



Evaluation multicritère des systèmes non classiques d'approvisionnement en eau potable dans la ville de Kindu en République Démocratique du Congo

Thomas Kayobola Kangombe¹, Ndarabu Djuma Yuma², Baruani Zakuani Théophile¹

¹ Institut Supérieur de Développement Rural de Kindu (ISDR KINDU), République Démocratique du Congo

² Institut Supérieur des Techniques Médicales de Kasongo (ISTM KASONGO), République Démocratique du Congo.

Résumé

Cette étude propose une analyse fouillée des systèmes d'approvisionnement en eau potable à Kindu, en s'appuyant sur une approche multicritère. Cinq grands axes structurent l'évaluation : l'accessibilité technique, l'accessibilité économique, l'équité sociale, la durabilité environnementale et la gouvernance institutionnelle. Il en ressort que les systèmes les plus accessibles aux ménages vulnérables – comme les sources aménagées et les puits traditionnels – sont techniquement fragiles et comportent des risques sanitaires non négligeables. Les puits améliorés constituent un progrès partiel, mais leur diffusion et leur coût restent limitants. Les bornes gravitaires des ASUREP apparaissent comme le modèle le plus équilibré, alliant fiabilité technique et régulation participative, mais leur couverture spatiale demeure insuffisante. Quant aux forages motorisés, s'ils sont performants, ils s'avèrent socialement exclusifs et posent des problèmes environnementaux liés à la surexploitation des nappes. En définitive, la durabilité des services d'eau ne repose pas uniquement sur les infrastructures, mais sur un environnement favorable : protection des ressources, régulation transparente, financement adapté et implication des communautés. Ce cadre institutionnel et social est indispensable pour transformer les dispositifs techniques en véritables services publics équitables et pérennes.

Abstract

This article examines the performance of non-conventional water supply systems in Kindu using a multi-criteria evaluation framework. The study focuses on five dimensions: technical accessibility, economic accessibility, social equity, environmental sustainability, and institutional governance. Findings show that traditional wells and improved springs, while widely accessible, pose significant health risks due to contamination. Improved wells offer some technical progress but remain limited in coverage. ASUREP gravity-fed standpipes emerge as the most balanced model, combining technical reliability, participatory governance, and moderate affordability, though their reach is restricted. Motorized boreholes, while technically efficient, are socially exclusive and environmentally unsustainable due to groundwater overexploitation. The study concludes that sustainability in Kindu's water services depends not only on infrastructure but on an enabling environment that integrates resource protection, transparent regulation, sustainable financing, and community participation. This framework is essential to transform technical infrastructures into equitable and resilient public services.

Digital Object Identifier (DOI): <https://doi.org/10.5281/zenodo.21759395>

1. Introduction

L'accès à l'eau potable est un droit fondamental et un pilier de la santé publique. Pourtant, en Afrique subsaharienne, les inégalités persistent malgré les engagements internationaux visant à atteindre l'Objectif de Développement Durable 6 (WHO & UNICEF, 2021). La République Démocratique du Congo illustre bien ce paradoxe : malgré un potentiel hydrique immense, la couverture des réseaux publics reste faible, surtout dans les villes moyennes comme Kindu (Banque mondiale, 2022). La situation y est emblématique. L'usine de traitement de l'eau du fleuve Congo, autrefois fonctionnelle, ne couvre plus qu'une fraction des besoins. Les branchements domestiques sont rares, et les bornes publiques de la REGIDESO insuffisantes (PNUD, 2023). La majorité des ménages dépend donc de systèmes non conventionnels d'approvisionnement en eau, devenus des alternatives incontournables : sources aménagées, puits traditionnels, puits améliorés, bornes-fontaines des réseaux gravitaires financés par ENABEL et gérés par les ASUREP (Association d'Usagers des Réseaux d'Eau Potable) et forages motorisés.

Les sources aménagées sont les plus répandues et socialement acceptées, car elles offrent une solution de proximité à faible coût. Elles réduisent les distances de collecte et compensent les réseaux publics défaillants, mais restent vulnérables aux contaminations microbiologiques et aux variations saisonnières (Hunter et al., 2020). Les puits traditionnels, largement utilisés dans les quartiers périphériques, sont accessibles mais fortement exposés à la contamination. Les puits améliorés tentent de sécuriser techniquement l'approvisionnement, mais leur efficacité est limitée par l'absence de régulation et la fragilité des structures (Kayser et al., 2019). Les bornes-fontaines gravitaires des ASUREP offrent un compromis intéressant : elles allient accessibilité économique et acceptabilité sociale, mais leur performance dépend de la qualité de la gouvernance locale (Moriarty et al., 2013). Enfin, les forages motorisés, capables de fournir une eau conforme aux normes de l'OMS, sont moins répandus à Kindu. Leur coût élevé et le goût salé de l'eau conduisent souvent à leur abandon, limitant leur diffusion et leur pertinence sociale (Hunter, P. R. et al., 2010). Cette diversité de systèmes reflète une réalité complexe : l'accès à l'eau potable ne peut être assuré par un seul dispositif. Les solutions locales sont façonnées par des contraintes économiques, sociales et environnementales. Les sources aménagées et les puits traditionnels répondent aux besoins immédiats des populations pauvres, mais posent des risques sanitaires. Les puits améliorés et les bornes gravitaires constituent des alternatives intermédiaires, plus sûres mais dépendantes de la gouvernance et de la maintenance. Les forages motorisés, techniquement supérieurs, ne parviennent pas à s'imposer à grande échelle.

