



Efficiences de l'eau à la parcelle du système d'irrigation sur le site Agricole Masina Rail 1 dans le bas fond du Bassin de N'djili, RDC

[Water plot efficiency at the irrigation system on the MASINA RAIL 1 agricultural site in the lowland of the NDJILI Basin, DRC]

Antoine Tshite Kaumbu^{1*}, Cush Ngonzo Luwesi^{1,2}, Marcel Adoko Bagala^{1,3}, Génie-Spirou Kiala Lutonadio¹, & Henock Lumami Ngoyi¹

¹Ecole Régionale de l'Eau (ERE) & Centre de Recherche en Ressources en Eau du Bassin du Congo (CRREBaC), BP 117 Université de Kinshasa (UNIKIN), RD Congo

²African University of Management and Technologies (AUMT) - Brazza, Rep. du Congo

³Université de Lisala, Province de Mongala, RD Congo

Résumé

L'optimisation de la productivité agricole repose sur une gestion durable de l'eau, essentielle pour minimiser les pertes dans les périmètres irrigués. Cette étude évalue l'efficacité de l'usage de l'eau à la parcelle dans le périmètre irrigué de Masina Rail 1, situé dans le bassin de N'djili à Kinshasa. Elle vise à inventorier les techniques d'irrigation, quantifier l'eau apportée aux cultures et estimer l'efficacité d'irrigation. Des observations directes et des enquêtes ont permis de recenser les systèmes d'irrigation utilisés. Les résultats montrent que plus de 70 % des exploitants (142 sur 190) utilisent l'arrosage manuel. Les besoins en eau des cultures maraîchères s'élèvent à 14 575,76 m³ pour 19 ha, avec le gombo dominant sur 13,7 ha. La texture du sol présente 31,4 % de sable, 18,1 % de limon et 50,6 % d'argile. La quantité d'eau appliquée atteint 31 380 m³, et la tomate requiert une irrigation élevée de 158 mm par décennie. L'efficacité d'irrigation varie entre 42 et 66 %, avec une moyenne de 46 %, indiquant une faible efficacité globale du système. L'étude recommande donc d'améliorer l'efficacité de l'irrigation en adoptant des méthodes plus modernes, telles que l'irrigation de précision, afin d'optimiser l'utilisation des ressources hydriques.


Mots-clés : Efficience, Système d'irrigation, Périmètre irrigué, Quantité d'eau, Utilisation de l'eau.

Abstract

Optimizing agricultural productivity depends on sustainable water management, which is essential for minimizing losses in irrigated perimeters. This study assesses the efficiency of water use at plot level in the Masina Rail 1 irrigated perimeter, located in the N'djili basin in Kinshasa. It aims to inventory irrigation techniques, quantify the water supplied to crops and estimate irrigation efficiency. Direct observations and surveys were used to identify the irrigation systems in use. The results show that over 70% of farmers (142 out of 190) use manual watering. Water requirements for vegetable crops amounted to 14,575.76 m³ for 19 ha, with okra dominating on 13.7 ha. Soil texture is 31.4% sand, 18.1% silt and 50.6% clay. The amount of water applied is 31,380 m³, and tomatoes require a high irrigation rate of 158 mm per decade. Irrigation efficiency varies between 42% and 66%, with an average of 46%, indicating a low overall system efficiency. The study therefore recommends improving irrigation efficiency by adopting more modern methods, such as precision irrigation, to optimize the use of water resources.

Keywords: Efficiency, Irrigation system, Irrigated perimeter, Water quantity, Water use.

*Auteur correspondant: Antoine Tshite Kaumbu, (fkaumbu@gmail.com), + (243) 810121557

 <https://orcid.org/0009-0001-6073-6891>; Reçu le 17/11/2025 ; Révisé le 12/12/2025 ; Accepté le 08/01/2026

DOI: <https://doi.org/10.59228/rcst.026.v5.i1.216>

Copyright: ©2026 Antoine et al. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International License (CC-BY-NC-SA 4.0), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.

1. Introduction

L'optimisation de la productivité agricole nécessite l'utilisation durable des ressources hydriques sans laquelle le périmètre irrigué ne saurait minimiser les pertes. Dans des nombreux pays en développement, les méthodes traditionnelles d'irrigation sont inefficacement utilisées, notamment l'irrigation par ruissellement et/ou aspersion, l'usage de puits d'irrigation et la pratique manuelle avec des arrosoirs, motopompes, etc. Ces méthodes sont souvent utilisées par les petits agriculteurs qui cultivent de petites parcelles de terre et finissent par gaspiller de l'eau en raison des pertes importantes dues à l'évaporation et de l'infiltration (Wittling & Ruelle, 2022 ; Smith & Johnson, 2018). Cette problématique de l'efficience du système d'irrigation est un sujet vaste et complexe, qui englobe de nombreux aspects liés à l'agriculture et à la gestion des ressources en eau (Sharma et al., 2016). Celle-ci met en évidence la nécessité de maximiser l'utilisation de l'eau d'irrigation tout en minimisant les pertes, afin d'assurer une utilisation durable des ressources hydriques et d'optimiser la productivité agricole. Elle implique également l'examen des différentes technologies, pratiques et stratégies de gestion de l'eau pouvant être mises en œuvre pour améliorer l'efficacité du système d'irrigation (Singh & Chauhan, 2019). Ce qui nécessite une connaissance plus approfondie et des données spécifiques sur la région.

A l'échelle mondiale, l'agriculture irriguée fournit 30% de toute la production agricole sur seulement 17% de la superficie des terres cultivables (FAO, 2016). Et dans les pays en voie de développement, elle contribue à hauteur de 40% des besoins alimentaires sur 20% des terres cultivées (Rosillon, 2016). Pour ce faire, beaucoup d'efforts sont fournis par les pouvoirs publics pour mobiliser efficacement les ressources afin de réaliser les infrastructures hydrauliques et gérer efficacement les ressources en eau en vue de l'irrigation. En Afrique, les rendements agricoles sont souvent faibles en raison de l'utilisation limitée des technologies agricoles modernes, de la faible implémentation d'infrastructures de stockage et de transport, de l'accès limité aux marchés, l'insuffisance des investissements dans le secteur agricole ainsi que des aléas climatiques tels que les sécheresses et les inondations (Doe, 2019 ; Teno et al., 2018).

