

**Revue Congolaise des Sciences & Technologies**

ISSN: 2959-202X (Online); 2960-2629 (Print)

<https://www.csnrdc.net/>**OPEN ACCESS****REVUE
CONGOLAISE
DES SCIENCES
ET TECHNOLOGIES****Amélioration du fonctionnement d'une pompe centrifuge entraînée par une turbine Kaplan à Kahemba en République Démocratique du Congo****[Improving the Operation of a Kaplan Turbine-Driven Centrifugal Pump in Kahemba, Democratic Republic of Congo]****Baby le vent Kabidi Banunginikwau^{1,2*}, Fidèle Kilonga Luzitu³, Benjamin Hodia Kibungu¹, Danny Kinakina Kianawa¹ & Richard Sabimana Gasigwa^{1,4}**¹*Ecole Régionale de l'Eau (ERE) & Centre de Recherche en Ressources en Eau du Bassin du Congo (CRREBaC), Université de Kinshasa, B.P : 127 Kinshasa XI, République Démocratique du Congo*²*Institut National du Bâtiment et Travaux Publics/Ngaliema (INBTP-Ngaliema), Section Hydraulique et Environnement, BP 473, République Démocratique du Congo*³*Institut Supérieur de Techniques Appliquées – Ndolo (ISTA/Ndolo), Section Mécanique, Barumbu, B.P 6593 KIN 3, République Démocratique du Congo*⁴*Institut National d'Etude et Recherche Agronomiques (INERA), Ministère de la Recherche scientifique et Innovation, République Démocratique du Congo***Résumé**

Le présent travail vise à proposer des solutions appropriées pour améliorer le rendement de la pompe et de la turbine de la station de Kahemba, où des dysfonctionnements ont été constatés. L'étude repose sur une analyse comparative du fonctionnement des machines à partir des données du fabricant et des données de terrain recueillies par l'équipe des plombiers de l'association chargée de la gestion du réseau de distribution d'eau potable dans la cité. De manière spécifique, l'étude évalue les débits et la puissance de la pompe centrifuge et de la turbine Kaplan en utilisant ces deux sources de données. Les résultats montrent que la turbine doit fournir à la pompe la puissance mécanique attendue afin que celle-ci fonctionne correctement et refoule le débit prévu. L'analyse des données hydromécaniques, notamment le débit et la hauteur, ainsi que des paramètres physico-chimiques, dont le pH, les sels et le fer, a été réalisée à l'aide des logiciels MATLAB et R. Une analyse physico-chimique de l'eau a également été effectuée afin d'identifier l'influence de certains paramètres, particulièrement le pH acide, susceptible de contribuer à la dégradation rapide des roues de la pompe. Les échantillons ont été analysés au laboratoire central de la REGIDESO selon les normes de l'OMS. Les résultats confirment l'acidité de l'eau de Kahemba, pouvant expliquer cette dégradation. L'étude recommande l'entretien régulier et la purge de la conduite forcée pour augmenter le débit de turbinage, l'ajout de chaux dans le bassin d'aspiration afin de corriger le pH, ainsi que l'utilisation éventuelle de pompes fabriquées avec des matériaux résistants à l'acidité.

Mots-clés : Amélioration du fonctionnement, Turbine Kaplan, Pompe centrifuge, Analyse physico-chimique, Kahemba.**Abstract**

This study aims to propose appropriate solutions to improve the performance of the pump and turbine at the Kahemba station, where operational deficiencies were observed. The study is based on a comparative analysis of machine operation using manufacturer data and field data collected by the team of plumbers from the association responsible for managing the drinking-water distribution network in the town. Specifically, the study evaluates the flow rates and power of the centrifugal pump and the Kaplan turbine using these two data sources. The results show that the turbine must provide the expected mechanical power to the pump so that it can operate properly and discharge the required flow rate. The analysis of hydromechanical data, particularly flow rate and head, as well as physicochemical parameters, including pH, salts, and iron, was carried out using MATLAB and R software. A physicochemical analysis of the water was also conducted to identify the influence of certain parameters, particularly acidic pH, which may contribute to the rapid degradation of the pump impellers. The samples were analyzed at the central laboratory of REGIDESO according to WHO standards. The results confirm the acidity of Kahemba water, which may explain this degradation. The study recommends regular maintenance and flushing of the penstock to increase the turbine flow rate, the addition of lime to the suction basin to correct the pH, and, where possible, the use of pumps made of materials resistant to acidity.

