,7 % à Taiwan ; test de Fisher exact, $p = 0,162$, aucune différence significative). Le recours aux variétés améliorées vient en seconde position et est, contrairement à une idée reçue, significativement plus fréquent à la CBLT qu'à Taiwan (74,1 % contre 56,8 % ; $p = 0,0083$). La diversification des cultures, souvent présentée comme la stratégie phare dans la littérature régionale, arrive en réalité en troisième position et concerne une minorité de producteurs (42,0 % à la CBLT, 25,3 % à Taiwan). Ces stratégies relèvent ainsi principalement de l'adaptation autonome, fondée sur l'expérience des producteurs, plutôt que d'innovations technologiques majeures : l'adoption des variétés améliorées, bien que majoritaire dans les deux périmètres, reste plus fréquente là où l'encadrement institutionnel est le plus faible, ce qui suggère une adoption motivée par la nécessité productive plutôt que par un accompagnement technique formel.

Figure 4 : Stratégies d'adaptation déclarées par les producteurs, par périmètre



Source : Données d'enquête traité sous R, Beido Ari, 2025.

3.1.6 Gouvernance et résilience des périmètres irrigués

L'analyse comparative des périmètres (tableau 2) montre que la principale différence entre les deux entités réside dans leur mode de gouvernance. Le périmètre de Taïwan bénéficie d'une organisation plus structurée de la gestion de l'eau, d'un encadrement technique plus régulier et d'une meilleure coordination entre membres de la coopérative. À l'inverse, la CBLT présente des insuffisances en matière d'organisation collective et de gestion des infrastructures. Ce constat est corroboré statistiquement : les contraintes institutionnelles sont citées par 28,7 % des producteurs de la CBLT contre seulement 8,4 % à Taïwan, un écart hautement significatif (test du Khi-deux, $p = 0,0002$, V de Cramér = 0,235) qui figure parmi les plus nets de toute l'étude. Ces différences institutionnelles n'entraînent pas de variations significatives des rendements à court terme, mais elles influencent fortement les capacités d'adaptation et la durabilité des systèmes de production. Elles confirment que la résilience des périmètres irrigués repose moins sur la disponibilité de la ressource en eau que sur la qualité de la gouvernance locale et des mécanismes de gestion collective. Pris dans leur ensemble, ces résultats montrent que les périmètres irrigués jouent un rôle essentiel dans la stabilisation de la production rizicole malgré une variabilité climatique croissante. Toutefois, cette stabilité masque des différences importantes dans les capacités d'adaptation des producteurs. L'étude met en évidence que la résilience agricole dépend principalement de l'organisation institutionnelle, de la gouvernance des ressources hydriques et de l'accompagnement technique,

plutôt que des seules conditions climatiques. Ainsi, l'hypothèse de la recherche est confirmée, les facteurs institutionnels et organisationnels constituent les principaux déterminants de la résilience des systèmes irrigués dans la région de Diffa.

Tableau 2 : Synthèse des principaux tests statistiques (p ajusté pour comparaisons multiples, correction de Benjamini-Hochberg)

Variable	Test	p	Taille d'effet	Signif.
Méthode d'irrigation	Fisher exact	< 0,001	V = 0,365	Oui
Fréquence d'irrigation	Fisher exact	0,002	V = 0,228	Oui
Tempêtes de vent constatées	Khi-deux	< 0,0001	V = 0,402	Oui
Contraintes institutionnelles	Khi-deux	0,0002	V = 0,235	Oui
Variétés améliorées	Khi-deux	0,0083	V = 0,171	Limite
Types de fertilisants	Fisher exact	0,018	V = 0,204	Limite
Rendements (4 périodes)	Mann-Whitney	0,077 – 0,668	r = 0,05 – 0,15	Non
Âge, expérience, superficie	Mann-Whitney	0,164 – 0,988	r ≈ 0	Non

Source : Données d'enquête traité sous R, Beido Ari, 2025.

4. Discussion

Les résultats montrent que les deux périmètres présentent des rendements statistiquement comparables malgré des différences importantes dans leurs modes de gestion. Cette observation confirme que l'irrigation contribue avant tout à sécuriser la production agricole face à la variabilité pluviométrique plutôt qu'à accroître systématiquement les rendements un constat compatible avec les travaux de Zongo et *al.* (2019), qui montrent par modélisation bioéconomique que l'irrigation de complément améliore le revenu espéré des agriculteurs sahéliens en réduisant leur exposition au risque climatique plutôt qu'en maximisant la production, ainsi qu'avec les constats de la FAO (2020) sur le rôle sécurisant de l'irrigation.