En dépit de ses vastes ressources naturelles et agricoles, une grande partie de la population en

République démocratique du Congo (RDC) souffre de la faim et de la malnutrition. Les facteurs contribuant à cette situation comprennent la pauvreté généralisée, les problèmes d'infrastructures, les changements climatiques et les pratiques agricoles inefficaces (Kakoma, 2018).

Dans le bassin versant de N'djili, la sécurité alimentaire fait face à plusieurs problématiques qui compromettent la disponibilité, l'accessibilité et la qualité des aliments pour la population. Il s'agit notamment de la pauvreté et de l'accès limité aux ressources ; des infrastructures agricoles insuffisantes ; du changement climatique et des phénomènes météorologiques extrêmes. Cette étude vise à évaluer l'efficience de l'usage de l'eau à la parcelle au niveau du périmètre irrigué à Masina Rail 1, où un système d'irrigation essentiellement traditionnel existe, mais sans infrastructures agricoles adéquates, notamment les routes, les systèmes d'irrigation et de stockage, sont insuffisantes et aussi l'accès à des ressources essentielles telles que des terres agricoles, la répartition de l'eau est limitée.

Les techniques d'irrigation semblent aussi être inefficaces en termes d'utilisation de l'eau et limitent la capacité des agriculteurs à produire suffisamment de nourriture pour répondre aux besoins de la population locale. Ainsi, l'étude se propose d'inventorier les techniques d'irrigations dans la zone d'étude, et quantifier l'eau apportée à la parcelle culturale ainsi que celle consommée par la plante afin d'estimer l'efficience d'irrigation à la parcelle.

2. Matériels et méthodes

2.1. Présentation du milieu d'étude

Le site agricole Masina Rail 1 avec une superficie d'environ plus de 100 ha, est situé dans la ville province de Kinshasa, en République Démocratique du Congo, il longe le bassin versant de la rivière N'djili. Cette dernière, est un affluent du fleuve Congo, qui est la deuxième plus grande rivière du monde en termes de débit. Le bassin versant de la N'djili est important pour la sécurité alimentaire de la région car il fournit de l'eau pour l'irrigation des cultures locales, telles que le manioc, le maïs, les légumes et les fruits.

L'agriculture au sein de la zone d'étude consiste à la riziculture et aux cultures maraîchères. Les coordonnées géographiques du site agricole sont : 4°21' de latitude Sud et 15°22' de longitude Est.

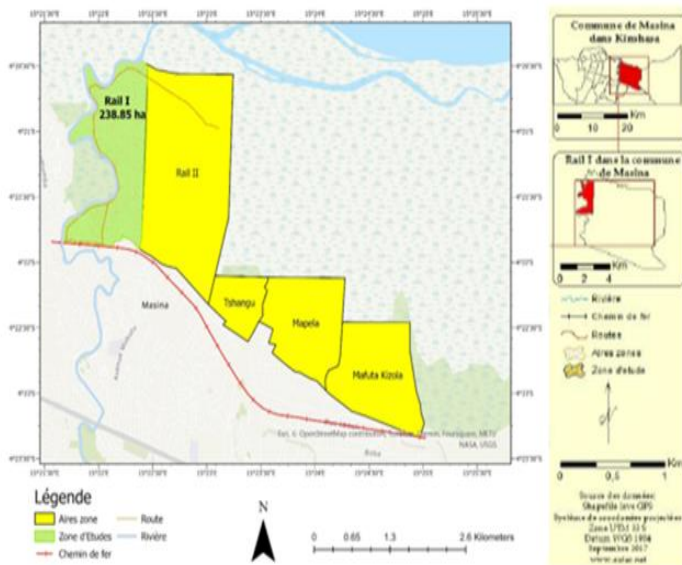


Figure 1. Localisation géographique de la zone d'étude, Adapté d'après (Falasi, 2018)

2.2. Collecte des données

2.2.1. Stratégie d'échantillonnage

Nous avons calculé la taille de l'échantillon selon l'option de marge d'erreur pour les estimations de la population dans l'ensemble et souhaité une estimation avec une marge d'erreur de $\pm 0,05$ (5%) et un niveau de confiance de 90 % pour le site Agricole Masina Rail 1 dans l'ensemble. Comme une estimation préliminaire de la proportion n'est pas disponible, nous avons supposé que $P = 0.5$ et un taux de réponse d'au moins 50% est prévu, ou plutôt souhaité pour un groupe de 640 personnes (Équations 1 et 2). La taille de l'échantillon (n) a été calculée comme suit:

$$n = \frac{Z^2 \cdot p \cdot (1-p)}{E^2} \dots \dots \dots \text{(Equation 1)}$$

Où :

Z = valeur z correspondant au niveau de confiance (1.645 pour 90%) ;

P = proportion estimée et

E = marge d'erreur.

Cette taille de l'échantillon a été ajustée comme suit (n ajusté) :

$$n \text{ ajusté} = \frac{n}{1 + \frac{n-1}{N}} \dots \dots \dots$$

(Equation 2)

Où :

N = taille de la population. En appliquant l'équation 1, nous avons eu un n de 270 unités

d'enquête et en se référant à l'équation 2, nous avons obtenu un n ajusté de 190 unités.

2.2.2. Matériel de collecte

Le matériel utilisé est constitué de l'application KoboCollect, pour enquêter les exploitants afin d'identifier les types de cultures installées ; des données climatiques de la plateforme CRU TS4 ont permis de calculer l'évapotranspiration de référence (ET₀) pour une période allant de 2012 à 2022, soit 11 ans. Il s'agit de données quotidiennes de précipitations quotidiennes, températures maximales et minimales, d'humidité relative de l'air, et de l'insolation ; des quelques matériels du laboratoire pédologique, pour l'analyse granulométrique afin de déterminer la fraction du sol du site ; du logiciel CropWat 8.0, pour le calcul des besoins en eau de cultures ; du logiciel Excel 2016, pour l'analyse statistique et la création des différentes bases des données.