Keywords: Operational Performance Improvement; Kaplan Turbine; Centrifugal Pump; Physicochemical Analysis; Kahemba.

*Auteur correspondant: Baby le vent Kabidi Banunginikwau, (kabidilevent007@gmail.com). Tél. : (+243) 815172108

 <https://orcid.org/0009-0000-0142-7928> ; Reçu le 06/05/2026; Révisé le 28/05/2026 ; Accepté le 22/06/2026

DOI: <https://doi.org/10.59228/rcst.026.v5.i3.301>

Copyright: ©2026 Banunginikwau 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

La République Démocratique du Congo (RDC) connaît un grand retard quant à son développement, si nous devons nous concentrer sur le nombre par rapport à sa superficie, de villes ou centres urbains disposant des infrastructures de base de développement, telles que les routes revêtues, les réseaux de desserte en eau et électricité, les petites unités de transformations ou des ateliers industriels (Gabathuler et al., 2015).

C'est depuis l'accord de Paris que plusieurs pays développés et en voie de développement se sont engagés dans la transition énergétique dans le but de réduire les émissions des gaz à effet de serre et garantir l'accès aux services énergétiques propres et durables à tous (Burhama et al., 2023).

S'agissant des maux qui minent la station de Kahemba, il est prudent de se poser de question du genre ; est-il possible de d'augmenter le débit de la pompe en augmentant la puissance transmise à celle-ci, provenant de la Turbine ?

L'acidité de l'eau traversant la pompe centrifuge, peut-elle influencer le débit et sa durabilité ? (Gangneron et al., 2010).

Le taux national d'électrification en République Démocratique du Congo (RDC) est actuellement de 9%, soit seulement 1% si l'on ne considère que les zones rurales (75,8% de la population congolaise). Les opportunités sont pourtant infinies avec les riches ressources naturelles et minérales du pays le classant parmi les plus riches au monde (Twite et al., 2022).

Cependant, il faut noter que la disponibilité du grand potentiel hydraulique de la RDC à travers le pays, lequel pourrait être rentabilisé en source fiable d'énergie renouvelable, susceptible de booster le développement de ces milieux ruraux, en rendant possible l'installation des génératrices consommatrices de cette énergie selon les besoins diversifiés de nos agglomérations (Mechid, et al., 2024).

Cette énergie pourrait donc être utilisée dans plusieurs machines-outils qui résolveraient les problèmes vitaux des sociétés. Et plus particulièrement dans l'entraînement des pompes centrifuges comme c'est le cas à Kahemba. Tout cet ensemble des besoins en énergie source de développement de nos entités nous a motivé à rédiger le présent article, qui certifie l'existence des énergies hydrauliques pour le développement de nos milieux ou de la RDC (Brun et al., 2007).

Il est donc à noter que cette énergie hydraulique doit subir des transformations successives pour devenir utiles et résoudre de manière concrète nos soucis en consommations énergétiques, soit en nous servant directement de son énergie mécanique, soit en allant jusqu'à l'obtention de l'énergie électrique, (CIGB, 2020).

Le présent article va s'arrêter sûrement sur la transformation de l'énergie hydraulique en énergie mécanique, en présentant un cas spécifique, celui de la station de pompage d'eau potable de la cité de Kahemba dans la province du Kwango en RDC, par la transformation de la force hydraulique en énergie mécanique au travers d'une turbine Kaplan accouplée à une pompe centrifuge pour résoudre le problème de desserte en eau potable de la cité de Kahemba (Comte,1922).

Pour ce faire, un modèle a été mis en place par le logiciel MATLAB afin de mettre en évidence les différents paramètres de performance de ces deux machines, mais et surtout tenter de trouver un point de fonctionnement pour cette pompe dans le cas spécifique de l'énergie hydraulique (Mechid et al., 2024).