L'état de la question montre que ces systèmes non conventionnels sont indispensables pour pallier les insuffisances des réseaux publics, mais qu'aucun dispositif n'est optimal isolément. Les recherches antérieures insistent sur la nécessité d'une approche intégrée, combinant plusieurs solutions pour répondre aux besoins diversifiés des populations urbaines (Kayser et al., 2019 ; Moriarty et al., 2013). Dans ce contexte, les hypothèses de cette étude posent que les performances des systèmes varient selon les critères de qualité, coût, équité sociale, durabilité et gouvernance ; que les sources aménagées, malgré leurs limites, constituent l'option la plus répandue et socialement acceptable ; et qu'une approche hybride intégrant plusieurs dispositifs est nécessaire pour garantir un accès équitable et durable à l'eau potable.

L'objectif de l'étude est d'analyser les performances comparées des systèmes non conventionnels d'approvisionnement en eau à Kindu, d'identifier leurs forces et faiblesses, d'établir un classement

multicritère et de cartographier leur répartition spatiale. Elle vise également à formuler des recommandations pratiques pour les autorités locales et les partenaires, en mettant l'accent sur l'amélioration des sources aménagées comme solution centrale pour les populations urbaines pauvres. Cette démarche s'inscrit dans une perspective de gouvernance inclusive et de durabilité, afin de renforcer la résilience des systèmes d'approvisionnement en eau face aux pressions démographiques et climatiques.

2. Méthodes et Matériels

2.1. Zone d'étude

Kindu est la capitale de la province du Maniema, dans l'est de la République Démocratique du Congo. Située à 2°57' de latitude Sud et 25°56' de longitude Est, sur la rive gauche du fleuve Congo, elle occupe une position stratégique, reliant les provinces orientales aux grands axes fluviaux et ferroviaires, et servant de point de passage clé pour les échanges commerciaux et humains. Le climat de Kindu est équatorial humide, avec des températures annuelles moyennes comprises entre 23 et 30 °C. Les précipitations dépassent 1 500 mm par an, avec deux saisons principales de pluie. Cette pluviométrie abondante assure une recharge régulière des nappes phréatiques et une disponibilité constante en eau de surface, ce qui représente un atout majeur pour l'approvisionnement en eau potable.

Sur le plan socio-économique, Kindu est une ville en expansion, mais son développement reste fragile. L'économie repose principalement sur l'agriculture vivrière, la pêche, le petit commerce et les activités informelles. Le fleuve Congo et ses affluents jouent un rôle essentiel dans le transport, la pêche et l'approvisionnement en eau. Cependant, la pauvreté urbaine persistante et la faiblesse des infrastructures publiques accentuent les inégalités d'accès aux services essentiels, notamment l'eau potable. Bien que Kindu dispose de ressources hydriques abondantes, celles-ci restent sous-exploitées. Le fleuve Congo, deuxième au monde en débit après l'Amazone, constitue une réserve considérable pour l'approvisionnement et le développement hydroélectrique. Les précipitations régulières et les nappes phréatiques profondes renforcent ces potentialités. Pourtant, l'absence d'investissements structurants et la fragilité institutionnelle limitent la valorisation de ces atouts.

Ainsi, Kindu présente une double réalité : d'un côté, des ressources hydriques abondantes et diversifiées ; de l'autre, une dépendance persistante à des systèmes non conventionnels, souvent fragiles et inégalement répartis. Cette situation en fait un terrain scientifique pertinent pour analyser les performances comparées des dispositifs d'approvisionnement en eau et pour proposer des recommandations adaptées à la gouvernance locale et aux besoins des populations.

2.2. Choix de la zone d'étude

Le choix de Kindu a été motivé par sa représentativité des villes moyennes de la RDC. La croissance démographique rapide et l'urbanisation anarchique accentuent la pression sur les infrastructures publiques. Les systèmes non conventionnels d'approvisionnement en eau étudiés ont été identifiés lors d'une enquête exploratoire et constituent les principales sources d'approvisionnement des ménages. Leur diversité couvre un large éventail de solutions, allant des initiatives communautaires aux investissements privés, reflétant les dynamiques hybrides observées dans de nombreuses villes africaines (Scientific Reports, 2023).

