

PROGRAMME VILLAGES ASSAINIS, INDICATEUR WASH ET ÉVOLUTION DES MALADIES D'ORIGINE HYDRIQUE DANS LE GROUPEMENT D'IRHAMBI-KATANA

MAHESHE AMANI Venant

Université de Développement Durable en Afrique Centrale

amanivenant06@gmail.com

Résumé

Le Programme national village assaini de la RDC s'inscrit dans une stratégie de développement autocentré impliquant les comités et les familles dans l'action de développement durable qui se réalise avec le concours et la participation des bénéficiaires.

En milieu rural un bon niveau d'instruction est nécessaire pour adopter de bons comportements en cette matière en vue de l'amélioration de l'état de santé des populations. Cette problématique concerne 70% des personnes vivant en milieu rural de la RD Congo. Ce Programme repose sur la gestion, l'utilisation de l'eau, de l'hygiène et de l'assainissement.

Cette problématique est d'un très grand intérêt dans l'amélioration de l'état de santé de la population, surtout rurale, car le taux d'alphabétisation est plus bas en milieu rural qu'en milieu urbain

L'eau insalubre est aussi un grand véhicule des maladies dites d'origine hydrique ces maladies sont notamment le choléra, la fièvre typhoïde, la dysenterie amibienne ou amibiase, la poliomyélite, les diarrhées simples et sanglantes, la schistosomiase, la malnutrition protéine-énergétique, le paludisme et la filariose.

Les mauvaises conditions d'assainissement, la rareté et la mauvaise qualité de l'eau de boisson et les mauvaises pratiques d'hygiène sont les grands assassins de petits enfants surtout ceux de moins de 5 ans.

Le Programme Village Assaini a commencé ses activités en Zone de santé rurale de Katana en 2006 selon le processus suivant : collecte des données sanitaires en termes de logigramme de maladies : EHA, informations et formations sur le Programme.

Ce sont les villages avec les logigrammes les plus chargés qui ont été choisis pour bénéficier des actions du programme. Le processus devait aboutir à la certification de village. Pour y arriver, il fallait passer par 8 pas du processus qui s'achève avec une évaluation positive avec un score minimum de 80%, qui se confirme par sept normes remplies dont un comité du village dynamique, une accessibilité à l'eau potable, un assainissement de base assuré, une gestion correcte des ordures ménagères, de bonnes pratiques d'hygiène, une connaissance suffisante sur la transmission des maladies et un village sans défécation à l'air libre.

L'étude cible des aires de santé de Mugeru, Kabushwa, Kabamba, Ihimbi, Kadjucu, Mabungu

Le Programme a amélioré des conditions socio sanitaires dans ces aires de santé. Malheureusement certaines aires de santé de l'axe nord (Kadjucu, Kabushwa) et sud-est (Irambira, Cishugi, Lugendo, Ibinja, Ishungu) n'ont pas bénéficié d'interventions efficaces de ce programme. Le gouvernement congolais devrait continuer le même programme dans ces villages et beaucoup d'autres sur l'ensemble du pays.

Mots-clés : Programme, EAU, Hygiène, Assainissement, Village Assaini

Abstract

The Democratic Republic of the Congo's National Healthy Village Program (Programme National Village Assaini) is part of a self-centered development strategy that involves committees and families in sustainable development efforts, achieved with the help and participation of the beneficiaries themselves.

In rural areas, a good level of education is necessary to adopt appropriate behaviors in this field to improve the population's health status. This issue affects 70% of people living in rural areas of the DRC. The program relies on the management and proper use of water, hygiene, and sanitation.

This issue is of paramount importance for improving the health status of populations, especially in rural areas, where literacy rates are lower than in urban areas.

Unsafe water is a major vector for waterborne diseases, including cholera, typhoid fever, amoebic dysentery or amebiasis, poliomyelitis, simple and bloody diarrhea, schistosomiasis, protein-calorie malnutrition, malaria, and filariasis, among others. Poor sanitation conditions, scarcity and poor quality of drinking water, and inadequate hygiene practices are major killers of young children, particularly those under 5 years old.

The Healthy Village Program began its activities in the Katana rural health zone in 2006 through the following process: collecting health data via disease logic diagrams related to WASH, followed by information and training on the program.

Villages with the highest disease burden according to the logic diagrams were selected to benefit from the program's interventions. The process was designed to lead to village certification. Achieving certification required completing eight steps, culminating in a positive evaluation with a minimum score of 80%. This score is confirmed by meeting seven specific standards:

1. A dynamic village committee
2. Access to safe drinking water
3. Basic sanitation coverage
4. Proper household waste management
5. Good hygiene practices
6. Sufficient knowledge of disease transmission
7. Open defecation-free (ODF) status

The study targets the health areas of Mugeru, Kabushwa, Kabamba, Ihimbi, Kadjucu, and Mabingu.

While the program improved socio-sanitary conditions in these health areas, certain areas along the northern axis (Kadjucu, Kabushwa) and the south-eastern axis (Irambira, Cishugi, Lugendo, Ibinja, Ishungu) did not receive effective interventions. The Congolese government should continue this program in these villages and many others across the country.

Keywords: Program, WASH, Water, Sanitation, and Hygiene, Healthy Village

INTRODUCTION

Le Programme national Village Assaini de la République Démocratique du Congo s'inscrit dans une stratégie de développement autocentré et impliquant les comités et les familles dans l'action de développement durable se fait avec le concours et l'action de bénéficiaires.

La communauté est appelée à identifier par elle-même les problèmes mais aussi les bonnes pratiques en relation avec l'eau, l'assainissement et l'hygiène des familles (MSP-ESP, 2010).

1. Problématique

Ce programme repose sur la gestion, l'utilisation de l'eau, de l'hygiène et de l'assainissement. Cette problématique est d'un très grand intérêt dans l'amélioration de l'état de santé des populations surtout rurales, car le taux d'alphabétisation est plus bas en milieu rural qu'en milieu urbain. Un certain niveau d'instruction est nécessaire pour adopter de bons comportements en matière d'eau, hygiène et assainissement. Sur l'ensemble de la population du pays dépourvue de point d'eau amélioré, 70% vit en zone rurale. L'utilisation des points d'eau non améliorés est quatre fois plus élevée en milieu rural qu'en milieu urbain.

Cette eau est malheureusement insuffisante aussi bien en Afrique, au Congo et même dans notre milieu d'étude. Trente-sept millions des congolais vivent dans les zones rurales et périurbaines n'ont pas accès à l'eau potable (MSP-EPSP, 2011). Le S/K est de 45,9%.

L'eau source de vie sans laquelle la vie est impossible est aussi un grand véhicule de maladies dites d'origine hydrique ; maladies liées à l'eau et hygiène sont notamment le choléra, la fièvre typhoïde, la dysenterie amibienne ou amibiase, la poliomyélite, les diarrhées simples et sanglantes, la schistosomiase, protéine-calorifique et le paludisme, la filariose.

Remarquons aussi qu'une eau contaminée entraîne des maladies nutritionnelles comme la verminose, la malnutrition protéine-énergétique avec des conséquences psychologiques des enfants atteints.

Une mauvaise hygiène quant à elle peut être source des principales maladies endémo-épidémiques. Ces maladies sont combattues par l'eau: la gale, les poux, la lèpre, la mycose etc.. D'autres maladies transmises par l'eau de boisson sont l'oxyure, le goitre, le fluorose, la carie dentaire, insuffisance de fluor, la méthémoglobinémie, plomb (FSPwash, 2018).

Certaines principales maladies liées à l'assainissement sont particulièrement le paludisme avec le taux de mortalité le plus élevée du pays, de la province du Sud-Kivu et les autres pathologies sont la fièvre typhoïde, filariose, la schistosomiase. Le respect de l'hygiène nous permet d'éviter beaucoup de ces maladies. Le Département de L'Education et la section Wash de l'UNICEF montrent que les mauvaises conditions d'assainissement, la rareté et la mauvaise qualité de l'eau et les pratiques d'hygiènes inadaptées sont catastrophiques pour les enfants en bas âges et les jeunes enfants, surtout de moins de 5 ans.

Avec près de 70 millions d'habitants, la RD Congo est l'un des pays d'Afrique avec un bas taux d'accès à l'eau potable et à l'assainissement. (MICS 2010 et Enquêtes conjointes OM-UNICEF). Un bon lavage des mains c'est-à-dire à l'eau potable et au savon ou cendre nous permet d'éviter beaucoup des maladies mortelles. Il y aurait beaucoup moins des maladies dans le monde si chacun allait encore seul dans des latrines bien propres et se lavait souvent les mains au savon ou à la cendre (Idem, 2010).

La situation en milieu rural et péri-urbain est tend à être plus préoccupante.

Sur une population rurale en RDC de 49 millions, 34 millions d'habitants n'ont pas d'accès à l'eau potable (soit 9 %) et 47 millions à l'assainissement de base soit 69 %. La situation est catastrophique parce que seulement 31 % ont accès à l'eau potable et 4 % à l'assainissement de base. Cette situation est de 2014. En effet, dans une étude de 2019 portant sur le programme VEA, en Janvier démontre que près de 51 millions de personnes localisées principalement en milieu périurbain et rural n'ont pas accès à l'eau potable dans le pays et seul 10% ont accès à un assainissement hygiénique. Nous comprenons qu'avec l'accroissement inquiétant de la population, la situation s'est aggravée.

2. Historique

Les domaines de l'eau, de l'hygiène et l'assainissement sont longtemps restés comme négligés. Alors que de ces trois indicateurs dépendent la plupart des états épidémiologiques, morbidiqes de beaucoup de populations du monde. Ce domaine préoccupe beaucoup de gouvernements qui le placent en ordre utiles dans leur plan de développement ; malheureusement ils n'y consacrent pas encore des moyens financiers proportionnels à leur importance dans la survie des populations.

Nous remarquons aussi que ce secteur est pauvre en données scientifiques car il est négligé et les connaissances scientifiques sur les ressources en eau du pays sont encore faibles du fait du manque d'attention en matière de recherche alors que la demande interne en eau et celle des pays du Nord et Sud du continent deviennent de plus en plus pressantes (Binja CJ,2019).

Ce programme a démarré en RD Congo vers les années 2006 par la collecte des données sanitaires en termes de logigramme des maladies c'est-à-dire une liste des maladies liées aux indicateurs ci-haut cités et classées en ordre d'importance selon leur niveau de mortalité ou leur impact négatif sur la santé publique.

S'en est suivi une série d'informations et des formations en rapport avec ce programme. Après la formation des formateurs provinciaux les formations ont été élargies aux différentes zones de santé des différentes provinces de la RD Congo. La zone de santé de katana a été sélectionnée parmi les zones pilotes de ce programme dans la province du Sud-Kivu.

Partant des différents logements sanitaires des villages le choix a été opéré dans certaines aires de santé. Pour qu'un village soit certifié assaini, il doit réunir sept conditions ou normes:

Disposer d'un comité dynamique, accéder à l'eau potable, réussir un assainissement de base, bien gérer les déchets et ordures ménagers, lavage correcte des mains, Connaitre le Schéma de transmission des maladies, le village est propre et sans défécation à l'air libre.

Les premiers villages après le processus pas à pas de ce programme ont été certifiés assainis fin 2008 début 2009. Le programme VA suit un processus pas à pas de 8 cas dont le pas 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 et 8.

- ✓ Pas 1 Collection des informations générales sur le village
- ✓ Pas 2 Engagement mutuel avec la signature
- ✓ Pas 3 Évaluation n°1: Enquête CAP initiale
- ✓ Pas 4 Gouvernance locale : élections des membres de comité VA. Les candidats sont issus de la communauté impliquée. Les élections sont transparentes et démocratiques.
- ✓ Pas 5 Planification communautaire : élaboration des actions pour mener le village à la certification.
- ✓ Pas 6 Action de base communautaire: Date de début du plan d'activités. type de point d'eau, coordonnées GPS du point d'eau, nombre de points d'eau, nombre des latrines, nombre de lave-mains, nombre de trous à ordures- fin de L'exécution du plan d'action.
- ✓ Pas 7 Évaluation finale : Enquête CAP finale. Si les normes sont atteintes, les villages sont certifiés assainis. Les normes de certification et leurs scores respectifs sont les suivants :

Norme 1 Comité dynamique, qui travaille se réunit régulièrement en produisant des rapports (50% de score)

Norme 2 Accès à l'eau potable : utilisation des latrines hygiéniques (84%)

Norme 3 Assainissement de base ; utilisation de latrines hygiéniques (80% ou plus)

Norme 4 Gestion correcte des ordures ménagères (80% ou plus)

Norme 5 Bonnes pratiques d'hygiène, connaître au moins deux moments critiques de lavage des mains, bonne façon de se laver les mains (80% ou plus)

Norme 6 Connaissance de la transmission des maladies : connaître les éléments et canaux de transmission des maladies (70% ou plus)

Norme 7 Le village est propre : Aucune défécation à l'air libre dans ce village.

3. Les objectifs de l'étude

3.1 L'objectif global

- Evaluer les activités eau, hygiène et assainissement dans les villages cibles du Programme VEA depuis 2006 dans le Groupement d'Irhambi-Katana

3.2 Les objectifs spécifiques

- Analyser la morbidité due aux maladies d'origine hydrique comparées à l'Eau, Hygiène et Assainissement dans les aires de santé concernées.
- Evaluer les normes du programme VA comparées à cette morbidité.
- Récolter les données d'enquête sur l'EHA dans ces AS ciblées.
- Proposer des stratégies sur la santé de la population bénéficiaire.

4. Les questions de recherche

Quels sont les obstacles que rencontrent les villages en processus du programme VA?

Quelles sont les problèmes que rencontrent les activités d'EHA

Les questions spécifiques de cette recherche sont :

- Quels sont les problèmes rencontrés en activités EHA dans ces aires de santé ?
- Quelles sont les conséquences entraînées par ces difficultés ?
- Quelles stratégies à mettre en place pour améliorer cette situation ?

5. Méthodologie

a) Techniques, matériels et méthodes

- **Techniques**

Pour récolter les données, nous avons utilisé les techniques suivantes :

- L'observation simple et participante. Je suis un superviseur EHA dans ce programme depuis plusieurs années jusqu'à ce jour. L'observation consiste à observer le fait et à découvrir tous les facteurs qui le composent ou qui l'influencent. Elle est pratiquée à l'aide de la perception ou d'instruments spécifiques, en choisissant le beau temps et meilleur moment pour bien observer.

- La technique documentaire : Les archives, notamment celles du service National d'information Sanitaire (SNIS) ont été attentivement, soigneusement et objectivement consultées de 2006 à 2016.

- La technique du questionnaire a été utilisée pour récolter les connaissances, attitudes et les pratiques des ménages impliqués pour y découvrir les difficultés, les causes, les conséquences liées aux activités EHA du programme.

- La technique d'interview de groupe et celle du focus groupe : la première a posé de questions sur le thématique Eau, hygiène et Assainissement et par les discussions on harmonisé les compréhensions et significations et l'on minimisé si pas évité les éventuels billets qui pouvaient survenir.

- **Méthodes et matériels**

- La méthode historique a permis de placer l'historique du programme VEA dans cette étude et de présenter les principales étapes de ce travail et les différentes pathologies dans les airs de santé du Groupement étudié.

- La méthode descriptive : les données récoltées sont décrites en ciblant les principales composantes du thème de l'étude. Cette méthode est intervenue pratiquement à toutes les étapes de ce travail, du début à sa fin.

- La méthode analytique est intervenue pour disséquer les différentes parties du sujet d'études. Elle nous a permis d'interpréter et de discuter les résultats produits par cette recherche. Cette méthode a permis de décomposer les sujets en élément constitutif pour en ressortir des idées et significations pertinentes de l'étude. L'eau, l'hygiène et l'Assainissement sont liés par des relations étroites avec une corrélation qui influence significativement l'incidence, la morbidité-mortalité de maladie d'origine hydrique dans ce milieu d'étude.

- La méthode comparative a servi à comparer les résultats des enquêtes comportement attitudes et pratiques aux résultats récoltés des échantillons représentatifs des ménages. Elle nous a permis de confronter les données de des années 2006 aux celles des autres années jusqu'en 2016 et de 2023-2024 pour dégager un impact significatif concernant l'évolution des différentes maladies d'origine hydrique et celles attribuables aux activités du Programme VA.

- La méthode synthétique : elle a servi à rédiger le subsistât-résumé de chacune de grandes parties de l'étude et la conclusion. Les idées extraites des données sur l'eau, l'hygiène et l'Assainissement sont récoltées et mises sous une forme chiffrée quantitative. Les nombres des cas de chaque maladie par année d'étude ainsi que les scores pour chaque norme d'évaluation du programme VA.

- La méthode statistique : les données récoltées sont quotidiennes et mises en tableau permettant des analyses systématiques et scientifiques.

L'étude se réalise en 2 étapes, de 2006 à 2016 période de pleine exécution du Programme de bien documenter la 2^{ème} étape 2023-2024 période de référence pour l'évaluation d'impact. De 2017 à 2022, les données n'étaient pas disponibles pour ce travail. Le groupement d'Irhambi katana a six localités Ihimbi, Kabushwa, Kadjucu, Mabingu et Mugeru. La population totale au moment de l'étude est de 37626 habitants soit 6271 ménages. Le groupement est subdivisé en 36 villages dont 4 à Ihimbi, 9 à Kabamba, 7 de Kabushwa, 5 Kadjucu, 3 de Mabingu 8 dans Mugeru.

L'échantillon pour les enquêtes CAP est de 19 ménages par villages. Les indicateurs Wash sont les suivant : pour l'eau nous retenons la disponibilité et l'accessibilité en eau potable, la qualité de l'eau ainsi que le plan de la sécurité de cette eau. L'eau est disponible dans un ménage si chaque membre dispose de 30l d'eau chaque jour. Est accessible l'eau qu'on se procure à plus 30 minutes de marche aller = retour de la maison au point de puisage.

Les indicateurs de l'hygiène sont la propreté du corps l'hygiène des aliments et ustensiles des cuisine, le nombre et l'utilisation des latrines hygiéniques par les ménages, la propreté des parcours.

La statique méthodologique utilisée c'est la descriptive !

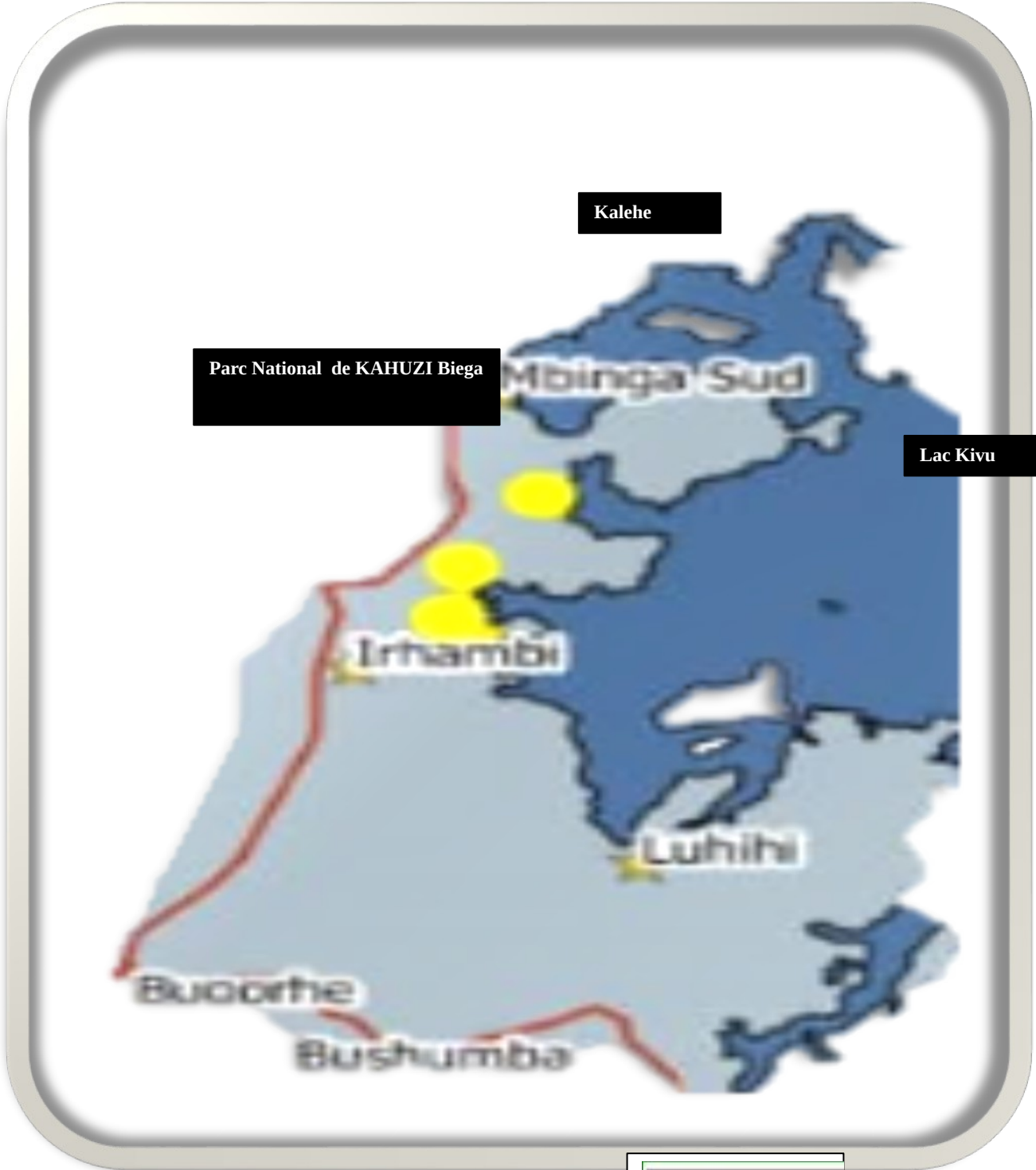
Pour limiter le biais dans cette technique, j'ai considéré le degré de fréquence et des faits et phénomènes qui se répètent de la même manière dans toutes les circonstances comme plus valable. Cette validité était souvent confirmée par d'autres méthodes et techniques.

Une discrétion était observée sur les réponses et déclaration de la population cible intéressée contactée et les données étaient soigneusement écrites sur des blocs-notes et un cahier registre sur lesquels nous pouvons encore nous ressourcer.

b. Définition des indicateurs Wash

Les maladies d'origine Hydrique peuvent se classer en maladies causées par l'eau de boisson sont le choléra, la diarrhée, la fièvre typhoïde, la poliomyélite, dysenteries bacillaire et amibienne l'ascaridiose, l'oxyure, le goitre, la fluorose, la carie dentaire, méthémoglobinémies, (excès de plomb) etc. Celles causées par le contact avec l'eau et celles de son environnement Les paludismes, la trypanosomiase/ maladie du sommeil, celles causées par le contact avec l'eau : l'ankylostome, la bilharziose ou maladie transmise par l'eau près de laquelle on vit. L'onchocercose ou cécité de rivière etc... Il ya aussi des maladies combattues par l'eau, la gale, les poux, la lèpre, la mycose etc...

c. Milieu d'étude



- Situation géographique
- Localisation

Le Groupement d'Irhambi/Katana est situé à 40 km de la ville de Bukavu de part et d'autre de la grande route Bukavu-Goma. Il est situé entre 2°23'19" et 2°15'55" latitude Sud et entre 28°3'9" longitude Est.