La station de kahemba connaît de pannes de pompe à répétitions et un fonctionnement non satisfaisant surtout avec le débit pompé par la pompe centrifuge en place

Il convient aussi de noter que les turbomachines ayant été conçues pour émettre de l'énergie mécanique sur le fluide (réceptrice/ pompe) ou de produire de l'énergie mécanique venant de l'énergie hydraulique sur l'arbre de turbomachine (Motrice/ turbine) travaillent en subissant une interaction de la nature physico-chimique dont le fluide en présence est constitué (Akil et al., 2014)

Il est donc très capital à ce que le concepteur prenne en compte cette disposition de connaître les différents paramètres physiques et chimiques dont est constitué le fluide. Dans le cas présent, il est question de l'eau. Il va donc de la responsabilité du concepteur de connaître en amont la composition physicochimique de l'eau exploitée afin de prendre des dispositions utiles afin d'éviter différentes dégradations des roues surtout de ces machines qui peuvent connaître l'abrasion, la corrosion, la fissuration et toute autre altération qui peut nuire gravement à son rendement et ou à bien répondre au besoin de sa conception (Allalqua et al., 2017).

J'ajouterai que les différentes théories qui ont été avancées pour expliquer le phénomène d'érosion-corrosion ont écarté l'influence des particules d'oxyde en suspension, bien qu'il ne soit pas possible a priori d'en faire abstraction ; ce qui paraît cependant admis c'est que ces effets semblent être moins importants que ceux consécutifs aux autres paramètres tels que la nature du matériau, la vitesse d'écoulement, le pH et la température du milieu réactionnel (Randrianarivo & Léon, 1980).

Traiter ou concevoir une pompe ou une turbine, sans tenir compte de cet aspect serait une grave erreur qui peut biaiser toute la conception ou engraver le bon fonctionnement aux conditions optimales de la turbomachine (Borsenberger & Ensam, 2018). Dans le cas de la station de pompage d'eau potable de la cité de kahemba, nous avons suspecté la présence d'un paramètre physicochimique qui serait à l'origine de toutes ces pannes à répétition et ou de réduction remarquable des performances de la pompe centrifuge installée sur terrain. D'où la raison d'être même de ce présent travail, qui consiste à démontrer l'interaction combien négative de ce paramètre qui occasionne des corrosions dans le corps de la roue de la pompe (Akatumbila et al., 2016).

2. Matériel et méthodes

2.1. Milieu d'étude

Cette étude a été conduite dans la cité de Kahemba, plus spécialement au sein de la mission Shamusenga, située à 7 Km de la cité ; qui elle-même est située à près de 1000 Km de la ville province de Kinshasa au sud-est de la province du Kwango, dans le territoire de Kahemba (Struyf et al., 1948). La figure 1 présente la carte du site d'étude.

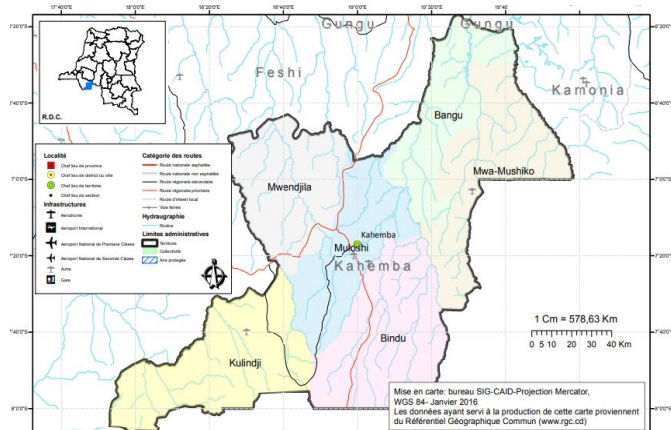


Figure 1. Localisation géographique du territoire de Kahemba

On a trouvé dans la mission de Shamusenga des archives des pères Jésuites de l'époque lointaine ayant utilisée une roue à béliet sur un site en amont de la source du même nom, qui leur permettait de remonter l'eau dans leurs habitations. Et suite aux recherches d'une source d'eau pouvant aider la population dans la consommation d'eau, on est tombé grâce aux récits de populations riveraines sur la source de Shamusenga. Et la comparaison des altitudes entre l'ancien site de retenue de roue à béliet, et la source d'émergence à capitaliser pour la boisson des citadins, que nous avons compris l'existence du potentiel énergétique entre les deux sites pouvant aider dans l'exploitation de l'énergie hydraulique afin de la transformer pour faire tourner une pompe qui refoulerait l'eau dans la cité et permettre ainsi l'approvisionnement en eau potable de cette agglomération en besoin extrême.

