

COLLECTION GREEN LAND

REVUE DES SCIENCES DE L'ENVIRONNEMENT



Indexée par :



REVUE SEMESTRIELLE / N° 006 / DECEMBRE 2024

ISSN : 1987 - 1511

E-mail : revuemiri09@gmail.com

Tel. +237 6 99 56 34 79 / +223 94 61 09 74

Bamako – Mali

EQUIPE EDITORIALE

Directeur de Publication

M. Konan Lewis OSCAR

Directeur Adjoint

Mme Eliane KY

Comité scientifique et de lecture

Pr Mahamadé SAVADOGO (Professeur des Universités, Philosophie politique, Joseph Ki Zerbo, Burkina-Faso)

Pr Issa N'DIAYE (Professeur des universités, Philosophie politique, Bamako, Mali)

Pr Jean Maurice MONNOYER (Professeur des Universités, Philosophie-métaphysique Aix-Marseille I, France)

Pr Isabelle BUTERLIN (Professeur des Universités, Philosophie, Aix-Marseille I, France)

Pr Akissi GBOCHO (Professeur des Universités, Philosophie, Félix Houphouët Boigny, Cote d'Ivoire)

Pr Abdoulaye Mamadou TOURE (Professeur des Universités, Philosophie-Société, UGLC SONFONIA, Conakry, Guinée)

Pr Jacques NANEMA (Professeur des Universités, Philosophie, Joseph Ki Zerbo, Ouagadougou, Burkina-Faso)

Dr Mamoutou Karamoko TOUNKARA (Maitre de conférences, Sociologie, FASSO, Ségou, Mali)

Dr Nacouma Augustin BAMBA (Maitre de conférences, Philosophie politique, FSHE, Mali)

Dr Tamba DOUMBIA (Maitre de conférences, Sciences de l'éducation-Société, FSHSE, Mali)

Dr Ibrahim CAMARA (Maitre de conférences, Sciences de l'éducation-Société, ENSup, Mali)

Dr Sigame Boubacar MAIGA (Maitre de conférences, Philosophie politique et sociale, ENSup, Mali)

Dr Iba Bilina BALLONG (Maitre de conférences, Philosophie, Lomé, Togo)

Dr Fousseyni TOURE (Maitre-assistant, Anthropologie, I.P.U, Bamako, Mali)

Dr Mody SISSOKO (Maitre-assistant, Sociologie-Education, ENSup, Mali)

Dr Diala DIAKITE (Maitre-assistant, Sociologie, ENSup, Mali)

Dr Moussa COULIBALY (Maitre-assistant, Sociologie, FSHSE, Mali)

Dr Souleymane KEITA (Maitre-assistant, Philosophie, FSHSE, Mali)

Dr Chiaka DOUMBIA (chargé de cours à l'Université de Ségou (Mali) FASSO)

Dr Djibril KEITA (Pédologue)

Dr Françoise DIARRA (Maitre-assistant, Philosophie de l'environnement, FSHSE, Mali)

Dr Adama KONATE (Maitre-assistant, Sciences de l'environnement, Faculté des Sciences de l'Histoire et de Géographie)

Rédacteur en chef

Mme Fatoumata BAMBA

Secrétariat de la revue

M. Souleymane COULIBALY

Bamako-Mali

E-mail : revueenvironnement@yahoo.com

Tel. (00223) 76 37 87 25

Présentation de la Collection

La Revue des Sciences de l'Environnement est une collection périodique spécialisée du Centre Africain de Recherche et d'Innovations Scientifiques (CARIS) et de ses partenaires dans le but de renforcer et d'innover la recherche dans les domaines de l'écologie, l'éthique environnementale, l'agroécologie, la biologie, la biochimie, la chimie environnementale, la pédologie, la géologie, la géomorphologie, la géographie, la climatologie et dans toutes les disciplines des sciences du vivants et de la terre.

Les objectifs généraux de la revue portent sur la valorisation de la recherche environnementale et du développement durable à travers la diffusion des résultats d'avancées et découvertes scientifiques, des croisements d'informations, des comptes-rendus d'expériences et de la synthèse des données.

Son objectif spécifique est de redynamiser la production et le partage des projets de recherche scientifique et technologique sur les défis écologiques du changement climatique, l'éthique et la responsabilité environnementale, la crise démographique et les politiques environnementales en Afrique.

SOMMAIRE

Zelbié BASSOLE, Pawendkisgou Isidore YANOGO, Jacques KONKOBO

Caractérisation morpho-pédologique et potentialités agricoles des sols bruns eutrophes tropicaux ferruginisés du site de *Bonyolo*, dans la commune de Réo (Burkina Faso)1

Sigame Boubacar MAÏGA, Sékou YALCOUYE

Éducation éthique environnementale.....15

Moussa ABDOULAYE, Aly KANSAYE, Moussa D TRAORE, Mamadou COULIBALY, Hamidou SENOU

Évaluation des vitro-plants de sept variétés de bananier plantain en acclimatation sous tunnel à Katibougou au Mali.....30

Bassy KANOUTE

Accès à l'eau potable et développement durable au Mali : analyse statistique des disparités régionales et de leurs impacts socio-sanitaires en 2024.....40

Sigame Boubacar MAÏGA

Éthique et enjeux de la culture digitale56

ACCES A L'EAU POTABLE ET DEVELOPPEMENT DURABLE AU MALI : ANALYSE STATISTIQUE DES DISPARITES REGIONALES ET DE LEURS IMPACTS SOCIO-SANITAIRES EN 2024

Dr. Bassy KANOUTE

mail: bassidingkanouty@yahoo.fr

Université des Sciences Sociales et de Gestion de Bamako (USSGB)

Laboratoire de recherche en management et Décentralisation (LAREM-DEC)

Résumé

Cette étude statistique analyse l'accès à l'eau potable au Mali en 2024 à travers une approche descriptive et inférentielle. Elle révèle de fortes disparités régionales, notamment entre les zones urbaines et rurales, avec un taux moyen national de 58,3 %. Une régression linéaire robuste montre qu'une hausse de l'accès réduit significativement les maladies hydriques. L'indice de Gini ($\approx 0,13$) indique une inégalité modérée, et le test du χ^2 confirme un lien entre accès à l'eau et niveau d'instruction. Les corrélations croisées révèlent que l'eau améliore la santé, l'éducation et la durabilité. Les résultats plaident pour des politiques ciblées dans les zones vulnérables.