Par ailleurs, Kindu possède des potentialités hydriques considérables. Le fleuve Congo, qui borde la ville, est l'un des plus puissants au monde en termes de débit et constitue une ressource majeure

pour l'approvisionnement en eau. Les précipitations annuelles dépassant 1 500 mm assurent une recharge régulière des nappes phréatiques, tandis que le climat équatorial humide favorise une disponibilité constante en eau de surface. Ces atouts naturels offrent des perspectives de développement durable, mais restent sous-exploités faute d'infrastructures adaptées et de gouvernance efficace.

Sur le plan socio-économique, Kindu est marquée par une urbanisation non planifiée et une forte dépendance aux activités informelles. L'agriculture vivrière, la pêche et le petit commerce constituent les principales sources de revenus. Cette dynamique économique, bien que fragile, accentue la demande en eau potable et met en évidence les inégalités d'accès entre quartiers centraux et périphériques. Enfin, Kindu est un terrain pertinent pour l'analyse des systèmes non conventionnels d'approvisionnement en eau. La coexistence de dispositifs variés – sources aménagées, puits traditionnels, puits améliorés, bornes-fontaines communautaires et forages motorisés – reflète la complexité des stratégies locales d'accès à l'eau. Cette diversité permet une comparaison riche et représentative des compromis entre performance technique, acceptabilité sociale et durabilité environnementale. Kindu constitue ainsi un laboratoire naturel pour étudier les dynamiques de l'approvisionnement en eau dans les villes moyennes de la RDC. Son importance stratégique, ses ressources hydriques abondantes, ses contraintes socio-économiques et la pluralité de ses systèmes non conventionnels d'approvisionnement en eau justifient pleinement son choix comme zone d'étude.

2.3. Collecte des données

La collecte des données à Kindu a été organisée afin de permettre une analyse comparative des systèmes non conventionnels d'approvisionnement en eau selon cinq critères essentiels : techniques, accessibilité économique, équité sociale, durabilité environnementale et gouvernance/gestion.

Sur le plan technique, les observations et prélèvements ont montré que les sources aménagées et les puits traditionnels sont vulnérables aux contaminations microbiologiques, confirmant les constats de Hunter, MacDonald et Carter (2020). Les bornes-fontaines gravitaires financées par ENABEL et gérées par les ASUREP (Association d'Usagers des Réseaux d'Eau Potable) présentent une meilleure fiabilité, tandis que les forages motorisés offrent une eau conforme aux normes de l'OMS, mais posent des problèmes liés au goût salé (Hunter, P. R. et al., 2010).

Concernant l'accessibilité économique, les enquêtes auprès des ménages ont révélé que les sources aménagées et les puits traditionnels sont les plus abordables, ce qui explique leur prédominance. Les bornes gravitaires constituent une solution intermédiaire, tandis que les forages motorisés restent réservés à une minorité en raison de leur coût élevé (Banque mondiale, 2022).

L'équité sociale est marquée par de fortes disparités territoriales. Les quartiers périphériques dépendent largement des puits traditionnels et des sources aménagées, tandis que les zones centrales bénéficient davantage des bornes gravitaires et de quelques forages. Cette inégalité d'accès reflète les constats du PNUD (2023) sur la vulnérabilité des populations urbaines pauvres.

La durabilité environnementale est un enjeu majeur. Les puits et sources aménagées sont exposés aux contaminations liées aux activités domestiques et agricoles, ce qui limite leur fiabilité à long terme. Les bornes gravitaires, mieux protégées, offrent une solution plus durable, tandis que les forages motorisés posent des risques de surexploitation des nappes phréatiques (FAO, 2020).

Enfin, la gouvernance et la gestion apparaissent comme des facteurs déterminants. Les entretiens avec les acteurs institutionnels et communautaires ont montré que la pérennité des dispositifs

dépend de la transparence et de la participation des usagers. Les bornes gravitaires financées par ENABEL et gérés par les ASUREP (Association d'Usagers des Réseaux d'Eau Potable) bénéficient d'une gestion communautaire relativement organisée, mais leur durabilité reste fragile sans appui institutionnel constant. Les puits et sources aménagées, souvent gérés de manière informelle, manquent de régulation et de maintenance (Moriarty et al., 2013 ; UN-Habitat, 2022).

Cette approche méthodologique, qui combine des critères techniques, économiques, sociaux, environnementaux et institutionnels, va bien au-delà d'une simple description des dispositifs. Elle propose une lecture globale des performances des systèmes non conventionnels d'approvisionnement en eau, tout en mettant en lumière les arbitrages nécessaires entre accessibilité, qualité et durabilité dans le contexte spécifique de Kindu.