Les enquêtes de terrain ont été réalisées le long de notre zone d'étude à l'aide de l'application KoboCollect en date du 03 octobre 2023 pour définir les caractéristiques sociodémographiques et la répartition culturelle. Elles ont concerné 190 exploitants (57 femmes et 133 hommes). Les exploitants de l'ensemble de notre site ont été choisis de façon aléatoire ; dont 33.68 % sont Chef d'exploitation et 66.32 % Co-exploitation.

2.3. Analyse des données

2.3.1. Analyse granulométrique

Seize échantillons de sol ont été prélevés sur quatre blocs du site maraicher Masina Rail 1 en date du 13 octobre 2023 et formant tous quatre échantillons composites. L'analyse granulométrique a consisté à déterminer des différentes classes de particules minérales (Baize, 2018). L'analyse s'est réalisée au laboratoire pédologique de la Faculté des Sciences Agronomiques de l'Université de Kinshasa (Fasa/Unikin). L'analyse de l'épaisseur des particules a été dérivée des trois classes texturales habituelles de sols, à savoir : Fraction argileuse : 0 à 2 μm ; Fraction limoneuse : 2 à 50 μm et Fraction sableuse : 50 μm à 2 mm.

2.3.2. Estimation des besoins en eau

Le calcul des besoins en eau des cultures a été effectué à l'aide du logiciel Cropwat 8.0 de la FAO en tenant compte des facteurs climatiques et des caractéristiques du sol. Pour obtenir les valeurs d'évapotranspiration de référence ET₀ à partir du

logiciel Cropwat 8.0, nous avons utilisé la formule de Penman & Monteith tel que décrit ci-dessous :

$$ET_o = \frac{0.408 \Delta (R_n - G) + \gamma \frac{c_{ste}}{T+273} u_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma (1 + 0.34 u_2)} \dots\dots$$

(Equation 3)

Avec : ET_o : évapotranspiration de référence [mm jour⁻¹] ; R_n : rayonnement net à la surface de la culture [MJ m⁻² jour⁻¹] ; G : densité de flux de chaleur dans le sol [MJ m⁻² jour⁻¹] ; T : température journalière moyenne de l'air à une hauteur de 2 m [°C] ; u_2 : vitesse du vent à une hauteur de 2 m [m s⁻¹] ; e_s : pression de vapeur saturante [kPa] ; e_a : pression de vapeur réelle [kPa] ; $e_s - e_a$: déficit de pression de vapeur saturante [kPa] ; D : pente de la courbe de pression de vapeur saturante [kPa °C⁻¹] ; γ : constante psychrométrique [kPa °C⁻¹].

2.3.3. Calcul de l'efficience d'irrigation (EI)

Pour calculer l'efficience de l'irrigation, nous avons inventorié les cultures installées sur le périmètre de la zone d'étude ; collecté les quantités d'eau apportées à la surface parcellaire ; quantifié le volume des besoins en eau des plantes ; calculé la surface de chaque spéculation. Ainsi, l'efficience de l'irrigation est calculée à l'aide de la formule mathématique suivante :

$$n = y / x * 100 \dots\dots\dots$$

.(Equation 4)

Avec : - x : quantité d'eau apportée à la parcelle (QEAP) et y : volume des besoins en eau de plantes (VBEP).

Et on obtient l'efficience d'irrigation comme suit (Equation 4) :

$$(EI) = VBEP / QEAP * 100 \dots\dots\dots$$

(Equation 5)

3. Résultats

3.1. Caractéristiques sociodémographiques des enquêtés

Quelques caractéristiques sociodémographiques des enquêtés sont présentés dans les figures 2 à 8 ci-dessous. Il ressort de l'analyse que 70 % d'exploitants sont des hommes, tandis que 30 % sont des femmes (Figure 2.).

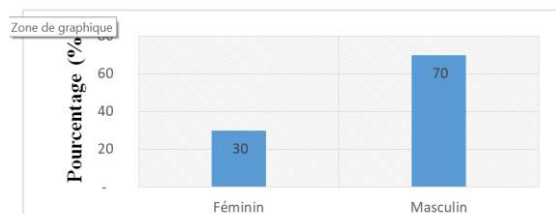


Figure 2. Genre des exploitants (Auteurs, 2025)

Parmi ces exploitants, 27% ont un âge variant entre 30 et 40 ans ; 26 % sont compris entre 40 et 50 ans, 21% variant entre 50 et 60 ans. Le reste de pourcent étant entre moins de 30 ans et plus de 60 ans (figure 3).

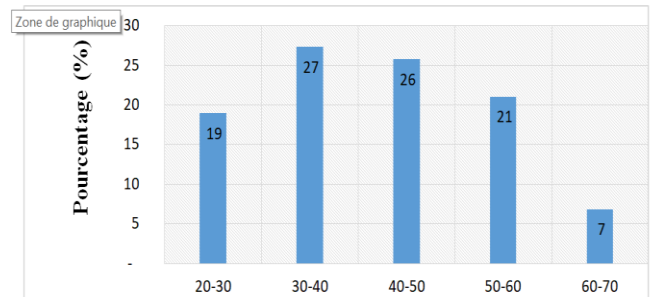


Figure 3. Age des exploitants (Auteurs, 2025)

La figure 4 portant sur l'analyse de l'état matrimonial des enquêtés montre que 65,8% d'exploitants sont des mariés, 22,1% des célibataires, 10,5% des veufs et le reste est soit divorcé ou vivant en union libre.