Ses limites sont :

Au Nord : La rivière NYabarongo et le territoire de Kalehe

Au Sud : Le Groupement de Bugorhe

A l'Est : Le Lac Kivu

A l'Ouest : Le Parc National de Kahuzi Biega

A l'Est : Sa superficie est de 175 m² avec une population totale de 72774 habitants en 2023 soit une densité moyenne de 416 habitants par km².

- **Le relief**

Irhambi-Katana est un plateau avec 3 principales collines avec des altitudes variant entre 1500 m et 1600 m dans sa partie centrale, va jusqu'à plus de 1900 m aux confins du Parc Kahuzi-Biega.

- **Le climat**

Le climat est doux de type tropical humide. La haute température est modérée par l'altitude et la proximité du Lac Kivu.

La température moyenne plus chaude est de 25°C et la plus fraîche est de 17°C avec une amplitude thermique moyenne de 8°C.

Le milieu donne deux saisons dont la saison de pluie et la saison sèche.

La première dure 9 mois, de septembre à juin et la 2^{ème}, 3 mois de juin à Août.

La moyenne annuelle des pluies est de 1600 mm

Les sols sont généralement fertiles car d'origine volcanique. D'autres sont argilo-sablonneux. On y trouve aussi des sols alluvionnaires dans les marais et vallées autour des rivières et ruisseaux. Les érosions ont commencé à sévir surtout sur des terrains en pente sans couvert végétal occasionnant des dégâts jusqu'à des pertes de vies humaines, des personnes sont emportées par des torrents, des eaux, des fortes pluies.

La population cible : elle est représentée dans le tableau synoptique ci- après :

Tableau n°1 Situation démographique du Groupement d'Irhambi-Katana

Village	Hommes		Femmes		Garçons		Filles		Total	
	Effectifs	%	Effectifs	%	Effectifs	%	Effectifs	%	Effectifs	%
Mwanda	8817	60	5235	43	8204	36	4944	21	27200	37
Mabingu	5712	10	1850	15	4212	18	4367	19	11929	16
Kabushwa	963	7	1338	11	2851	13	3498	15	8650	12
Kadjucu	1891	13	1893	16	3602	16	5499	24	12885	18
Kabamba	1554	10	1836	15	3994	17	4726	21	12110	17
Total	14725	100	12152	100	22863	100	23034	100	72774	10

Source : Bureau de L'État civil d'Irhambi- Katana

En lisant ce tableau de gauche vers la droite on a les proportions des hommes, des femmes, des garçons, des filles et des totaux par village. Par exemple, le plus grand village Mwanda a 60% d'hommes, 43% des femmes, 36% de garçons, 21% des filles et 37% au total, ainsi de suite pour Mabingu, Babushwa, Kadjucu et Kabamba.

2. Contexte économique

L'économie du milieu repose sur les activités agricoles, de l'élevage, la pêche, l'artisanat, le petit commerce. La Population vit principalement de l'agriculture et du petit commerce. Les principales cultures sont le manioc, le haricot, le maïs, les patates douces, les arachides quelques produits maraichers : la canne à sucre,

les amarantes, les tomates, les aubergines, choux.. L'élevage est celui des chèvres, des pores et de la basse-cour. Le gros bétail est rare par manque de pâturage sauf quelques propriétaires fonciers qui élèvent quelques têtes de bétails. L'élevage de porc est répandu. La pêche est pratiquée sur le lac niveau mais la pisciculture presqu'inexistante. Le petit commerce est celui des produits manufacturés achetés en ville et répandu dans des kiosques et marchés locaux. On vend aussi quelques boissons importées et locales.

L'artisanat occupe les briquetiers, couturiers, les menuisiers, les scieurs et les soudeurs. Il y a beaucoup d'opportunités pour y améliorer l'économie.

RÉSULTATS DE L'ETUDE

Ces résultats concernent successivement le début du programme VA dans la Zone de santé de Katana avec le logigramme des pathologies/maladies d'origine hydrique.

Tableau n°2 Logigramme des pathologies d'origine hydrique en 2006.

Noms des aires de santé	Ihimbi		Kabamba		Kabushwa		Mugeri	
Pathologies	Effectif	%	Effectif	%	Effectif	%	Effectif	%
Choléra	35	3	0	0	32	2	23	0
Diarrhées sanglantes	9	1	42	3	33	2	32	1
Paludisme	0	0	1106	76	1661	84,5	5124	89
Fièvre typhoïde	8	1	7	0	2	0	84	1
Schistosomiase	781	73	0	0	25	1	109	2
Amibiase	241	22	251	18	168	8,5	220	4
Malnutrition	ND		64	4	37	2	168	3
Total	1074	100	1470	100	1958	100	5760	100

Les données de 2006 ne sont pas disponibles pour les aires de santé Kadjucu et de Mabingu. Dans Ihimbi, Pour Kabamba, le paludisme avec 1106 cas soit 76% des cas occupent la première place; l'amibiase avec 241 cas (22%) occupe la seconde place avec 42 cas soit 3% des cas; les diarrhées simples prennent la troisième place ; le choléra avec 35 cas (3%) occupe la quatrième. Les mba Diarrhées sanglantes 9 cas (1%) et 8 cas (1%) de Schistosomiase seraient les dernières. Mais il n'y a pas eu de fièvre typhoïde et la donnée de la malnutrition protéino-énergétique n'est pas disponible.

L'une de ces pathologies graves, c'est le choléra dont l'évolution est ici-bas présentée de 2007 à 2012.

Tableau n°3 Evolution de la morbidité liée au Choléra dans la zone de santé de Katana de 2007 à 2012

Années	Nombre de cas		Décès	
	Effectif	%	Effectif	%
2007	340	12	8	2.3
2008	331	12	2	0.6
2009	582	21	5	0.8
2010	685	25	5	0.7
2011	696	25	0	0
2012	150	5	3	2
Total	2784	100	23	5.6

Sources: Rapport annuel 2012 de la Zone de santé de Katana

En 2007, la létalité due au choléra était de 12%. En 2009 elle était de 21% et de 25% en 2010 et 2011. En 2012 les cas ont chuté jusqu'à 5%. Les décès représentent successivement 2,3% en 2004, 0,6% en 2008%, 0,8% en 2009, 0,7% en 2010 et 2% en 2012, soit un taux de mortalité total de 5,6%.

Tableau n°4: Villages certifiés de 2008 à 2016 en Groupement d'Irhambi-Katana

Aires de santé	Nombre des villages	Ménage par village		Noms des villages et des ménages
		Effectif	%	
Ihimbi	10	1842	24	Ihimbi 1, 2, 3, 4, 5 et 6 avec 200 ménages, Buhini 1et 2 200, Ludubuiwa 90, Nyabulindo 200
Kabamba	8	1548	21	Butamu 200,Cifinjo 1 20, Kahanga Kaboneke 200, Luhamagaliro 200, Nyakalorwa 200 et Ruvoma 51
Kabushwa	7	1407	19	Cahoboka 1,2,3,4 et 5 200 chacun, Cibimbi 1 et 2
Kadjucu	7	854	11	Irangera 1 et 2 200 chacun plus Mbarhi 53 et Lubona 200
Mabingu	3	293	4	Magege 85, Ntagalulwa 100 et Kanyamuera 108
Mugeri	8	1600	21	Burhalange,Cibimbi 3 et 4, Kabugizi, Kalambagi, Mwanda, Nyalubamba 200 ménages chacun.
Total	43	7550	100	

Source : Rapport VA BCZ/Katana

Dans l'aire de santé d'Ihimbi à cette époque, huit villages étaient certifiés avec 1848 ménages sur 7550 soit 24%, Kabamba, 1548/7550 soit 20%; Kabushwa 1407/7550 soit 19%, Kadjucu 854/7550 soit 11%; Mabingu 293/7550 soit 4% et Mugeri 1600/7550 soit 21%. Les noms des villages et le nombre des ménages sont précis dans la colonne observation. C'est sur base du précédent Logigramme n°2 que ces villages ont été choisis pour entrer dans ce programme VA.

Tableau n°5 Logigramme A S Muger, 2006-2009 et 2013

Muger								Kabushwa							
N°	Patho,	2006	%	2009 (8315)	%	2013	%	2006		2009		2013		2016	
								Cas	%	cas	%	Cas	%	cas	%
1	Choléra	23	0,5	26	1	0	0	32	1,5	64	0,5	0	0	2	0
2	Diar sa	32	0,5	12	0	6	0	33	1,5	52	0,5	0	0	21	1
3	Palu	5124	66	1962	49	1299	76	1661	80	5364	42	3116	76	2252	70
4	F,T	84	1	50	1	97	6	2	0	22	0	13	0	24	0
5	Schisto	109	1	63	2	0	0	25	1	26	0	0	0	0	0
6	Diar S	220	3	293	7	152	9	168	8	867	7	519	13	359	11
7	Amibi	168	2	92	2	107	6	118	6	4710	37	268	7	346	11
8	MPE	2057	26	1530	38	51	3	37	2	1730	13	163	4	217	7
	Total	7817	100	4028	100	1712	100	2076	100	9153	100	4079	100	3438	100

Mugeri :

En 2006 et 2009, le nombre de cas de choléra a augmenté (23 et 26 cas; en 2013, il n'y a pas eu de cas. Les diarrhées sanglantes ont sensiblement diminué entre ces deux années, de 32 à 12 cas et 6 cas en 2013. Le paludisme a diminué mais les cas étaient toujours nombreux (5124, 1962 et 1299). La fièvre typhoïde a fluctué de 84 cas en 2006 à 50 cas en 2009, 97 cas en 2013 malgré toutes les stratégies mises en œuvre par la riposte. La schistosomiase a diminué au point d'atteindre zéro cas en 2016. Les Diarrhées simples ont fluctué de 220 cas en 2006 à 293 en 2009 et 152 en 2016. L'amibiase a très peu baissé allant de 168 cas en 2006 à 92 cas en 2009 et 107 cas en 2013. La malnutrition protéino-énergétique a moins baissé de 2006 à 2009 et en 2013, elle a atteint 51 cas.

Kabushwa

Le choléra a fluctué : de 32 cas (1,5%) en 2006, 64 cas (0,5%) en 2009, pour chuter à deux cas en 2016.

A part le choléra, la diarrhée sanglante 33 cas (1,5%) en 2006 et la schistosomiase 25 cas (1%) ont baissé ; toutes ces autres pathologies ont dangereusement augmenté surtout en 2006 et 2009. De 2013 à 2016, le paludisme 3116 cas soit 76% a légèrement diminué ainsi que la diarrhée simple 168 cas soit 8% en 2006, 867 cas (7%), 519 cas (13%) en 2013 et 359 cas (11%) en 2016. Toutes les six autres maladies ont augmenté.

Tableau n°6 Logigramme Aire de santé d'Ihimbi et Kabamba

IHIMBI										KABAMBA					
N°	Patho,	2006		2009		2013		2016		2006-2007		2013		2016	
		Cas	%	Cas	%	Cas	%	Cas	%	Cas	%	cas	%	cas	%
1	Choléra	35	3	28	3	28	2	1	0	0	0	15	0	21	1
2	Diar sa	9	1	40	4,2	32	2	25	1	42	3	8	0	6	0
3	Palu	ND	ND	ND	ND	ND	ND	2642	66	1106	76	2897	69	2515	77
4	F,T	0	0	0	0	0	0	30	1	7	0	20	0	23	1
5	Schisto	8	1	32	9,3	142	10	101	3	0	0	0	0	0	0
6	Diar S	781	73	739	78	960	65	542	14	251	17	541	13	458	14
7	Amibi	241	22	109	11,5	315	21	561	14	48	4	450	11	139	4
8	MPE	ND		ND		ND		54	1	0	0	293	7	104	3
	Total	1074	100	948	100	1474	100	3956	100	1454	100	4224	100	3266	100

IHIMBI

Le choléra a été rapporté, en 2007, 35 cas (3,26 %), 28 cas (2,95 %), en 2009 et 28 cas (2%) en 2013 et 1 cas (0,25 %) en 2016.

Pendant 3 ans, il n'y a pas eu de fièvre typhoïde et en 2016 il y a eu 30 cas mais le paludisme n'était pas rapporté les 3 premières années, mais 2642 cas ont été rapportés en 2016 ainsi que 54 cas de MPE cette même année. La schistosomiase a presque augmenté des cas (8, 32,142 et 101 cas de 2007 à 2016. Ce sont les diarrhées sanglantes 9 cas (1%) en 2007, 40 cas (4,2%) en 2009, 32 cas (2%) en 2013 et 25 cas (14%) en 2016 qui ont pris la première place suivie de l'amibiase qui a baissé une fois puis progressé sensiblement (241, 109, 315 et 561 cas). Et les Diarrhées simples 781 cas (73%) en 2007, 960 cas (65%) en 2013 et 542 cas (14%) en 2016. Des diarrhées simples ont fluctué entre les 4 années (781, 739, 960 et 542 cas en 2016).

KABAMBA

Jusqu'en 2009, aucun cas de choléra n'a été rapporté. En 2013, 15 cas (0,33%) et 21 cas (1%) en 2016. La diarrhée sanglante a progressivement baissé de 42 à 6 cas. Le paludisme continue à garder sa première place mais fluctueux ; en 2007, 1105 cas (76 %), 2897 cas 69% en 2013 et 2515 cas (77%) en 2016. Les autres pathologies se suivent comme suit : la fièvre typhoïde a augmenté de cas durant les 3 ans (7,20, et 23 cas). Il n'y a pas eu de schistosomiase durant les 3 ans. Diarrhées simples 251 cas (17,2%) en 2006-2007, 541 cas (13%) en 2009 et 458 cas (14%) en 2016. l'amibiase, 48 cas 3,3 %, 450 cas (11 %) en 2013 et 139 cas (4%) en 2016, MPE 293 cas (7%) en 2013 et 104 cas (3%) en 2016. Il n'y a pas eu de cas de MPE en 2006 et 2007.

Tableau n°7 Tableau comparatif de cas de 2006 à 2016

N°	Années Pathologie /Nbre cas/AS	Mugeri		Kabushwa		Ihimbi		Kabamba		Total
		2006	2016	2006	2016	2007	2016	2006	2016	
1	Choléra	23	0	32	2	31	1	0	21	110
2	Diarrhée sanglante	32	6	33	21	9	25	42	6	174
3	Paludisme	5124	1299	1661	2257	ND	2642	1106	2515	16604
4	Fièvre typhoïde	84	97	2	24	0	30	7	23	267
5	Schistosomiase	109	0	25	0	8	101	0	0	243
6	Diarrhée simple	220	152	168	359	781	542	251	458	2931
7	Amibiase	168	107	118	346	241	561	48	139	1728
8	MPE	2057	51	37	217	ND	54	0	104	2520

Quatre aires de santé du Groupement d'Irhambi Katana sont ici concernées par les huit pathologies inscrites dans ce dernier tableau. Ces données sont réparties de la manière suivante : l'aire de santé de Mugeri (2006 et 2016), Kabushwa (2006 et 2016), Ihimbi (2007 et 2016). Les cas de choléra ont augmenté de 23 à 31 cas, à Kabushwa il y a eu baisse de 32 à 2 cas, à Ihimbi de 31 à un cas et Kabamba de 0 à 21 cas.

La diarrhée sanglante : Mugeri 32 à 6 cas, Kabushwa 33 à 21 cas, Ihimbi 9 à 25 cas, et Kabamba 42 à 6 cas.

Le paludisme : Mugeri 5124 à 1299 cas, Kabushwa 1661 à 2267 cas, Ihimbi ND à 2642 cas et Kabamba 1106 à 2515 cas.

La fièvre typhoïde : 84 à 97 cas, Kabushwa 2 à 24 cas, Ihimbi 0 à 30 cas et Kabamba 7 à 23 cas.

La schistosomiase : Mugeri 169 à 0 cas, Kabushwa 25 à 0 cas, Ihimbi 8 à 101 cas et Kabamba zéro cas.

La diarrhée simple : Mugeri Il y a une baisse sensible de tous les cas pathologiques est visible dans l'aire de santé de Mugeri. Il en serait de même dans l'aire de santé de Kabushwa sauf pour les diarrhées simples, l'amibiase et la malnutrition protéino-énergétique qui avaient dangereusement augmentées dans l'AS Kabamba, la tendance est nettement à la baisse pour toutes les pathologies.

La comparaison porte sur quatre aires de santé du Groupement d'Irhambi-Katana, les données n'ayant pas été disponibles pour Mwanda et Kahungu. En 2006, il eut 23 cas et zéro en 2016 dans l'aire de santé de Mugeri, dans Kabushwa 32 et 2 cas, dans Ihimbi 31 en 2007 et un seul cas en 2016.. Dans Kabamba, il y a eu une remontée de cas de zéro en 2006 à 21 cas en 2016. En comparant les cas de différentes pathologies, nous apercevons soit une tendance dominante à la hausse (paludisme, fièvre

typhoïde, diarrhée simple et l'amibiase), une tendance à la baisse pour les autres maladies de ce tableau (diarrhée sanglante, Schistosomiase et malnutrition protéino-énergétique).

RESULTATS DU PROCESSUS DE CE PROGRAMME VA (2006 à 2016)

Par l'intervention des groupes discussions sur les thèmes Eau, Hygiène et Assainissement, nous avons inventorié, rencontrés les obstacles les mauvaises pratiques dans le processus pas à pas du Programme VA.

1. Obstacles rencontrés

- La gouvernance n'a pas bien fonctionné lors du processus VA.
- Le faible niveau de couverture est un bas taux d'accessibilité en eau a bloqué l'amélioration du processus après l'appui financier car les ouvrages d'eau coûtent très cher alors que la population bénéficiaire est pauvre.
- Faible implication des autorités locales
- Les ASUREP n'ont pas encore apporté des solutions à cette problématique attendues.

2. Mauvaises Pratiques persistantes

- Le bas niveau d'instruction ne facilite pas le schéma de la transmission des maladies et les pratiques de prévention
- Certaines personnes surtout les enfants mangent encore sans se laver les mains surtout quand ils sont aux champs
- Les latrines existantes ne sont pas toujours hygiéniques et non pas toujours les lave-mains
- La défécation à l'air libre est encore visible dans certains coins.

AS IHIMBI

Les villages évalués dans l'AS Ihimbi sont : Ihimbi 1, Ihimbi 2, Buhini, Mukaza, Ihimbi 3, Ihimbi4, Ludubulwa, Kashongolere 1 et Ihimbi 5 soit 9 villages VA. Les villages de l'AS d'Ihimbi ont été certifiés assainis parce qu'ils réunissent les scores recommandés d'être certifiés. Il s'agit de IHIMBI 1, Buihihi (cf Annexe Ap)

AS KADJUCU

Les villages évalués sont Bumera, Lubona, Irangira1, Irangira 2, et Mbarhi. Seuls Irangira 2 et Lubona ne remplissent pas les normes de certification (cfr tableau Annexe)

AS MABINGU

Les villages concernés sont Ntagalulwa, Magege et Kanyamwera. Parmi les 3 villages, deux, c'est-à-dire Magege et Kanyamwera remplissent les normes de certification. Et ntagalulwa devrait redynamiser son comité du village et améliorer les scores des autres normes.

AS KABAMBA

Les villages en processus sont Cifinjo 1, Cifinjo 2, Cifinjo 3, Ruvoma, Kahanga, Kaboneke, Nyakatorwa, Mugobora, Butamu, Buhagazi devraient rattraper les normes non atteintes.

AS MUGERI

Les villages en processus sont : Burhalange 1, Burhalange 2, Nyalubamba, Mudusa, Cigoma Cirhahengulwa, Cimpwinji, Kabugizi, Kalambagiroti et Mugeru. Parmi les 10 villages seuls Mugeru remplissait les sept normes tous les autres devraient rattraper les normes non atteintes. (Cfr Annexe 1 pages).

AS KABUSHWA

Les villages en processus sont cahboka 1, Cahoboka 2, cahoboka 3, Cahobka, Cibimbi 1, Cibimbi 2, Cibimbi 3, Cibimbi 4, Cenyona 1, Cenyona 2, Mbulamishi. Mais seulement quatre étaient certifiés au moment de la récolte des données. Ce sont Cahoboka 1, Cahoboka 2, Cibimbi 1, Cibimbi 3 et Cenyona 1, au 33%. C'est parmi les villages entré en processus avant que nous retrouvons ceux qui ont été certifié les premiers.

DISCUSSION DES RÉSULTATS

Cette discussion démarre avec cette petite introduction : le processus V. A démarre avec une phase préparatoire ou de logigramme de maladie sont établies sur base de données épidémiologiques

récoltées dans des structures des Aires de Santé concernées. Une activité de démarrage s'est intéressée à la structuration de village VA qui sont plus petits que des villages administratifs. Un village VA ne dépasse pas 200 ménages ainsi dans un village administratif on peut y retrouver plusieurs village VA. Cette discussion tourne au tour de 4thèmes principaux dont :

- L'Eau
- L'Hygiène
- L'Assainissement et les pathologies d'origine hydrique

Les trois premiers thèmes sont mis en relation avec les maladies dont elles dépendent.

L'eau potable :

Les indicateurs de l'eau potable sont principalement la couverture, l'accessibilité en eau sont des indicateurs qui influencent favorablement ou non.

La fréquence et l'intensité de crise hydrique locales augmentent avec des graves conséquences pour la santé publique de la durabilité environnementales, la sécurité alimentaire et énergétique et le développement économique.

La forte croissance démographique, l'augmentation de flux migratoires et les pratiques économiques insoutenables du point de vue environnemental affectent la quantité et la qualité de l'eau dont nous disposons faisant de l'eau d'une ressource de plus en plus rare et chère en particulier pour les pauvres, les marginalisés et les vulnérables (COPI, 2020)

Couverture et accessibilité : La disponibilité et l'accès à l'eau potable demeurent globalement faibles dans le groupement. Seule l'aire de santé de Mugeru affiche des indicateurs satisfaisants, avec un taux de couverture de 85 % et une accessibilité de 81 % Mabingu vient en deuxième position avec 74%. À l'inverse, des aires comme Kalangane (13 %) et Kadjucu (30 %) enregistrent des niveaux très déficients. Le taux d'accessibilité de Mabingu est bas 51% parce que plusieurs ménages puisent loin des habitations, à plus de 30 minutes de marches aller-retour.

Problématique de la qualité et des infrastructures : Bien que l'aire de santé de Mabingu dispose d'une bonne couverture, son accessibilité reste basse et la qualité de l'eau est douteuse. Provenant du territoire voisin de Kalehe, le réseau d'adduction subit régulièrement des détériorations d'origine humaine, ce qui favorise des infiltrations contaminant le réseau. Une analyse bactériologique régulière s'impose pour surveiller cette eau.