2.4. Traitement et analyse des données

Le traitement et l'analyse des données de cette étude reposent sur une démarche intégrée, articulant statistiques, analyse qualitative et mise en perspective institutionnelle. Les données quantitatives issues des enquêtes et observations ont d'abord été nettoyées et validées pour garantir leur cohérence, puis exploitées via des méthodes descriptives et comparatives afin de mesurer la fiabilité technique, l'accessibilité économique et les disparités sociales entre quartiers. Les données qualitatives, collectées lors d'entretiens et de discussions de groupe, ont fait l'objet d'une analyse thématique visant à dégager les perceptions des usagers, les contraintes vécues et les dynamiques de gouvernance. La triangulation des résultats a permis de confronter les constats statistiques aux témoignages, renforçant ainsi la solidité des conclusions. Enfin, une interprétation critique a replacé ces résultats dans le cadre institutionnel et territorial de Kindu, en intégrant les enjeux de durabilité environnementale et de régulation.

3. Résultats et Discussion

3.1. Accessibilité technique

Ce critère concerne la facilité d'usage et la disponibilité concrète des dispositifs : proximité des points d'eau, temps d'attente, continuité du service et simplicité d'utilisation.

Tableau 1. Fiabilité technique des systèmes

Système	Fiabilité technique	Observations principaux
Sources aménagées	Moyenne	Infrastructure simple, souvent exposée aux infiltrations; service continu mais vulnérable aux contaminations.
Puits traditionnels	Faible	Peu profonds, non protégés; interruptions fréquentes en saison sèche; forte exposition aux pollutions.
Puits améliorés	Moyenne	Améliorations techniques (ciment, couvercle) augmentent la fiabilité, mais l'entretien irrégulier réduit leur continuité.
Bornes gravitaires ENABEL	Bonne	Dispositifs protégés et relativement durables; service continu sauf en cas de défaillance de gestion communautaire.
Forages motorisés	Très bonne	Eau conforme aux normes OMS, service fiable; contraintes liées au coût de maintenance et au goût salé entraînent un abandon par les usagers.

À Kindu, l'accès réel aux systèmes d'eau varie considérablement d'un quartier à l'autre. En examinant de plus près la fiabilité technique, il est clair que les sources aménagées et les puits traditionnels, bien que très utilisés, restent vulnérables et facilement contaminables. Les puits améliorés offrent une meilleure protection, mais leur bon fonctionnement dépend fortement de l'entretien. Les bornes gravitaires gérés par les ASUREP (Association d'Usagers des Réseaux d'Eau Potable) se distinguent par une fiabilité solide et une eau bien protégée, mais leur performance est directement liée à la manière dont la communauté les gère au quotidien. Les forages motorisés sont techniquement les plus performants, capables d'assurer un service continu et conforme aux normes, mais leur adoption reste limitée en raison des coûts élevés et du goût salé de l'eau.

Cela montre que l'accessibilité technique ne se résume pas à la simple présence d'infrastructures : elle dépend surtout de leur capacité à être entretenues et utilisées par les populations locales. Les systèmes simples sont faciles d'accès mais fragiles, tandis que les systèmes plus complexes sont robustes mais souvent inaccessibles aux plus démunis.

Ces observations rejoignent celles faites ailleurs. Getachew et al. (2024) confirment qu'en Éthiopie, les puits traditionnels restent majoritaires mais exposent régulièrement les populations rurales à des contaminations. Au Burkina Faso, Danert (2019) souligne que les puits améliorés offrent de meilleures performances techniques, mais que leur développement est freiné par le coût initial et le manque de régulation. En Inde, Amit K. et Mukul A. (2024) rapportent que les forages motorisés ont été largement déployés, mais que leur durabilité est compromise par l'absence de maintenance et la surexploitation des nappes phréatiques. Enfin, une étude comparative menée dans plusieurs pays insiste sur le fait qu'une accessibilité technique durable n'est possible que lorsque la gouvernance et la régulation accompagnent les infrastructures (Baietti, Kingdom & van Ginneken, 2006).

3.2. Accessibilité économique

Ce critère cherche à évaluer si les ménages peuvent réellement supporter les coûts liés à chaque système d'approvisionnement en eau, en tenant compte de leurs revenus moyens et des habitudes locales.

Tableau 2. Accessibilité économique des systèmes

Système	Accessibilité économique	Observations principaux
Sources aménagées	Très bonne	Gratuit ou faible coût; largement utilisé par les ménages pauvres.
Puits traditionnels	Très bonne	Gratuit; accessible à tous, mais vulnérable aux contaminations.
Puits améliorés	Moyenne	Coût initial de construction plus élevé; entretien régulier nécessaire.
Bornes gravitaires ASUREP	Bonne	Prix modéré et abordable; solution intermédiaire entre fiabilité et coût.
Forages motorisés	Faible	Coût élevé de l'eau et de la maintenance; réservé à une minorité.