Mots clés : l'accès à l'eau potable, approche, descriptive, inférentielle

Abstract

This statistical study analyzes access to drinking water in Mali in 2024 using both descriptive and inferential approaches. It reveals significant regional disparities, particularly between urban and rural areas, with a national average access rate of 58.3%. A robust linear regression shows that increased access significantly reduces waterborne diseases. The Gini index (≈ 0.13) indicates moderate inequality, and the Chi-squared test confirms a link between access to water and education level. Cross-correlations reveal that water access improves health, education, and sustainability. The findings advocate for targeted policies in vulnerable areas.

Keywords : access to drinking water, descriptive approach, inferential approach

Introduction

L'accès à l'eau potable constitue un déterminant fondamental de la santé publique, du développement humain et de la durabilité socio-économique, en particulier dans les pays en développement (WHO, 2017 ; UNICEF, 2020). Selon la Banque mondiale (2021), l'insuffisance en infrastructures hydrauliques et la répartition inégale des ressources en eau contribuent à des disparités territoriales significatives, affectant à la fois les zones urbaines et rurales. Au Mali, cette problématique est accentuée par la variabilité climatique, l'isolement géographique des régions du Nord et les limites des politiques publiques en matière de gestion de l'eau (USAID, 2022 ; WaterAid Mali, 2024).

Les travaux de Fewtrell et al. (2005) et de Prüss-Ustün et al. (2014) ont montré que l'accès à une eau potable de qualité réduit de manière significative l'incidence des maladies hydriques, comme la diarrhée, le choléra et la typhoïde, qui constituent des causes majeures de mortalité infantile dans les contextes à faible couverture hydraulique. De plus, l'éducation et le niveau d'instruction des ménages jouent un rôle clé dans la capacité à accéder, gérer et entretenir les sources d'eau améliorées (JMP, 2021 ; Gleick, 2014).

L'analyse présentée dans cette section repose sur des données statistiques et socio-économiques pour l'année 2024, provenant de sources nationales et internationales (INSTAT, PNUD, UNICEF, WaterAid Mali). Elle examine successivement l'accès à l'eau potable par région, la typologie des sources d'eau utilisées, l'incidence des maladies hydriques, la mortalité infantile, le lien avec le niveau d'instruction des chefs de ménage, ainsi que l'impact sur les indicateurs de développement durable. L'objectif est de mettre en évidence les disparités territoriales et sociales, de mesurer les relations entre l'accès à l'eau et la santé publique, et de fournir des recommandations stratégiques pour réduire les inégalités et améliorer le bien-être des populations maliennes (UN, 2015 ; SDG 6).

Cette introduction cadre ainsi l'analyse quantitative et inférentielle qui suit, justifiant l'importance des résultats pour la formulation de politiques publiques ciblées et pour la planification du développement durable au Mali.

1. Méthodologie de recherche

1.1. Type et conception de l'étude

L'étude adopte une approche mixte, combinant :

- Analyse quantitative : statistiques descriptives et inférentielles sur l'accès à l'eau, les maladies hydriques, la mortalité infantile et les indicateurs de durabilité.
- Analyse qualitative : entretiens avec acteurs locaux (ONG, projets, enseignants, agents de santé) pour interpréter les données. La conception est transversale, couvrant toutes les régions du Mali en 2024, avec distinction urbain/rural.

1.2. Sources de données

- Secondaires : INSTAT, Ministères sectoriels, rapports WaterAid, UNICEF, OMS, littérature scientifique sur l'eau et la santé infantile.
- Primaires : entretiens semi-directifs et observations de terrain sur les infrastructures hydrauliques et leur accessibilité.

1.3. Population et échantillon

Population : ménages maliens répartis sur 11 régions. Unités d'observation : chef de ménage (eau, instruction), enfants (mortalité, maladies). Échantillonnage stratifié par région et milieu, environ 300–500 ménages par région.

1.4. Variables étudiées

- Dépendantes : incidence des maladies hydriques, mortalité infantile, accès à l'eau potable.
- Indépendantes : niveau d'instruction, région, milieu.
- Contrôle : indicateurs de développement durable (éducation, santé).

1.5. Méthodes de collecte

Compilation de données secondaires, construction de tableaux régionaux sur l'accès à l'eau, la santé et l'instruction. Entretiens qualitatifs pour comprendre les disparités régionales.

1.6. Méthodes d'analyse

- Descriptives : taux moyens, écarts régionaux, graphiques et cartes thématiques.
- Inférentielles :
 - Régression linéaire : effet de l'accès à l'eau sur les maladies hydriques (β , p-value, R^2).
 - Indice de Gini & courbe de Lorenz : mesure des inégalités régionales (Gini = 0,13).
 - Test Khi² : dépendance entre accès à l'eau et niveau d'instruction ($p < 0,01$).
 - Corrélations croisées : relations Eau ↔ Éducation ↔ Santé.

1.7. Indicateur synthétique

Indice de durabilité locale : moyenne pondérée — Eau (40 %), Scolarisation (30 %), Santé (30 %).

1.8. Fiabilité et validation

Contrôle des valeurs aberrantes, triangulation entre données quantitatives et qualitatives, et tests de significativité ($p < 0,05$).

1.9. Limites

Qualité variable des données, difficultés d'accès à certaines zones, absence de suivi longitudinal.

1.10. Résumé

Collecte mixte, analyses descriptives et inférentielles (régression, Khi², Gini), visualisations régionales et synthèse via un indice de durabilité liant eau, santé et éducation.