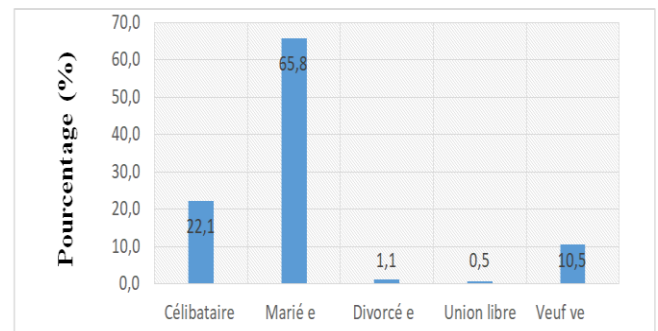


Figure 4. Etat matrimonial des exploitants (Auteurs, 2025)

La figure 5 quant à lui renseigne qu'un bon nombre d'exploitants a un niveau d'étude secondaire (44,2%), parmi lesquels 66,3% étaient des co-exploitants et 33,7% des chefs d'exploitation (figure 6).

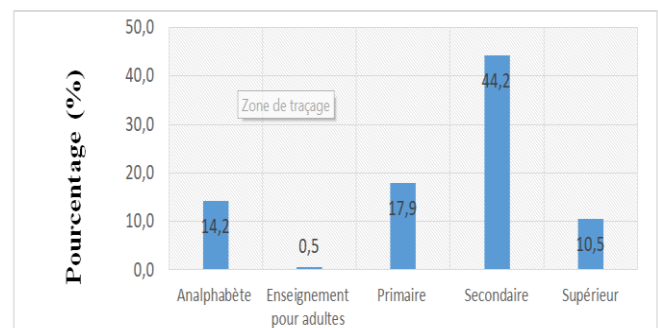


Figure 5. Niveau d'instruction des exploitants (Auteurs, 2025)

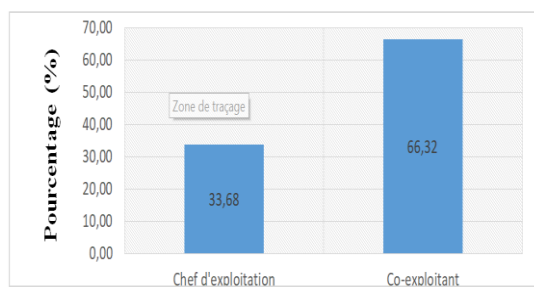


Figure 6. Types d'exploitants dans la zone d'étude (Auteurs, 2025)

S'agissant des pratiques culturales, l'analyse révèle que 85,8% d'exploitants font des activités maraichères et 14,2% la Riziculture (figure 7).

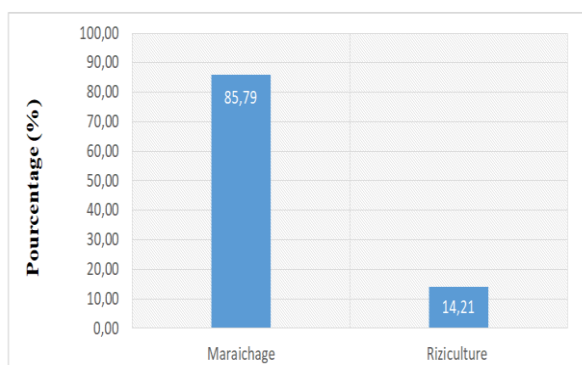


Figure 7. Répartition culturelle de la zone d'étude (Auteurs, 2025)

Les principales cultures maraichères pratiquées sur le site de Masina Rail 1 sont : le Gombo, la Patate douce, les Amarantes, l'Aubergine, l'Oseille, l'Epinaud et la Tomate. Le Gombo est la culture la plus exploitée (55%), suivi de la patate douce (46%) et de l'amarante (44%) avec des surfaces moyennes respectives de : 1313 m² ; 346 m² et 393 m² (figure 8.).

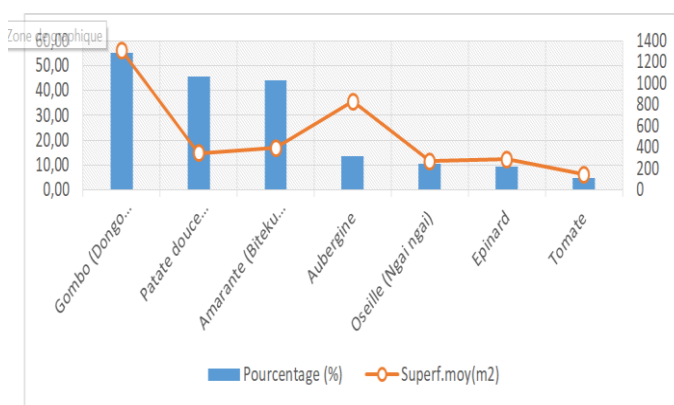


Figure 8. Système de production maraichère du site de Masina Rail (Auteurs, 2025)

3.2. Techniques d'irrigation à Masina Rail 1

La figure 9 montre que 75 % pratiquent la technique d'irrigation par arrosoirs sur une superficie moyenne de 301 m² ; 49 % utilisent la technique d'irrigation par motopompe sur une étendue moyenne de 1555 m² ; et seuls 11 % font la technique d'irrigation par aspersion sur une surface moyenne de 350 m².