À Kindu, l'accès économique aux systèmes d'eau est loin d'être uniforme : on observe de fortes disparités. Ce constat est directement lié au niveau de régulation et aux modes de financement. Les systèmes gratuits favorisent l'inclusion sociale, mais souffrent d'une fragilité technique, tandis que les systèmes plus coûteux offrent une meilleure fiabilité, au prix d'une exclusion sociale. En Tanzanie, l'expérience des bornes-fontaines gérées par des comités communautaires a montré qu'il est possible de maintenir des tarifs abordables tout en garantissant une certaine équité (Jiménez & Pérez-Foguet, 2010). Au Burkina Faso, en revanche, le coût élevé des forages motorisés a freiné leur adoption par les ménages les plus pauvres, renforçant leur recours aux puits traditionnels (Danert, 2019). En Inde, la privatisation partielle des services d'eau a eu pour effet d'exclure les populations rurales qui ne pouvaient pas assumer les tarifs imposés (Amit K. & Mukul A., 2024). Pourtant, selon la Banque mondiale, les opérateurs les plus performants sont ceux qui réussissent à concilier viabilité financière et accessibilité sociale (Baietti, Kingdom & van Ginneken, 2006).

3.3. Équité sociale

Ce critère examine comment les dispositifs sont répartis entre les quartiers centraux et périphériques, ainsi que l'égalité d'accès pour les différentes catégories sociales.

Tableaux 3. Équité sociale des systèmes

Système	Équité sociale	Observations principales
Sources aménagées	Moyenne	Présentes dans plusieurs quartiers; utilisées surtout par les ménages modestes.
Puits traditionnels	Faible	Majoritairement en périphérie; accessibles aux plus pauvres mais exposés aux risques sanitaires.
Puits améliorés	Moyenne	Disponibles dans certains quartiers; améliorent l'accès mais restent limités par le coût initial.
Bornes gravitaires ASUREP	Bonne	Installées dans des zones centrales; offrent une eau plus sûre mais moins accessibles aux périphéries.
Forages motorisés	Faible	Réservés à une minorité aisée; adoption limitée par le coût et le rejet social du goût salé.

À Kindu, l'accès à l'eau potable reste marqué par de fortes inégalités sociales. Les infrastructures les plus sûres sont surtout concentrées dans les quartiers centraux, et réservées à ceux qui peuvent payer. Résultat : les populations les plus vulnérables doivent se contenter de solutions moins fiables, ce qui creuse encore les écarts. L'équité sociale en pâtit, car les systèmes techniquement performants restent hors de portée des plus pauvres. Les dispositifs communautaires régulés semblent être les plus inclusifs, mais ils sont encore trop peu nombreux pour réduire les disparités territoriales.

Ces observations à Kindu rejoignent celles de Dickin et al. (2023), qui soulignent que les inégalités d'accès à l'eau et à l'assainissement passent souvent inaperçues faute d'indicateurs adaptés, ce qui renforce la marginalisation des plus démunis. Dans une étude mondiale, Chen et al. (2024) montrent que le niveau de revenu influence directement l'accès à l'eau potable et aux services WASH, et que l'inclusion financière peut être un levier efficace pour réduire ces écarts. Des travaux récents insistent aussi sur la nécessité de cibler les politiques publiques pour atténuer les inégalités liées à

la rareté de l'eau, en particulier dans les pays les plus vulnérables (Zhang et al., 2024). Au final, l'équité sociale dans l'accès à l'eau est un enjeu mondial : les infrastructures ne suffisent pas, il faut des politiques pro-pauvres, des mécanismes de régulation et une véritable inclusion financière pour garantir un accès juste pour tous.

3.4. Durabilité environnementale

Ce critère évalue la capacité, à la fois institutionnelle et communautaire, à organiser, réguler et maintenir les dispositifs d'approvisionnement en eau, dans un souci de transparence et de pérennité.

Tableaux 4. Gouvernance et régulation des systèmes

Système	Gouvernance et régulation	Observations principales
Sources aménagées	Faible	Gestion informelle par les ménages; absence de régulation officielle; pas de contrôle sanitaire systématique.
Puits traditionnels	Très faible	Aucun cadre de gestion; usage libre sans maintenance; absence totale de régulation et de suivi institutionnel.
Puits améliorés	Moyenne	Gestion communautaire ponctuelle; régulation limitée; dépend de l'implication locale et de l'entretien.
Bornes gravitaires ASUREP	Bonne	Gestion communautaire structurée; appui institutionnel d'ENABEL; régulation partielle avec suivi technique, mais fragilité sans financement durable.
Forages motorisés	Faible	Dépendance à des opérateurs privés ou associations; absence de régulation claire; coûts élevés et abandon fréquent.