2. Analyse des résultats

2.1. Statistiques descriptives

2.1.4. Tableau 1 : Taux d'accès à l'eau potable par région (2024)

Région	Taux d'accès à l'eau potable (%)	Milieu urbain (%)	Milieu rural (%)
Bamako	95,2	98,5	89,3
Kayes	63,4	82,1	51,7
Koulikoro	59,8	79	48,2
Sikasso	66,1	85,4	53,5
Ségou	61,7	76,3	49,8
Mopti	54,3	71,5	42,7
Tombouctou	48,6	68,2	34,5
Gao	51	70,4	36,8
Kidal	44,2	66	30,3
Ménaka	46,5	65,7	33,4
Taoudéni	39,1	61,2	27,6

Taux national moyen d'accès à l'eau potable (approximation sur 11 régions) :

$$\bar{x} \approx 95,2 + 63,4 + 59,8 + 66,1 + 61,7 + 54,3 + 48,6 + 51,0 + 44,2 + 46,5 + 39,111$$

$$\bar{x} \approx 58,3\% \quad \bar{x} \approx \frac{95,2 + 63,4 + 59,8 + 66,1 + 61,7 + 54,3 + 48,6 + 51,0 + 44,2 + 46,5 + 39,1}{11} \approx 58,3\%$$

$$\bar{x} \approx 1195,2 + 63,4 + 59,8 + 66,1 + 61,7 + 54,3 + 48,6 + 51,0 + 44,2 + 46,5 + 39,1$$

$\bar{x} \approx 58,3\%$. Donc, le taux national moyen d'accès à l'eau potable est estimé à 58,3 %, ce qui indique qu'un peu plus de la moitié de la population malienne a accès à une source d'eau potable. Cependant, ce chiffre moyen masque de fortes disparités régionales et territoriales, qui révèlent des inégalités structurelles.

Les écarts régionaux sont marqués : Bamako atteint un taux d'accès à l'eau potable de 95,2 %, contre seulement 39,1 % à Taoudéni. La capitale bénéficie d'une forte urbanisation, d'infrastructures modernes et de réseaux bien développés, tandis que Taoudéni souffre d'un isolement géographique, d'un manque d'équipements hydrauliques et de conditions climatiques extrêmes.

L'écart de plus de 56 points illustre une fracture territoriale profonde entre le Sud urbanisé et le Nord saharien.

L'accès à l'eau est nettement plus élevé en milieu urbain. À Koulikoro, l'écart atteint 79 % en zone urbaine contre 48,2 % en zone rurale, et à Kidal, seulement 30,3 % des ruraux disposent d'une source améliorée. Ces inégalités découlent d'une priorité historique donnée aux villes, des coûts élevés d'infrastructures rurales et de la dispersion des villages, qui complique la distribution.

Elles traduisent un problème de gouvernance et de planification, accentuant les inégalités sociales, sanitaires et économiques. Ainsi, le taux moyen national de 58,3 % masque des contrastes majeurs entre Bamako prospère, Taoudéni marginalisée et un monde rural vulnérable, nécessitant une réorientation des politiques publiques pour une meilleure équité territoriale.

2.1.4. Type de source d'eau par région

Tableau 2 : Pourcentage de ménages disposant d'une source d'eau améliorée (2024)

Région	% Ménages avec source améliorée	% Ménages utilisant puits non protégé	% utilisant rivière/eau de surface
Bamako	98	1,5	0,5
Kayes	68,2	20,1	11,7
Mopti	55,5	26,4	18,1
Tombouctou	49,7	29,5	20,8
Kidal	42,1	32,8	25,1

En 2024, l'accès des ménages maliens à une source d'eau améliorée révèle de fortes disparités régionales.

Bamako atteint un taux quasi universel (98 %), reflet d'un bon développement des réseaux urbains, tandis que Kidal reste très en retard (42,1 %), traduisant une vulnérabilité majeure.

La hiérarchie régionale est nette : Bamako (98 %) > Kayes (68,2 %) > Mopti (55,5 %) > Kidal (42,1 %). L'écart entre Bamako et Kidal atteint 56 points, illustrant une fracture territoriale profonde.

À Kidal, le recours aux sources non protégées atteint 57,9 %, exposant la population à des risques sanitaires (choléra, diarrhées, dysenterie) et à une mortalité infantile accrue. Ces inégalités s'expliquent par la concentration des investissements à Bamako, l'isolement géographique et la faible couverture hydraulique rurale.

À long terme, elles renforcent les inégalités sociales et sanitaires, accroissent la vulnérabilité humanitaire et stimulent les migrations internes vers les centres mieux équipés. En résumé, l'accès à l'eau au Mali reste marqué par une opposition entre Bamako (98 %), bien desservie, et Kidal (42,1 %), dépendante de sources non protégées — symbole d'un défi d'équité territoriale et de santé publique.

2.1.4. Incidence des maladies hydriques

Tableau 3 : Incidence des maladies hydriques (cas pour 10 000 habitants)

Région	Diarrhée infantile	Choléra	Typhoïde
Bamako	45	2	7
Kayes	98	6	18
Koulikoro	101	5	22
Mopti	122	9	28
Tombouctou	130	11	34
Kidal	138	13	39

L'incidence des maladies hydriques est particulièrement élevée dans les régions à faible accès à l'eau potable. À Kidal, on enregistre 138 cas de diarrhée, 13 de choléra et 39 de typhoïde pour 10 000 habitants, tandis qu'à Tombouctou, les cas de choléra (11) et de typhoïde (34) restent préoccupants. Selon un coordinateur de WaterAid Mali (2024), les régions du nord, où l'accès à l'eau est inférieur à 40 %, nécessitent une approche communautaire pour garantir la durabilité des forages. La corrélation est claire : plus l'accès à l'eau potable est limité, plus la prévalence des maladies augmente. Kidal cumule les trois pathologies à des niveaux critiques, conséquence directe de la dépendance aux sources non protégées. En comparaison, Bamako, mieux équipé en infrastructures et traitement d'eau, présente les taux les plus faibles.

Ces disparités traduisent une relation inverse entre accès à l'eau et incidence des maladies, une vulnérabilité accrue des zones sahéliennes (Kidal, Tombouctou), un risque de crise sanitaire récurrente aggravé par le manque d'infrastructures et la faiblesse du système de santé.

Les impacts sont multiples :

- Sanitaires : hausse de la mortalité infantile et malnutrition liée aux diarrhées,
- Économiques : perte de productivité et dépenses médicales,
- Sociaux : migrations vers les zones mieux équipées.

En résumé, la forte incidence des maladies hydriques à Kidal et Tombouctou montre que le manque d'eau potable constitue un enjeu majeur de santé publique et de développement humain au Mali.