Impact sur le choléra et les épidémies : Maladie particulièrement virulente et meurtrière, le choléra sévit principalement dans les zones dépourvues de sources aménagées (comme Ishungu) ou dépendant directement des eaux non traitées du Lac Kivu (Lugendo et Ibindja). Même si les cas dans la Zone de santé de Katana ont chuté à 150 en 2012, la prévention durable dépend d'infrastructures d'eau sécurisées. Dans un rapport de l'enquête de base Kavumu, Katana, Mercycorp relève que 41% des répondants n'ont pas un accès basique à des services d'eau de base. Les principaux défis liés à l'accès de l'eau sont l'insuffisance de point d'eau, le temps d'approvisionnement, l'insuffisance de main d'œuvre au sein du ménage pour l'approvisionnement en eau et le coût lié à l'accès au service d'eau. (Mercycorp, 2022)

2. L'hygiène

L'hygiène dépend de la sensibilisation des communautés sur les bonnes pratiques dont le bon, la propreté corporelle individuelle et familiale, hygiène alimentaire la propreté de parcours et la bonne utilisation de déchets humains et animaux.

Les bonnes pratiques d'hygiène (lavage des mains Il arrive parfois que les gens mangent sans se laver les mains avec le savon ou à la cendre, consommation d'eau bouillie, propreté des aliments et ustensiles) forment la barrière majeure contre les infections fécales-orales. Dans des aires de santé telles que Mugeru et Ihimbi, la baisse ponctuelle des pathologies (diarrhées simples, amibiase) découle directement de l'action du programme Village Assaini (VA) couplée aux visites à domicile, à la sensibilisation lors des consultations préscolaires et aux travaux communautaires hebdomadaires (Salongo). Il faut miser sur la disponibilité et l'utilisation des infrastructures d'hygiène : le trou à ordures ou composte et les latrines hygiéniques. Souvent les gens négligent de traiter l'eau même la bouillir avant de la boire d'où le grand nombre de cas de fièvre typhoïde, des diarrhées et malnutrition relevés dans les structures de santé.

Hygiène alimentaire et létalité : La fièvre typhoïde (causée par *Salmonella typhi*) et les diarrhées aiguës/sanglantes affectent lourdement la population. Elles découlent d'une hygiène déficiente. La fièvre typhoïde représente la pathologie la plus meurtrière enregistrée (16 décès sur 35, soit 47 % de mortalité), véhiculée par l'eau, les mains sales et les aliments contaminés. L'accès critique et insuffisant au

service d'eau, d'hygiène et d'assainissement dans l'Est de la RDC demeure le plus fort vecteur de propagation des épidémies de choléra et des fièvre typhoïde au sein de population vulnérables et déplacées (OCHA RDC & WASH Cluster RDC (2025))

Outre les consignes d'hygiène stricte, la lutte contre des affections virales graves à transmission hydrique/alimentaire comme la poliomyélite exige une couverture vaccinale rigoureuse chez les enfants en bas âge. La poliomyélite est une pathologie virale qui tue beaucoup d'enfants et provoque des handicapés physiques, psychiques, irréversible et peut occasionner la mort, le virus se transmet par injection d'eau ou d'aliment contaminés. Il est recommandé de vacciner tous les enfants en bas-âge, une recommandation et obligation de tout le pays et cela de manière régulière.

Il existe d'autres maladies liées à l'eau près de laquelle on vit. Il s'agit notamment du Paludisme la trypanosomiase maladie du sommeil etc, le Paludisme /malaria est la maladie la plus répandue et l'une de plus meurtrière en particulier dans les pays tropicaux. Il est responsable de plus de 2000 000 de décès chaque année et atteint surtout les enfants en bas-âge (Larousse Médicale, 2006).

3. L'assainissement : Latrines, Défécation à l'Air Libre et Gouvernance

Gestion de l'assainissement de base : L'assainissement de base fait face à des difficultés récurrentes, notamment en raison du caractère instable des infrastructures : des latrines construites et qualifiées d'hygiéniques redeviennent rapidement non hygiéniques au fil du temps.

Lutte contre la défécation à l'air libre (ATPC) : L'obtention du score 0 à la norme 7 du programme VA (comme observé dans plusieurs villages de Kabamba : Kahanga, Nyakatorwa, Buhagazi) signale la persistance de défécations à l'air libre. Pour éradiquer cette pratique, la méthode de l'Assainissement Total Piloté par la Communauté (ATPC) a été déployée pour responsabiliser la population. « L'assainissement ne se limite pas aux latrines et aux toilettes : un bon comportement hygiénique de structures et services adéquats fournissent ensemble l'environnement hygiénique dont chaque personne a besoin pour combattre les maladies et grandir en bonne santé » (WHO, la Communauté International de l'eau

Fonctionnalité des Comités de Village :

La population agit par des comités de villages. Le comité de village est une structure autonome mais qui travaille sous la tutelle du chef de village. (RDC /MSP, 2011). Il mobilise les ressources humaines matérielles et financières pour le développement des entités.

La pérennité des acquis repose sur le dynamisme des Comités de Village (norme 1). Un comité incomplet, inactif ou sans gouvernance claire fragilise la dynamique d'assainissement. Une bonne articulation entre les comités locaux et les équipes de facilitation permet d'atteindre et de maintenir le statut de « Village Certifié » (processus documenté à Kadjuu et Mugeru via les enquêtes CAP initiales et finales). Programme Village Assaini - Irhambi-Katana Page 2 / 3

SYNTHÈSE GLOBALE : ÉVOLUTION DE LA MORBI-MORTALITÉ (2006 VS 2023)

La comparaison entre 2006 et 2023 met en évidence un progrès remarquable. Sur la base comparative de quatre aires de santé clés (Ihimbi, Kabamba, Kabushwa et Mugeru), le nombre total de cas de maladies d'origine hydrique est passé de 10 751 cas en 2006 à 2 609 cas en 2023, soit une diminution globale de 76 %.

- 76 % Réduction des cas de pathologies hydriques (2006-2023)

47 % Taux de mortalité lié à la Fièvre Typhoïde (16/35 décès)

Tendances favorables : Régression marquée des cas de choléra, de diarrhée sanglante, de diarrhée simple, de paludisme et de schistosomiase. Aucun cas d'amibiase ni de malnutrition protéino-énergétique (MPE) n'a été rapporté sur l'échantillon en 2023. Vigilance requise : La fièvre typhoïde est la seule pathologie ayant enregistré une tendance à la hausse. Vulnérabilité des enfants : La tranche d'âge de 0 à 11 mois paie le tribut le plus lourd (31 décès enregistrés). La vulnérabilité décroît progressivement à mesure que l'enfant grandit et acquiert une autonomie dans le respect des règles d'hygiène.

LES STRATÉGIES D'AMÉLIORATION

Sensibilisation :

les communautés doivent être continuellement sensibilisées sur la problématique de l'eau de l'hygiène et l'assainissement et pour la survenue ou la prolifération de maladies d'origine hydrique qui sont très meurtrières dans notre milieu en particulier et ailleurs dans nos provinces et dans beaucoup de régions du monde.

En effet, la mise en œuvre combinée de kits Wash ciblé et des sessions de sensibilisation communautaire structurée permet de réduire significativement l'incidence des maladies diarrhéiques et la

transmission du choléra dans les structures de santé et les ménages du Sud-Kivu (George C. M ; et al. 2024).

Entretien et maintenance

Il convient d'organiser tous les usagers d'EHA pour qu'ils assurent l'entretien et la maintenance réguliers des ouvrages et infrastructures à ad hoc « Le manque d'entretien régulier et la dégradation rapide des infrastructures sanitaires scolaires en RDC compromettent les acquis du programme Écoles et Villages Assainis, maintenant un risque élevé de transmission fécale-orale chez les élèves. » (Assumani Salumu, P., N'simba Zakanda, F., & Kilewa Rashidi, N. 2024)

Faire un plaidoyer auprès du Gouvernement congolais afin qu'il s'implique dans la recherche d'un autre financement consistant pour continuer et améliorer le Programme au niveau du Pays.

CONCLUSION ET SUGGESTIONS

Le programme VA a été d'une grande importance dans l'amélioration des conditions socio-sanitaires des bénéficiaires. Il a participé à la promotion de l'eau, hygiène et assainissement dans les milieux d'étude. Malheureusement, certaines aires de santé n'ont pas intégré le programme (village de Kadjucu et de Kabushwa). Certaines aires de santé de l'axe Sud, Irambira, Cishugi, Lugendo, Ibindja n'ont pas bénéficié des actions efficaces du Programme. L'approvisionnement en eau rencontre des problèmes de couverture et d'accessibilité en eau potable. L'assainissement de base, surtout les latrines hygiéniques à cause de leur phénomène très changeant, n'est pas encore maîtrisé. Nous citons certains villages de Nzinzi dans l'aire de santé de Ciranga. Trois grands villages de l'aire de santé de Kadjucu, ceux d'Ibinja, Irambira, Cishugi, Lugendo et Iswhungu qui n'ont pas bénéficié de ces actions.

• Suggestions

Forts de cette bonne expérience de ce Programme VA, nous suggérons au Ministère de la santé de la RD Congo, de faire un plaidoyer pour décrocher auprès des partenaires, un autre financement pour compléter et continuer les activités de ce programme dans notre Zone de santé et toutes les autres zones de notre pays. Que la Gouvernance locale s'approprie les résultats positifs de ce programme pour les pérenniser et les améliorer. Que les contrevenants soient sanctionnés ou corrigés conformément aux règlements en vigueur

BIBLIOGRAPHIE

2. Assumani Salumu, P., N'simba Zakanda, F., & Kilewa Rashidi, N. (2024). Problématique de l'Eau et de l'Hygiène de Latrines dans les Écoles Officielles en RD Congo : Défis du Programme Écoles et Villages Assainis. *International Journal of Progressive Sciences and Technologies (IJPSAT)*, 46(1), 281-287.
2. BINJA C.J(2019), Etat de lieu du programme village et écoles assainis au Sud-Kivu: Défis et perspectives d'avenir. Cas des écoles de la **Zone de santé de Katana, Bukavu, RDCongo, 59 pages.**
3. ECZ (2017), Rapport annuel de la zone de santé rurale de Katana, Bukavu, Sud-Kivu, RD Congo, 38 pages.
4. ECZ (2020), Rapport annuel des activités de la zone de santé de Katana, Sud-Kivu, RDCongo, 65 pages.
5. ECZ (2023), Rapport annuel, exercice 2023, Zone de santé de katana, Bukavu, Sud-Kivu, RDCongo, 88 pages.
6. Etat Civil (2023), Rapport de l'Etat Civil du Groupement d'Irhambi Katana.
7. FSP P2 WASH, (2018), Module de formation sur les thèmes transversaux: les maladies éco-orales/maladies d'origine hydrique, lavage des mains. Traitement de l'eau, Bukavu, RD Congo, 36 pages.
8. George, C. M., et al. (2024). Effect of a Water, Sanitation, and Hygiene Program on Handwashing and Diarrhea Prevention in Healthcare Facilities and Households in South Kivu, DRC. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 21(6), 1-15.
9. Larousse (2006), Larousse médical, Grafia editorial printing, Pologne, 1219 pages.

10. Mangaza D,(2016), Etude de la prévalence des maladies d'origine hydrique chez les enfants de 0 à 5 ans dans le **Groupeement d'Irhambi Katana, Bukavu, RDCongo, 50 pages.**
11. MINESANTE (2011), Fiches pédagogiques: activités de promotion de hygiène, MS, Kinshasa, RD Congo, 40 pages.
12. MINESANTE (2011), Le comité de village, un comité dynamique et à l'écoute, la clé de la réussite, Ministère de la santé publique, Kinshasa, 27 pages.
13. MINESANTE (2011), Protéger la source transporter et conserver l'eau pour rester en bonne santé, une responsabilité pour tous, Kinshasa, RD Congo, 25 pages.
14. MSP (2015), Programme Village Assaini, Fiche de suivi village assaini, version 2015, Kinshasa, RDCongo.
15. MSP-EPS (2010), Programme Village Assaini, Méthodes participatives pour faciliter la mise œuvre des processus 4 et 5 processus de village, Kinshasa, RDC, 27 pages.
16. **MSP-EPSP (2011), Approvisionnement en eau potable**, Assainissement et Hygiène pour les communautés rurales et péri-urbaines de la RDC, Programme national Écoles et Villages Assainis, 83 pages.
17. Namagabe D, (2016), Manuel de méthodes et techniques recherche scientifique, Bukavu UP. Centre Universitaire du Sud-Kivu, RD Congo, 37 pages.
18. OCHA RDC & WASH Cluster RDC. (2025). Aperçu des besoins humanitaires et plan de réponse RDC 2025-2026 : Volet Eau, Hygiène et Assainissement (EHA) à l'Est de la RDC. Rapport humanitaire. Genève : Nations Unies / OCHA, 142 p.
19. OMS, Directives de qualité pour l'eau de boisson, troisième édition, volume 1, recommandation, Genève, 78 pages.
20. R.Francey et alii (1955), Guide de l'assainissement individuel, Lough borough, Genève, 250 pages.
21. RDC/MS (2010), Approvisionnement en eau potable, Assainissement et Hygiène pour les zones de santé, rurales et péri-urbaines de la République Démocratique du Congo, Programme national Villages et Écoles Assainis, Kinshasa, 81 pages.
22. RDC/MS (2014), Atlas 2014, Approvisionnement en eau potable, assainissement et hygiène pour les communautés rurales et péri-urbaines de la République Démocratique du Congo, MSP, EPS-INC, Programme National Village et Ecoles Assainis, Kinshasa, 73 pages.
23. WHO (World Health Organisation) la communauté 2016-2025.

ANNEXE

LES RESULTATS DU PROCESSUS DU PROGRAMME VA

Tableau n°8 AS IHIMBI

Nor mes	Ihimbi1		Ihimbi2	Buhini1	Mukaza	Ihimbi3	Ihimbi4	Ludubulw a	Kashongo lere1	Ihimbi5
1	70	80	84	100	95	100	84	66	70	72,3%
2	100	100	89	100	100	100	100	100	100	100
3	68	94	84	89	95	100	89	100	75	100
4	100	89	94	100	100	100	89	100	89	89,4%
5	100	92	100	100	100	100	95	100	84	63,1%
6	100	100	100	100	100	100	100	100	100	84,2%
7	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100%

Eu égard aux scores des 7 villages du programmes VA ; les villages de l'aire de santé d'Ihimbi ont été certifiés 6 par ce que toutes les normes sont atteintes. Ce sont Ihimbi1, Ihimbi 2, Buhini1, Mukaza, Ihimbi 3, Ihimbi 4. Ludubulwa, Kashongolere1, et Ihimbi 5 devrait d'abord rattraper les normes 1 pour les 2 premiers et la première et deuxième norme pour Ihimbi 5.

Tableau n°9 KADJUCU

Norme	Bumera		Lubona	Irangira1	Irangira2	Lubona	Mbarhi
1	0	80	26,3-72,3	26,3-72,3	88-75	100	92
2	63	100	47-73,6	47-73,3	100-100	68	100
3	73	47	89,4-42,1	89,4-42,1	100-84	52	100
4	73	57	52,6-100	52,6-52,6	84-100	52	100
5	92	68	44,7-98	63,1-42,1	100-100	100	92
6	100	78	69,7-100	57,8-100	100-100	100	100
7	100	0%	0-100	0-0	100-10	100	100

Pour l'Aire de Santé de Kadjucu, Bumera présente des résultats de mi-parcours (3^{ème} colonne) et enquête CAP initial sans atteinte des normes, Irangira1 même chose . Irangira 2 remplit toutes les 7 normes.Mbarhi est confirmé certifié Lubon nécessite des actions de rattrapage.

Tableau n°10 MABINGU

Norme	NTAGALULWA	MAGEGE	KANYAMWERA
1	0	3-75	19-75
2	68	73-84	73-84
3	63	63-84	68-84
4	79	79-82	84-89
5	89	92-92	87-97
6	100	100-100	100-100
7	100	100-100	100-100

Dans l'aires de santé se Mabingu Magege1 donne les résultats d'enquête initiale (0, 68, 81, 79,100 et 100) remplis les normes d'assainissements Ntagalulwa a la 1^{ère} a successive ont scores de 0, 68, 63, 79, 89,100 et de 100% tandis que pour Kanyamwera il ya les résultats d'enquêtes initiales selon les 7 normes (19, 73, 68, 84, 87, 100 et 100) et l'enquête CAP de certification (75, 84, 84, 89, 97, 100 et 100)

Tableau n°11 KABAMBA

Nor me	Cifinjo1	Cifinjo2	Ruvoma	Kahanga	Kaboneke	Nyakatorwa	Rugoboka	Butamu	Buhagazi
1	51	100	58-100	70-100	94	70-100	100	29-54	61
2	100	100	100-100	94,7-100	100	100-95	93	100-94	78,9
3	31,5	89	78-95	36,8-89	89	0-89	100	57-89	57,8
4	100	100	68-89	63,1-93	84	100-95	100	73-94	73,6
5	34,2	92	73-97	89,4-92	84	86-97	100	75-86	100
6	100	100	44-100	100-100	94	100-100	100	92-92	100
7	100	100	100-100	0-100	100	0-100	100	100-100	0

Tableau n°12 MUGERI

Norme	Burhalange1	Burhalange2	Nyalubamba	Mudusa	Cigoma	Cirhahegulwa	Cimpwiji	Kabuginzi	Kalambagiro	Mugeri
1	12,9	66,9	21	88	93	72	88	77	83	77-100
2	63-100	68,9	100	100	100	100	100	100	100	100-94
3	63-89	73,5	63	47	31	21	21	26	15	10-94
4	47-100	75,6	57	89	78	73	73	73	78	78-100
5	36-97	84,2	92	100	100	100	100	100	100	100-92
6	100-100	100	97	100	100	100	100	100	100	100-94
7	0-100	100	100	100	100	100	100	100	100	100-100

Dans l'aires de santé de Mugeru les villages de Burhalange1, Mugeru, Buhagazi avec les résultats de mi-parcours du programme, et qui doivent rattraper les normes 3 et 4.

Tableau n° 13 Kabushwa

Norme	Cahoboka1	Cahob2	Cahob3	Cahob4	Cibimb i 1	Cibi 2	Cibi 3	Cibi4	Cenyan a1	Ceny a2	Cid 1	Cid 2
1	80	81	60	78	80	65	82	55	50	48	49	50
2	81	82	80	75	81	66	80	60	70	80	75	75
3	83	83	70	80	85	70	81	80	80	75	82	80
4	90	80	75	70	86	67	80	75	78	60	65	70
5	80	85	0	0	80	71	80	80	82	85	78	80
6	85	80	70	60	81	90	90	70	60	70	80	75
7	100	100	0	0	100	0	100	0	0	0	0	0

Les villages en processus sont cahboka 1, Cahoboka 2, cahoboka 3, Cahobka , Cibimbi 1, Cibimbi 2, Cibimbi 3, Cibimbi 4, Cenyon 1, Cenyon 2, Mbulamishi. Mais seulement quatre étaient certifiés au moment de la récolte des données. Ce sont Cahobka 1, Cahoboka 2, Cibimbi 1, Cibimbi 3 et Cenyon 1, au 33%. C'est parmi les villages entré en processus avant que nous retrouvons ceux qui ont été certifié les premiers.

Tableau n°14 : Taux de couverture en eau par les sources aménagées et Bornes fontaines publiques d'Irhambi-Katana.

Aires de Santé	Pop total	Ménages	Ménages desservis en eau	Taux de couverture (%)	Taux de couverture 0-30min avec 20/pop (%)	Latrines hygiénique (%)	Taux de latrinisation (%)
Ihimbi	21501	3584	2190	61	7	2100	59
Kabamba	16302	2717	1740	64	57	2200	81
Kabushwa	24036	2339	1243	54	51	1496	64
Kadjucu	12582	2097	626	30	2	1200	57
Kalangane	9499	1583	208	13	8	790	50
Mabingu	10831	1805	1330	74	61	1490	83
Mugeri	13370	2228	1901	85	81	1700	76
Total	108121	16353	9238	54	38	10976	67

Source : Rapport annuel de la Zone de santé de Katana, exercice 2023

Aux 6 Aires de santé du Groupement s'est ajoutée celle de Kalangane issu du découpage de l'Aire de santé Kabushwa intervenu en 2020. Les taux de couverture sont les suivants : 61% pour Ihimbi, pour Kabamba, 54%, Kadjucu 30%, Kalangane 13%, Mabingu 74% et Mugeri 85%. Le taux d'accessibilité se présentent comme suit : Ihimbi 7%, Kabamba 57%, Kabushwa 51%, Kadjucu 2%, Kalangane 8%, Mabingu 61% et 81% pour Mugeri.

Les taux des latrines hygiéniques sont : Ihimbi 59%, pour Kabamba 81%, Kadjucu 57%, Kalangane 50%, Mabingu 83%, Kabushwa 64% et Mugeri 64%.

Le taux moyen de couverture en eau potable est de 54% pour tout le Groupement. Celui des latrines hygiéniques est de 67% tandis que le taux d'accessibilité moyen est de 38%.

Tableau n°15 Couverture et accessibilité à l'eau potable, latrine hygiéniques et maladies d'origine hydrique.

Aires de santé	Nbre ménages	Couverture en eau potable	Taux en latrine hyg	Tx d'accessibilité
Kabamba	2717	64	59	57
Kalangane	1583	13	50	8
Kabushwa	2339	53	81	51
Kadjucu	2097	30	57	2
Ihimbi	35844	61	59	41
Mabingu	1805	74	83	51
Mugeri	2228	85	76	81
Moyennes	2336	54	66	39

La couverture d'accessibilité en eau potable se présentent 64% pour Kabamba, Kalangane 13%, Kabushwa 53%, Kadjucu 30%, Ihimbi 61%, Mabingu 74% et 85% pour Mugeri. Les taux d'accessibilité sont : Ihimbi 51%, Kabamba 57%, Kalangane 8%, Kabushwa 51%, Kadjucu 2%, Mabingu 51% et Mugeri 81%. Les taux moyens du Groupement sont : taux de couverture en eau potable 54% et taux de latinisation 66%.

Les maladies d'origine hydriques sont : 528 cas de choléra, 2762 cas de diarrhée avec déshydratation chez les enfants de moins de 15 ans, 148 cas de diarrhée sanglante, 3664 cas de fièvre typhoïde et 41120 cas de paludisme confirmé.

Tableau n°16 Profil épidémiologique

Maladies	0-11mois		12-59 mois		5-15 ans		> 15 ans		Totaux	
	Cas	Décès	Cas	Décès	Cas	Décès	cas	Décès	Cas	Décès
Choléra	16	0	130	0	168	0	214	1	528	1
Diarrhée desy	968	8	179	2	0	0	2	0	2762	10
Diarrhée sanglante	4	17	31	0	96	0	0	0	148	0
Fièvre thyphoïde	4	3	215	7	699	3	2744	3	5485	16
Paludisme conf	2905	3	11958	4	9962	0	16294	1	4120	8
Totaux	3897	31	14132	13	10925	3	19254	5	50043	35

Source : Rapport annuel de la Zone de santé de Katana, 2023.

Dans la tranche d'âge de 0-11 mois, il y a eu 16 cas de choléra, 968 cas de diarrhée avec déshydratation 8 décès, 4cas de diarrhée sanglante 17décès, 4 cas de fièvre typhoïde avec 3 décès et 2905 cas de paludisme avec 3 décès.