À Kindu, la gestion des systèmes d'eau reste globalement fragile. Les sources aménagées et les puits traditionnels fonctionnent sans véritable cadre réglementaire, ce qui aggrave les risques sanitaires et dilue les responsabilités. Les puits améliorés, eux, sont gérés par des comités communautaires, mais leur efficacité dépend beaucoup de l'implication des habitants. Les bornes gravitaires mises en place par ENABEL offrent un exemple de gestion participative mieux structurée, avec un suivi technique et un encadrement institutionnel. En revanche, les forages motorisés souffrent d'une gouvernance instable : leur gestion est souvent confiée à des acteurs privés ou institutionnels, sans mécanismes de contrôle clairs, ce qui compromet leur pérennité.

En réalité, la gouvernance institutionnelle est le véritable moteur de la durabilité. Même les systèmes les plus solides techniquement finissent par s'effondrer s'ils ne reposent pas sur une régulation précise, un financement stable et une participation active des communautés.

Cette observation se vérifie ailleurs. En Ouganda, Lockwood et Smits (2011) ont montré que la pérennité des services d'eau dépend de la création d'un « environnement favorable » qui allie régulation, financement et participation. En Afrique du Sud, Muller (2015) insiste sur l'importance d'une gouvernance inclusive et d'une transparence institutionnelle pour garantir des services équitables et durables. Bakker (2010), quant à lui, démontre que la privatisation, sans régulation adaptée, creuse les inégalités et affaiblit la gouvernance. Enfin, une étude mondiale de l'OCDE (2015) souligne qu'il est essentiel de mettre en place des cadres institutionnels clairs et une coordination entre les secteurs pour assurer la résilience des services d'eau. Bref, sans une régulation solide et un cadre institutionnel bien établi, aucun système ne peut garantir un service continu et juste.

3.5. Durabilité environnementale

Ce critère évalue l'impact des dispositifs sur les ressources naturelles, la protection des nappes phréatiques et la réduction des risques de contamination.

Tableaux 5. Durabilité environnementale des systèmes

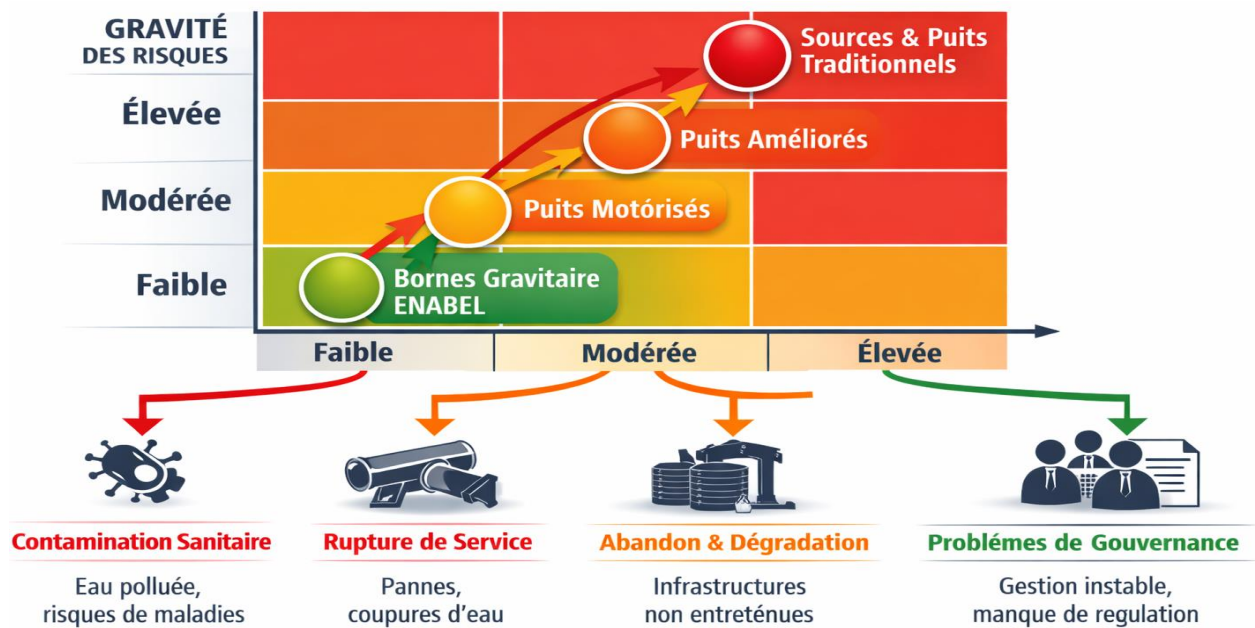
Système	Durabilité environne- mentale	Observations principaux
Sources aménagées	Faible	Exposées aux infiltrations et aux pollutions domestiques; absence de protection durable.
Puits traditionnels	Très faible	Forte vulnérabilité aux contaminations; surexploitation des nappes peu profondes.
Puits améliorés	Moyenne	Aménagements réduisent les risques, mais entretien irrégulier compromet la durabilité.
Bornes gravitaires ASUREP	Bonne	Eau protégée, infrastructures robustes; impact environnemental limité si gestion adéquate.
Forages motorisés	Moyenne	Fiables techniquement, mais risque de surexploitation des nappes et rejet social lié au goût.