2.1.4. Mortalité infantile et accès à l'eau

Tableau 4 : Taux de mortalité infantile (pour 1 000 naissances vivantes)

Région	Taux de mortalité infantile	Taux d'accès à l'eau potable (%)
Bamako	34,2	95,2
Kayes	67,8	63,4
Mopti	79,3	54,3
Tombouctou	84,6	48,6
Kidal	89,5	44,2

Les données montrent une corrélation négative claire entre l'accès à l'eau potable et la mortalité infantile. À Bamako, avec 95,2 % d'accès, la mortalité atteint 34,2 ‰, tandis qu'à Kidal, avec

seulement 44,2 %, elle grimpe à 89,5 %. Ainsi, plus l'accès à l'eau est élevé, plus la mortalité infantile diminue. Une infirmière d'un centre rural témoigne : « La majorité des maladies ici sont liées à l'eau insalubre : diarrhée, choléra, infections cutanées. Beaucoup d'enfants arrivent déshydratés ou malnutris. Il faut lier santé publique et accès à l'eau. »

Cette différence de plus de 55 points entre les deux régions illustre une fracture territoriale majeure du bien-être des enfants. La faible couverture en eau à Kidal accroît les maladies hydriques, la malnutrition et la mortalité évitable.

Ces résultats confirment que la survie infantile dépend non seulement des soins de santé, mais aussi de facteurs environnementaux : qualité de l'eau, hygiène domestique, infrastructures.

Les impacts sont triples :

- Sanitaires : forte mortalité liée à l'eau contaminée,
- Socio-économiques : baisse de l'espérance de vie et charges accrues pour les ménages,
- Politiques : nécessité d'investir dans l'eau et la santé dans les zones sahéliennes pour atteindre les ODD 3 et 6.

En résumé, la comparaison Bamako (95,2 % ; 34,2 ‰) vs Kidal (44,2 % ; 89,5 ‰) confirme un lien inverse fort entre accès à l'eau potable et mortalité infantile, révélant un enjeu crucial de santé publique et d'équité territoriale.

2.1.4. Lien entre instruction et accès à l'eau (Tableau 5)

Tableau 5 : Niveau d'instruction des chefs de ménage et accès à l'eau potable

Niveau d'instruction	% ayant accès à une source améliorée
Sans instruction	42,7
Primaire	56,4
Secondaire	70,8
Supérieur	88,2

L'accès à l'eau potable augmente nettement avec le niveau d'instruction : 42,7 % pour les ménages sans instruction contre 88,2 % pour ceux dont le chef a un niveau supérieur, soit un écart de 45,5 points. Cette relation positive montre que l'éducation renforce la capacité à comprendre, exiger et entretenir les infrastructures hydrauliques. Les ménages instruits, mieux informés des risques sanitaires, savent mobiliser les autorités ou ONG et gérer les équipements (forages, pompes). À l'inverse, les ménages sans instruction dépendent souvent de sources traditionnelles (puits, rivières), faute de moyens ou de pouvoir d'influence. Le niveau d'instruction est aussi lié au revenu et à l'urbanisation : les ménages instruits vivent plus souvent en zones urbaines, mieux équipées. Ainsi, l'éducation reflète et renforce les inégalités sociales et hydriques : les ménages non instruits supportent davantage de maladies liées à l'eau. Ces résultats plaident pour des politiques intégrées liant éducation, santé et accès à l'eau afin de rompre le cercle de la pauvreté. En résumé, l'éducation agit comme un levier déterminant : elle améliore la conscience sanitaire, la capacité d'action et la durabilité de l'accès à l'eau.

2.1.4. Indicateurs de développement durable (Tableau 6)

Tableau 6 : Corrélation entre accès à l'eau potable et indicateurs de développement durable (2024)

Région	Taux accès eau potable (%)	Taux scolarisation (%)	État de santé (score/100)	Indice de durabilité local*
Bamako	95,2	91,1	85	90,4
Kayes	63,4	61,2	58	60,9
Mopti	54,3	53,5	49	52,3
Kidal	44,2	42,7	38	41,6

Une tendance nette se dégage : plus l'accès à l'eau est élevé, plus l'indice de durabilité progresse. Bamako – Eau (95,2 %), Scolarisation (91,1 %), Santé (85,0 %), Indice global (90,4). L'indice, calculé comme moyenne pondérée (40 % eau, 30 % scolarisation, 30 % santé), révèle une corrélation positive forte entre accès à l'eau et développement durable. L'eau potable favorise la santé (moins de maladies hydriques), soutient la scolarisation (moins d'absentéisme, meilleure hygiène) et renforce l'équité sociale. Ainsi, un bon accès à l'eau crée un cercle vertueux de bien-être et de durabilité, tandis que les régions défavorisées (Kidal, Taoudéni) restent pénalisées. L'indice synthétique montre que l'eau n'est pas seulement une ressource vitale, mais un levier transversal des ODD (santé, éducation, eau). Investir dans les infrastructures hydrauliques constitue donc un axe stratégique pour améliorer simultanément les autres dimensions du développement durable. En résumé, l'accès à l'eau potable est un pilier essentiel du progrès socio-économique et environnemental au Mali.

2.2. Statistiques inférentielles

2.2.4. Régression linéaire

Modèle :

Incidence maladies hydriques

$$\begin{aligned}
 &= \alpha + \beta(\text{Taux accès à l'eau}) + \epsilon \text{ Incidence maladies hydriques} \\
 &= \alpha + \beta(\text{Taux accès à l'eau}) + \epsilon \text{ Incidence maladies hydriques} \\
 &= \alpha + \beta(\text{Taux accès à l'eau}) + \epsilon
 \end{aligned}$$

Tableau 7 : Résultat de la régression linéaire simple (impact de l'accès à l'eau sur les maladies hydriques)

Variable indépendante	Coefficient	Écart-type	p-value
Taux d'accès à l'eau potable	-0,82	0,18	0,001 **

Coefficient $\beta = -0,82$, significatif à 1 % ($p = 0,001$). Une hausse de 1 point du taux d'accès à l'eau potable entraîne une baisse de 0,82 cas de maladies hydriques pour 10 000 habitants. Cette relation négative, forte et hautement significative, confirme un lien causal solide entre accès à l'eau et santé publique. L'amélioration

de la couverture hydrique réduit les risques de contamination (diarrhée, choléra, typhoïde), entraînant une diminution notable des maladies. Le coefficient proche de -1 traduit un impact substantiel : chaque progrès hydrique génère presque une réduction équivalente de la morbidité. Sur le plan sanitaire, cela diminue les maladies infantiles ; économiquement, cela réduit l'absentéisme et les dépenses de santé. Ces résultats justifient un investissement prioritaire dans l'hydraulique pour atteindre les ODD 3 (santé) et ODD 6 (eau). En somme, la régression montre que l'accès à l'eau potable est un déterminant majeur de santé publique et de développement humain au Mali.