2.2. Données utilisées

Deux types des données ont été utilisés dans le cadre de cette étude, il s'agit des données hydromécaniques recueillies auprès de l'ACEK qui les obtient par un prélèvement journalier avec un débitmètre pour le débit, un compteur pour la vitesse de rotation, un manomètre pour la hauteur et données physicochimiques collectées par prélèvement des échantillons d'eau analysées au laboratoire national de la REGIDESO avec des instruments spécifiques pour chaque paramètre analysé et spécialement le pH-mètre électronique a été utilisé pour mesurer le pH.. La masse importante des données hydromécaniques provient des récits de l'équipe technique chargée du monitoring de la station de pompage (figure 2). Ces données qualitatives ont été complétées par des données expérimentales collectées pendant l'étude. Quant aux données physicochimiques, elles proviennent des échantillons d'eau collectées et analysées au laboratoire.



Figure 2. Station de pompage de Shamusenga
Il y a lieu de retenir ce qui suit :

- La hauteur de chute brute : exprimée en m, est la différence des cotes entre l'axe de la pompe et l'axe de l'entrée de la conduite forcée

- La hauteur nette de chute qui est aussi exprimée en m, et est la différence entre la hauteur brute de chute et les pertes des charges qui règnent dans la conduite forcée.

La conduite forcée, quant à elle est composée des tronçons ci-après :

DN500/ L= 960 m / i = 469,4 mm

DN 450/ L= 960 m / i = 422,4 mm

DN 400 / L= 959,62 m / i = 375,4 mm

Soit une longueur totale de 2879,62 m.

La pompe est centrifuge de marque KSB faite en fonte, et est multicellulaire avec un débit de 4lit/sec, une vitesse de rotation de 2900 Tr/min. Les courbes caractéristiques ci-dessous donnent les plages de fonctionnement de deux machines.

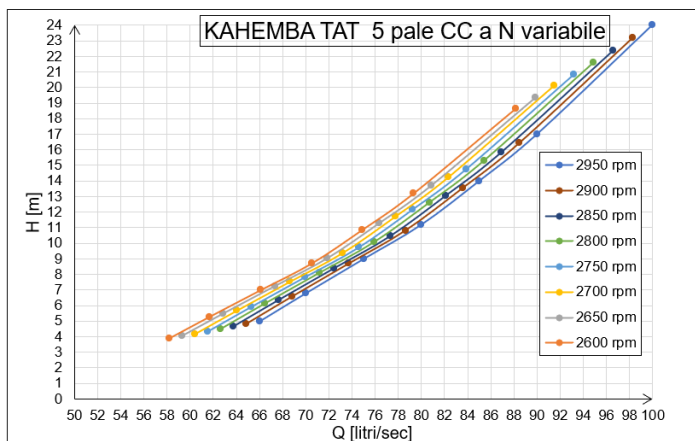


Figure 3. Données et Courbes caractéristiques du fabricant pour la turbine Kaplan