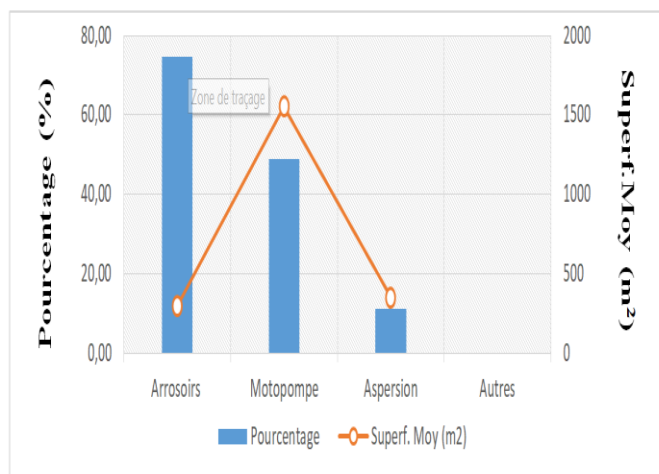


Figure 9. Techniques d'irrigation utilisées à Masina-Rail 1 (Auteurs, 2025)

3.3. Analyse granulométrique

La composition granulométrique du substrat des sols du site de Masina Rail 1 à une profondeur de 0-25 cm indique 31.4 % de sable, 18 % de limon et 50.6% d'argile (tableau I). Ainsi suivant leur composition granulométrique au triangle textural les sols sous étude sont tous considérés comme étant argileux (figure 10)

Tableau I. Composition granulométrique de Masina Rail 1

Blocs	Sable (%)	Limon (%)	Argile (%)
Bloc 1	30,7	19,7	49,6
Bloc 2	54,4	20,4	25,2
Bloc 3	31,1	11,8	57,1
Bloc 4	9,2	20,3	70,5
Moyenne	31,35	18,05	50,6

Source (Auteurs, 2025)

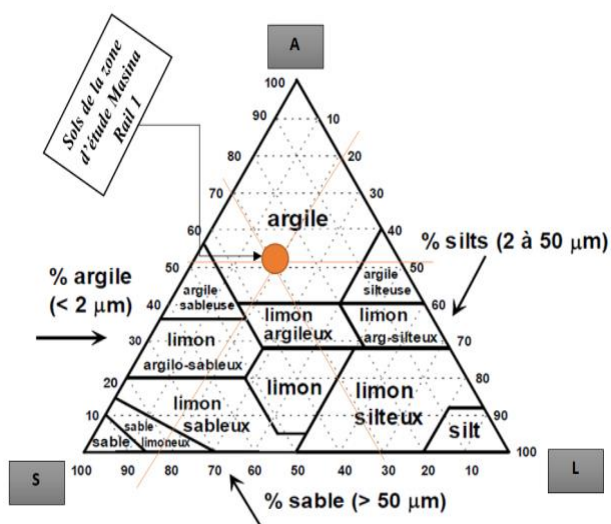


Figure 10. Triangle textural des sols dans la zone d'étude (Auteurs, 2025)

3.4. Calcul des besoins en eau des cultures

3.4.1. Cultures installées

Le [tableau II](#) ci-dessous présente sept spéculations maraichères de notre zone d'étude et leurs superficies respectives.

Tableau II. Cultures installées dans la zone d'étude

Cultures	Superficie (m ²)
Gombo (Dongo dongo)	137875
Patate douce (Matembele)	30084
Amarante (Biteku tekú)	33000
Aubergine	21675
Oseille (Ngai ngai)	5340
Epinard	5190
Tomate	1280
Total	234444 m ² = 23.4 ha

Source (Auteurs, 2025)

3.4.2. Calcul de besoin des cultures

Les [tableaux III](#) et [IV](#) suivants présentent respectivement les besoins totaux en irrigation et le volume des besoins en eau net de quatre spéculations maraichères pratiquées sur le site de Masina Rail 1 et calculés avec le logiciel CROPWAT 8.0 de la FAO. Il s'agit notamment de : Tomate, Gombo, Patate et Aubergine.

Dans le [tableau III](#) le besoin total pour les quatre spéculations est de 449.6 mm/décade et il se montre que la tomate est la culture ayant un besoin en irrigation élevé soit 158.3 mm/décade dont la période de pointe est le mois de Juin (23.8 mm/décade). Le

[tableau IV](#) renseigne que le volume des besoins nets en eau de plantes est de 14575.76 m³ pour une superficie totale de 19 ha.

Tableau III. Besoins totaux en irrigation (mm/décade) de quatre cultures sur le site Masina Rail 1

Mois	Tomate	Gombo	Patate	Aubergine	Total
Février	0	0	0	0	0
Février	0	0	0	0	0
Février	0	0	0	0	0
Mars	0.4	6.5	0.6	0	7.5
Mars	5.7	11.1	8.4	0	25.2
Mars	11.4	15.4	16.8	0	43.6
Avril	10.3	10	12.7	0	33
Avril	11.3	8.6	11.4	0	31.3
Avril	12.4	9	12.4	0	33.8
Mai	12.8	0	12.7	0	25.5
Mai	12.9		11.4	0	24.3
Mai	21		15.2	2.6	38.8
Juin	23.7		17.4	15.2	56.3
Juin	23.8		1.9	25.9	51.6
Juin	12.6			25.7	38.3
Juillet				25.1	25.1
Juillet				15.2	15.2
TOTAL	158.3	60.6	121	109.7	449.6

Tableau IV. Volume des besoins nets en eau (m³) de quatre cultures du site Masina Rail 1

Cultures	Superficie (ha)	Besoin Net Annuel = BNA (m ³ /ha)	Volume des besoins en eau de plantes = VBEP (m ³)
Tomate	0.128	1583	202.624
Gombo	13.7875	606	8355.225
Patate	3.0084	1210	3640.164
Aubergine	2.1675	1097	2377.7475
Total	19.0914	4496	14575.7605

Source (Auteurs, 2025)

3.5. Quantité d'eau apportée à la parcelle (QEAP)

Les différentes quantités d'eau apportées à la parcelle culturale sont reprises au [tableau V](#).