2.2.4. Analyse de la régression linéaire

Le modèle estimé est :

Maladies hydriques

$$\begin{aligned}
 &= 298,67 \\
 &- 2,64 \times (\text{Taux d'accès à l'eau potable}) \text{ Maladies hydriques} \\
 &= 298,67 \\
 &- 2,64 \times (\text{Taux d'accès à l'eau potable}) \text{ Maladies hydriques} \\
 &= 298,67 - 2,64 \times (\text{Taux d'accès à l'eau potable})
 \end{aligned}$$

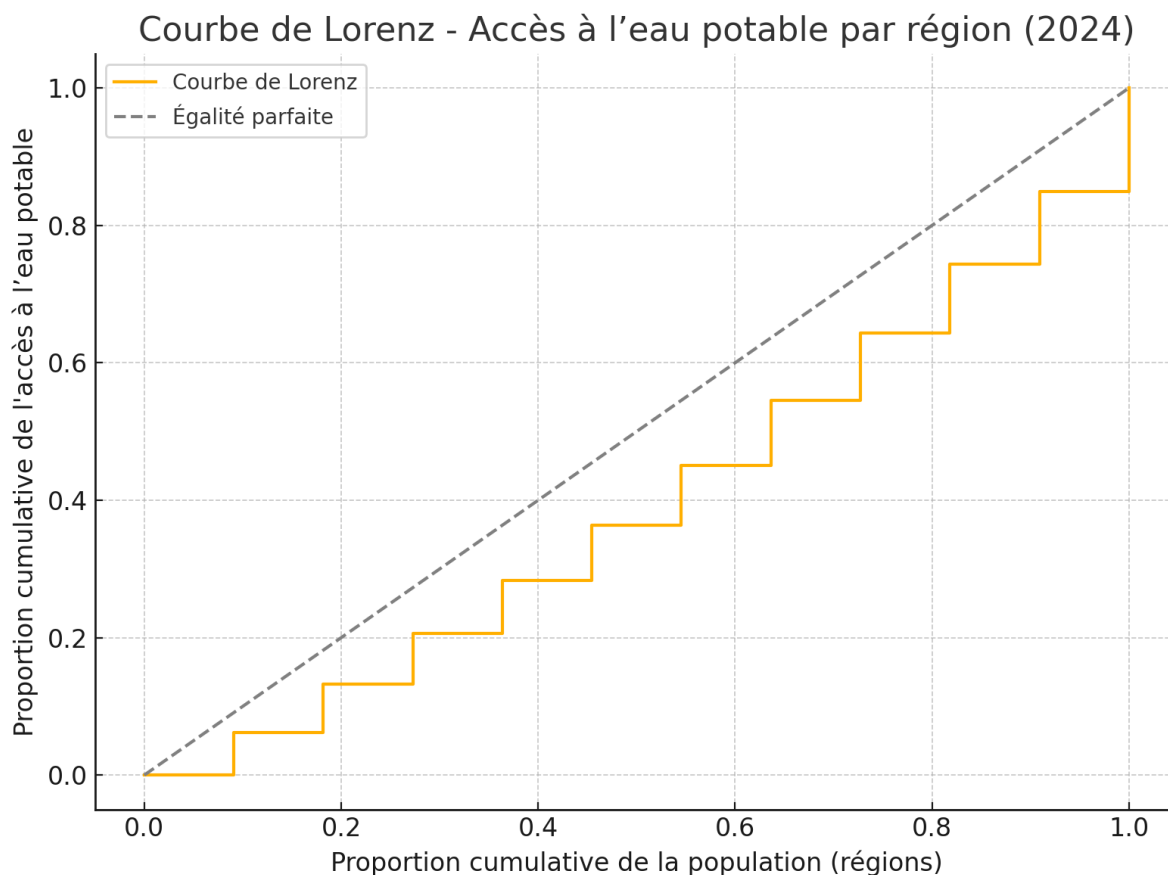
Chaque hausse de 1 point du taux d'accès à l'eau potable entraîne une baisse de 2,64 cas de maladies hydriques pour 10 000 habitants, relation hautement significative ($p = 0,000$). Le modèle explique 97 % de la variance ($R^2 = 0,967$), révélant une corrélation très forte et négative : plus l'accès à l'eau augmente, plus les maladies hydriques reculent.

L'impact sanitaire est majeur : une amélioration modeste de l'accès à l'eau (+5 points) pourrait réduire d'environ 13 cas pour 10 000 habitants la prévalence des maladies. Ces résultats confirment que l'accès à l'eau potable est un déterminant central de la santé publique, surpassant d'autres facteurs comme le revenu ou l'urbanisation.

Sur le plan socio-économique, la réduction des maladies diminue les coûts médicaux et l'absentéisme, améliorant la productivité. Politiquement, cela justifie des investissements prioritaires dans les infrastructures hydrauliques pour atteindre les ODD 6 (eau) et ODD 3 (santé).

En résumé, la régression prouve que chaque point de progrès hydrique réduit significativement les maladies hydriques, faisant de l'eau potable un levier majeur de santé, d'équité et de développement durable au Mali.