En revanche, les différences observées dans les capacités d'adaptation soulignent l'importance des facteurs institutionnels. Les producteurs du périmètre de Taiwan bénéficient d'une gestion plus structurée de l'eau, d'un meilleur encadrement technique et d'une organisation collective plus efficace.

Ces résultats corroborent les travaux de Kafle et Balasubramanya (2022), qui montrent que la gouvernance des périmètres irrigués constitue un déterminant majeur de leur performance, ainsi que ceux de Arnoudse et *al.* (2018) sur le rôle des associations d'utilisateurs de l'eau.

Les perceptions des producteurs concernant la diminution des précipitations et l'augmentation des températures sont cohérentes avec les tendances climatiques décrites par Nicholson (2013), l'IPCC (2021 ; 2022) et Obahoundje et *al.* (2025). Elles illustrent également les mécanismes décrits par Homer-Dixon (1999), selon lesquels la raréfaction des ressources accroît les tensions sociales dans les territoires vulnérables. La prédominance des inondations sur la sécheresse parmi les menaces spontanément citées, ainsi que l'exposition marquée de la CBLT aux tempêtes de vent, rejoignent les travaux de Di Baldassarre et *al.* (2010), qui montrent que la vulnérabilité hydro-climatique au Sahel résulte autant d'une alternance de sécheresses et de crues intenses que d'un déficit pluviométrique continu une configuration qui correspond à celle de la CBLT, riveraine de la Komadougou-Yobé. Ce résultat, absent des études antérieures sur la région, suggère que l'exposition aux aléas climatiques n'est pas uniquement fonction de la disponibilité en eau, mais aussi de la position géographique et de l'exposition physique des périmètres, une dimension que les cadres explicatifs centrés sur la gouvernance ne suffisent pas à eux seuls à expliquer.

Les principales stratégies d'adaptation identifiées (l'ajustement du calendrier cultural en premier lieu, suivi du recours aux variétés améliorées et, plus marginalement, de la diversification des cultures) rejoignent les observations de Ado et *al.* (2019), Mohamed Shaffril et *al.* (2024) et Adamou (2024). Toutefois, leur efficacité demeure limitée par les contraintes d'accès au financement, aux innovations techniques et aux dispositifs institutionnels.

5. Conclusion

Cette étude visait à analyser de manière comparative la contribution des périmètres irrigués de la Commission du Bassin du Lac Tchad (CBLT) et de Taïwan à la résilience des systèmes agricoles face au changement climatique dans la région de Diffa. Les résultats montrent que, malgré l'absence de différence statistiquement significative entre les rendements rizicoles des deux périmètres, leurs capacités d'adaptation diffèrent sensiblement selon la qualité de la gouvernance, l'organisation collective, la gestion de l'eau et l'accompagnement technique des producteurs.

Les producteurs sont confrontés à une combinaison de risques climatiques – diminution des précipitations, hausse des températures, inondations récurrentes et tempêtes de vent – auxquels ils répondent par l'ajustement des calendriers culturels, l'adoption de variétés améliorées, la diversification des cultures et l'amélioration de la gestion de l'eau. L'efficacité de ces stratégies reste toutefois conditionnée par les capacités institutionnelles locales et l'existence de mécanismes de gouvernance favorisant la coordination des acteurs.

La principale contribution de cette recherche est de montrer que la résilience des systèmes irrigués ne dépend pas uniquement de la disponibilité en eau ou des conditions climatiques, mais aussi de la qualité des institutions qui organisent l'accès aux ressources et le fonctionnement des organisations paysannes. Ces résultats plaident en faveur du renforcement de la gouvernance locale, de la professionnalisation des coopératives d'irrigants, de l'amélioration de l'appui-conseil agricole et de la modernisation des infrastructures hydro-agricoles.

Cette recherche présente certaines limites liées à son champ géographique, restreint à deux périmètres irrigués, et à une analyse centrée sur les dimensions institutionnelles et socioéconomiques de la résilience. Des recherches futures pourraient élargir la comparaison à d'autres périmètres du bassin du lac Tchad, intégrer la télédétection et la modélisation hydro climatique, et évaluer les effets à long terme des innovations institutionnelles sur la résilience des systèmes irrigués.