Tableau V. Détermination de la quantité d'eau apportée à la parcelle

Cultures	DP (m ²)	NA (15 l)	FA/jour	QE (l)	NP	SC (m ²)	QEAP (l/j)	QEAP (m ³ /j)	QEAP (m ³ /décade)
Gombo	25	12	2	360	5515	137875	1985400	1985.4	19854
Patate	12	8	2	240	2507	30084	601680	601.68	6016.8
Amarante	10	8	2	240	3300	33000	792000	792	7920
Aubergine	15	12	2	360	1445	21675	520200	520.2	5202
Oseille	10	8	2	240	534	5340	128160	128.16	1281.6
Epinard	10	8	2	240	519	5190	124560	124.56	1245.6
Tomate	10	8	2	240	128	1280	30720	30.72	307.2
Total						234444	4182720	4182.72	41827.2

Source (Auteurs, 2025)

Notes :

DP = Dimension des platebandes

NA = Nombre d'arrosoirs

FA = Fréquence d'arrosage journalier

QE= Quantité d'eau

NP = Nombre des platebandes

SC = Surface culturale

QEAP = Quantité d'eau apportée à la parcelle

3.6. Efficience d'irrigation à la parcelle

Le [tableau VI](#), ci-dessous indique l'efficience d'irrigation par rapport au système des 4 cultures maraichères du périmètre dont les besoins en eau sont évalués ci-haut.

Tableau VI. Efficience d'irrigation du système

Cultures	Superficie (ha)	VBEP (m3)	QEAP (m3)	Efficience calculée	Efficience (%)
Tomate	0.128	202.624	307.2	0.66	66
Gombo	13.7875	8355.225	19854	0.42	42
Patate	3.0084	3640.164	6016.8	0.61	61
Aubergine	2.1675	2377.7475	5202	0.46	46
Total	19.0914	14575.7605	31380	0.46	46

Source ([Auteurs, 2025](#))

Il ressort de ce [tableau VI](#) que l'efficience d'irrigation se trouve dans l'intervalle de 42-66 % et que l'efficience de tout le système est évaluée à 46 % (quantité d'eau réellement utilisée par les plantes pour leur croissance et leur développement). Les 54 % restants sont perdus ou gaspillés en raison de divers facteurs tels que l'évaporation, l'infiltration dans le sol non utilisé par les plantes ou d'autres pertes.

4. Discussion

L'agriculture constitue une alternative à l'emploi formel dans la plupart des pays tropicaux et permet de satisfaire tant soit peu aux besoins familiaux. Cependant, les résultats de cette étude indiquent que l'usage de la ressource en eau à des fins agricoles conduit à des pratiques d'irrigation peu efficaces au périmètre d'irrigation de Masina Rail 1, à Kinshasa. L'irrigation est un processus essentiel consistant à apporter de l'eau aux cultures pour compenser les besoins en eau qui ne sont pas satisfaits par les précipitations naturelles. L'irrigation peut être réalisée de différentes manières, en fonction des ressources en eau disponibles et des caractéristiques du terrain ([Ayoub, 2019](#)).

La gestion adéquate de l'eau, par la surveillance des besoins en eau des cultures, est essentielle pour optimiser l'utilisation des ressources en eau et surtout la qualité de l'eau dans l'irrigation. La compréhension de l'efficience de l'utilisation de l'eau permet

d'optimiser les ressources disponibles, de réduire le gaspillage, d'améliorer la durabilité de l'agriculture. L'irrigation peut être réalisée de différentes manières, en fonction des ressources en eau disponibles et des caractéristiques du terrain ([Malik & Routray, 2014](#)).

Par ailleurs, le pourcentage élevé des exploitants mariés pratiquant le maraichage (85,8 %) peut s'expliquer par le besoin de diversification de revenus dans une zone non inondée et habitée (ou zone reconvertie) en vue de répondre à la forte demande en légumes feuilles dans la ville province de Kinshasa. En outre, le manque d'emploi rémunérateur (65%), le souci de compléter des salaires modiques des fonctionnaires de l'État (30%) et la perpétuation des traditions héritées des parents (5%) constituent des facteurs intrinsèques conduisant à l'adoption des pratiques maraichères au périmètre d'irrigation de Masina Rail 1 ([Minengu et al., 2021](#)). Ce système de production est dominé par les spéculations suivantes : Gombo, patate douce, Amarantes, Aubergine, Oseille, Epinard et Tomates. De ces cultures, il s'observe que le Gombo est la culture la plus exploitée (55% soit une fréquence de 105 sur 190 enquêtés) avec une surface moyenne de 1313 m².

La composition granulométrique de la zone d'étude est majoritairement dominée par 50.6% d'argile. Ainsi se référant au triangle textural [Baize \(2018\)](#), qui permet de classer les sols suivant leur composition granulométrique, les sols sous étude sont tous classés dans la case des sols Argileux.

Le calcul des besoins en eau des cultures a montré que la tomate est la culture ayant un besoin en irrigation élevé (soit 158 mm/décade). Ce besoin est largement inférieur à celui obtenu par [Rahal & Boudlal \(2019\)](#) au nord de l'Algérie dans la plaine d'El Asnam pour les cultures notamment : Piment, Oignon, blé, Orge, Pomme de terre, Pommier, Olivier, Laitue, Pêcher (1647, 47 mm/mois).

Le volume des besoins en eau de plantes maraichères est de 14575,76 m³ pour une superficie totale de 19 ha comparé à celui obtenu par [Rahal & Boudlal \(2019\)](#) au nord de l'Algérie dans la plaine d'El Asnam (25.475.340.4 m³) se montre largement inférieur.

Les observations directes et les enquêtes de terrain ont révélé la pratique des techniques d'irrigation par arrosoir, par l'aspersion et par motopompe et que plus de 70 % d'exploitants (fréquence de 142 sur 190 enquêtés) pratiquent la technique d'irrigation avec

arrosoirs sur une superficie moyenne de 301 m². Ces résultats prouvent que le système d'irrigation du site agricole Masina Rail 1 est traditionnel (Falasi, 2018), il y a donc un manque d'infrastructures adéquates pour pouvoir s'adapter aux pratiques agricoles durables.

La valeur de l'efficience d'irrigation des cultures du périmètre est dans l'intervalle de 42-66 % et dont l'efficience totale du système est de 46 %. Cette valeur indique que le système est peu efficace car ne correspondant pas aux valeurs de référence du système d'irrigation traditionnel adaptées par Tiercelin (2006) et paraît largement faible par rapport aux valeurs de l'irrigation gravitaire et goutte à goutte respectivement 65% et 85 % obtenues par Feltz (2016) dans la plaine des Triffa au Maroc. Les 54 % restants qui sont perdus ou gaspillés peuvent s'expliquer par le fait que le système d'irrigation utilisé comme l'arrosoir a des limites en termes de distribution uniforme de l'eau, ce qui impacte l'efficacité.