À Kindu, la durabilité environnementale des systèmes d'eau révèle un contraste frappant. Il apparaît que celle-ci dépend avant tout de la capacité à protéger les ressources naturelles et à encadrer leur usage. Les systèmes simples sont particulièrement exposés aux pollutions locales, tandis que les systèmes motorisés risquent d'épuiser les nappes souterraines en l'absence de régulation. Ces observations sont corroborées par Foster et al. (2018), qui ont montré qu'en Afrique de l'Ouest, la surexploitation des nappes profondes via des forages motorisés entraîne une baisse rapide des niveaux piézométriques. De leur côté, MacDonald et al. (2012) soulignent qu'en Tanzanie, la durabilité des puits repose sur la protection des zones de captage et une régulation assurée par les communautés. Souza et al. (2025) démontrent quant à eux que les systèmes gravitaires communautaires sont plus durables lorsqu'ils intègrent la protection des bassins versants. Enfin, une étude mondiale de Howard et Bartram (2020) rappelle que la durabilité environnementale des services WASH passe par une gestion intégrée des ressources en eau et une meilleure résilience face au changement climatique. Nous en avons donc conclu que les systèmes les plus accessibles sont aussi les moins durables, tandis que les plus robustes nécessitent une régulation et une gestion institutionnelle renforcées pour éviter la dégradation des ressources naturelles.

3.6. Analyse des risques

L'évaluation des risques liés aux systèmes d'eau à Kindu repose sur une matrice qui combine la probabilité et la gravité des défaillances.

Figure 1. Analyse des risques des systèmes



En regardant ce schéma, on voit tout de suite que les vulnérabilités se classent assez logiquement selon la probabilité qu'un problème survienne et la gravité de ses conséquences. Les bornes-fontaines des ASUREP, tout en bas à gauche, sont de loin les plus sûres : elles tombent rarement en panne, et quand ça arrive, les dégâts restent limités, grâce à une gestion communautaire bien rodée et un bon soutien institutionnel. En remontant la diagonale, on trouve les forages motorisés et les puits améliorés, dans une zone intermédiaire : les risques y sont modérés, liés surtout à l'entretien et à la gestion de l'argent. Tout en haut à droite, les sources aménagées et les puits traditionnels cumulent les problèmes les plus graves et les plus fréquents – forte probabilité de contamination et lourd impact sanitaire. Cette diagonale ascendante montre bien que plus le système est informel et peu régulé, plus le risque est élevé. Elle rappelle aussi que la durabilité d'un service dépend autant de la qualité de la gouvernance que de la technologie utilisée.

Quand on compare les performances globales des différents systèmes d'eau à Kindu, on voit qu'ils s'équilibrent tant bien que mal entre fiabilité technique, équité sociale, durabilité environnementale et gouvernance. Les sources aménagées et les puits traditionnels, bien que faciles d'accès pour les populations, souffrent de graves lacunes techniques et sanitaires. Les puits améliorés font mieux, mais leur performance repose beaucoup sur l'entretien et le suivi par la communauté. Les bornes-fontaines des ASUREP se démarquent par leur bon équilibre entre durabilité, gouvernance et équité, c'est le modèle le plus cohérent. Les forages motorisés, eux, ont une performance technique élevée mais une faible inclusion sociale et une gouvernance fragile.

Cette comparaison montre bien que la performance globale ne dépend pas seulement de la technologie, mais de la façon dont se combinent régulation, financement et appropriation par la communauté. Les systèmes d'approvisionnement en eau les plus durables sont ceux qui parviennent à équilibrer ces dimensions, tandis que les plus vulnérables révèlent un décalage entre innovation technique et gouvernance locale.

4. Conclusion

L'analyse des systèmes d'eau à Kindu met en lumière une tension permanente entre accessibilité, durabilité et gouvernance. Les dispositifs les plus accessibles aux ménages pauvres, sources aménagées, puits traditionnels, sont aussi les plus fragiles sur les plans sanitaire et environnemental. Les systèmes d'approvisionnement en eau techniquement plus fiables, comme les forages motorisés et les bornes-fontaines des ASUREP, offrent une meilleure sécurité mais restent limités par leur coût et une gouvernance instable. Les puits améliorés constituent un compromis intéressant, mais ils ne sont pas encore assez répandus pour réduire les inégalités territoriales.

Les résultats des autres études dans d'autres pays confirment que la durabilité des services d'eau ne tient pas qu'à la technologie : elle dépend surtout de l'articulation entre régulation institutionnelle, financement durable et participation communautaire. Les expériences internationales montrent que les systèmes les plus performants sont ceux qui réussissent à combiner viabilité technique, équité sociale et gouvernance inclusive.