BIBLIOGRAPHIE

- Aarnoudse, E., Closas, A., & Lefore, N. (2018). Water user associations: A review of approaches and alternative management options for Sub-Saharan Africa (IWMI Working Paper 180). International Water Management Institute (IWMI). <https://doi.org/10.5337/2018.210>
- Ado, A. M., Savadogo, P., & Abdoul-Azize, H. T. (2019). Livelihood strategies and household resilience to food insecurity: Insight from a farming community in Aguié district of Niger. *Agriculture and Human Values*, 36(4), 747–761. <https://doi.org/10.1007/s10460-019-09951-0>
- Bello, L. O., Awotide, B. A., Danso-Abbeam, G., & Sakurai, T. (2026). Impact of climate-smart agricultural technologies adoption on food security in the West African Sahel: Evidence from Mali and Niger. *Food Security*, 18, 715–739. <https://doi.org/10.1007/s12571-026-01654-9>
- BenYishay, A., Sayers, R., Singh, K., Goodman, S., Walker, M., Traore, S., Rauschenbach, M., & Noltze, M. (2024). Irrigation strengthens climate resilience: Long-term evidence from Mali using satellites and surveys. *PNAS Nexus*, 3(2), pgae022. <https://doi.org/10.1093/pnasnexus/pgae022>
- Bigi, V., Pezzoli, A., & Rosso, M. (2018). Past and future precipitation trend analysis for the city of Niamey (Niger): An overview. *Climate*, 6(3), 73. <https://doi.org/10.3390/cli6030073>
- Birhanu, B. Z., Desta, G., Cofie, O., Tilahun, S. A., & Mabhaudhi, T. (2024). Restoring degraded landscapes and sustaining livelihoods: Sustainability assessment (cum-review) of integrated landscape management in sub-Saharan Africa. *Frontiers in Climate*, 6, 1338259. <https://doi.org/10.3389/fclim.2024.1338259>
- Bizo, I. M., Traore, B., Sidibé, A., & Soulé, M. (2024). Effectiveness of climate information services: An evaluation of the accuracy and socio-economic benefits for smallholder farmers in Niger and Mali. *Frontiers in Climate*, 6, 1345888. <https://doi.org/10.3389/fclim.2024.1345888>
- Di Baldassarre, G., Montanari, A., Lins, H., Koutsoyiannis, D., Brandimarte, L., & Blöschl, G. (2010). Flood fatalities in Africa: From diagnosis to mitigation. *Geophysical Research Letters*, 37, L22402. <https://doi.org/10.1029/2010GL045467>
- FAO. (2020). The State of Food and Agriculture 2020: Overcoming water challenges in agriculture. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- FAO. (2024). The State of Food and Agriculture 2024: Value-driven transformation of agrifood systems. Food and Agriculture Organization of the United Nations. <https://doi.org/10.4060/cd2616en>

Homer-Dixon, T. F. (1999). *Environment, scarcity, and violence*. Princeton University Press.
<https://doi.org/10.1515/9781400822997>

Institut National de la Statistique du Niger (INS). (2012). *Recensement général de la population et de l'habitat (RGPH 2012)*. Niamey, Niger: INS.

IPCC. (2021). *Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781009157896>

IPCC. (2022). *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781009325844>

IPCC. (2023). *Climate Change 2023: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. IPCC, Geneva, Switzerland. <https://doi.org/10.59327/IPCC/AR6-9789291691647>

Kafle, K., & Balasubramanya, S. (2022). Reducing food insecurity through equitable investments in irrigation: The case of Niger. *Journal of the Agricultural and Applied Economics Association*, 1, 494–515. <https://doi.org/10.1002/jaa2.40>

McKee, T. B., Doesken, N. J., & Kleist, J. (1993). The relationship of drought frequency and duration to time scales. In *Proceedings of the 8th Conference on Applied Climatology* (pp. 179–184). American Meteorological Society.

Mohamed Shaffril, H. A., Abu Samah, A., Samsuddin, S. F., Ahmad, N., Tangang, F., Ahmad Sidique, S. F., Abdul Rahman, H., Sufian Burhan, N. A., Arif Shah, J., & Khalid, N. A. (2024). Diversification of agriculture practices as a response to climate change impacts among farmers in low-income countries: A systematic literature review. *Climate Services*, 35, 100508. <https://doi.org/10.1016/j.cliser.2024.100508>

Nagabhatla, N., Cassidy-Neumiller, M., Ntugulo Francine, N., & Maatta, N. (2021). Water, conflicts and migration and the role of regional diplomacy: Lake Chad, Congo Basin, and the Mbororo pastoralist. *Environmental Science & Policy*, 122, 35–48. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2021.03.019>