Dans la tranche de 12 à 59 mois, 130 cas de choléra sans décès, 179 cas et 2 décès, 31 cas de diarrhée sanglante et 215 cas de fièvre typhoïde avec 7 cas de décès et 11958 cas de paludisme et 4 décès. Les taux

de létalité de ces maladies sont : 0,18% pour le choléra, 0,36% de diarrhée plus déshydratation des enfants, 0,01% de fièvre typhoïde et 0,19% de paludisme.

Sur 3897 cas, il y a eu 31 décès d'entre 0 à 11mois, 14132 cas de 12 à 59 mois et 13 décès. Dans 5 à 15 ans, 10925 cas et 3 décès, plus de 15 ans, il y a 19254 cas et 2 décès. Au total 50043 cas dont 35 décès létalité totale de 0,039%.

Le programme VA (Troisième et quatrième trimestre 2024).

Les activés VA étaient en veilleuse par manque d'appui. Avec plus ou moins 300 litres de carburant, des actions VA ont été redynamisées dans les aires de santé proches du BCZ. A la première phase, il s'est agi des aires de santé de Ciranga, Katana nuru, Kabushwa et Muger. En deuxième phase c'était ces aires de santé plus celles de Kabamba, Mabingu, Luhihi et Mushweshwe.

Tableau n°17 Une synthèse des résultats, Enquête CAP 2^{ème} PHASE 2024.

Aires de santé	Nbre de village en quêtés	Nbre de normes Atteintes	%	Observations
Kabushwa	12	8	67	L'assainissement de base pose problème peut-être à cause de l'aspect très changeant des latrines tantôt hygiéniques, tout de suite après non hygiéniques. Il y a aussi une faible implication des Enquêtes de facilitation locales et la non fonctionnalité des comités des villages.
Muger	7	5	71	
Katana nuru	7	4	37	
Ciranga	8	4	50	
Kabamba	11	8	73	
Mushweshwe	21	11	52	
Luhihi	12	6	50	
Total	78	46		

Le taux moyen des villages ayant maintenu les normes est insuffisant 68 % si l'on considère que le taux attendu est de 100% parce que nous sommes en post-certification. Il faudrait encore suffisamment des moyens pour des actions d'envergure pour récupérer toute la situation.

NEXUS EAU-ÉNERGIE-ALIMENTATION : ÉVALUATION PILOTE TECHNO-ÉCONOMIQUE D'UN SYSTÈME D'IRRIGATION INTELLIGENT IOT ALIMENTÉ PAR ÉNERGIE SOLAIRE À KABARE (SUD-KIVU, RDC)

Water-Energy-Food Nexus: Pilot Techno-Economic Assessment of a Solar-Powered IoT Smart Irrigation System in Kabare, South Kivu, Democratic Republic of the Congo

Chadrack BAHATI NZIBONERA, Université de Développement Durable en Afrique Centrale, Sciences appliquées/Électronique, Bukavu, RDC

Gentil CIZA NFUNDIKO, Université de Développement Durable en Afrique Centrale, Sciences économiques/Marketing, Bukavu, RDC

Résumé

L'agriculture familiale du Sud-Kivu reste très dépendante des pluies et demeure confrontée à une gestion souvent peu efficiente de l'eau, dans un contexte où l'accès à une énergie fiable est limité. Nous avons évalué, à l'échelle pilote, un système d'irrigation intelligente associant capteurs, microcontrôleur ESP32, commande locale, communication Wi-Fi/GSM et alimentation photovoltaïque. L'étude distingue clairement les essais fonctionnels du prototype, les scénarios hydriques établis pour quatre cultures, les calculs de dimensionnement énergétique et les projections économiques. Les synthèses expérimentales conservées font état de 120 cycles répartis sur 30 jours. La latence locale après acquisition est de 1,60 s, tandis que la chaîne incluant la télémétrie atteint $3,60 \pm 0,16$ s. Les scénarios hydriques conduisent à une économie potentielle moyenne de 19,6 % par rapport aux volumes de référence manuels, avec une valeur maximale de 21,2 % pour la tomate. Pour un panneau de 100 Wc, la production photovoltaïque est estimée à 400 Wh/jour, contre une charge de dimensionnement de 42,4 Wh/jour. L'autonomie théorique atteint 4,53 jours sous l'hypothèse de 80 % d'énergie batterie utilisable. Deux pertes momentanées de signal GSM sont consignées, sans interruption de la commande locale. Dans le scénario économique de base, l'investissement initial est estimé à 400 USD et l'amortissement simple à 1,67 an; l'analyse de sensibilité situe cet amortissement entre 1,09 et 2,58 ans. Ces résultats soutiennent la faisabilité technique du prototype et l'intérêt d'une validation plus large. Ils ne constituent cependant pas une preuve d'amélioration du rendement, de la sécurité alimentaire ou de la résilience climatique, qui devront être évalués au cours d'essais agronomiques multi-saison.

Mots-clés: agriculture intelligente; Internet des Objets; irrigation de précision; humidité du sol; énergie solaire; Nexus Eau-Énergie-Alimentation; Sud-Kivu

Abstract

Smallholder farming in South Kivu remains highly dependent on rainfall and is often constrained by inefficient water management and limited access to reliable energy. This pilot study assessed a smart-irrigation system combining sensors, an ESP32 microcontroller, local control, Wi-Fi/GSM communication, and photovoltaic power. The study clearly separates prototype functional testing, crop-specific water-use scenarios, energy-sizing calculations, and economic projections. The retained experimental summaries report 120 irrigation cycles over 30 days. Post-acquisition local latency was 1.60 s, while the extended chain including telemetry reached 3.60 ± 0.16 s. Water-use scenarios suggested a potential average saving of 19.6% relative to manual reference volumes, with the highest value (21.2%) for tomato. For a 100 Wp photovoltaic panel, daily production was estimated at 400 Wh/day against a design load of 42.4 Wh/day. Theoretical battery autonomy was 4.53 days under an assumption of 80% usable battery energy. Two temporary GSM signal losses were recorded in the retained summaries without interruption of local irrigation control. Under the baseline economic scenario, initial investment was estimated at USD 400 and simple payback at 1.67 years; sensitivity analysis yielded a range of 1.09–2.58 years. These findings support the technical feasibility of the pilot prototype and justify broader validation. They do not, however, demonstrate improvements in crop yield, food security, or climate resilience, which require multi-season agronomic trials.

Keywords: smart agriculture; Internet of Things; precision irrigation; soil moisture; solar energy; Water–Energy–Food Nexus; South Kivu.

1. Introduction

Dans les exploitations familiales, l'eau et l'énergie conditionnent directement la possibilité de produire, en particulier lorsque les pluies deviennent irrégulières. Au Sud-Kivu, cette dépendance est renforcée par la dégradation des terres, la variabilité climatique et la faible disponibilité d'équipements adaptés aux petites exploitations. Dans ce contexte, améliorer l'efficacité de l'irrigation sans accroître fortement les besoins énergétiques constitue un enjeu à la fois agronomique et économique (FAO, 2020, 2021; IPCC, 2022). L'automatisation peut y contribuer lorsqu'elle reste simple, robuste et compatible avec les moyens des producteurs (FAO, 2022).

À Kabare, la gestion de l'eau ne peut pas être dissociée des caractéristiques des exploitations et des pratiques locales. Les travaux conduits dans le nord du territoire montrent que l'adoption des techniques de conservation du sol et de l'eau dépend notamment des connaissances des agriculteurs et de leur insertion dans des organisations paysannes (Chuma et al., 2022). D'autres études menées au Sud-Kivu soulignent que les pratiques dites climato-intelligentes n'ont pas les mêmes effets d'une zone agroécologique à l'autre (Chuma et al., 2025). Ces constats plaident pour des solutions techniques conçues à partir du terrain plutôt que pour l'application de réglages uniformes.

L'irrigation de précision s'inscrit dans cette logique. En mesurant l'état hydrique du sol, un système automatisé peut décider d'irriguer au moment où cela devient nécessaire et arrêter l'apport lorsque le seuil supérieur est atteint. Les capteurs d'humidité, les microcontrôleurs et les réseaux de communication rendent ce pilotage possible à faible coût (Tzounis et al., 2017; Ayaz et al., 2019; Obaideen et al., 2022). Sur le maïs, le suivi de l'humidité du sol a déjà montré son intérêt pour ajuster la programmation de l'irrigation (Camporese et al., 2021). Des dispositifs comparables ont également été testés sur tomate avec des capteurs et des électrovannes pilotées par IoT (Seyar & Ahamed, 2023).

Dans les zones mal desservies par le réseau électrique, l'énergie solaire offre une solution complémentaire. Elle permet d'alimenter les capteurs, le contrôleur et les organes de commande sans recourir en permanence au carburant ou au réseau. Son intérêt dépend toutefois du dimensionnement, de la maintenance et du coût d'investissement (Mohammed Wazed et al., 2018; Raza et al., 2022). Cette articulation entre gestion de l'eau, énergie et production rejoint l'approche du Nexus Eau–Énergie–Alimentation, qui invite à analyser ces ressources de manière intégrée (Hoff, 2011; Biggs et al., 2015; Rasul & Sharma, 2016).

La présente étude se situe à l'intersection de ces deux enjeux. Elle ne cherche pas à présenter l'irrigation IoT comme une innovation en soi, mais à examiner la faisabilité d'une architecture simple et relativement peu coûteuse dans un environnement rural de l'Est de la République démocratique du Congo. Le prototype associe un traitement local sur ESP32, une communication Wi-Fi/GSM, une commande indépendante du Cloud et une alimentation photovoltaïque. L'évaluation porte d'abord sur son fonctionnement technique et sur son dimensionnement; les effets agronomiques et socio-économiques à long terme restent à confirmer.

L'objectif général est donc de concevoir et d'évaluer un prototype pilote d'irrigation intelligente adapté au contexte de Kabare. Plus précisément, l'étude vise à caractériser la réactivité de la commande locale, à estimer le potentiel d'économie d'eau à partir de scénarios comparatifs, à vérifier la cohérence du dimensionnement photovoltaïque et à examiner la plausibilité économique du dispositif. L'hypothèse de travail est qu'une architecture locale, autonome et peu énergivore peut constituer une base crédible pour l'irrigation de précision, à condition d'être ensuite validée dans des essais agronomiques de plus longue durée.

2. Cadre théorique et état de l'art

2.1 Agriculture intelligente et irrigation de précision

L'agriculture intelligente regroupe les outils qui mobilisent les données pour mieux ajuster les interventions au champ. Dans le cas de l'irrigation, l'objectif n'est pas seulement d'automatiser l'ouverture d'une vanne, mais de rapprocher l'apport d'eau du besoin réel de la culture. Les systèmes actuels combinent généralement un ou plusieurs capteurs, un contrôleur, un actionneur et une

interface de supervision (Gebbers & Adamchuk, 2010; Wolfert et al., 2017; Obaideen et al., 2022).

Parmi les variables disponibles, l'humidité du sol est particulièrement utile pour déclencher ou interrompre l'irrigation. Son interprétation exige néanmoins de la prudence. La valeur fournie par un capteur capacitif dépend du sol, de la profondeur d'installation et de la calibration; elle ne peut pas être assimilée automatiquement à une teneur en eau volumique. Une programmation plus avancée, notamment prédictive, devient possible lorsque des données locales suffisamment nombreuses et bien documentées sont disponibles (Adeyemi et al., 2018).

2.2 Architecture IoT, traitement local et communication

Une architecture IoT agricole peut être décrite simplement comme une chaîne allant de la mesure à la décision, puis à la transmission de l'information. Les capteurs enregistrent les variables physiques, le microcontrôleur applique les règles de commande, le réseau transmet les données et l'interface permet à l'utilisateur de suivre le système (Gubbi et al., 2013; Al-Fuqaha et al., 2015). Pour une application rurale, l'intérêt du traitement local est majeur: l'action critique peut continuer même lorsque la connexion au Cloud est momentanément indisponible (Zamora-Izquierdo et al., 2019).

Dans le prototype étudié, l'ESP32 assure directement l'acquisition des données, leur comparaison aux seuils et la commande du relais. Le Wi-Fi est intégré au microcontrôleur, tandis qu'un module GSM/GPRS est prévu comme voie de secours pour la télémétrie. Le modèle exact de ce module n'a pas pu être confirmé dans les archives techniques conservées. Ce point n'affecte pas la logique de commande elle-même, puisque l'ouverture et la fermeture de l'électrovanne sont exécutées localement.

2.3 Énergie solaire, Nexus Eau-Énergie-Alimentation et portée de la résilience

L'alimentation photovoltaïque convient bien aux dispositifs électroniques de faible puissance, mais son dimensionnement doit rester cohérent avec la charge réelle. Il faut notamment tenir compte de l'énergie consommée chaque jour, du nombre d'heures solaires utiles, des pertes de conversion et de la technologie de stockage. Une marge de sécurité améliore la continuité du service, mais un surdimensionnement excessif augmente inutilement le coût d'investissement (Mohammed Wazed et al., 2018).

Le cadre du Nexus Eau-Énergie-Alimentation permet de relier ces différentes dimensions: l'eau soutient la production, sa distribution nécessite de l'énergie, et les choix énergétiques influencent le coût et la durabilité du système (Hoff, 2011; Biggs et al., 2015). La résilience climatique suppose toutefois davantage qu'un prototype fonctionnel sur une courte période. Elle devrait être appréciée à travers la continuité de service, la stabilité de la production, la capacité de maintenance, les coûts supportés par les utilisateurs et l'adoption de la technologie (Klerkx et al., 2019; Rose et al., 2021). Dans ce travail, elle constitue donc une perspective à tester et non un résultat déjà démontré.

3. Matériels et methods

3.1 Conception de l'étude, site d'application et périmètre de validation

L'étude relève d'une démarche de recherche-développement. Le prototype a été évalué pendant 30 jours sur une surface pilote déclarée de 100 m². Les tableaux de synthèse établis au terme de l'essai font état de 120 cycles d'irrigation. Quatre cultures dont le maïs, le haricot, la tomate et la pomme de terre qui ont été utilisées pour construire des scénarios comparatifs de demande en eau. Il ne s'agit pas de quatre essais culturels indépendants: aucun rendement, biomasse, qualité de récolte ou revenu agricole n'a été mesuré dans ce pilote.

Kabare a été retenu en raison de l'importance de l'agriculture familiale et des contraintes d'accès à l'énergie dans plusieurs zones rurales. Pour le dimensionnement, le protocole a retenu une température moyenne de 24 ± 2 °C, une humidité relative de 65 à 85 % et cinq heures solaires de pointe par jour. Ces valeurs sont utilisées comme hypothèses de calcul et ne sont pas présentées comme une série climatique issue d'une station météorologique locale.

Les données pédologiques disponibles pour Kabare décrivent fréquemment des sols à forte teneur en argile. À Bushumba, par exemple, Balume Kayani et al. (2021) rapportent des Nitisols contenant 48 à 69 % d'argile et 25 à 27 % de sable. Cette référence situe le contexte régional, mais elle

ne remplace pas une analyse de la parcelle pilote. Elle n'a donc pas été utilisée pour convertir les lectures des capteurs en teneur en eau volumique.

3.2 Traçabilité des données et limites de reproductibilité du pilote

La présente analyse repose sur les tableaux de synthèse et les paramètres techniques qui ont été conservés après le pilote. Les journaux bruts correspondant aux 120 cycles ainsi que le fichier source du firmware ont été perdus et ne sont plus disponibles. Aucune donnée individuelle n'a été reconstruite a posteriori. De même, certaines informations comme texture exacte de la parcelle, capacité au champ, point de flétrissement, profondeur précise des capteurs, pression hydraulique, chimie de la batterie et détail de la charge électrique par composant n'avaient pas été consignées de manière suffisamment complète. Pour cette raison, les résultats sont distingués selon leur nature: valeurs fonctionnelles consignées, scénarios, calculs de dimensionnement ou projections économiques.

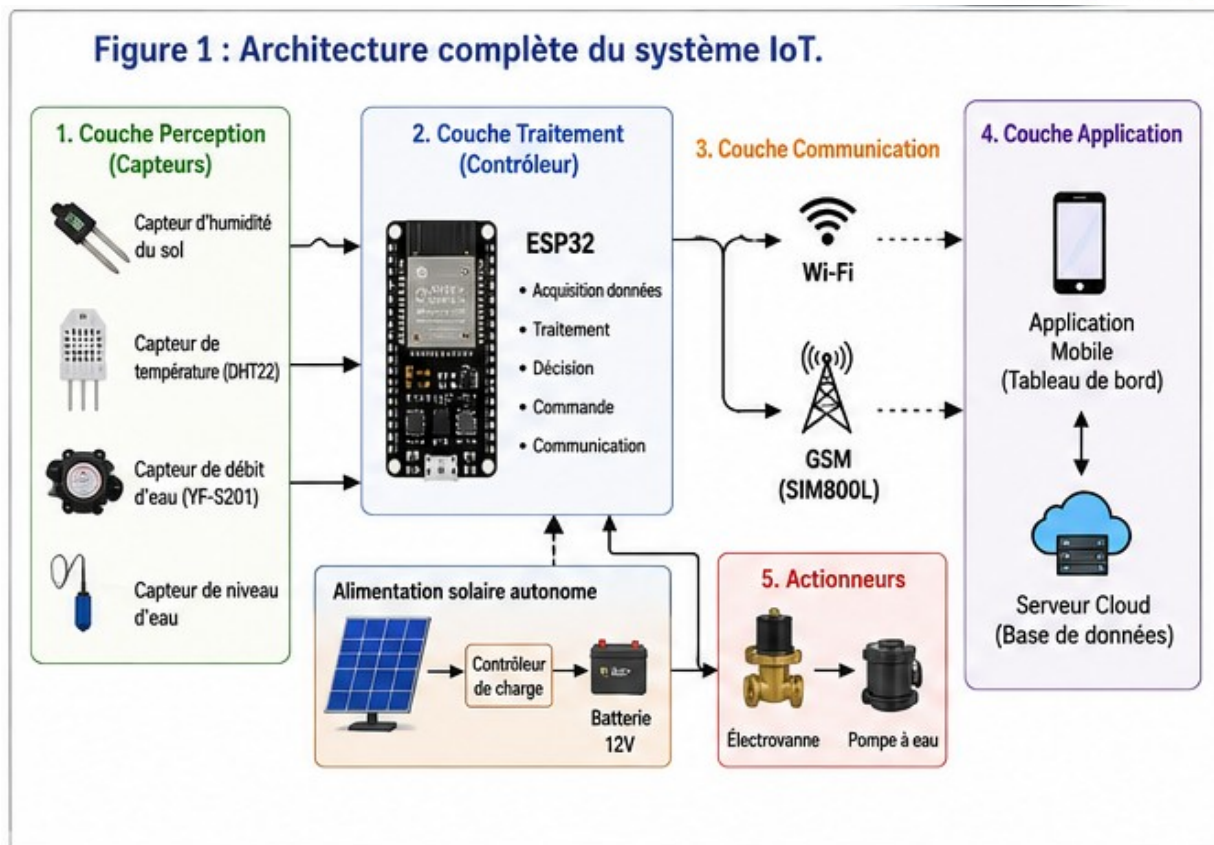
Tableau 1. Statut scientifique des principales données utilisées dans l'étude

Élément	Statut	Interprétation autorisée
120 cycles sur 30 jours	Consigné dans les tableaux de synthèse du pilote	Performance fonctionnelle agrégée ; journaux bruts perdus après la phase pilote
Latences par étape	Rapporté comme mesuré lors des essais fonctionnels	Réactivité électronique selon les synthèses disponibles
Volumes par culture	Scénarisé	Comparaison de référence, sans inférence agronomique
Production PV, marge et autonomie	Calculé	Dimensionnement sous hypothèses explicites
Économies annuelles et amortissement	Projeté	Scénario économique, à confirmer par comptabilité réelle
Résilience climatique / sécurité alimentaire	Non mesuré	Perspective de recherche, pas un résultat de l'étude

Source: auteurs, clarification méthodologique à partir du protocole pilote.

3.3 Architecture matérielle et logicielle

Le montage documenté est organisé autour d'un ESP32 DevKit V1. Deux capteurs capacitifs suivent l'état hydrique du sol; un DS18B20 mesure la température; un YF-S201 mesure le débit et un capteur distinct suit le niveau d'eau. L'actionnement repose sur un relais et une électrovanne 12 V. Le Wi-Fi de l'ESP32 assure la communication principale et un module GSM/GPRS fournit une voie de secours. Le modèle exact de ce module n'a pas pu être confirmé. Aucune pompe n'est incluse dans l'architecture évaluée, car le système de pompage n'a pas été documenté comme composant du prototype testé.



Architecture fonctionnelle documentée du prototype IoT

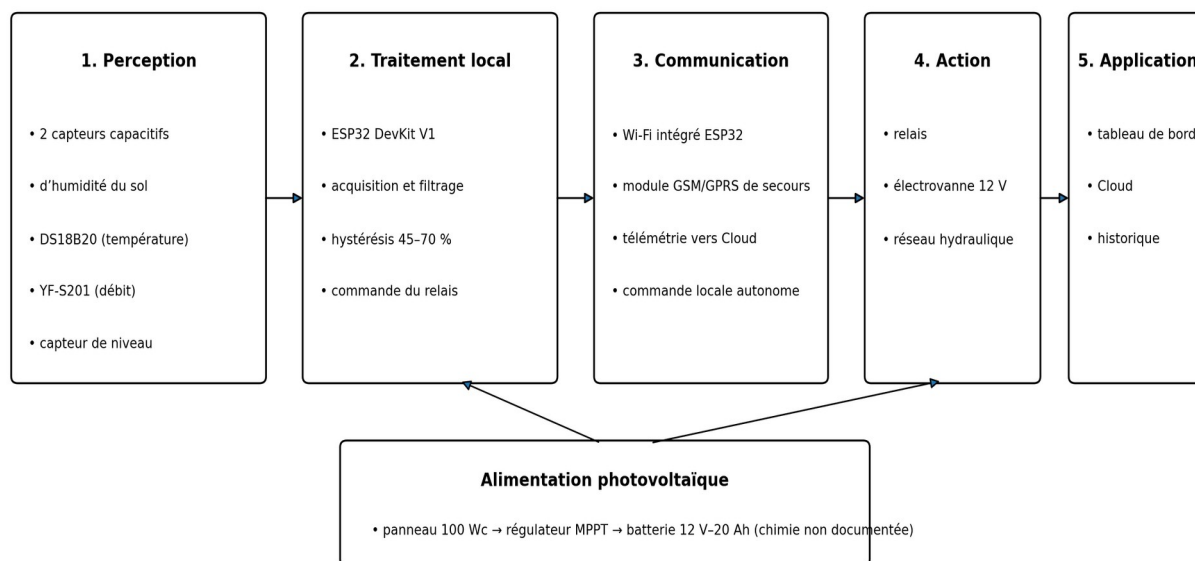


Figure 1. Architecture fonctionnelle

Source: auteurs.