L'Efficience d'irrigation des cultures du périmètre montre deux groupes ayant une meilleure efficacité d'irrigation, il est composé de la culture de Tomate et Patate avec des valeurs respectives de 66 % et 61 %. Selon Benbella et al. (2003) cité par El Amri et al. (2014), la valorisation de l'irrigation passe par l'adoption de nouvelles techniques permettant une utilisation rationnelle de l'eau.

Dans certains pays méditerranéens, l'amélioration de l'efficacité de l'usage de l'eau dans le secteur agricole par la mise en place des techniques d'irrigation innovatrices ouvre des opportunités pour gérer la croissance de la demande totale en eau de l'agriculture, afin d'accroître la productivité par hectare cultivé. Ainsi, l'efficience moyenne d'utilisation de l'eau pour le secteur d'irrigation est passée de 40 % à 50 % entre 1995 et 2010, soit une amélioration de 10% (Blinda, 2012).

Dans le contexte de l'agriculture, il est généralement souhaitable d'améliorer l'efficience de l'irrigation afin d'optimiser l'utilisation de l'eau et de réduire les pertes inutiles. Cela peut être réalisé en utilisant des méthodes d'irrigation plus efficaces, telles que l'irrigation goutte-à-goutte ou l'irrigation de précision, en améliorant la gestion de l'eau et en adoptant des pratiques agricoles durables (Feltz, 2016).

5. Conclusion

L'étude a examiné l'efficacité de l'usage de l'eau à la parcelle au niveau du périmètre irrigué Masina Rail 1. Le calcul des besoins en eau des cultures est une étape essentielle menant vers l'optimisation de

l'utilisation de l'eau d'une manière durable et permettant d'assurer la maximisation de la production agricole durable dans un bassin versant, ce dernier étant le siège d'une importante activité agricole. Les objectifs spécifiques de cette étude ont consisté à faire l'inventaire des techniques d'irrigation, à quantifier l'eau apportée à la parcelle et celle des besoins de plantes, ainsi qu'à estimer l'efficience d'irrigation à la parcelle. Pour y parvenir, une approche méthodologique structurée en trois phases était nécessaire. Cela comprenait des observations directes et enquêtes de terrain, la détermination de la quantité d'eau apportée à la parcelle et celle des besoins de plantes, ainsi que le calcul de l'efficience d'irrigation.

Après analyses et discussion des résultats, il en découle que les activités agricoles sont dominées par les cultures maraichères et Rizicoles. Il y a à peu près sept cultures maraichères principales dans ce système maraicher, et que la culture de Gombo est la culture la plus exploitée. Le calcul des besoins en eau des cultures a montré que la tomate est la culture ayant un besoin en irrigation élevé (soit 158 mm/décade). Le volume des besoins en eau de plantes maraichères est de 14575,76 m³ pour une superficie totale de 19 ha. En outre, les valeurs moyennes de l'analyse granulométrique se présentent de la manière suivante : 31.35 % de sable, 18.05% de limon et 50.6% d'argile.

Sur plan des observations directes et des enquêtes de terrain, il a été montré que le site agricole Masina Rail 1 est caractérisé par les techniques d'irrigation par arrosoir, par l'aspersion et par motopompe et que plus de 70 % d'exploitants pratiquent la technique d'irrigation avec arrosoirs sur une superficie moyenne de 301 m².

La quantité d'eau apportée à la parcelle est de 31380 m³ pour les quatre cultures maraichères et le volume des besoins en eau de plantes est de l'ordre de 14575.8 m³ sur une superficie totale de 19 hectares.

La valeur de l'efficience d'irrigation des cultures du périmètre est dans l'intervalle de 42-66 % et dont l'efficience totale du système est de 46 %. Ce faible taux d'efficacité du système peut être attribué à certains facteurs notamment : les systèmes d'irrigations existants inappropriés pour les besoins des agriculteurs ; une distribution inégale de l'eau et des pertes dues à l'évaporation.

Au seuil de cette étude, il s'avère capital d'investir dans des systèmes d'irrigation modernes et adaptés aux besoins spécifiques des cultures, pour améliorer l'efficience d'irrigation à Masina Rail 1. Des systèmes tels que l'irrigation goutte-à-goutte ou par

micro-asperion, pourrait améliorer significativement l'efficacité d'irrigation. Ces systèmes permettent une distribution plus homogène de l'eau et minimisent les pertes dues à l'évaporation.

L'organisation des sessions de formation pour les agriculteurs sur les meilleures pratiques d'irrigation et de gestion de l'eau est également requise. Cela inclut des techniques de planification de l'irrigation en fonction des besoins spécifiques des cultures, ainsi que des méthodes pour optimiser l'utilisation de l'eau.

Les autorités doivent mettre en place une stratégie de gestion intégrée des ressources en eau qui prend en compte les différents usages de l'eau, les besoins des cultures et les conditions climatiques. Cela pourrait inclure des actions de surveillance et d'évaluation régulières des ressources en eau disponibles et de leur utilisation.

Il y a enfin nécessité d'évaluer et corriger les problèmes de distribution inégale de l'eau dans le périmètre irrigué. Cela pourrait impliquer la révision des canaux d'irrigation existants pour assurer une distribution équilibrée et réduire les pertes.

Remerciements

Cette recherche a été réalisée dans le cadre de la formation du Master International en Ressources en Eau organisé à l'Ecole Régionale de l'Eau (ERE) de l'Université de Kinshasa.

Les auteurs souhaitent remercier la direction de l'école ERE, le CRREBaC, Waternet et l'Université de Lisala pour leur soutien bienveillant.

Financement

Les auteurs n'ont reçu aucun financement pour mener cette étude.