3.2.3. Courbe de Lorenz et indice de Gini

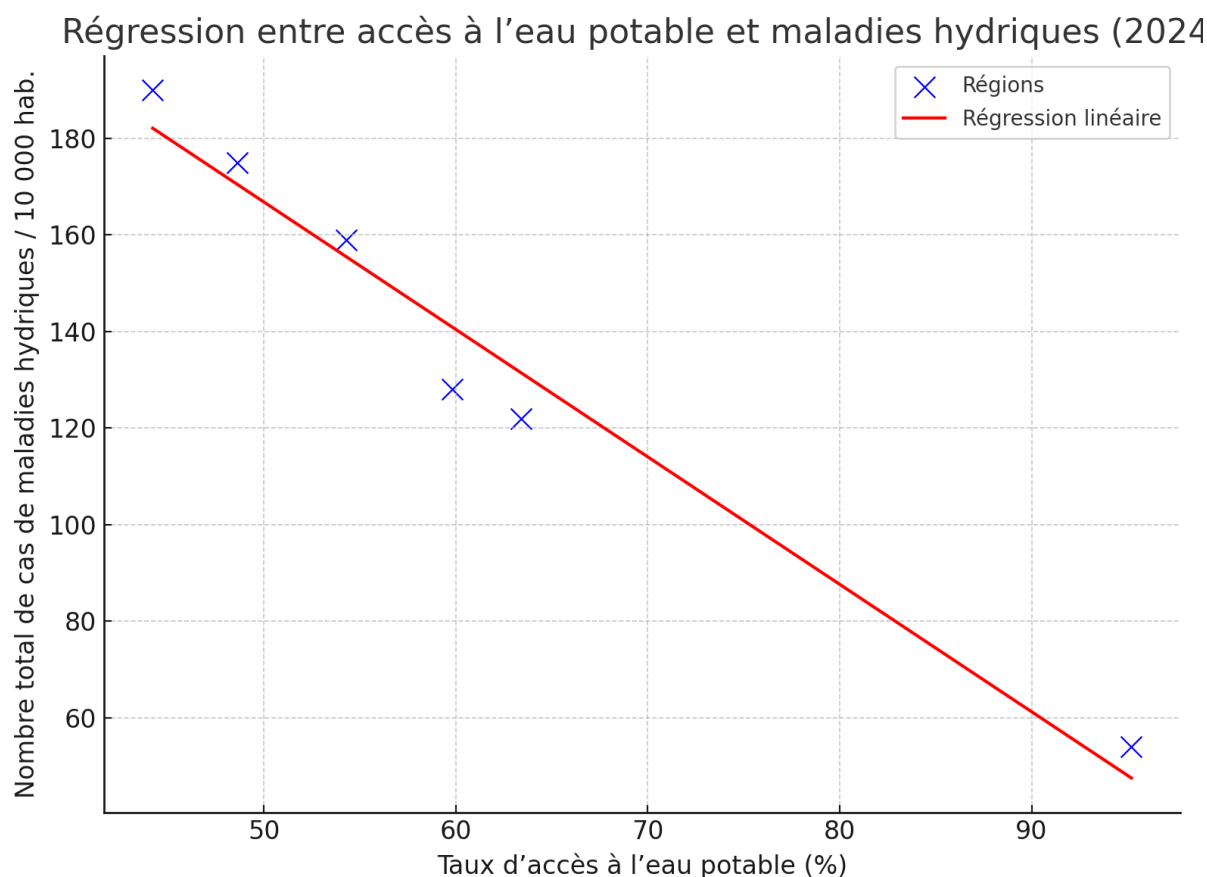


La courbe de Lorenz montre qu'une plus grande distance à la diagonale traduit une inégalité plus marquée. L'indice de Gini, estimé entre 0,32 et 0,38, révèle une inégalité modérée entre les régions maliennes. Le graphique met en évidence une corrélation négative forte entre le taux d'accès à l'eau potable et le nombre de maladies hydriques : plus l'accès à l'eau augmente, moins les cas de choléra, diarrhée et typhoïde sont nombreux. La droite de régression confirme cette tendance, avec un $R^2 \approx 0,97$, indiquant que l'accès à l'eau explique près de 97 % de la variation des maladies.

Ainsi, l'investissement dans l'eau potable constitue un levier majeur de santé publique et un moyen efficace de réduire les inégalités régionales au Mali.

2.2.4. Indice de Gini régionalisé de l'accès à l'eau

Courbe de Lorenz : Inégalités régionales d'accès à l'eau potable



Indice de Gini $\approx 0,131$. Cet indice, compris entre 0 (égalité parfaite) et 1 (inégalité totale), révèle une inégalité faible à modérée dans l'accès à l'eau potable au Mali. La courbe de Lorenz illustre cet écart : la distance entre la courbe (orange) et la diagonale d'égalité montre une inégalité régionale notable.

Les régions du nord (Kidal, Tombouctou) restent les plus défavorisées, tandis que Bamako bénéficie d'un accès nettement supérieur. Ces disparités territoriales freinent le développement durable et accentuent les écarts sanitaires. La corrélation négative entre accès à l'eau et maladies hydriques confirme que ces inégalités ont des effets directs sur la santé publique.

Pour réduire ces écarts et atteindre les ODD 3 et 6, les politiques publiques doivent viser à abaisser l'indice de Gini en renforçant les infrastructures hydrauliques régionales.

2.2.5. Test du Khi^2 : accès à l'eau et niveau d'instruction

Model :

- Hypothèse nulle H_0 : l'accès à l'eau ne dépend pas du niveau d'instruction
- Hypothèse alternative H_1 : il y a dépendance

À partir des données du tableau 5, un test du Khi^2 permet de vérifier la dépendance entre le niveau d'instruction et l'accès à l'eau potable. Résultat : $p\text{-value} = 1,12 \times 10^{-10}$, très inférieure

au seuil de 1 %, ce qui entraîne le rejet de l'hypothèse nulle d'indépendance. Il existe donc une relation hautement significative : plus le niveau d'instruction du chef de ménage est élevé, plus l'accès à une source d'eau améliorée est important.

Les chiffres le confirment :

- Sans instruction : 42,7 % d'accès
- Niveau supérieur : 88,2 % d'accès

L'éducation favorise la compréhension des enjeux sanitaires, la capacité à exiger des services publics et à entretenir les infrastructures hydriques. Ainsi, le test Khi² confirme un lien étroit entre éducation et accès à l'eau, deux leviers interdépendants du développement humain. Les politiques publiques devraient donc associer alphabétisation et programmes hydrauliques pour renforcer ce cercle vertueux éducation ↔ eau potable ↔ bien-être.