Tableau 2. Principaux composants du prototype et fonction associée

Composant	Fonction principale	Coût estimé (USD)
ESP32 DevKit V1	Traitement local, décision et Wi-Fi intégré	10
2 capteurs d'humidité capacitifs	Mesure relative de l'état hydrique du sol	16
DS18B20	Mesure de la température	6

Composant	Fonction principale	Coût estimé (USD)
YF-S201 + capteur de niveau	Débit distribué et stock d'eau	27
Module GSM/GPRS de secours	Télémétrie de secours ; modèle exact non confirmé dans les archives disponibles	18
Relais + électrovanne 12 V	Commande locale de l'irrigation	25
Panneau 100 Wc + batterie 12 V-20 Ah + MPPT	Alimentation et stockage	160
Tuyauterie, boîtier, câblage et installation	Distribution, protection et montage	138

Source: données économiques du prototype. Total estimé: 400 USD.

3.4 Logique de décision et interprétation du pourcentage d'humidité

La logique de commande consignée dans le protocole est fondée sur une lecture périodique de l'humidité du sol, de la température, du niveau d'eau et du débit. Lorsque l'indice relatif d'humidité descend sous 45 %, l'électrovanne s'ouvre, à condition que le niveau du réservoir reste supérieur à 20 %. Elle se ferme lorsque l'indice atteint 70 %. Les capteurs sont lus toutes les 60 secondes et la télémétrie est programmée toutes les cinq minutes.

Les seuils de 45 % et 70 % correspondent à l'échelle relative utilisée par le système de commande. Ils ne doivent pas être interprétés comme une teneur en eau volumique du sol. Aucune calibration gravimétrique spécifique à la parcelle n'a été retrouvée dans les archives de l'essai. Ces valeurs sont donc considérées comme des paramètres techniques du pilote. Une validation agronomique devra relier le signal du capteur aux propriétés du sol et définir des seuils adaptés à chaque culture, à la profondeur racinaire et au stade phénologique.

Tableau 3. Paramètres de commande et d'acquisition du pilote

Paramètre	Valeur	Interprétation / action
Indice relatif d'humidité – seuil bas	45 %	Ouverture de l'électrovanne
Indice relatif d'humidité – seuil haut	70 %	Fermeture de l'électrovanne
Niveau minimal du réservoir	20 %	Arrêt de sécurité et alerte
Niveau critique de la batterie	20 %	Alerte de maintenance
Intervalle d'acquisition	60 s	Nouvelle lecture des capteurs
Intervalle de télémétrie	5 min	Synchronisation programmée vers le Cloud

Source: paramètres de commande consignés dans le protocole pilote.

3.5 Dimensionnement photovoltaïque et budget énergétique

Le dimensionnement photovoltaïque repose sur trois éléments: la puissance du panneau, le nombre d'heures solaires de pointe et un rendement global de conversion. La charge journalière retenue est de 42,4 Wh/jour. Le relevé détaillé des puissances et des cycles de service de chaque composant n'ayant pas été conservé, cette valeur est traitée comme une charge agrégée de dimensionnement plutôt que comme une mesure électrique vérifiable composant par composant.

$$E_{\text{cons}} = \Sigma(P_i \times t_i) = 42,4 \text{ Wh/jour (valeur agrégée de dimensionnement)} \quad (1)$$

$$E_{\text{prod}} = P_{\text{pv}} \times \text{HSP} \times \eta = 100 \times 5 \times 0,80 = 400 \text{ Wh/jour} \quad (2)$$

$$E_{\text{batt,utile}} = 12 \times 20 \times 0,80 = 192 \text{ Wh} ; \text{ Autonomie} = 192 / 42,4 = 4,53 \text{ jours} \quad (3)$$

Pour le calcul d'autonomie, 80 % de la capacité nominale de la batterie ont été considérés comme utilisables. La chimie de la batterie n'a pas pu être confirmée dans les archives disponibles; ce facteur doit donc être compris comme une hypothèse de dimensionnement et non comme une recommandation de profondeur de décharge. À titre indicatif, une fraction utilisable de 50 %

ramènerait l'autonomie théorique à environ 2,83 jours, contre 4,53 jours avec l'hypothèse de 80 %.

Tableau 4. Traçabilité du bilan énergétique

Indicateur	Valeur	Statut / hypothèse
Panneau photovoltaïque	100 Wc	Caractéristique du prototype
Heures solaires de pointe	5 h/jour	Hypothèse de dimensionnement
Rendement global	0,80	Hypothèse de calcul
Production journalière	400 Wh/jour	Calculée
Charge journalière	42,4 Wh/jour	Valeur agrégée de dimensionnement
Énergie batterie utile	192 Wh	Calculée sous hypothèse de 80 % utilisable ; chimie de batterie non confirmée
Autonomie théorique	4,53 jours	4,53 j à 80 % utilisable ; 2,83 j à 50 % utilisable

Source: calculs de dimensionnement du pilote.

3.6 Indicateurs fonctionnels et stratégie d'analyse

Trois temps doivent être distingués. La latence locale post-acquisition correspond à l'acquisition, au traitement et à l'actionnement. La latence de télémétrie concerne uniquement l'envoi des données. Enfin, le délai opérationnel réel dépend aussi de l'intervalle de lecture fixé à 60 s. Ainsi, lorsqu'un seuil est franchi juste après une acquisition, l'action peut intervenir jusqu'à environ une minute plus tard, à laquelle s'ajoute la latence locale.

Le volume d'eau est estimé à partir du débit et du temps d'ouverture de l'électrovanne. Les valeurs associées aux quatre cultures sont des scénarios agrégés; elles ne constituent pas des répétitions expérimentales. Les tests t et l'ANOVA qui figuraient dans une version antérieure de l'analyse ne sont donc pas retenus ici, car les observations individuelles nécessaires à leur vérification ne sont plus disponibles. L'interprétation repose sur des statistiques descriptives et sur les écarts entre scénarios.

La fiabilité est examinée séparément pour la commande locale et pour la communication. Une perte de signal GSM n'est considérée comme un échec d'irrigation que si elle empêche l'action locale, ce qui n'est pas le cas dans l'architecture retenue. Le taux global de réussite des transmissions programmées toutes les cinq minutes ne peut pas être calculé, car le nombre total de paquets effectivement émis et reçus n'a pas été conservé.

Tableau 5. Conditions et dimensions de l'évaluation pilote

Paramètre	Valeur	Statut
Durée de l'évaluation	30 jours	Mesuré
Nombre de cycles	120	Consigné dans les tableaux de synthèse du pilote
Surface pilote	100 m ²	Déclaré dans le protocole

Paramètre	Valeur	Statut
Cultures	Maïs, haricot, tomate, pomme de terre	Scénarios hydriques
Température	24 ± 2 °C	Hypothèse/condition moyenne déclarée
Humidité relative	65–85 %	Hypothèse/condition déclarée
Heures solaires de pointe	5 h/jour	Hypothèse de dimensionnement
Réservoir	500 L	Caractéristique du prototype

Source: protocole pilote et tableaux de synthèse conservés.

3.7 Évaluation économique et analyse de sensibilité

L'analyse économique est volontairement présentée comme un scénario de faisabilité. L'investissement initial est estimé à 400 USD. Les économies annuelles brutes retenues dans le scénario de base sont de 270 USD: 110 USD pour l'eau, 65 USD pour l'énergie, 75 USD pour la main-d'œuvre et 20 USD pour la maintenance évitée. Les pièces permettant de reconstituer les prix unitaires et les temps de travail d'origine n'ont pas été conservées; ces montants sont donc des projections et non des économies observées sur une exploitation. La maintenance annuelle du prototype est estimée à 30 USD. Une analyse de sensibilité permet d'apprécier l'effet d'une variation des coûts et des économies attendues.

$$\text{Bénéfice net annuel} = \text{économies brutes} - \text{maintenance} \quad (4)$$

$$\text{Rendement net simple (\%)} = [(\text{économies brutes} - \text{maintenance}) / \text{investissement}] \times 100 \quad (5)$$

$$\text{Amortissement simple} = \text{investissement} / \text{bénéfice net annuel} \quad (6)$$

Une analyse de sensibilité fait varier de ±20 % l'investissement et/ou les économies brutes afin d'illustrer l'incertitude du scénario économique.

4. Résultats

4.1 Latence locale, télémétrie et écarts de lecture

Les synthèses d'essai indiquent un temps moyen de 0,80 s pour l'acquisition, 0,30 s pour le traitement par l'ESP32 et 0,50 s pour l'activation de l'électrovanne. La latence locale post-acquisition est donc de 1,60 s. Lorsque la télémétrie est prise en compte, environ 2,00 s supplémentaires sont ajoutées, ce qui porte la chaîne étendue à 3,60 ± 0,16 s. Cette dernière valeur ne représente pas le temps de commande locale. Avec une lecture toutes les 60 s, le délai entre le franchissement réel d'un seuil et l'action peut, dans le cas le plus défavorable, approcher 61,6 s.

Les écarts moyens consignés dans les tableaux de synthèse sont de + 0,40 point pour l'indice d'humidité, +0,60 °C pour la température, +0,30 cm pour le niveau d'eau et +0,20 L/min pour le débit. En l'absence du protocole métrologique complet et des journaux bruts, ces valeurs sont interprétées comme des différences de lecture observées pendant le pilote, et non comme une certification de précision des capteurs.

Tableau 6. Décomposition de la latence mesurée

Étape	Temps moyen ± écart-type (s)	Rôle dans la réponse
Acquisition des capteurs	0,80 ± 0,05	Local
Traitement ESP32	0,30 ± 0,02	Local
Activation électrovanne	0,50 ± 0,04	Local
Sous-total local post-acquisition	1,60	Commande locale

Étape	Temps moyen ± écart-type (s)	Rôle dans la réponse
Communication Wi-Fi/GSM	2,00 ± 0,12	Télémétrie
Chaîne étendue	3,60 ± 0,16	Local + communication

Source: données fonctionnelles du prototype; sous-total local calculé à partir des moyennes.

4.2 Scénarios de consommation d'eau

Les scénarios comparatifs donnent un volume journalier moyen de 111,8 L/jour pour la référence manuelle et de 89,8 L/jour pour le scénario IoT, soit une économie potentielle moyenne de 19,6 %. Par culture, les écarts correspondent à 20,0 % pour le maïs, 18,8 % pour le haricot, 21,2 % pour la tomate et 18,2 % pour la pomme de terre. Ces valeurs illustrent ce que peut apporter l'arrêt automatique de l'irrigation lorsque le seuil supérieur est atteint; elles ne représentent pas quatre essais agronomiques indépendants.

Tableau 7. Scénarios comparatifs de consommation d'eau par culture

Culture	Référence manuelle (L/jour)	Scénario IoT (L/jour)	Économie potentielle (%)
Maïs	120,0	96,0	20,0
Haricot	85,0	69,0	18,8
Tomate	132,0	104,0	21,2
Pomme de terre	110,0	90,0	18,2
Moyenne	111,8	89,8	19,6

Source: scénarios hydriques du pilote. Les valeurs sont descriptives et ne font pas l'objet d'une inférence statistique.

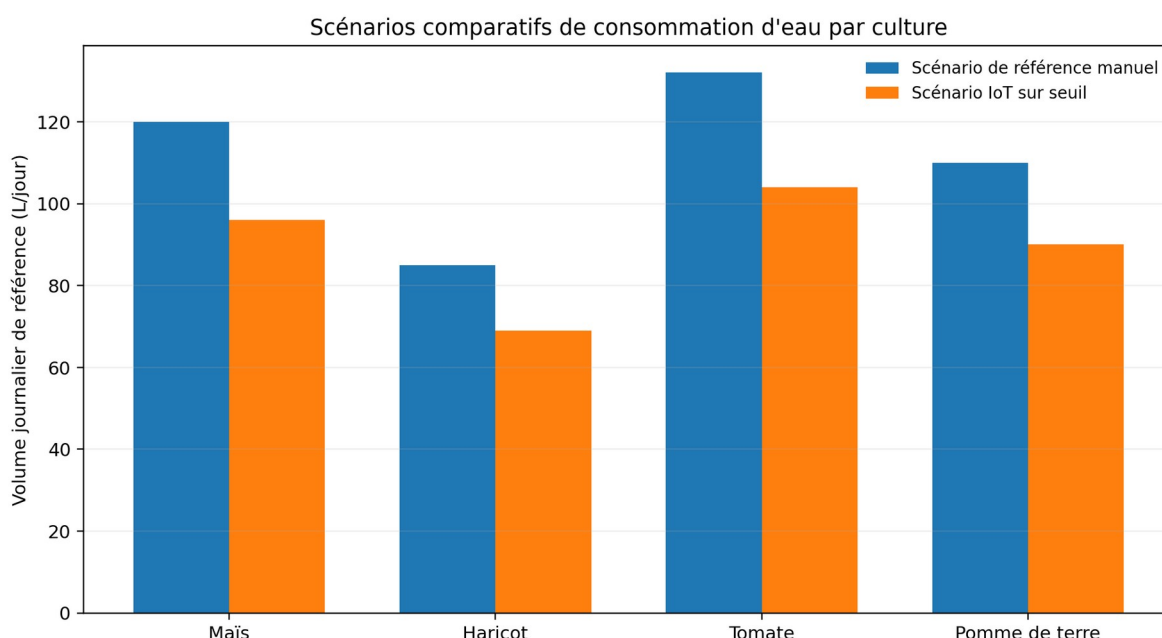


Figure 2. Scénarios comparatifs de consommation d'eau.

Source: auteurs, à partir des valeurs scénarisées du Tableau 7.

4.3 Performance énergétique calculée

Avec les hypothèses retenues, un panneau de 100 Wc, cinq heures solaires de pointe et un rendement global de 0,80 conduisent à une production calculée de 400 Wh/jour. La charge agrégée de 42,4 Wh/jour représente environ 10,6 % de cette production, laissant une marge théorique de 357,6

Wh/jour. L'autonomie calculée est de 4,53 jours avec 192 Wh considérés comme utilisables dans la batterie. Cette marge est favorable à la continuité de service, mais elle suggère aussi qu'un dimensionnement plus fin pourrait réduire le coût du système.

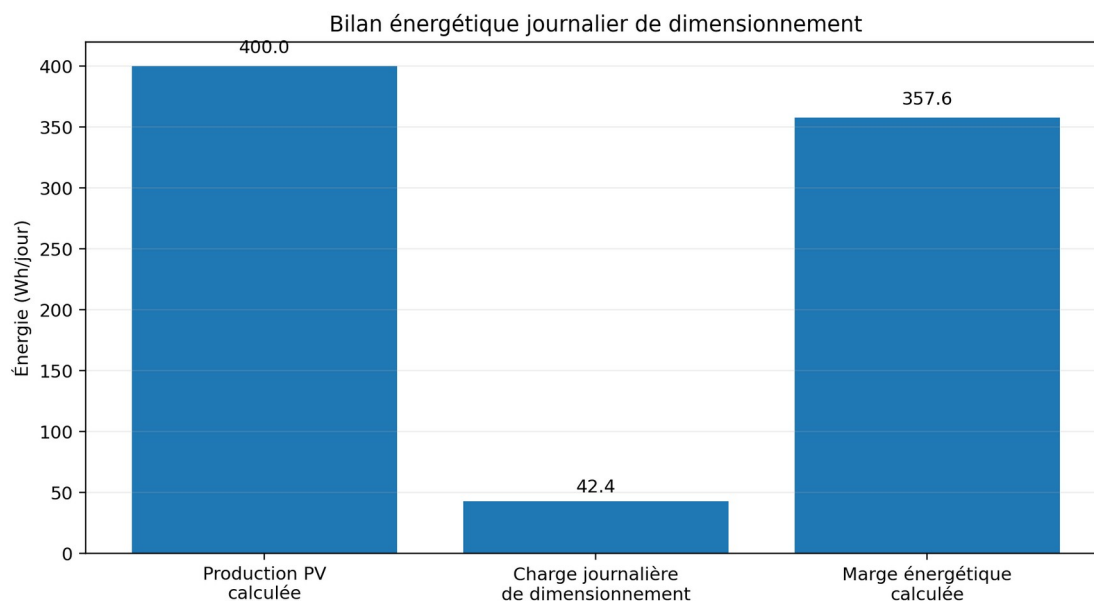


Figure 3. Bilan énergétique journalier de dimensionnement.

Source: calculs à partir des hypothèses du Tableau 4.

4.4 Fiabilité de commande et incidents de communication

D'après les tableaux de synthèse conservés, les 120 cycles programmés ont été exécutés par la commande locale. Deux pertes momentanées de signal GSM ont été signalées sans interruption de l'irrigation. La disponibilité globale consignée est de 717 h sur 720 h, soit 99,58 %. Ces éléments décrivent le comportement général du pilote, mais ils ne peuvent plus être réaudités cycle par cycle puisque les journaux bruts ont été perdus. Le taux global de réussite des transmissions toutes les cinq minutes ne peut pas être établi.

Tableau 8. Indicateurs de fiabilité clarifiés

Indicateur	Résultat	Interprétation
Cycles d'irrigation exécutés localement	120/120 (100 %) consignés	Exécution locale rapportée dans les synthèses ; journaux bruts perdus après le pilote
Cycles sans incident de communication signalé	118/120 (98,33 %)	Indicateur associé aux cycles, pas à toutes les télémetries

Indicateur	Résultat	Interprétation
Incidents réseau	2	Pertes momentanées de signal GSM
Disponibilité globale enregistrée	717/720 h (99,58 %)	Indicateur pilote à distinguer de la commande locale
Intervalle moyen entre incidents réseau	≈ 360 h	Calcul indicatif : 720 h / 2 incidents
Réussite globale des transmissions 5 min	Non déterminable	Nombre total de paquets émis/reçus non documenté

Source: données fonctionnelles réinterprétées selon la distinction commande/télémétrie.

4.5 Évaluation économique projetée et sensibilité

Dans le scénario de base, l'investissement initial s'élève à 400 USD, les économies brutes annuelles projetées à 270 USD et la maintenance à 30 USD/an. Le bénéfice net théorique est donc de 240 USD/an, ce qui correspond à un rendement simple de 60 % et à un amortissement d'environ 1,67 an, soit près de 20 mois. Ces résultats décrivent un scénario de faisabilité et non une performance financière observée sur une exploitation agricole.

Tableau 9. Scénario économique de base

Indicateur	Valeur	Statut
Investissement initial	400 USD	Estimation du prototype
Économies annuelles brutes	270 USD/an	Projection
Maintenance annuelle	30 USD/an	Estimation
Bénéfice net annuel	240 USD/an	Calculé
Économies brutes / investissement	67,5 %	Calculé
Rendement net simple	60,0 %	Calculé
Amortissement simple net	1,67 an (~20 mois)	Calculé

Source: scénario économique du pilote.

Tableau 10. Analyse de sensibilité de la période d'amortissement

Scénario	Investissement	Économies brutes	Bénéfice net annuel	Amortissement
Pessimiste : coût +20 %, économies -20 %	480 USD	216 USD/an	186 USD/an	2,58 ans
Économies -20 %	400 USD	216 USD/an	186 USD/an	2,15 ans
Base	400 USD	270 USD/an	240 USD/an	1,67 an
Économies +20 %	400 USD	324 USD/an	294 USD/an	1,36 an
Optimiste : coût -20 %, économies +20 %	320 USD	324 USD/an	294 USD/an	1,09 an

Source: calculs de sensibilité autour du scénario de base, maintenance maintenue à 30 USD/an.

5. Discussion

Le premier enseignement du pilote concerne la commande locale. Une latence post-acquisition de 1,60 s est courte au regard des variations de l'humidité du sol et confirme l'intérêt d'exécuter la décision directement sur l'ESP32 plutôt que d'attendre une réponse du Cloud. La communication peut ainsi être réservée à la supervision. En pratique, le délai le plus important vient surtout de l'intervalle d'échantillonnage de 60 s, qui devra être ajusté lors de futurs essais en fonction du compromis recherché entre réactivité et consommation énergétique.

Les scénarios hydriques conduisent à une économie potentielle moyenne de 19,6 %. Cette valeur se situe dans la logique des systèmes d'irrigation pilotés par l'état du sol, dont l'objectif est d'éviter les apports systématiques lorsque la réserve hydrique reste suffisante (Obaideen et al., 2022). Les travaux de Camporese et al. (2021) sur le maïs et de Seyar et Ahamed (2023) sur la tomate montrent l'intérêt de cette approche lorsqu'elle est correctement calibrée. La comparaison doit néanmoins rester mesurée : dans la présente étude, les valeurs par culture proviennent de scénarios et ne sont pas associées à des rendements mesurés ni à une efficacité de l'eau exprimée en kg/m³.

La question de la calibration est probablement la principale limite technique du pilote. Un seuil exprimé en pourcentage sur un capteur capacitif n'a de sens agronomique que s'il est relié à la teneur réelle en eau du sol et à des repères tels que la capacité au champ ou le point de flétrissement. Les seuils 45–70 % utilisés ici ne peuvent donc pas être généralisés. Une prochaine expérimentation devra documenter la texture du sol, la profondeur d'installation et établir une courbe de calibration avant de définir des seuils propres à chaque culture.

Le bilan énergétique est, lui aussi, encourageant mais doit être interprété avec prudence. La charge agrégée de 42,4 Wh/jour ne représente qu'environ 10,6 % de la production photovoltaïque calculée. Cette marge peut sécuriser le fonctionnement lors de journées moins favorables, mais elle peut aussi traduire un surdimensionnement. Une future campagne devrait mesurer directement le courant, la tension et l'énergie consommée par chaque sous-système. La chimie de la batterie devra également être documentée et, si une pompe est intégrée, sa consommation devra être comptabilisée séparément.

Les incidents de communication mettent en évidence un autre point important: dans une architecture Edge, une perte de réseau n'implique pas nécessairement une interruption du service. Les deux incidents GSM consignés n'ont pas empêché la commande locale de fonctionner. En revanche, les données conservées ne permettent pas d'évaluer la qualité de la télémétrie sur l'ensemble des transmissions prévues. Un protocole ultérieur devrait donc enregistrer automatiquement chaque paquet, son horodatage et son état de réception.

Sur le plan économique, l'amortissement de 1,67 an obtenu dans le scénario de base paraît attractif, mais il dépend directement d'hypothèses qui n'ont pas pu être reconstituées à partir de pièces comptables. L'analyse de sensibilité, qui situe l'amortissement entre 1,09 et 2,58 ans, donne une image plus réaliste de cette incertitude. Avant toute recommandation aux producteurs, il faudra relever localement les prix, mesurer le temps de travail réellement économisé et quantifier les coûts d'eau et d'énergie évités. Pour une petite exploitation, un investissement de 400 USD peut rester élevé; une utilisation partagée au niveau d'une coopérative constitue une piste possible, mais elle mérite une évaluation socio-économique propre (Klerkx et al., 2019; Rose et al., 2021).

Le prototype apporte ainsi une première lecture du Nexus Eau–Énergie–Alimentation à l'échelle technique: il relie une décision d'irrigation fondée sur l'état du sol à une alimentation photovoltaïque et à une supervision numérique. Il serait toutefois excessif d'en déduire, à ce stade, un effet sur la sécurité alimentaire ou la résilience climatique. Ces dimensions supposent des mesures de rendement, de stabilité de production, de revenu et d'adoption sur plusieurs saisons. Les travaux conduits au Sud-Kivu montrent d'ailleurs que l'efficacité des pratiques climato-intelligentes dépend fortement du contexte agroécologique et des capacités des producteurs à les maintenir dans le temps (Chuma et al., 2025).