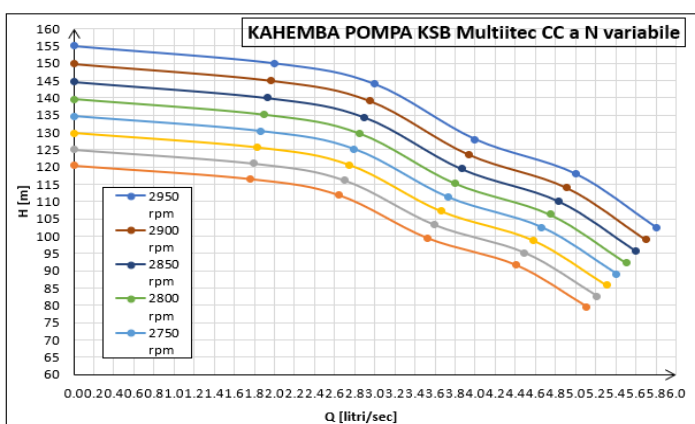


Figure 4. Données et Courbes caractéristiques du fabricant pour la pompe

2.3. Analyse des données

2.3.1. Données hydromécaniques

Les données hydromécaniques sont des données de fonctionnement mécanique et hydraulique, elles ont été traitées et analysées en utilisant le logiciel Microsoft Excel, qui a permis de les regrouper pour une meilleure présentation. Ces données furent traitées par usage d'Excel pour calculer les différentes moyennes afin d'utiliser pour analyse par MATLAB. Le logiciel MATLAB a été utilisé pour mieux comprendre le fonctionnement la turbine Kaplan et la pompe centrifuge afin de déduire les principes de fonctionnement optimal (Helali & Assia, 2006).

2.3.2. Données physicochimiques

Après prélèvement et analyse des échantillons, il s'est dégagé des résultats des paramètres physicochimiques ci-après : Turbidité (NTU), pH, Conductivité (ms/cm), Ammonium (mg/l), Nitrates (mg/l), Nitrites (mg/l), Phosphate (mg/l), Sulfate (mg/l), Chlorures (mg/l), Fer Total (mg/l) et Dureté totale (mg/l). Ces données physicochimiques ont été collectées par prélèvement des échantillons d'eau analysées au laboratoire national de la REGIDESO avec des instruments spécifiques pour chaque paramètre analysé et spécialement le pH-mètre électronique a été utilisé pour mesurer le pH. Toutes ces données provenant de cinq échantillons d'eau de la source Shamusenga, ont été analysées à l'aide du logiciel R en vue de ressortir les tendances nécessaires de comparaison.

3. Résultats

3.1. Résultats liés au fonctionnement hydraulique des turbomachines

Après l'analyse des données par MATLAB, deux types des résultats ont été obtenus respectivement selon les données du fabricant et les données expérimentales ou de terrain, à savoir les informations relatives au fonctionnement de la pompe centrifuge et les renseignements liés au fonctionnement de turbine Kaplan.

3.1.1. Fonctionnement hydraulique selon les données du fabricant

a. Pompe centrifuge

Les résultats liés au fonctionnement hydraulique de la pompe centrifuge concernent les paramètres ci-après : Courbe H-Q de la pompe ; Courbe de Puissance ; Débit de deux turbomachines à 2600 Tr/Min de vitesse de rotation.

Des données du fabricant, il est clair que le fonctionnement optimal de la pompe est directement proportionnel à la vitesse de rotation de celle qui affecte le débit et la pression dynamique de la pompe ou la hauteur, inversement proportionnel, c'est-à-dire que la pompe refoule un petit débit à de grande hauteur manométrique et un grand débit à de faible hauteur manométrique, ce pour n'importe quelle vitesse de rotation (figure 3).

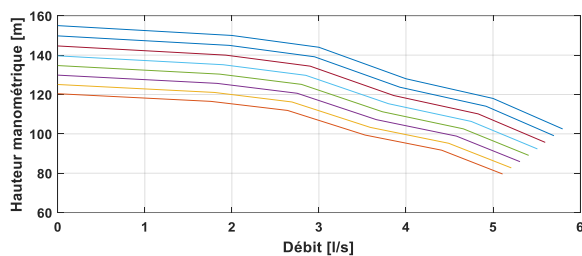


Figure 5. Courbe H-Q de la pompe

Pour assurer un fonctionnement optimal de la pompe, il faut que la puissance absorbée et requise de la pompe soit produite par le moteur et soit intégralement transférée à la génératrice pompe qui doit s'en servir en minimisant les pertes majeures (figures 6 et 7).