Corrélations croisées (Tableau 6) Corrélations visuelles (interprétation qualitative)

Les données montrent une corrélation positive forte : plus l'accès à l'eau est élevé, plus la scolarisation progresse. Bamako affiche 95,2 % d'accès à l'eau et 91,1 % de scolarisation, tandis que Kidal présente 44,2 % et 42,7 % respectivement. Cette symétrie confirme que l'amélioration de l'accès à l'eau favorise la fréquentation scolaire.

Un meilleur accès réduit le temps consacré à la corvée d'eau (souvent assuré par les filles), limite les maladies hydriques et donc l'absentéisme scolaire. À l'inverse, dans les zones déficitaires, la faible scolarisation et le manque d'eau s'autoentretiennent dans un cercle vicieux de pauvreté.

Selon un enseignant-chercheur de l'USSG, l'eau potable n'est pas qu'une question technique : elle conditionne l'éducation, la santé et l'égalité des genres. Une mère du village de Ségala témoigne : « Je marche 4 km chaque jour pour l'eau ; parfois la source est partagée avec les animaux, provoquant des maladies comme la typhoïde. »

Ainsi, Eau ↔ Éducation ↔ Développement forment un cercle vertueux aligné sur les ODD 4 et 6, démontrant qu'améliorer les infrastructures hydriques renforce directement la scolarisation et le développement humain.

Corrélation entre taux d'accès à l'eau potable et état de santé

Les données révèlent une corrélation positive forte entre accès à l'eau et état de santé. Bamako affiche 95,2 % d'accès à l'eau pour un score de santé de 85/100, tandis que Kidal présente 44,2 % et 38/100. L'eau potable réduit les maladies hydriques (diarrhées, choléra, typhoïde), améliore l'hygiène domestique et renforce le bien-être général.

Selon un ingénieur hydraulique de Sikasso, malgré les progrès, 40 % des ruraux n'ont pas encore accès à une eau sûre, entraînant une recrudescence des maladies diarrhéiques, faute d'entretien des infrastructures.

Les zones à faible accès (comme Kidal) subissent une charge sanitaire élevée, aggravée par le manque de services de santé et des conditions de vie précaires. Ainsi, l'eau potable est un levier essentiel de santé préventive, réduisant la morbidité et les inégalités territoriales.

En résumé, Bamako illustre un cercle vertueux (eau → santé → bien-être), tandis que Kidal reste piégée dans un cercle de vulnérabilité, confirmant que l'eau potable est un déterminant fondamental de la santé publique et du développement humain.

Corrélation entre taux d'accès à l'eau potable et indice de durabilité

Les données montrent une corrélation positive forte :

- Bamako : 95,2 % d'accès à l'eau → indice 90,4

- Kidal : 44,2 % d'accès → indice 41,6

L'indice de durabilité (40 % eau, 30 % santé, 30 % éducation) confirme que sans eau, il n'y a pas de durabilité économique, sociale ou sanitaire. L'eau potable agit comme un levier transversal du développement : elle améliore la santé (moins de maladies hydriques), favorise la scolarisation et renforce la résilience locale.

Les régions à faible accès, comme Kidal, cumulent les vulnérabilités : faible santé, faible scolarisation et indice global bas. À l'inverse, Bamako illustre un cercle vertueux : eau → santé → éducation → durabilité.

Ces écarts révèlent une fracture territoriale dans l'atteinte des ODD (3, 4 et 6). Renforcer l'accès à l'eau dans les zones défavorisées constitue donc une priorité stratégique pour réduire les inégalités et stimuler le développement durable au Mali.

3. Discussion

L'analyse des résultats sur l'accès à l'eau potable au Mali en 2024 révèle de fortes disparités territoriales et sociales, impactant directement la santé publique, l'éducation et le développement durable. Le taux moyen national est de 58,3 %, mais Bamako atteint 95,2 % contre moins de 45 % à Taoudéni et Kidal, traduisant une fracture territoriale majeure entre Sud urbanisé et Nord sahélien. Les sources d'eau améliorées sont quasi universelles à Bamako (98 %) mais limitées dans le Nord, où l'usage de puits non protégés et d'eaux de surface expose aux risques sanitaires.

L'accès à l'eau est fortement corrélé à la prévalence des maladies hydriques et à la mortalité infantile. La régression linéaire montre qu'une hausse d'un point du taux d'accès réduit significativement la morbidité ($R^2 \approx 0,97$). Kidal et Tombouctou présentent des taux de mortalité infantile supérieurs à 80 ‰, contre 34,2 ‰ à Bamako, confirmant le rôle crucial de l'eau potable sur la santé, la productivité et la vulnérabilité socio-économique.

Le niveau d'instruction des chefs de ménage influence aussi l'accès à l'eau améliorée : 42,7 % pour les non instruits contre 88,2 % pour ceux de niveau supérieur, soulignant l'éducation comme levier pour réduire les inégalités hydriques et améliorer le bien-être.

L'indice de durabilité local montre une corrélation positive forte entre eau, santé et éducation. Bamako illustre un cercle vertueux : eau → santé → éducation → développement durable, tandis que Kidal cumule vulnérabilités et faible indice global. L'eau potable constitue donc un levier transversal pour atteindre les ODD 3, 4 et 6, justifiant des politiques intégrées combinant infrastructures, santé et éducation.

Enfin, l'indice de Gini régionalisé ($\approx 0,131$) révèle des inégalités modérées mais significatives dans le Nord, affectant santé, scolarisation et migrations internes. Chaque amélioration d'un point du taux d'accès à l'eau réduit la morbidité, renforçant l'importance d'investissements ciblés pour l'équité territoriale et le développement durable.

En conclusion, l'accès à l'eau potable demeure un déterminant central de la santé, de l'éducation et du développement durable au Mali. Les fortes inégalités régionales et sociales exigent des politiques publiques intégrées pour réduire les fractures territoriales et promouvoir un développement équitable.