6. Conclusion

Cette étude a permis d'évaluer, à l'échelle pilote, une architecture d'irrigation intelligente associant ESP32, capteurs environnementaux, commande locale, communication Wi-Fi/GSM et alimentation photovoltaïque. Les données disponibles montrent une latence locale post-acquisition de 1,60 s; la chaîne incluant la télémétrie atteint $3,60 \pm 0,16$ s. Les scénarios hydriques indiquent une économie potentielle moyenne de 19,6 %, sans constituer pour autant une mesure agronomique directe sur les quatre cultures considérées.

Le dimensionnement photovoltaïque conduit à une production calculée de 400 Wh/jour pour une charge agrégée de 42,4 Wh/jour. L'autonomie théorique est de 4,53 jours avec l'hypothèse de 80 % d'énergie batterie utilisable. Les synthèses conservées indiquent que les 120 cycles programmés ont

été exécutés localement et que deux incidents GSM n'ont pas interrompu l'irrigation. Le scénario économique de base donne un amortissement de 1,67 an, avec une plage de 1,09 à 2,58 ans lorsque les principales hypothèses varient.

Le prototype constitue ainsi une base technique intéressante pour poursuivre les travaux sur l'irrigation de précision à Kabare. Les résultats ne permettent pas encore d'affirmer un gain de rendement, une amélioration de la sécurité alimentaire ou un renforcement de la résilience climatique. Une validation multi-saison, avec données brutes archivées, calibration des capteurs et coûts réellement observés, est nécessaire avant d'envisager une diffusion à plus grande échelle.

Références bibliographiques

- Adeyemi, O., Grove, I., Peets, S., Domun, Y., & Norton, T. (2018). Dynamic neural network modelling of soil moisture content for predictive irrigation scheduling. *Sensors*, 18(10), 3408. <https://doi.org/10.3390/s18103408>
- Al-Ali, A. R., Rehman, S., Al-Agili, S., Al-Omari, M. H., & Al-Fayezi, M. (2001). Usage of photovoltaics in an automated irrigation system. *Renewable Energy*, 23(1), 17–26. [https://doi.org/10.1016/S0960-1481\(00\)00110-5](https://doi.org/10.1016/S0960-1481(00)00110-5)
- Al-Fuqaha, A., Guizani, M., Mohammadi, M., Aledhari, M., & Ayyash, M. (2015). Internet of Things: A survey on enabling technologies, protocols, and applications. *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, 17(4), 2347–2376.
- Ayaz, M., Ammad-Uddin, M., Sharif, Z., Mansour, A., & Aggoune, E. H. M. (2019). Internet-of-Things (IoT)-based smart agriculture: Toward making the fields talk. *IEEE Access*, 7, 129551–129583. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2019.2932609>
- Balume Kayani, I., Agumas, B., Musyoki, M., Nziguheba, G., Marohn, C., Benz, M., Vanlauwe, B., Cadisch, G., & Rasche, F. (2021). Market access and resource endowment define the soil fertility status of smallholder farming systems of South-Kivu, DR Congo. *Soil Use and Management*, 37(2), 353–366. <https://doi.org/10.1111/sum.12691>
- Biggs, E. M., Bruce, E., Boruff, B., Duncan, J. M. A., Horsley, J., Pauli, N., et al. (2015). Sustainable development and the Water–Energy–Food Nexus: A perspective on livelihoods. *Environmental Science & Policy*, 54, 389–397. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2015.08.002>
- Camporese, M., Gumiere, S. J., Putti, M., & Botter, G. (2021). Efficient irrigation of maize through soil moisture monitoring and modeling. *Frontiers in Water*, 3, 627551. <https://doi.org/10.3389/frwa.2021.627551>
- Chuma Basimine, G., Mondo, J. M., Ndeko, A. B., Bagula, E. M., Lucungu, P. B., Bora, S. F., Karume, K., Mushagalusa, G. N., Schmitz, S., & Biolders, C. L. (2022). Farmers' knowledge and practices of soil conservation techniques in smallholder farming systems of Northern Kabare, East of D.R. Congo. *Environmental Challenges*, 7, 100516. <https://doi.org/10.1016/j.envc.2022.100516>
- Chuma, G. B., Kisombola, L., Mondo, J. M., Muliri, B., Majaliwa, J.-G. M., Kahindo, C., & Karume, K. (2025). Climate-smart agronomic practices and their appraisal among smallholder sorghum farmers in eastern Democratic Republic of Congo wetlands. *Sustainable Futures*, 9, 100606. <https://doi.org/10.1016/j.sfr.2025.100606>
- FAO. (2020). *The State of Food and Agriculture 2020: Overcoming water challenges in agriculture*. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- FAO. (2021). *The State of the World's Land and Water Resources for Food and Agriculture: Systems at breaking point*. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- FAO. (2022). *The State of Food and Agriculture 2022: Leveraging automation in agriculture for transforming agrifood systems*. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Gebbers, R., & Adamchuk, V. I. (2010). Precision agriculture and food security. *Science*, 327(5967), 828–831. <https://doi.org/10.1126/science.1183899>

- Gubbi, J., Buyya, R., Marusic, S., & Palaniswami, M. (2013). Internet of Things (IoT): A vision, architectural elements, and future directions. *Future Generation Computer Systems*, 29(7), 1645–1660.
- Hoff, H. (2011). Understanding the Nexus: Background paper for the Bonn 2011 Conference—The Water, Energy and Food Security Nexus. Stockholm Environment Institute.
- IPCC. (2022). *Climate Change 2022: Impacts, adaptation and vulnerability*. Cambridge University Press.
- Klerkx, L., Jakku, E., & Labarthe, P. (2019). A review of social science on digital agriculture. *NJAS: Wageningen Journal of Life Sciences*, 90–91, 100315. <https://doi.org/10.1016/j.njas.2019.100315>
- Mohammed Wazed, S., Hughes, B. R., O'Connor, D., & Kaiser Calautit, J. (2018). A review of sustainable solar irrigation systems for Sub-Saharan Africa. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 81, 1206–1225. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.08.039>
- Obaideen, K., Yousef, B. A. A., AlMallahi, M. N., Tan, Y. C., Mahmoud, M., Jaber, H., & Ramadan, M. (2022). An overview of smart irrigation systems using IoT. *Energy Nexus*, 7, 100124. <https://doi.org/10.1016/j.nexus.2022.100124>
- Rasul, G., & Sharma, B. (2016). The nexus approach to water–energy–food security: An option for adaptation to climate change. *Climate Policy*, 16(6), 682–702.
- Raza, F., Tamoor, M., Miran, S., Arif, W., Kiren, T., Amjad, W., et al. (2022). The socio-economic impact of using photovoltaic energy for high-efficiency irrigation systems: A case study. *Energies*, 15(3), 1198. <https://doi.org/10.3390/en15031198>
- Rose, D. C., Wheeler, R., Winter, M., Lobley, M., & Chivers, C.-A. (2021). Agriculture 4.0: Making it work for people, production, and the planet. *Land Use Policy*, 100, 104933. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2020.104933>
- Seyar, M. H., & Ahamed, T. (2023). Development of an IoT-based precision irrigation system for tomato production from indoor seedling germination to outdoor field production. *Applied Sciences*, 13(9), 5556. <https://doi.org/10.3390/app13095556>
- Tzounis, A., Katsoulas, N., Bartzanas, T., & Kittas, C. (2017). Internet of Things in agriculture, recent advances and future challenges. *Biosystems Engineering*, 164, 31–48. <https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2017.09.007>
- Wolfert, S., Ge, L., Verdouw, C., & Bogaardt, M.-J. (2017). Big Data in smart farming: A review. *Agricultural Systems*, 153, 69–80. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2017.01.023>
- Zamora-Izquierdo, M. A., Santa, J., Martínez, J. A., Martínez, V., & Skarmeta, A. F. (2019). Smart farming IoT platform based on edge and cloud computing. *Future Generation Computer Systems*, 99, 285–298.

DÉTERMINANTS SOCIODÉMOGRAPHIQUES, ÉCONOMIQUES, INSTITUTIONNELS ET LOGISTIQUES DU FAIBLE ABONNEMENT DES MÉNAGES AUX ORGANISATIONS LOCALES DE COLLECTE DES DÉCHETS DANS LA VILLE DE BUKAVU, RÉPUBLIQUE DÉMOCRATIQUE DU CONGO, EN 2025

Sociodemographic, economic, institutional and logistical determinants of low household subscription to local waste collection organizations in Bukavu, Democratic Republic of the Congo, in 2025

Bashige Musharhamina David¹, Mushagasha Munyerenkana Gisèle², Bakengeze Molière Promesse³, Tombo Mbiso Anicet⁴, Teganyi Baciunjuze Ghislaine⁵, Musafiri Ngimbi Moïse⁶, Yolya Murhabazi Aubin⁷, Bisimwa Mubwebwe Arthur⁸

¹⁻⁶ Institut Supérieur des Techniques Médicales de Bukavu, République Démocratique du Congo

⁷ Institut Supérieur Pédagogique de Bukavu, République Démocratique du Congo

⁸ Institut Supérieur des Techniques Médicales de Bukavu, République Démocratique du Congo

Résumé

La gestion des déchets ménagers demeure un problème de santé publique et de gouvernance urbaine dans les villes africaines en croissance rapide. À Bukavu, la présence d'organisations locales de collecte ne garantit pas l'abonnement de tous les ménages.

Analyser les déterminants sociodémographiques, économiques, institutionnels et logistiques associés au statut d'abonnement des ménages aux organisations locales de collecte des déchets dans la ville de Bukavu.

Une étude transversale analytique a porté sur 400 ménages des zones de santé de Kadutu, Ibanda et Bagira au cours de la période d'étude allant de mars à juin 2025. Les ménages ont été sélectionnés par tirage aléatoire simple. L'abonnement au service de collecte était l'issue principale (Oui = 1 ; Non = 0). Les associations brutes ont été estimées par tests du χ^2 et Odds Ratio (OR) avec IC95 %. Un modèle de régression logistique multivariée préspecifié a été ajusté sur les 400 ménages. La colinéarité, l'ajustement, l'influence, la discrimination et la calibration ont été contrôlés.

Sur 400 ménages, 139 (34,8 % ; IC95 % : 30,2–39,5 %) étaient abonnés et 261 (65,3 %) ne l'étaient pas. En analyse ajustée, la résidence dans la zone de santé d'Ibanda comparativement à Kadutu (aOR = 10,08 ; IC95 % : 5,04–20,17 ; $p < 0,001$) et l'accès régulier à l'information sur les programmes de collecte (aOR = 7,52 ; IC95 % : 3,59–15,76 ; $p < 0,001$) étaient indépendamment associés à l'abonnement. Parmi les 280 ménages non-adhérents à la question 14, les obstacles les plus rapportés étaient la méconnaissance d'une organisation de collecte (55,7 %), l'efficacité jugée insuffisante (28,2 %) et le coût jugé trop élevé (27,1 %).

Le non-abonnement concernait près des deux tiers des ménages. Les résultats montrent une forte hétérogénéité spatiale et une association indépendante entre l'accès régulier à l'information et l'abonnement. Les stratégies locales devraient prioriser l'information opérationnelle sur les services, le suivi de leur organisation et l'analyse des écarts entre zones de santé.

Mots-clés: Déchets ménagers; Collecte des déchets; Abonnement; Ménages; Information; Bukavu.

Abstract

Household solid waste management remains a public health and urban governance challenge in rapidly growing African cities. In Bukavu, the presence of local collection organizations does not ensure household subscription to collection services.

To analyze sociodemographic, economic, institutional and logistical determinants associated with household subscription to local waste collection organizations in Bukavu.

A cross-sectional analytical study included 400 households from the Kadutu, Ibanda and Bagira health zones between March and June 2025. Subscription to a collection service was the primary outcome (Yes = 1; No = 0). Crude associations were assessed using chi-square tests and odds ratios (ORs) with 95% confidence intervals. A prespecified multivariable logistic regression model was fitted to all 400 households. Collinearity, model fit, influence, discrimination and calibration were assessed.

Among 400 households, 139 (34.8%; 95% CI: 30.2–39.5%) were subscribed and 261 (65.3%) were not. In the adjusted model, residence in Ibanda versus Kadutu health zone (aOR = 10.08; 95% CI: 5.04–

20.17; $p < 0.001$) and regular access to information on collection programs (aOR = 7.52; 95% CI: 3.59–15.76; $p < 0.001$) were independently associated with subscription. Among the 280 households classified as non-adherents at question 14, the most frequently reported barriers were lack of knowledge of a collection organization (55.7%), perceived insufficient service effectiveness (28.2%) and high cost (27.1%).

Nearly two-thirds of households were not subscribed. The findings show marked spatial heterogeneity and an independent association between regular access to information and household subscription. Local strategies should prioritize operational information on services, service monitoring and investigation of differences between health zones.

Keywords: Household waste; Waste collection; Subscription; Households; Information; Bukavu.

1. Introduction

La gestion des déchets solides municipaux constitue un enjeu de santé publique, d'environnement et de gouvernance urbaine. Le Global Waste Management Outlook 2024 estime que la production mondiale de déchets municipaux pourrait passer de 2,1 milliards de tonnes en 2023 à 3,8 milliards de tonnes en 2050 si les tendances actuelles se poursuivent (United Nations Environment Programme & International Solid Waste Association, 2024). En Afrique subsaharienne, une revue systématique a estimé la couverture de collecte des déchets municipaux à environ 44 % en 2018, avec des écarts importants entre villes et quartiers (Adedara et al., 2023).

La participation des ménages aux services organisés de collecte dépend de plusieurs dimensions. À Lira, en Ouganda, l'éducation, l'occupation, la distance aux sites de collecte et la sensibilisation environnementale étaient associées à la volonté de payer pour un service amélioré (Apio et al., 2024). À Injibara, en Éthiopie, l'âge, le sexe, l'instruction, l'occupation, la distance au site de dépôt, la satisfaction du service et le niveau de richesse étaient associés à la volonté de payer (Mulat et al., 2019). À Bujumbura, la fréquence de collecte, les charges et plusieurs dimensions de qualité du service variaient selon les ménages et les quartiers desservis (Akimana & Letema, 2022).

À Bukavu, la population était estimée à 1 140 751 habitants en 2024 selon les données de la pyramide sanitaire utilisées dans le mémoire source. La ville est organisée en trois zones de santé : Kadutu, Ibanda et Bagira. Une étude locale antérieure avait enquêté 41 ménages, 14 organisations de collecte et la mairie de Bukavu, et avait déjà documenté une proportion plus élevée de ménages non abonnés que de ménages abonnés (Mumujuya Siyamu, 2022). Dans la présente étude, la base complémentaire institutionnelle identifiait cinq structures locales interrogées : FESS DD, Rabi ASBL, Briquette ASBL, Poubelle Bet et FDA. Ces données documentent l'existence de prestataires locaux sans permettre d'estimer une couverture municipale standardisée.

Les travaux disponibles sur Bukavu décrivent l'insuffisance de la collecte organisée et le recours à des pratiques informelles d'évacuation des déchets, mais peu d'analyses ont étudié simultanément les caractéristiques des ménages, leur accès à l'information et les conditions d'accès aux services de collecte (Mumujuya Siyamu, 2022).

La question de recherche était: Quels sont les facteurs sociodémographiques, économiques, institutionnels et logistiques associés au statut d'abonnement des ménages et aux services locaux de collecte des déchets à Bukavu? L'objectif était d'analyser ces déterminants afin de fournir des résultats directement utilisables pour l'amélioration des services et la gouvernance locale.

2. Méthodes

2.1. Type, cadre et période d'étude

Il s'agissait d'une étude transversale analytique menée dans les zones de santé de Kadutu, Ibanda et Bagira, dans la ville de Bukavu, province du Sud-Kivu, République Démocratique du Congo. La période d'étude s'étendait de mars à juin 2025, soit quatre mois calendaires.

2.2. Population, taille de l'échantillon et échantillonnage

La population cible était constituée des ménages résidant dans la ville de Bukavu, précisément dans les zones de santé de Kadutu, Ibanda et Bagira. Était éligible tout ménage dans lequel un répondant âgé d'au moins 18 ans était disponible au moment de l'enquête. Le répondant pouvait être le chef de ménage ou, en son absence, un autre adulte du ménage capable de fournir les informations sur la gestion des déchets et l'utilisation des services de collecte.

La taille d'échantillon retenue pour l'étude était de 400 ménages. Une majoration fixe de 15 ménages a été prévue pour anticiper les non-réponses ou les questionnaires non exploitables, portant la cible opérationnelle à 415 ménages. Après la collecte et le contrôle de qualité, 400 questionnaires complets ont constitué l'échantillon analytique final. L'unité d'échantillonnage était le ménage. Aucun effet de plan n'a été appliqué, la sélection reposant sur un tirage aléatoire simple et non sur un sondage en grappes.

Les ménages ont été sélectionnés par tirage aléatoire simple dans les aires de santé retenues. La base analytique finale comprenait 400 ménages complets répartis dans 17 aires de santé : Kadutu, 196 ménages dans 7 aires (49,0 %) ; Ibanda, 161 ménages dans 8 aires (40,3 %) ; Bagira, 43 ménages dans 2 aires (10,8 %). Les 400 questionnaires complets ont été retenus dans l'analyse principale.

2.3. Organisations locales documentées

Une base complémentaire de 24 réponses provenant d'organisations locales de collecte a permis d'identifier cinq structures présentes dans le contexte étudié : FESS DD, Rabi ASBL, Briquette ASBL, Poubelle Bet et FDA. Cette base a été utilisée uniquement pour documenter le contexte institutionnel ; les analyses statistiques de l'article portent exclusivement sur les 400 ménages.

2.4. Variables et définitions opérationnelles

La variable dépendante était l'abonnement du ménage à un service ou une organisation locale de collecte des déchets, issue de la question 6, codée Oui = 1 et Non = 0.

Les variables explicatives retenues étaient la zone de santé, l'âge, le genre, le niveau d'instruction, l'occupation, le statut de propriétaire du logement, l'accès à un dépotoir public, l'information sur les bonnes pratiques et l'accès régulier à l'information sur les programmes de collecte. La base analytique officielle ne comportait pas de mesure exploitable du revenu mensuel ; cette variable n'a donc pas été introduite dans les analyses.

Les obstacles institutionnels et logistiques étaient enregistrés sous forme d'indicateurs binaires à réponses multiples : méconnaissance d'une organisation de collecte, distance, horaires non adaptés, coût jugé trop élevé, efficacité jugée insuffisante et manque de temps. Les « horaires non adaptés » désignaient l'inadéquation des heures ou périodes de passage du service ; le « manque de temps » désignait la contrainte de disponibilité du ménage. Ces indicateurs ont été décrits séparément et n'ont pas été introduits dans la régression principale afin d'éviter une circularité entre les raisons de non-adhésion et l'issue d'abonnement.

2.5. Collecte et contrôle de qualité

Les données ont été recueillies au moyen d'un questionnaire structuré administré en face-à-face. Avant l'analyse, les modalités ont été harmonisées. Les quatre enregistrements libellés « >50 ans » ont été regroupés avec « ≥51 ans ». Pour la régression, les catégories « analphabète » et « primaire » ont été regroupées en une catégorie « analphabète/primaire » en raison du faible effectif de la catégorie analphabète (n = 6). Les 400 observations disposaient d'une valeur pour toutes les variables du modèle principal.

2.6. Analyse statistique

La réanalyse a été réalisée sous Python 3.13.5 avec NumPy 2.3.5, SciPy 1.17.0, statsmodels 0.14.6 et scikit-learn 1.8.0. Les variables qualitatives ont été présentées en effectifs et pourcentages. Les associations bivariées avec l'abonnement ont été examinées par le test du χ^2 de Pearson sans correction de continuité et par les Odds Ratio bruts (OR) avec leurs IC95 %. Le seuil bilatéral de significativité était fixé à 0,05. Les analyses descriptives, bivariées et multivariées de l'issue principale utilisent N = 400. La sous-analyse des obstacles de la question 15 concerne uniquement les 280 ménages ayant répondu « Non » à la question 14, conformément au filtre du questionnaire.

Le modèle multivariable a été défini a priori à partir des variables correspondant aux objectifs de l'étude : zone de santé, âge, genre, instruction, occupation, statut de propriétaire, accès à un dépotoir public et accès régulier à l'information. L'âge a été introduit comme variable continue par augmentation de 10 ans ; la linéarité du logit a été vérifiée par un terme de Box-Tidwell non significatif (p = 0,662). La variable « information sur les bonnes pratiques » a été conservée pour l'analyse descriptive et bivariée mais n'a pas été introduite simultanément avec l'accès régulier à l'information afin de limiter le chevauchement conceptuel entre ces deux mesures (V de Cramér = 0,524).

Le modèle comportait 12 paramètres explicatifs pour 139 événements d'abonnement, soit 11,6 événements par paramètre. La convergence a été vérifiée. La multicollinéarité a été examinée par le facteur d'inflation de la variance (VIF), la séparation par l'inspection de la convergence et des cellules, l'influence par la distance de Cook, la discrimination par l'aire sous la courbe ROC (AUC), et la calibration par le test de Hosmer-Lemeshow et le score de Brier.

2.7. Considérations éthiques

La participation était volontaire. Les répondants étaient informés de l'objectif de l'étude avant l'administration du questionnaire. L'anonymat et la confidentialité des informations recueillies ont été respectés, et les données ont été utilisées uniquement à des fins scientifiques. Le protocole a été examiné par le Comité éthique de l'École doctorale de l'ISTM-Bukavu. Les autorisations administratives nécessaires ont été obtenues auprès de la Division Provinciale de la Santé du Sud-Kivu ainsi qu'auprès des directions des zones de santé de Kadutu, Ibanda et Bagira.

2.8. Reporting

La rédaction et la présentation des résultats ont été alignées sur les principes STROBE applicables aux études observationnelles (von Elm et al., 2007).

3. Résultats

3.1. Caractéristiques des ménages

Le tableau 1 présente les principales caractéristiques sociodémographiques, économiques et d'accès aux services des 400 ménages inclus.

Tableau 1. Caractéristiques sociodémographiques, économiques et d'accès aux services des ménages (N = 400)

Variables et modalités	n	%
Zone de santé		
Kadutu	196	49,0
Ibanda	161	40,3
Bagira	43	10,8
Âge		
18–30 ans	161	40,3
31–50 ans	202	50,5
≥51 ans	37	9,3
Genre		
Féminin	214	53,5
Masculin	186	46,5
Niveau d'instruction		
Analphabète	6	1,5
Primaire	22	5,5
Secondaire	242	60,5
Universitaire	130	32,5
Occupation		
Employé du secteur privé	225	56,3
Agent/fonctionnaire de l'État	99	24,8
Sans occupation	76	19,0
Propriétaire du logement		
Non	124	31,0
Oui	276	69,0
Accès à un dépotoir public		
Non	191	47,8
Pas sûr	92	23,0
Oui	117	29,3
Information sur les bonnes pratiques		
Non	131	32,8
Partiellement	91	22,8
Oui	178	44,5
Accès régulier à l'information		
Non	195	48,8
Oui	205	51,3

Ce tableau montre que la majorité des ménages provenaient de Kadutu (49,0 %) et d'Ibanda (40,3 %). Les répondants âgés de 31–50 ans étaient les plus nombreux (50,5 %), avec une légère majorité de femmes (53,5 %) et un niveau secondaire prédominant (60,5 %).