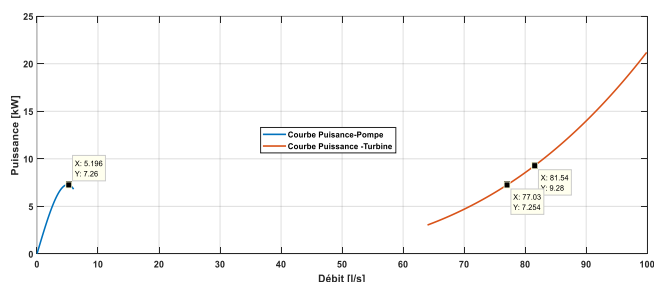


Figure 6. Courbe de Puissance – Débit de deux turbomachines à 2600 Tr/Min de vitesse de rotation

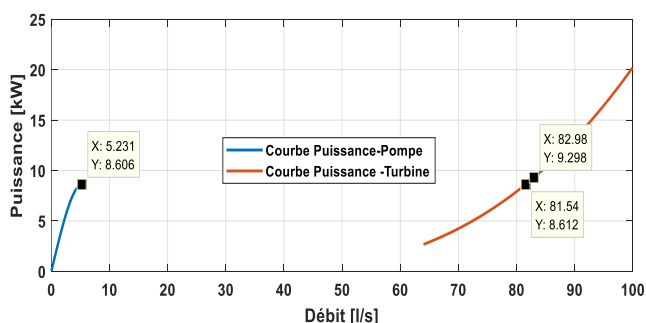


Figure 7. Courbe de Puissance – Débit de deux turbomachines à 2700 Tr/Min de vitesse de rotation
b. Turbine Kaplan

Les résultats liés au fonctionnement hydraulique de la pompe centrifuge concernent les paramètres ci-après : Courbe H-Q de la turbine ; Courbe de Puissance

- Débit de deux turbomachines à 2600 Tr/Min de vitesse de rotation.

Les figures 8 et 9 de la turbine montrent qu'à n'importe quelle vitesse de rotation de la turbine, l'évolution de la hauteur ou pression est directement proportionnelle au débit. Plus le débit augmente, la hauteur aussi augmente.

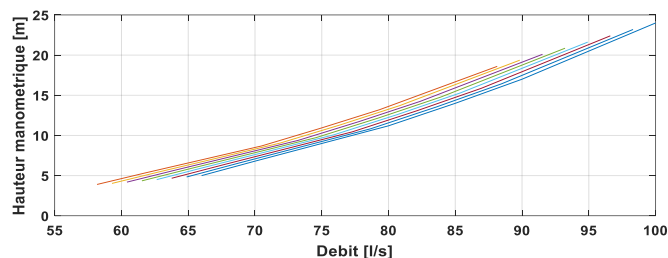


Figure 8. Courbe H-Q de la Turbine

La tendance similaire à celle de la courbe H-Q a également été observée pour la courbe Puissance – Débit de la Turbine. La puissance aussi évolue de manière croissante avec l'augmentation du débit turbiné par celle-ci, plus le débit augmente la puissance aussi augmente.

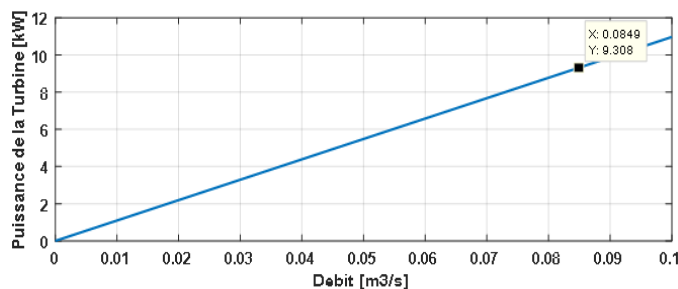


Figure 9. Courbe Puissance – Débit de la Turbine

3.2. Fonctionnement hydraulique selon les données expérimentales

3.2.1. Pompe centrifuge

Les mêmes paramètres d'évaluation de performance ont été également analysés en utilisant dans le cas échéant les données expérimentales. Il s'agit des paramètres ci-après : Courbe H-Q de la pompe ; Courbe de Puissance ; Débit de deux turbomachines à 2600 Tr/Min de vitesse de rotation.