Nagarajan, C., Vivekananda, J., Pham-Duc, B., Sylvestre, F., Pohl, B., & Morales Muñoz, H. (2024). Peace in an extreme climate: How climate-related security risks affect prospects for

stability in Lake Chad. PLOS Climate, 3(10), e0000314.
<https://doi.org/10.1371/journal.pclm.0000314>

Nicholson, S. E. (2013). The West African Sahel: A review of recent studies on the rainfall regime and its interannual variability. *International Scholarly Research Notices*, 2013, 453521.
<https://doi.org/10.1155/2013/453521>

Obahoundje, S., Tilahun, S. A., & Schmitter, P. (2025). Hydroclimatic extremes and food security hotspots in West Africa: Evidence from rainfall–yield interactions. *Frontiers in Climate*, 7, 1717323. <https://doi.org/10.3389/fclim.2025.1717323>

Ostrom, E. (1990). *Governing the commons: The evolution of institutions for collective action*. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511807763>

Ostrom, E. (2009). A general framework for analyzing sustainability of social-ecological systems. *Science*, 325(5939), 419–422. <https://doi.org/10.1126/science.1172133>

Segnon, A. C., Magassa, M., Obossou, E. A. R., Partey, S. T., Houessionon, P., & Zougmore, R. B. (2024). Gender vulnerability assessment to inform gender-sensitive adaptation action: A case study in semi-arid areas of Mali. *Frontiers in Climate*, 6, 1418015.
<https://doi.org/10.3389/fclim.2024.1418015>

Sissoko, K., van Keulen, H., Verhagen, J., Tekken, V., & Battaglini, A. (2011). Agriculture, livelihoods and climate change in the West African Sahel. *Regional Environmental Change*, 11(Suppl. 1), 119–125. <https://doi.org/10.1007/s10113-010-0164-y>

Sultan, B., & Gaetani, M. (2016). Agriculture in West Africa in the twenty-first century: Climate change and impacts scenarios, and potential for adaptation. *Frontiers in Plant Science*, 7, 1262.
<https://doi.org/10.3389/fpls.2016.01262>

Sylvestre, F., Mahamat-Nour, A., Naradoum, T., Alcoba, M., Gal, L., Paris, A., Crétaux, J.-F., Pham-Duc, B., Lescoulier, C., Recouvreur, R., Mahamat Ahmat, M., & Gaya, D. (2024). Strengthening of the hydrological cycle in the Lake Chad Basin under current climate change. *Scientific Reports*, 14, 24639. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-75707-4>

Tabbo, A. M., Amadou, Z., & Danbaky, A. B. (2016). Evaluating farmers' adaptation strategies to climate change: A case study of Kaou local government area, Tahoua State, Niger Republic. *Jàmbá: Journal of Disaster Risk Studies*, 8(3), Article 241. <https://doi.org/10.4102/jamba.v8i3.241>

- Tambol, T., Derbile, E. K., & Soulé, M. (2025). Use of climate smart agriculture technologies in West Africa peri-urban Sahel in Niger. *Scientific Reports*, 15, 2771. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-82813-w>
- Yessoufou, A. N.-D., Kumar, S., Houessionon, P., Worou, O. N., Wane, A., & Whitbread, A. (2024). Vulnerability and resilience in the face of climate changes in Senegal's drylands: Measurement at the household level and determinant assessment. *Frontiers in Climate*, 6, 1330025. <https://doi.org/10.3389/fclim.2024.1330025>
- Zongo, B., Barbier, B., Diarra, A., Zorom, M., Atewamba, C., Combar, O. S., Ouédraogo, S., Toé, P., Hamma, Y., & Dogot, T. (2022). Economic analysis and food security contribution of supplemental irrigation and farm ponds: Evidence from northern Burkina Faso. *Agriculture & Food Security*, 11, 1–18. <https://doi.org/10.1186/s40066-021-00347-0>
- Zongo, B., Diarra, A., Barbier, B., Zorom, M., Karambiri, H., Ouédraogo, S., Toé, P., Hamma, Y., & Dogot, T. (2019). Évaluation ex ante de l'irrigation de complément dans un contexte sahélien : couplage d'un modèle biophysique à un modèle économique d'exploitation agricole. *Biotechnologie, Agronomie, Société et Environnement*, 23(3), 174–187. <https://popups.uliege.be/1780-4507/index.php?id=18056>