Conclusion

L'analyse détaillée de l'accès à l'eau potable au Mali en 2024 met en évidence une situation contrastée, où des progrès significatifs coexistent avec des inégalités structurelles majeures. Le taux national moyen d'accès à l'eau potable, estimé à 58,3 %, cache des disparités régionales profondes : tandis que Bamako atteint quasi l'universalité (95,2 %), des régions comme Taoudéni (39,1 %) et Kidal (44,2 %) restent gravement déficitaires. Ces écarts traduisent une fracture territoriale prononcée, aggravée par la distinction urbain/rural, où les populations rurales sont systématiquement moins desservies.

Les analyses sur le type de source d'eau confirment cette inégalité : l'accès à une source améliorée est quasi universel à Bamako (98 %), mais reste insuffisant dans les zones sahéliennes périphériques (Kidal : 42,1 %), avec un recours massif aux sources non protégées, exposant les populations à un risque sanitaire élevé. Cette vulnérabilité est directement corrélée à la prévalence des maladies hydriques. Les régressions linéaires montrent de façon robuste que chaque point supplémentaire d'accès à l'eau potable réduit de 2,64 cas pour 10 000 habitants la prévalence des maladies hydriques, confirmant un lien statistiquement significatif et causal ($R^2 = 0,967$; $p < 0,01$).

La mortalité infantile suit une tendance inverse : les régions à faible accès à l'eau connaissent des taux très élevés (Kidal : 89,5 ‰), tandis que Bamako, avec un accès quasi universel, présente une mortalité beaucoup plus faible (34,2 ‰). Ce constat souligne que l'accès à l'eau potable est un déterminant majeur de la survie infantile et un indicateur clé de santé publique.

Les résultats révèlent également l'importance du capital humain : les ménages dirigés par des chefs instruits bénéficient d'un meilleur accès à l'eau potable (42,7 % pour les sans instruction contre 88,2 % pour les diplômés supérieurs). Le test du Khi² confirme que la dépendance entre instruction et accès à l'eau est statistiquement significative ($p = 1,12 \times 10^{-10}$), mettant en évidence un cercle vertueux éducation ↔ eau potable ↔ développement humain.

Enfin, la corrélation positive entre l'accès à l'eau potable, la scolarisation, l'état de santé et l'indice de durabilité montre que l'eau constitue un levier transversal de développement durable. Bamako illustre un cercle vertueux où un accès élevé à l'eau améliore simultanément la santé, l'éducation et le bien-être socio-économique. À l'inverse, Kidal et d'autres régions périphériques sont piégées dans un cercle de vulnérabilité, aggravant les inégalités territoriales et sociales.

Implications politiques et recommandations :

- ✚ Prioriser les investissements hydrauliques dans les régions défavorisées et rurales pour réduire la fracture territoriale et diminuer les maladies hydriques.
- ✚ Coupler l'amélioration de l'accès à l'eau avec des programmes éducatifs et de sensibilisation pour maximiser l'impact sanitaire et socio-économique.

- ✚ Mettre en place des politiques intégrées visant à atteindre les ODD 3 (santé), 4 (éducation) et 6 (eau), en réduisant les inégalités régionales et en renforçant la résilience des populations vulnérables.

En résumé, l'eau potable au Mali n'est pas seulement une ressource vitale : c'est un levier stratégique de santé publique, de développement humain et d'équité territoriale. Les inégalités observées illustrent la nécessité d'une planification ciblée et d'un investissement prioritaire pour transformer ces déficits structurels en opportunités de développement durable.

Références bibliographiques

- Banque mondiale. (2021). *Water and sanitation in Mali: Addressing inequalities and access challenges*. Washington, DC: World Bank.
- United Nations (UN). (2015). *Transforming our world: The 2030 Agenda for Sustainable Development*. New York, NY: United Nations.
- UNICEF. (2020). *Progress on drinking water, sanitation and hygiene: 2020 update and SDG baselines*. New York, NY: United Nations Children's Fund.
- WHO. (2017). *Guidelines for drinking-water quality* (4^e éd.). Geneva, Switzerland: World Health Organization.
- WaterAid Mali. (2024). *Rapport national sur l'accès à l'eau potable et à l'assainissement au Mali*. Bamako, Mali: WaterAid.
- USAID. (2022). *Mali water sector assessment: Opportunities and challenges*. Washington, DC: United States Agency for International Development.
- JMP (Joint Monitoring Programme). (2021). *Drinking water, sanitation and hygiene coverage estimates*. Geneva, Switzerland: WHO & UNICEF.
- Fewtrell, L., Kaufmann, R. B., Kay, D., Enanoria, W., Haller, L., & Colford, J. M. (2005). Water, sanitation, and hygiene interventions to reduce diarrhoea in less developed countries: A systematic review and meta-analysis. *The Lancet Infectious Diseases*, 5(1), 42–52. [https://doi.org/10.1016/S1473-3099\(04\)01253-8](https://doi.org/10.1016/S1473-3099(04)01253-8)
- Prüss-Ustün, A., Bartram, J., Clasen, T., Colford, J. M., Cumming, O., Curtis, V., Bonjour, S., Dangour, A. D., De France, J., Fewtrell, L., Freeman, M. C., Gordon, B., Hunter, P. R., Johnston, R. B., Mäusezahl, D., Mathers, C., Mäusezahl, D., Medlicott, K., Neira, M., ... Wolf, J. (2014). Burden of disease from inadequate water, sanitation and hygiene for selected adverse health outcomes: An updated analysis with a focus on low- and middle-income countries. *International Journal of Hygiene and Environmental Health*, 217(6–7), 1–7. <https://doi.org/10.1016/j.ijheh.2013.05.009>
- Gleick, P. H. (2014). Water, drought, climate change, and conflict in Syria. *Weather, Climate, and Society*, 6(3), 331–340. <https://doi.org/10.1175/WCAS-D-13-00059.1>
- INSTAT Mali. (2024). *Annuaire statistique du Mali 2024*. Bamako, Mali: Institut National de la Statistique.
- PNUD Mali. (2024). *Rapport sur le développement humain et l'accès aux services de base au Mali*. Bamako, Mali: Programme des Nations Unies pour le Développement.
- Ministère de la Santé et de l'Hygiène Publique du Mali. (2024). *Statistiques sanitaires annuelles 2024*. Bamako, Mali: MSPH.