Les figures 10, 11 et 12 ci-dessous montrent que la pompe connaît une progression croissante de hauteur ou pression dans la plage des vitesses de rotation allant de 2780 Tr/Min à 2870 Tr/Min. Dans cette plage de vitesses, la pompe fonctionne un peu mieux avec de bonnes pressions allant de 12 à 12,4 bars, hormis les différentes discontinuités liées sûrement à des pertes des charges dans les conduites forcées dues aux multiples raisons. Cette pompe nous montre des

variations énormes des débits, si bien qu'une légère évolution se montre entre les vitesses de 2780 à 2870 Tr/min. Avec des débits allant de 3,15 lit/sec à 3,70 Lit/sec. Il y a une instabilité croissante de vitesses et de débits dans le système actuellement en marche.

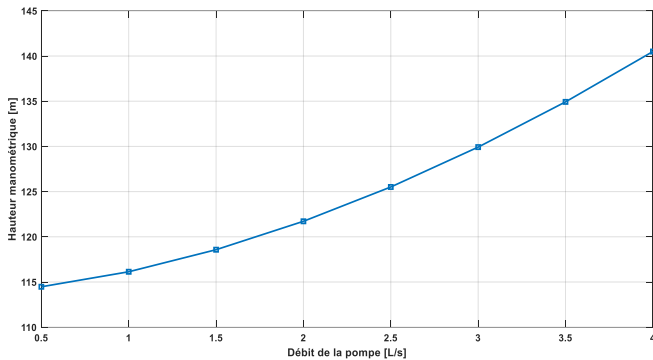


Figure 10. Courbe H-Q de la pompe

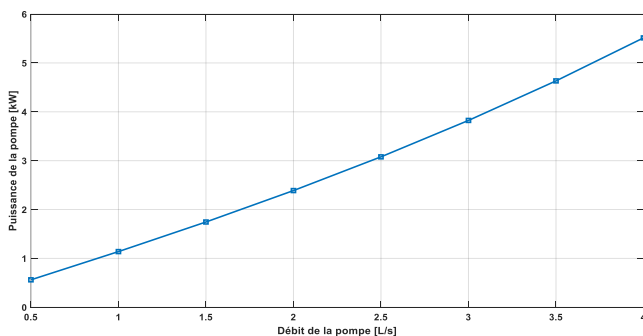


Figure 11. Courbe : Q-P

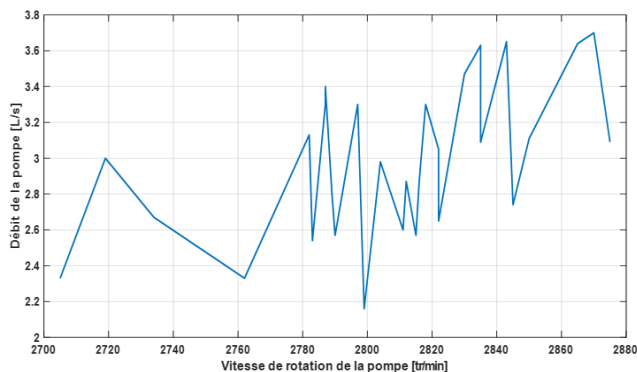


Figure 12. Courbe Q-V de la Pompe

3.2.2. Turbine Kaplan

La Courbe Q-V de la Turbine, avec des données expérimentales de Kahemba montre une tendance quasi-similaire à celle de la pompe centrifuge considérant les données expérimentales présentée à la (figure 13).