En définitive, pour que les systèmes d'eau à Kindu soient durables, il faut mettre en place un environnement favorable, qui protège les ressources, assure une régulation transparente, prévoit un financement adapté et implique vraiment les communautés. Sans ce cadre institutionnel et social, même les infrastructures les plus solides ne garantissent pas un accès équitable et pérenne.

1.1.1 RÉFÉRENCES

- [1] Acheampong, A. O., Opoku, E. E., & Tetteh, G. K. (2024). *Unveiling the effect of income inequality on safe drinking water, sanitation and hygiene (WASH): Does financial inclusion matter?* World Development, 178, 106573. doi : [10.1016/j.worlddev.2024.106573](https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2024.106573)
- [2] Amit K., Mukul A. (2024), *Addressing Groundwater Depletion Crisis in India: Institutionalizing Rights and Technological Innovations* EAC-PM Working Paper Series
- [3] Baietti, A., Kingdom, W., & van Ginneken, M. (2006). *Characteristics of well-performing public water utilities*. World Bank Working Paper No. 9.
- [4] Banque mondiale. (2022). *Water supply and sanitation in the Democratic Republic of Congo: Service delivery assessment*. Washington, DC.
- [5] Danert, K., Ouedraogo, J. P., Amadou, B., & Zombre, A. (2019). *Good practice for borehole drilling in Burkina Faso: 2017 Mission Report*. Skat Foundation, Direction Générale des Ressources en Eau (DGRE), Burkina Faso & UNICEF.
- [6] Dickin, S., Andersson, K., & Satterthwaite, D. (2023). *Inequalities in water, sanitation and hygiene: Challenges and opportunities for measurement and monitoring*. Water Security, 20, 100143. <https://doi.org/10.1016/j.wasec.2023.100143>
- [7] FAO. (2020). *The State of the World's Land and Water Resources for Food and Agriculture*. Rome : Food and Agriculture Organization.
- [8] Foster, S., Tuinhof, A., & van Steenberg, F. (2018). *Sustainable groundwater development for Africa*. Hydrogeology Journal, 26(3), 793–802.
- [9] Getachew, K., M., & al. (2024). *Water, sanitation, and hygiene service inequalities and their associated factors among urban slums and rural communities in Eastern Ethiopia*, eCollection. doi: [10.3389/fpubh.2024.1438748](https://doi.org/10.3389/fpubh.2024.1438748)

- [10] Howard, G., & Bartram, J. (2020). *Vision 2030: The resilience of water supply and sanitation in the face of climate change*. WHO/UNICEF Joint Monitoring Programme. iris.who.int/server/api/core/bitstreams/03107a34-599c-4fd5-9ac3-60d8f59e4e74/content
- [11] Hunter, P. R., MacDonald, A. M., & Carter, R. C. (2010). *Water supply and health*. *PLoS Medicine*, 7(11), e1000361. <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1000361>
- [12] Jiménez, A., & Pérez-Foguet, A. (2010). *Challenges for water governance in rural water supply: Lessons from Tanzania*. *International Journal of Water Resources Development* 26(2):235-248 doi:[10.1080/07900621003775763](https://doi.org/10.1080/07900621003775763)
- [13] Kayser, G. L., Moriarty, P., Fonseca, C., & Bartram, J. (2019). *Domestic water service delivery indicators and frameworks for monitoring, evaluation, policy and practice*. *International Journal of Environmental Research and Public Health – Switzerland*. doi:10.3390/ijerph10104812
- [14] MacDonald, A. M., Bonsor, H. C., Dochartaigh, B. É. Ó., & Taylor, R. G. (2012). *Quantitative maps of groundwater resources in Africa*. *Environmental Research Letters*, 7(2), 024009. 10.1088/1748-9326/7/2/024009
- [15] Moriarty, P., Smits, S., Butterworth, J., & Franceys, R. (2013). *Providing sustainable water services at scale: Lessons from rural water supply*. Practical Action Publishing.
- [16] PNUD. (2023). *Rapport national sur le développement humain en RDC*. Kinshasa.
- [17] Souza, G., Santos, C., & Lisboa, É. (2025). *Water, Sanitation, and Hygiene in Urban Areas: A Review*. *Water* 2025, 17(17), 2634; <https://doi.org/10.3390/w17172634>
- [18] UN-Habitat. (2022). *World Cities Report 2022: Envisaging the Future of Cities*. Nairobi: United Nations Human Settlements Programme.
- [19] WHO & UNICEF. (2021). *Progress on household drinking water, sanitation and hygiene 2000–2020: Five years into the SDGs*. Geneva: World Health Organization.
- [20] Zhang, L., Liu, Y., & Huang, X. (2023). *Targeted opportunities to mitigate water scarcity, inequality, and inequity embedded in international food trade for vulnerable countries*. *Water Research*, 267, 122568. doi:[10.1016/j.watres.2024.122568](https://doi.org/10.1016/j.watres.2024.122568)