Conflit d'Intérêt

Les auteurs déclarent n'avoir aucun conflit d'intérêt lié à la présente étude. Aucune organisation informelle ou légale n'a joué un rôle clé dans la conception de l'étude, la collecte et l'analyse des données en vue de décider du résultat final de l'étude.

Considérations d'Ethiques

La recherche a été menée dans le respect des questions éthiques. Une autorisation d'acceptation de collecte des données sur terrain a été accordée par la direction de l'Ecole pour mener la recherche. Un formulaire d'enquête a été soumis à 190 exploitants de la zone agricole Masina Rail 1 afin de participer à l'étude. Pour préserver la confidentialité, aucune identité n'a été révélée.

Contribution des auteurs

K.T.A. a conçu et supervisé l'étude, rédigé le manuscrit principal, participé à la collecte des données, contribué à l'interprétation des résultats, assuré la revue bibliographique et validé la version finale.

L.N.C. a validé les données, contribué à la discussion et donné l'approbation finale de la version à soumettre.

B.A.M. a participé à la mise en forme du document et a validé la version finale.

L.K.G. a contribué à l'interprétation des résultats et à la relecture critique du manuscrit.

N.L.H. a participé à la collecte des données et a contribué à l'analyse statistique.

Tous les auteurs ont lu et approuvé la version finale du manuscrit.

ORCID des Auteurs

Kaumbu T.A: <https://orcid.org/0009-0001-6073-6891>

Luwesi N.C: <https://orcid.org/0000-0001-7224-6737>

Bagala A.M: <https://orcid.org/0009-0002-6752-766X>

Lutonadio K.G: <https://orcid.org/0000-0003-1132-2462>

Ngoyi L.H: <https://orcid.org/0009-0004-6219-1540>

Références bibliographiques

- Ayoub, R. (2019). *Gestion de l'offre et de la demande en eau d'irrigation*. Scribd, 164 p.
- Baize, D. (2018). *Guide des analyses en pédologie*. 3^{ème} édition revue et augmentée. Quae, 323 p.
- Benbella, M., Midaoui, M., & Errachidi, Y. (2003). *Valorisation de l'eau d'irrigation*. Revue H.T.E. N°127, pp 21-24.
- Blinda, M. (2012). *Vers une meilleure efficacité de l'utilisation de l'eau en Méditerranée*. Plan Bleu, Valbonne. (Les Cahiers du Plan Bleu 14).
- Doe, J. (2019). *Food Security in West Africa: Challenges and Prospects*, 150 p.
- El Amri, A., M'sadak, Y., Majdoub, R., & Ben Ayed, S. (2014). *Efficacité technique de l'utilisation de l'eau d'irrigation en milieu semi-aride*. Conférence : Journée Nationale sur la valorisation des Résultats de la Recherche dans le domaine des Grandes Cultures, 14 avril 2014. At : Tunis, Tunisie, pp74-84.

- Falasi, J. (2018). *Pollution de la rivière N'djili et contraintes de gestion des sols autour du Pool Malebo : Cas du site agricole Masina Rail 1/Kinshasa* [Mémoire de master, Université de Liège]. <http://hdl.handle.net/2268.2/5571>, 47 p.
- FAO. (2016). *La situation mondiale de l'alimentation et de l'agriculture*. Rome, 153 p.
- Feltz, N. (2016). *Evaluation de l'efficience et de la performance des périmètres irrigués en transition : une méthodologie intégrée appliquée au cas de la plaine des Triffa au Maroc*, [Thèse de Doctorat, DIAL, Prom. : Vanclooster, Marnik]. <http://hdl.handle.net/2078.1/178061>, 267 p.
- Kakoma, J. (2018). *Sécurité alimentaire en République démocratique du Congo : défis et perspectives*. Harmattan, 180 p.
- Malik, A., & Routray, J. (2014). *Irrigation water management: From theory to practice*, Springer Science and Business Media, 322 p.
- Minengu, J., Ikonso, A., Mbumba, M., Kawanga, R., Mangunda, O., Mwengi, S., Nkangu, Y., Basoma, P., & Lomba, R. (2021). *Utilisation des pesticides de synthèse dans la production maraîchère à Kinshasa*. Revue Africaine d'Environnement et d'Agriculture, Numéro Spécial 02, 14-29 p.
- Rahal & Boudlal, L. (2019). *Contribution à l'étude de faisabilité d'un périmètre d'irrigation*. [Mémoire de master en ressources hydrauliques, Université Akli Moand Oulhadje-Bouira, Faculté des Sciences et sciences appliquées, Algérie,], 99 p.
- Rosillon, F. (2016). *L'eau dans les pays en développement : Retour d'expériences de gestion intégrée et participative avec les acteurs locaux*. Ed. Jahanet, Paris, 415 p.
- Teno, G., Lehrer, K., & Abdoulaye, K. (2018). *Les facteurs de l'adoption des nouvelles technologies en agriculture en Afrique Subsaharienne*. African Journal of Agricultural and Resource Economics, Vol 13, 140-151 p.
- Sharma, Mahendra & Kumar. (2016). *Irrigation Water Management: Past, Present, and Future Perspectives*, Journal of Water Resource and Protection, Vol. 8 No. 9, 2016, pp. 1013-1041.
- Singh, A., & Chauhan, D. (2019). *Gestion de l'irrigation dans les zones à ressources hydriques limitées : défis et opportunités*, waterTech, 200 p.
- Smith, J., & Johnson, A. (2018). *Design and Performance Evaluation of a Motorized Irrigation System for Smallholder Farmers*. Journal of Agricultural Engineering, 42(3), 123-135.
- Tiercelin, J. (2006). *Traité d'irrigation*. 2^e éd, Tec et Doc Lavoisier.
- Wittling, C., & Ruelle, P. (2022). *Guide pratique de l'irrigation (4 éd)*. Versailles, Editions Quae, DOI : 10_35690/978-2-7592-3246-8, 352 p.