3.2. Statut d'abonnement

Parmi les 400 ménages, 139 étaient abonnés à un service de collecte (34,8 % ; IC95 % : 30,2–39,5), contre 261 non abonnés (65,3 %).

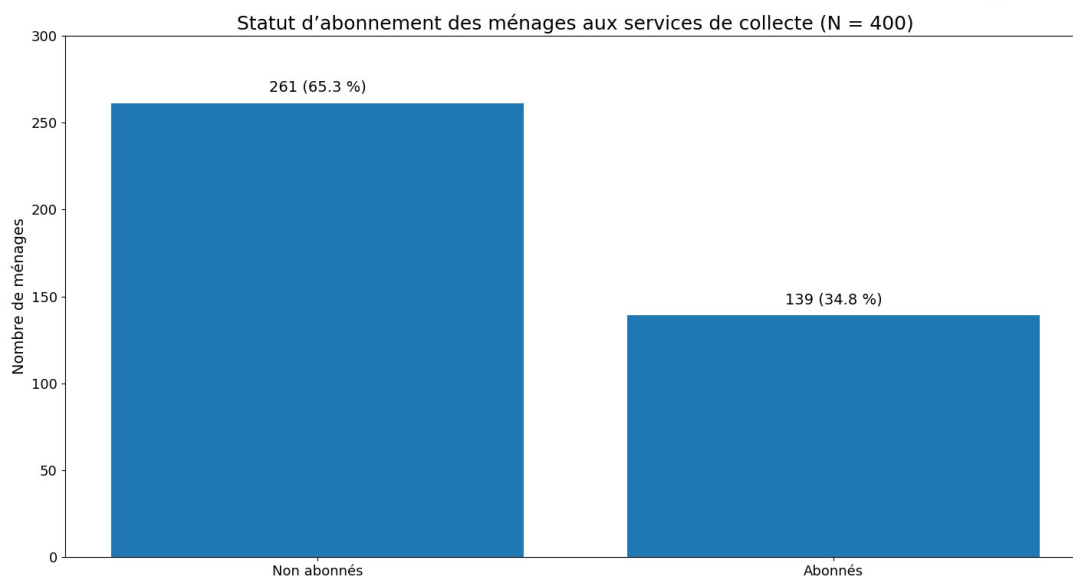


Figure 1. Statut d'abonnement des ménages aux services de collecte des déchets (N = 400)

3.3. Facteurs associés à l'abonnement en analyse bivariée

Les tableaux 2a et 2b présentent les facteurs associés au statut d'abonnement en analyse bivariée.

Tableau 2a. Facteurs sociodémographiques associés au statut d'abonnement: analyse bivariée (N = 400)

Variables et modalités	n	Abonnés n (%)	Non-abonnés n (%)	OR (IC95%)	brut	p	p global
Zone de santé							
Kadutu	196	21 (10,7)	175 (89,3)	Réf.	—	—	<0,001
Ibanda	161	116 (72,0)	45 (28,0)	21,48 (12,16–37,93)	<0,001		
Bagira	43	2 (4,7)	41 (95,3)	0,41 (0,09–1,80)	0,236		
Âge							
18–30 ans	161	32 (19,9)	129 (80,1)	Réf.	—	—	<0,001
31–50 ans	202	81 (40,1)	121 (59,9)	2,70 (1,67–4,35)	<0,001		
≥51 ans	37	26 (70,3)	11 (29,7)	9,53 (4,26–21,30)	<0,001		
Genre							
Féminin	214	65 (30,4)	149 (69,6)	Réf.	—	—	0,049
Masculin	186	74 (39,8)	112 (60,2)	1,51 (1,001–2,290)	0,049		
Instruction							
Secondaire	242	66 (27,3)	176 (72,7)	Réf.	—	—	<0,001
Analphabète/Primaire	28	3 (10,7)	25 (89,3)	0,32 (0,09–1,10)	0,070		
Universitaire	130	70 (53,8)	60 (46,2)	3,11 (1,99–4,86)	<0,001		
Occupation							
Employé du secteur privé	225	64 (28,4)	161 (71,6)	Réf.	—	—	<0,001
Agent/fonctionnaire de l’État	99	59 (59,6)	40 (40,4)	3,71 (2,26–6,09)	<0,001		
Sans occupation	76	16 (21,1)	60 (78,9)	0,67 (0,36–1,25)	0,209		

Il ressort de ce tableau qu'en analyse bivariée, la zone de santé, l'âge, le genre, l'instruction et l'occupation étaient associés à l'abonnement. Les proportions les plus élevées d'abonnés étaient observées à Ibanda (72,0 %) et chez les répondants âgés de 51 ans ou plus (70,3 %).

Tableau 2b. Facteurs liés au logement, à l'accès aux services et à l'information : analyse bivariée (N = 400)

Variables et modalités	n	Abonnés n (%)	Non-abonnés n (%)	OR brut (IC95 %)	p	p global
Statut de propriétaire						
Non	124	15 (12,1)	109 (87,9)	Réf.	—	<0,001
Oui	276	124 (44,9)	152 (55,1)	5,93 (3,29–10,69)	<0,001	
Accès à un dépôt public						
Non	191	50 (26,2)	141 (73,8)	Réf.	—	<0,001
Pas sûr	92	49 (53,3)	43 (46,7)	3,21 (1,91–5,41)	<0,001	
Oui	117	40 (34,2)	77 (65,8)	1,46 (0,89–2,42)	0,134	
Information sur les bonnes pratiques						
Non	131	11 (8,4)	120 (91,6)	Réf.	—	<0,001
Partiellement	91	41 (45,1)	50 (54,9)	8,95 (4,26–18,80)	<0,001	
Oui	178	87 (48,9)	91 (51,1)	10,43 (5,26–20,67)	<0,001	
Accès régulier à l'information						
Non	195	17 (8,7)	178 (91,3)	Réf.	—	<0,001
Oui	205	122 (59,5)	83 (40,5)	15,39 (8,70–27,22)	<0,001	

Il découle de ce tableau que le statut de propriétaire, l'accès au dépôt public et l'information étaient associés au statut d'abonnement. L'accès régulier à l'information présentait l'association brute la plus marquée (OR = 15,39 ; IC95 % : 8,70–27,22 ; $p < 0,001$).

3.4. Obstacles institutionnels et logistiques rapportés

Le tableau 3 présente les obstacles rapportés par les 280 ménages non-adhérents ; les réponses étaient multiples.

Tableau 3. Obstacles institutionnels et logistiques rapportés par les ménages non-adhérents (n = 280 ; échantillon total N = 400)

Obstacle	Oui, n	Oui, %	Non, n	Non, %
Méconnaissance d'une organisation	156	55,7	124	44,3
Organisation trop éloignée / distance	30	10,7	250	89,3
Horaires non adaptés	35	12,5	245	87,5
Coût trop élevé	76	27,1	204	72,9
Efficacité jugée insuffisante	79	28,2	201	71,8
Manque de temps du ménage	20	7,1	260	92,9

Ce tableau nous renseigne que parmi les 280 non-adhérents, la méconnaissance d'une organisation de collecte était l'obstacle le plus fréquent (55,7 %), suivie de l'efficacité jugée insuffisante (28,2 %) et du coût trop élevé (27,1 %).

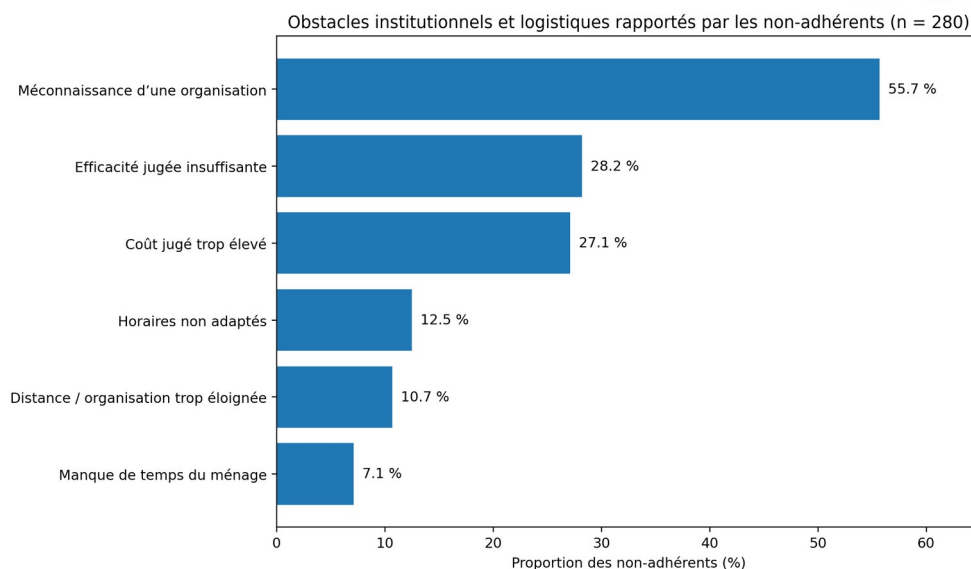


Figure 2. Fréquence des obstacles institutionnels et logistiques rapportés par les ménages non-adhérents (n = 280; échantillon total N = 400)

3.5. Modèle multivarié

Le tableau 4 présente les facteurs associés à l'abonnement après ajustement multivarié.

Tableau 4. Régression logistique multivariée des facteurs associés à l'abonnement (N = 400)

Variables et modalités	aOR	IC95 %	p
Âge			
Augmentation de 10 ans	1,26	0,89–1,79	0,197
Zone de santé			
Ibanda vs Kadutu	10,08	5,04–20,17	<0,001
Bagira vs Kadutu	1,36	0,26–7,21	0,721
Genre			
Masculin vs Féminin	1,52	0,82–2,82	0,185
Instruction			
Analphabète/Primaire vs Secondaire	1,24	0,22–7,06	0,811
Universitaire vs Secondaire	1,68	0,90–3,14	0,105
Occupation			
Agent/fonctionnaire de l'État vs Employé du secteur privé	1,73	0,86–3,47	0,124
Sans occupation vs Employé du secteur privé	0,79	0,29–2,17	0,651
Propriétaire			
Oui vs Non	1,52	0,62–3,75	0,358
Accès à un dépotoir public			
Pas sûr vs Non	1,30	0,58–2,92	0,531
Oui vs Non	0,53	0,25–1,08	0,081
Accès régulier à l'information			
Oui vs Non	7,52	3,59–15,76	<0,001

Ces résultats montrent qu'après ajustement, la résidence à Ibanda (aOR = 10,08 ; IC95 % : 5,04–20,17) et l'accès régulier à l'information (aOR = 7,52 ; IC95 % : 3,59–15,76) restaient significativement associés à l'abonnement (p < 0,001).

4. Discussion

4.1. Résultat principal

Cette étude montre que 65,3 % des 400 ménages enquêtés n'étaient pas abonnés à un service local de collecte des déchets. Après ajustement, deux variables restaient statistiquement associées à l'abonnement : la zone de santé de résidence et l'accès régulier à l'information sur les programmes de collecte. Les obstacles les plus fréquemment rapportés étaient la méconnaissance des organisations, l'efficacité jugée insuffisante et le coût jugé trop élevé.

4.2. Hétérogénéité spatiale

La proportion d'abonnés variait fortement selon la zone de santé : 72,0 % à Ibanda, 10,7 % à Kadutu et 4,7 % à Bagira. Après ajustement, les ménages d'Ibanda avaient des odds d'abonnement environ dix fois supérieures à celles des ménages de Kadutu. Cette association traduit une hétérogénéité spatiale nette dans les données. L'étude n'a pas mesuré de manière standardisée, pour chaque aire, la densité de prestataires, la fréquence effective de passage ou le tarif appliqué ; ces résultats ne permettent donc pas d'attribuer l'écart à un mécanisme précis.

4.3. Information et sensibilisation opérationnelle

L'accès régulier à l'information était l'association indépendante la plus robuste au niveau des variables de service : 59,5 % des ménages régulièrement informés étaient abonnés contre 8,7 % des ménages non régulièrement informés. Après ajustement, l'aOR était de 7,52. Ce résultat rejoint l'étude de Lira, où la sensibilisation environnementale faisait partie des facteurs associés à la volonté de payer pour un service amélioré (Apio et al., 2024). Il est également cohérent avec les observations d'Injibara, où plusieurs caractéristiques individuelles et de service, dont la satisfaction et la distance, étaient liées à la volonté de payer (Mulat et al., 2019).

4.4. Facteurs sociodémographiques et économiques

L'âge, le genre, l'instruction, l'occupation et le statut de propriétaire étaient associés à l'abonnement en analyse bivariée, mais leurs associations n'étaient plus statistiquement significatives après ajustement. Cette distinction est importante : les résultats ne soutiennent pas l'existence d'un effet indépendant de ces variables dans le modèle final. Dans l'étude d'Injibara, l'âge, le sexe, l'instruction, l'occupation et le niveau de richesse étaient associés à la volonté de payer (Mulat et al., 2019), tandis qu'à Lira l'éducation et l'occupation figuraient également parmi les facteurs associés (Apio et al., 2024). Les différences de résultat doivent être lues en tenant compte du fait que ces études mesuraient principalement une volonté de payer, alors que la présente étude mesure un abonnement effectif.

4.5. Obstacles institutionnels et logistiques

Parmi les 280 ménages non-adhérents, la méconnaissance d'une organisation de collecte était rapportée par 55,7 %. L'efficacité jugée insuffisante et le coût trop élevé étaient rapportés respectivement par 28,2 % et 27,1 %. Les horaires non adaptés (12,5 %), la distance (10,7 %) et le manque de temps (7,1 %) étaient moins fréquemment mentionnés. Ces résultats décrivent les raisons déclarées de non-adhésion et ne constituent pas, à eux seuls, des estimations causales.

Dans la présente analyse, ces obstacles n'ont pas été utilisés comme prédicteurs du modèle principal. Cette décision évite d'interpréter comme déterminants indépendants des réponses qui décrivent directement les raisons déclarées de non-adhésion.

4.6. Accès aux infrastructures de dépôt

L'accès à un dépotoir public était associé à l'abonnement dans l'analyse bivariée, mais cette association n'était plus significative après ajustement. Des études africaines ont montré que la distance ou l'accessibilité aux points de collecte peut être associée à la participation ou à la volonté de payer (Apio et al., 2024; Mulat et al., 2019). Dans cette étude, les données ne permettent pas de conclure à un effet indépendant de l'accès au dépotoir après contrôle des autres variables.

4.7. Forces et limites

L'étude repose sur 400 ménages avec des données complètes pour toutes les variables du modèle principal, couvre les trois zones de santé de Bukavu et présente les effectifs bruts, OR, IC95 % et catégories de référence. Le modèle ajusté a été limité à 12 paramètres pour 139 événements et a fait l'objet de diagnostics de colinéarité, d'influence, de discrimination et de calibration.

Le devis transversal ne permet pas d'établir une relation causale. Les réponses sont déclaratives et peuvent être affectées par un biais de mémoire ou de désirabilité sociale. La base analytique ne comportait pas une mesure exploitable du revenu mensuel, ce qui limite l'évaluation directe de cette dimension économique. La sélection des ménages a reposé sur un tirage aléatoire simple ; cependant, le détail des refus et des éventuels remplacements n'était pas intégré à la base analytique et n'a pas été utilisé dans les analyses. Enfin, les indicateurs d'obstacles sont des réponses multiples recueillies chez les non-adhérents et doivent être interprétés comme des obstacles rapportés, non comme des effets causaux.

4.8. Implications opérationnelles

Les résultats soutiennent trois priorités directement liées aux données : rendre l'information sur les organisations, les modalités d'abonnement et les programmes de collecte plus régulière ; documenter les écarts de couverture et de fonctionnement entre Ibanda, Kadutu et Bagira ; et améliorer la transparence sur les horaires, le coût et la qualité effective des services. Ces actions peuvent être suivies par des indicateurs simples de couverture, fréquence de passage, plaintes et renouvellement des abonnements.

5. Conclusion

Dans cet échantillon de 400 ménages de Bukavu, 65,3 % n'étaient pas abonnés à un service local de collecte des déchets. Après ajustement, la résidence dans la zone de santé d'Ibanda et l'accès régulier à l'information étaient les deux facteurs indépendamment associés à l'abonnement. Les obstacles les plus souvent rapportés étaient la méconnaissance d'une organisation de collecte, l'efficacité jugée insuffisante et le coût trop élevé. Les résultats justifient de renforcer l'information opérationnelle sur les services disponibles, de documenter la couverture réelle des prestataires et de suivre les conditions de service dans les différentes zones de santé.

6. Recommandations

- Aux autorités locales et sanitaires : mettre en place un suivi par zone de santé de la couverture des services, des organisations actives, des fréquences de collecte et des plaintes des ménages ; soutenir la diffusion régulière d'informations vérifiables sur les services disponibles.
- Aux organisations de collecte: communiquer clairement les zones desservies, les horaires, les modalités d'abonnement et les coûts; suivre la régularité du ramassage et documenter les interruptions de service.
- Aux chercheurs: compléter l'analyse quantitative par une étude des caractéristiques de l'offre dans chaque zone de santé et par une mesure standardisée du revenu, du tarif réellement payé et de la distance aux points de collecte.

7. Déclarations

- Conflits d'intérêts: Les auteurs déclarent ne pas avoir de conflit d'intérêts.
- Financement: Aucun financement spécifique n'est déclaré pour cette étude.
- Disponibilité des données: Les analyses présentées dans cet article reposent sur la base analytique de 400 ménages validée pour la présente révision.

8. Références

- Adedara, M. L., Taiwo, R., & Bork, H.-R. (2023). Municipal solid waste collection and coverage rates in sub-Saharan African countries: A comprehensive systematic review and meta-analysis. *Waste*, 1(2), 389–413. <https://doi.org/10.3390/waste1020024>
- Akimana, B., & Letema, S. (2022). Assessment of quality of household solid waste collection by private service providers in Bujumbura City. *Ghana Journal of Geography*, 14(1), 67–84. <https://doi.org/10.4314/gjg.v14i1.4>
- Apio, E., Opio, B., Acanga, A., & Akello, A. R. (2024). Factors influencing willingness to pay for improved solid waste collection services among households in urban cities in Uganda: Empirical evidence from Lira City. *BMC Public Health*, 24, 2150. <https://doi.org/10.1186/s12889-024-19568-6>
- Mulat, S., Worku, W., & Minyihun, A. (2019). Willingness to pay for improved solid waste management and associated factors among households in Injibara town, Northwest Ethiopia. *BMC Research Notes*, 12, 401. <https://doi.org/10.1186/s13104-019-4433-7>
- Mumujuya Siyamu, D. (2022). Travail personnel : La collecte des déchets ménagers solides dans la ville de Bukavu : un défis à relever [Mémoire de master non publié, Université de Liège]. <https://matheo.uliege.be/handle/2268.2/15713>
- Pyramide sanitaire de la ville de Bukavu. (2024). Données administratives des zones de santé de Kadutu, Ibanda et Bagira. Bukavu, République Démocratique du Congo.
- United Nations Environment Programme, & International Solid Waste Association. (2024). Global waste management outlook 2024: Beyond an age of waste - Turning rubbish into a resource. United Nations Environment Programme. <https://doi.org/10.59117/20.500.11822/44939>
- von Elm, E., Altman, D. G., Egger, M., Pocock, S. J., Gøtzsche, P. C., & Vandenbroucke, J. P. (2007). The Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology (STROBE) statement: Guidelines for reporting observational studies. *PLoS Medicine*, 4(10), e296. <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.0040296>

MÉDIAS EN LIGNE ET ACCÈS À L'INFORMATION À BUKAVU : USAGES, PERCEPTIONS ET CONTRAINTES DANS LA COMMUNE DE BAGIRA

Online Media and Access to Information in Bukavu: Uses, Perceptions and Constraints in Bagira Municipality

CITO CIBAMBO Ferdinand

Université de Développement Durable en Afrique Centrale (UDDAC) ferdinandtwin@gmail.com

Résumé

Cette recherche évalue l'apport des médias en ligne à l'accès à l'information à Bagira (Bukavu) en 2026. Une enquête par questionnaire auprès de 120 habitants, complétée par une analyse documentaire, montre que 72,5 % utilisent Internet, 79,2 % connaissent les médias en ligne et 51,7 % les citent comme principale source d'actualité. Leur principal apport perçu est l'information en temps réel (40,8 %).

Mots-clés : Médias en ligne, Accès à l'information, Journalisme numérique, Bukavu.

Abstract

This research assesses the contribution of online media to access to information in Bagira, Bukavu, in 2026. A questionnaire survey of 120 residents, supported by documentary analysis, shows that 72.5% use the Internet, 79.2% know online media and 51.7% cite them as their main source of news. Their leading perceived contribution is real-time information (40.8%).

Keywords: Online media, Access to information, Digital journalism, Bukavu.

Introduction

La numérisation de l'information a profondément transformé les conditions de production, de diffusion et de consommation de l'actualité. À côté de la presse écrite, de la radio et de la télévision, les médias en ligne exploitent les possibilités offertes par Internet : publication continue, combinaison du texte, du son et de l'image, archivage, circulation par hyperliens et interaction avec les publics. Dans cette configuration, le support n'est plus un simple canal technique ; il reconfigure les temporalités, les usages et les formes de relation entre producteurs et consommateurs d'information. Cette idée rejoint la perspective de McLuhan (1968), pour qui le médium participe lui-même à la structuration des rapports sociaux et des perceptions.

La presse en ligne se distingue toutefois de la simple circulation d'informations sur Internet. Elle renvoie à un projet éditorial qui mobilise des pratiques journalistiques de collecte, de vérification, de sélection, de traitement et de publication de faits d'intérêt public. Charron et Le Floch (2011) rappellent que l'environnement numérique modifie les modèles de production et de diffusion de la presse, tandis que Balle (2004) insiste sur la fonction médiatrice des dispositifs de communication. L'enjeu scientifique n'est donc pas seulement de constater l'existence de nouveaux supports, mais de comprendre dans quelle mesure ceux-ci améliorent effectivement l'accès des populations à une information utile, crédible et disponible au moment opportun.

Dans la ville de Bukavu, au Sud-Kivu, le développement des médias en ligne s'est accéléré avec la diffusion des smartphones et l'appropriation progressive d'Internet. La présente recherche recense vingt-huit sites d'information édités localement et publiant de manière régulière. Cette densification de l'offre numérique coexiste avec les médias traditionnels et avec des contraintes importantes : coût de la connexion, maîtrise inégale des outils numériques, accès différencié aux équipements, instabilité énergétique et connaissance limitée des adresses des sites d'information. Le numérique crée ainsi simultanément de nouvelles possibilités d'accès et de nouvelles formes d'exclusion.

Cette tension est particulièrement pertinente dans la commune de Bagira. L'accès à l'information y dépend à la fois de la présence d'une offre éditoriale, de la possession d'un terminal, de la connexion à Internet et des habitudes de consommation médiatique. L'existence d'un média en ligne ne garantit donc pas, à elle seule, l'accès du public à son contenu. Il faut également que le public sache identifier les plateformes, disposer des moyens techniques nécessaires, distinguer une information journalistique des contenus ordinaires des réseaux sociaux et développer une confiance suffisante dans les informations consultées.

La problématique de cette recherche peut ainsi être formulée de la manière suivante : dans quelle mesure les médias en ligne contribuent-ils à l'accès à l'information des habitants de la commune de Bagira, et quels usages, perceptions et contraintes conditionnent cet apport ? L'objectif principal est d'évaluer la place des médias en ligne dans les pratiques d'information des habitants, en examinant leur accès à Internet, leur connaissance des médias en ligne, les sources d'actualité privilégiées, les bénéfices attribués à ces médias et les recommandations adressées aux professionnels.

Sur le plan théorique, l'étude mobilise deux repères interprétatifs : d'une part, la perspective de McLuhan sur le rôle structurant du médium ; d'autre part, une approche centrée sur les usages et les gratifications, selon laquelle le public sélectionne les médias en fonction des satisfactions recherchées et obtenues. Cette seconde perspective permet d'appréhender l'importance de la rapidité, de l'interactivité, de l'accessibilité et de la diversité des formats dans le choix des supports d'information. L'article s'organise en quatre parties : la méthode, les résultats, la discussion et la conclusion.

1. Méthodes

Réalisée en février 2026, cette recherche repose sur une démarche descriptive et analytique à dominante quantitative. Elle recourt à la méthode analytique, complétée par des procédés descriptif et comparatif. La collecte de données a combiné trois techniques : la recherche documentaire, l'enquête par questionnaire et l'interview. L'analyse documentaire a servi à construire le cadre conceptuel relatif aux médias, à la presse en ligne, aux nouvelles technologies de l'information et de la communication ainsi qu'aux pratiques journalistiques. Une interview du coordonnateur provincial du Conseil Supérieur de l'Audiovisuel et de la Communication (CSAC) au Sud-Kivu a été mobilisée pour documenter le contexte médiatique local.

Le terrain empirique est la commune de Bagira, l'une des trois communes de la ville de Bukavu. L'enquête a concerné dix quartiers : Lumumba, Nyakavogo, Mulambula, Chikera, Chikonyi, Ciriri, Kanoshe, Mulwa, Kasha et Chahi. L'échantillon est constitué de 120 habitants. Un échantillonnage stratifié a été utilisé afin de constituer des sous-groupes correspondant aux caractéristiques retenues pour l'étude. Les répondants ont été répartis en quatre catégories socioprofessionnelles de taille égale : étudiants, enseignants, commerçants et professionnels d'institutions publiques ou privées.

Le questionnaire comprenait des questions portant notamment sur la possession d'un téléphone Android, l'utilisation d'Internet, la connaissance des médias en ligne, les types de médias suivis, la régularité de consommation des médias traditionnels, les principales sources d'actualité, l'appréciation de la fiabilité et de la qualité des médias en ligne, leur capacité à informer en temps réel, les défis informatifs qu'ils contribueraient à relever, leur apport spécifique et les recommandations à adresser aux professionnels. Les réponses ont été dépouillées question par question, classées par modalités, puis converties en fréquences et pourcentages.

L'analyse présentée dans cet article est descriptive. Les pourcentages ont été établis à partir des effectifs recueillis lors de l'enquête et harmonisés à une décimale. Aucun test statistique inférentiel n'a été appliqué, car les données disponibles ne comportent pas les croisements individuels nécessaires à l'examen d'associations entre variables. Les résultats doivent donc être interprétés comme une description des pratiques et perceptions des 120 personnes enquêtées, et non comme une estimation représentative de l'ensemble de la population de Bukavu.

Certaines limites méthodologiques doivent être signalées. La collecte des données est rattachée à l'année 2026, mais le mois et le jour exacts de passation du questionnaire, le taux de non-réponse, la procédure de sélection des individus à l'intérieur de chaque strate et le protocole de consentement des participants ne sont pas précisés. De plus, certaines catégories du questionnaire se chevauchent

conceptuellement, notamment « médias en ligne » et « réseaux sociaux », ce qui peut influencer l'interprétation de la source principale d'actualité. Ces limites sont prises en compte dans l'interprétation des résultats et devront être mieux documentées dans de futures recherches.

Tableau 1. Caractéristiques de l'échantillon (Enquête de terrain, 2026 ; n = 120)

Caractéristique	Effectif	%
Sexe : Femmes	48	40,0
Sexe : Hommes	72	60,0
Âge : 18-20 ans	25	20,8
Âge : 20-25 ans	34	28,3
Âge : 25-35 ans	42	35,0
Âge : 35 ans et plus	19	15,8
Catégorie : Étudiants	30	25,0
Catégorie : Enseignants	30	25,0
Catégorie : Commerçants	30	25,0
Catégorie : Professionnels	30	25,0

2. Résultats

2.1. Accès aux équipements numériques et connaissance des médias en ligne

Les données montrent d'abord que l'accès aux médias en ligne repose sur une base matérielle déjà importante, sans être universelle. Sur les 120 personnes interrogées, 102 déclarent posséder un téléphone Android, soit 85,0 %. L'utilisation d'Internet concerne 87 répondants (72,5 %). La connaissance des médias en ligne atteint 95 répondants, soit 79,2 %. Ces proportions indiquent qu'une majorité des personnes enquêtées dispose des principaux prérequis techniques et cognitifs permettant d'accéder à l'information numérique, mais qu'une fraction non négligeable demeure en marge de cet environnement.

L'écart entre la possession d'un smartphone (85,0 %) et l'utilisation d'Internet (72,5 %) est particulièrement instructif. Il suggère que la détention d'un équipement ne se traduit pas automatiquement par un usage connecté. L'analyse contextuelle associe cet écart notamment au coût de la connexion, à la maîtrise inégale des outils et aux contraintes d'infrastructure. L'accès numérique doit donc être envisagé comme une chaîne de conditions : équipement, connectivité, compétences et connaissance des plateformes.

Tableau 2. Accès aux outils numériques et connaissance des médias en ligne (Enquête de terrain, 2026 ; n = 120)

Indicateur	Effectif positif	%
Possède un téléphone Android	102	85,0
Utilise Internet	87	72,5
Connaît les médias en ligne	95	79,2

2.2. Médias suivis et sources d'actualité

Lorsqu'ils sont interrogés sur les médias en ligne qu'ils suivent, 40,0 % des répondants citent prioritairement des médias locaux, 25,8 % des médias nationaux et 20,8 % des médias étrangers ; 13,3 % déclarent n'en suivre aucun. La prédominance des médias locaux montre que la proximité géographique et thématique reste importante même dans un environnement numérique qui permet théoriquement l'accès à des contenus sans frontières.

La comparaison avec les médias traditionnels met en évidence une consommation moins régulière de ceux-ci : 40,8 % des enquêtés déclarent les suivre régulièrement contre 59,2 % occasionnellement. À la question portant sur la principale manière de s'informer de l'actualité, les médias en ligne arrivent en tête avec 51,7 %, devant la radio (34,2 %), les réseaux sociaux (10,0 %) et la télévision (4,2 %). Aucun répondant ne cite le journal papier. Les résultats suggèrent ainsi une centralité croissante de l'information en ligne dans les pratiques déclarées des personnes interrogées, sans disparition de la radio qui conserve une place significative.

Tableau 3. Médias suivis et principales sources d'actualité (Enquête de terrain, 2026 ; n = 120)

Indicateur	Effectif	%
Médias en ligne suivis : locaux	48	40,0
Médias en ligne suivis : nationaux	31	25,8
Médias en ligne suivis : étrangers	25	20,8
Aucun média en ligne suivi	16	13,3
Source principale : médias en ligne	62	51,7
Source principale : radio	41	34,2
Source principale : réseaux sociaux	12	10,0
Source principale : télévision	5	4,2
Source principale : journal papier	0	0,0

2.3. Critères d'appréciation et perception du temps réel

L'appréciation des médias en ligne ne se limite pas à leur accessibilité. Les répondants valorisent plusieurs dimensions du service informatif. Le traitement multimédia du contenu — texte, son et image — est cité par 26,7 % des enquêtés ; la mobilisation de personnes ressources par 22,5 % ; l'interaction par 16,7 % ; la rapidité de diffusion par rapport à l'actualité par 11,7 % ; et l'organisation, l'accessibilité et la lisibilité des sites par 9,2 %. Les 13,3 % restants s'abstiennent, ce qui correspond approximativement à la proportion de personnes déclarant ne suivre aucun média en ligne.

La perception de l'instantanéité est plus nette lorsqu'elle est mesurée directement. À la question de savoir si les informations sont mieux données dans leur réalité et en temps réel par les médias en ligne que par les médias classiques, 83 répondants sur 120 répondent positivement, soit 69,2 %. Ce résultat montre que le gain temporel constitue l'un des avantages les plus visibles du média numérique pour le public interrogé.

Tableau 4. Dimensions appréciées des médias en ligne et perception du temps réel
(Enquête de terrain, 2026 ; n = 120)

Indicateur	Effectif	%
Traitement multimédia du contenu	32	26,7
Personnes ressources	27	22,5
Interaction	20	16,7
Rapidité de diffusion	14	11,7
Organisation, accessibilité et lisibilité du site	11	9,2
Abstention / nonaccès	16	13,3
Estime que les médias en ligne informent mieux en temps réel	83	69,2

2.4. Apport perçu des médias en ligne et recommandations au secteur

Les répondants identifient quatre apports principaux. L'information en temps réel arrive en première position (40,8 %), suivie de l'innovation du système informatif (29,2 %), de la lutte contre la désinformation (18,3 %) et de la facilitation de l'accès à l'information (11,7 %). Aucun répondant ne sélectionne la modalité « aucun apport ». Cette absence de réponse négative indique une reconnaissance très large de l'utilité des médias en ligne au sein de l'échantillon, mais elle doit être interprétée avec prudence en raison du format fermé de la question et de la forte proportion d'utilisateurs déjà familiers du numérique.

À la question sur les défis informatifs que les médias en ligne auraient contribué à relever, l'interaction est l'option la plus fréquemment citée (38,3 %), devant le traitement de l'information (22,5 %), la combinaison de l'ensemble des dimensions proposées (15,8 %), l'accessibilité (13,3 %) et la véracité (10,0 %). La place relativement faible de la véracité, comparée à l'interaction et à la rapidité, suggère que la valeur d'usage du média en ligne est d'abord perçue à travers ses propriétés fonctionnelles et relationnelles.

Les recommandations formulées par les répondants montrent cependant que la qualité de l'information demeure une préoccupation centrale. La vérification avant publication arrive en tête (34,2 %). Viennent ensuite la nécessité d'éviter une concentration excessive sur les informations politiques (22,5 %), l'usage d'un vocabulaire simple (18,3 %), le développement d'une politique de partage facilitant l'accès aux internautes (13,3 %) et une meilleure prise en compte des personnes ressources (11,7 %).

Tableau 5. Apports perçus et recommandations adressées aux professionnels (Enquête de terrain, 2026 ; n = 120)

Indicateur	Effectif	%
Apport : informer en temps réel	49	40,8
Apport : innover le système informatif	35	29,2
Apport : lutter contre la désinformation	22	18,3
Apport : faciliter l'accès à l'information	14	11,7
Recommandation : vérifier avant publication	41	34,2
Recommandation : diversifier au-delà du politique	27	22,5
Recommandation : utiliser un vocabulaire simple	22	18,3
Recommandation : développer une politique de partage	16	13,3
Recommandation : tenir compte des personnes ressources	14	11,7

3. Discussion

3.1. Une contribution réelle mais conditionnée par l'accès numérique

Le premier enseignement de l'étude est que la contribution des médias en ligne à l'information ne peut être dissociée des conditions matérielles d'accès. Le niveau élevé de possession d'un téléphone Android (85,0 %) montre que le smartphone constitue, dans l'échantillon, un support largement disponible. Cependant, la proportion d'utilisateurs d'Internet est inférieure de 12,5 points. Ce décalage rappelle que l'équipement ne suffit pas : l'usage dépend également de la connectivité, du coût, de la compétence numérique et de l'aptitude à identifier des sources pertinentes. Perriault (1989) souligne précisément que les technologies n'acquièrent leur signification sociale qu'à travers les logiques d'usage qui se construisent autour d'elles.

Cette observation nuance une lecture techniciste de la transformation médiatique. Le numérique élargit les possibilités d'accès, mais il ne supprime pas automatiquement les inégalités d'information. Les observations recueillies mettent en évidence l'existence d'habitants disposant d'un smartphone sans connexion régulière, d'autres ayant des difficultés de lecture ou de navigation, et d'autres encore ignorant les plateformes d'information disponibles. L'apport des médias en ligne doit donc être compris comme un potentiel dont la réalisation dépend de l'accessibilité économique, technique et cognitive.

3.2. Une reconfiguration des pratiques plutôt qu'une disparition des médias traditionnels

La place des médias en ligne comme principale source d'actualité pour 51,7 % des répondants constitue un résultat majeur. Elle confirme que le support numérique est devenu central dans les pratiques déclarées de l'échantillon. Pourtant, la radio reste citée par 34,2 % des participants et 40,8 % déclarent suivre régulièrement les médias traditionnels. Le basculement numérique observé à Bagira relève donc davantage d'une reconfiguration de l'écosystème médiatique que d'un remplacement total des supports antérieurs.

Cette complémentarité est cohérente avec l'histoire des médias : l'apparition d'un nouveau support transforme les pratiques sans effacer nécessairement les précédents. Balle (2004) distingue plusieurs familles de médias en fonction de leurs modalités de diffusion et de communication ; le numérique tend précisément à brouiller ces frontières en permettant à un même contenu d'être produit sous forme écrite, sonore, audiovisuelle et interactive. Dans le contexte de Bukavu, plusieurs médias traditionnels disposent d'ailleurs de sites Web, ce qui favorise l'hybridation entre radio, presse et publication en ligne.

La prédominance des médias locaux parmi les médias en ligne suivis (40,0 %) montre également que l'abolition technique des distances ne fait pas disparaître la demande de proximité. Les usagers semblent rechercher à la fois la rapidité du numérique et la pertinence d'une information liée à leur environnement immédiat. Cette articulation entre proximité et connectivité internationale constitue un enjeu important pour les rédactions locales.

3.3. Instantanéité, interaction et traitement multimédia comme valeurs d'usage

Les résultats montrent que l'instantanéité constitue la gratification la plus fortement associée aux médias en ligne : 69,2 % des répondants estiment qu'ils informent mieux en temps réel que les médias classiques, et 40,8 % identifient explicitement l'information en temps réel comme leur principal apport. La capacité de publier sans attendre une heure de diffusion ou une édition imprimée modifie la temporalité de l'actualité. Elle permet au public d'accéder aux informations au moment où elles sont mises en ligne, puis de les retrouver par archivage ou partage.

L'interaction occupe également une place importante. Elle est le défi informatif le plus souvent considéré comme relevé par les médias en ligne (38,3 %). Cette dimension distingue le numérique des modèles principalement unidirectionnels de diffusion. Les commentaires, les partages et les échanges via les réseaux sociaux renforcent la circulation du contenu et donnent au public la possibilité de réagir. La perspective de McLuhan (1968) éclaire ce résultat : le changement de médium ne modifie pas seulement la vitesse de transmission, mais aussi la structure de la relation entre acteurs.

Le traitement multimédia est, lui aussi, fortement valorisé. Plus d'un quart des répondants apprécie la combinaison du texte, du son et de l'image. Cette convergence des formats est l'une des propriétés essentielles de la presse en ligne décrites par Charron et Le Floch (2011). Elle peut améliorer la compréhension et l'attractivité de l'information, à condition que les contenus restent structurés, lisibles et adaptés aux contraintes de consultation sur téléphone mobile.

3.4. La crédibilité demeure le point critique

Le succès fonctionnel des médias en ligne ne signifie pas que la question de la qualité soit résolue. La véracité n'est citée que par 10,0 % des répondants parmi les défis relevés, tandis que la recommandation la plus fréquente adressée aux journalistes est de mieux vérifier les informations avant publication (34,2 %). Cette tension est importante : le public valorise la vitesse et l'interaction, mais attend simultanément que la rapidité n'affaiblisse pas les exigences de vérification.

La recherche accorde également une attention particulière au fact-checking. La circulation accélérée de textes, d'images, de vidéos et de rumeurs sur les réseaux sociaux accroît le risque de désinformation. Badouard (2020) montre que les débats contemporains sur la régulation des contenus en ligne sont précisément liés à l'essor des fausses informations et des discours nuisibles. Dans le contexte étudié, la stratégie éditoriale ne peut donc pas se limiter à publier rapidement ; elle doit intégrer des routines de vérification, la consultation de sources crédibles et la correction visible des erreurs.

La distinction entre média en ligne et réseau social est également déterminante. Le questionnaire sépare ces deux catégories, mais les médias locaux diffusent fréquemment leurs liens via Facebook, WhatsApp ou d'autres plateformes. Pour de nombreux usagers, la porte d'entrée vers l'article journalistique est ainsi un réseau social. Ce mode de distribution améliore la visibilité, mais peut aussi brouiller les frontières entre contenu journalistique vérifié et contenu produit par des utilisateurs ordinaires. La qualité de la marque éditoriale, la transparence des sources et la lisibilité du site deviennent alors des facteurs de confiance.

3.5. Implications pour les médias en ligne de Bukavu

Les données permettent de dégager plusieurs implications pratiques. Premièrement, les rédactions devraient consolider la vérification avant publication et renforcer les compétences de fact-checking. Deuxièmement, elles gagneraient à diversifier leurs thématiques, puisque 22,5 % des répondants recommandent d'éviter une concentration excessive sur les contenus politiques. Troisièmement, l'usage d'un vocabulaire accessible, demandé par 18,3 % des participants, est particulièrement pertinent dans un contexte où les niveaux de maîtrise du numérique et de lecture sont hétérogènes.

Quatrièmement, les stratégies de distribution doivent tenir compte du fait que les internautes ne connaissent pas toujours les adresses directes des sites. Les pratiques observées à Bukavu montrent que les liens vers les contenus d'information circulent fréquemment par les réseaux sociaux, les groupes de messagerie et les abonnements. Une politique de diffusion structurée peut donc accroître le trafic vers les plateformes éditoriales, tout en maintenant une identité claire du média. Cinquièmement, les rédactions ont intérêt à renforcer la mobilisation de personnes ressources et de sources diversifiées, afin de soutenir la crédibilité des contenus et d'éviter la simple reprise d'informations produites ailleurs.

La contribution scientifique de cette étude réside ainsi dans la mise en évidence d'une relation conditionnelle : l'apport des médias en ligne à l'accès à l'information est important lorsqu'un ensemble de conditions est réuni — équipement, connexion, connaissance des plateformes, distribution sociale des liens et confiance dans la qualité éditoriale. L'innovation ne tient donc pas seulement à la mise en ligne du contenu, mais à l'organisation d'un écosystème d'accès, d'usage, de vérification et d'interaction.

4. Conclusion

Cette recherche cherchait à déterminer dans quelle mesure les médias en ligne contribuent à l'accès à l'information des habitants de la commune de Bagira, dans la ville de Bukavu. Les données recueillies auprès de 120 répondants montrent une implantation numérique importante : 85,0 % possèdent un téléphone Android, 72,5 % utilisent Internet et 79,2 % connaissent les médias en ligne. Plus de la moitié des personnes interrogées (51,7 %) citent les médias en ligne comme principale source d'actualité, devant la radio, les réseaux sociaux et la télévision.

L'apport perçu des médias en ligne se concentre principalement sur l'information en temps réel, l'innovation du système informatif, l'interaction et la possibilité de combiner plusieurs formats. Le fait que 69,2 % des répondants considèrent que les médias en ligne donnent mieux l'information en temps réel que les médias classiques confirme le rôle central de la rapidité dans les usages. La préférence pour des médias locaux montre toutefois que la proximité conserve toute son importance dans un univers techniquement mondialisé.

Les résultats font également apparaître un paradoxe : les usagers valorisent la vitesse et l'interactivité, mais leur première recommandation aux professionnels concerne la vérification des informations avant publication. La qualité éditoriale reste donc une condition fondamentale de la valeur sociale des médias en ligne. À Bukavu, l'enjeu n'est pas seulement d'augmenter le nombre de plateformes, mais de renforcer leur professionnalisme, leurs mécanismes de fact-checking, la diversité de leurs sources, la lisibilité des contenus et leurs stratégies de distribution.

L'étude comporte néanmoins plusieurs limites. L'échantillon de 120 personnes est circonscrit à Bagira ; les modalités de sélection à l'intérieur des strates, le taux de non-réponse et le protocole éthique n'ont pas été précisés dans le dispositif méthodologique disponible. Les données sont exclusivement descriptives et ne permettent pas d'identifier statistiquement les facteurs associés à l'usage des médias en ligne. Enfin, le chevauchement entre médias en ligne et réseaux sociaux invite à améliorer la formulation des instruments de collecte dans des recherches ultérieures.

De futures études pourraient comparer les trois communes de Bukavu, croiser les usages selon l'âge, le sexe, le niveau d'études et la profession, mesurer les coûts réels d'accès à Internet et analyser la confiance accordée à différents types de plateformes. Elles pourraient également combiner enquête auprès du public, analyse de contenu des médias et entretiens avec les journalistes. Une telle démarche permettrait de mieux comprendre non seulement si les habitants accèdent aux médias en ligne, mais aussi quelle qualité d'information ils y trouvent et comment cette information influence leurs pratiques citoyennes.

Références bibliographiques

- Badouard, R. (2020). La régulation des contenus sur internet à l'heure des « fake news » et des discours de haine. *Communications*, 106(1), 161-173.
- Balle, F. (2004). *Les médias*. Presses Universitaires de France.
- Banque mondiale. (2005). *Le droit d'informer* (trad. Pavillet & Guilbert). De Boeck.
- Breton, P., & Proulx, S. (1989). *L'explosion de la communication : La naissance d'une nouvelle idéologie*. La Découverte.
- Cardon, D. (2010). *La démocratie Internet : Promesses et limites*. Seuil.
- Charron, J.-M., & Le Floch, P. (2011). *La presse en ligne*. La Découverte.
- Frederic, B., & Lavenir, C. (2009). *Histoire des médias*. Armand Colin.
- Grevisse, B. (2008). *Écritures journalistiques : Stratégies rédactionnelles, multimédia et journalisme narratif*. De Boeck.
- Lagardette, J.-L. (2020). *Le guide de l'écriture journalistique : Concevoir, rédiger, présenter l'information*. Syros.
- McLuhan, M. (1968). *Pour comprendre les médias*. Seuil.
- Mbumba Mpanzu, F. (2015). *Journalisme radio : Conseil pour la pratique en Afrique subsaharienne*. L'Harmattan.
- Ossama, F. (2001). *Les nouvelles technologies de l'information : Enjeux pour l'Afrique subsaharienne*. L'Harmattan.
- Perriault, J. (1989). *La logique de l'usage*. L'Harmattan.
- Schudson, M. (1995). *Le pouvoir des médias : Journalisme et démocratie*. Nouveaux Horizons.
- Wolton, D. (1997). *Penser la communication*. Flammarion.