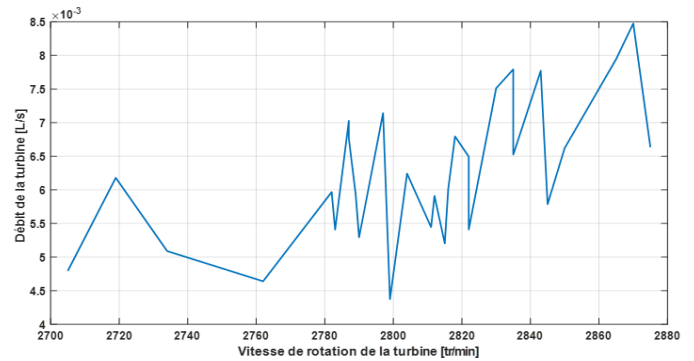


Figure 13. Courbe Q-P de la Turbine

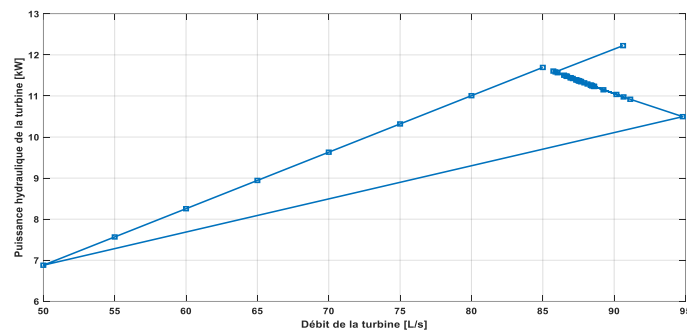


Figure 14. Courbe Q-V de la Pompe

3.2.3. Superposition des données expérimentales et celles du fabricant

En associant les données du constructeur et expérimentales, la courbe de puissance de la pompe en fonction du débit montre que celle-ci ne débute qu'à partir d'une valeur de 2,16 Lit/Sec à 3,7 Lit/Sec, pour puissance comprise entre 4,58 à 8,18 KW. Pour de vitesses se trouvant dans la fourchette de 2650 à 2850 Tr/Min. Donc elle n'atteint toujours pas la puissance requise selon le fabricant qui est de 9,5 KW pour un débit de 4 Lit/Sec. L'analyse de cette figure montre que la pompe en exploitation (Courbe en bas) n'atteint pas les caractéristiques données par le fabricant (Courbe au-dessus).

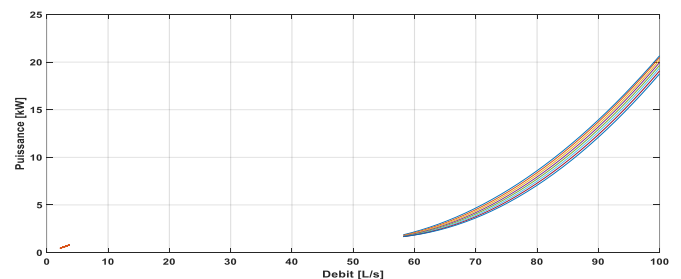


Figure 15. Superposition de la courbe de puissance de la turbine (données constructeur) et celle de la puissance de pompe (données prélevées)

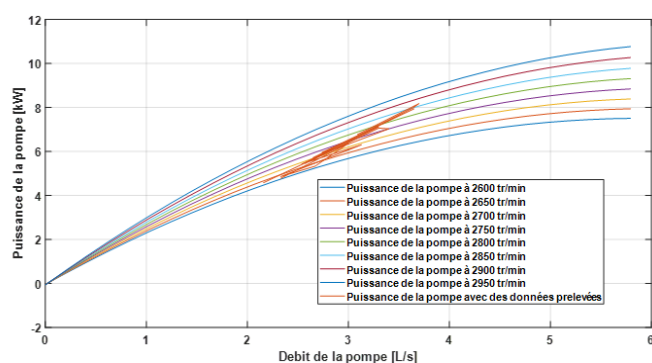


Figure 16. Courbe Puissance – Débit de la Pompe

Tableau 1. Résultats liés à l'influence des paramètres physico-chimiques de l'eau

Paramètres	Moyenne	Norme	Note explicative
Turbidité (NTU)	0.4840	0 - 5	La turbidité est assez acceptable en rapport avec l'étude.
pH	4.8060	6,5 - 8,5	Le potentiel d'hydrogène est très inquiétant au regard de l'étude en rapport avec son influence acide sur l'érodabilité des roues de la pompe.
Conductivité (ms/cm)	44.3400	Max 1570	La conductivité quant à elle aussi moins inquiétante et acceptable par rapport aux résultats de la recherche sur la dégradation de roues de la pompe.
Ammonium (mg/l)	0.1630	Max 0,3	Pas de soucis non plus pour l'ammonium qui est faiblement représenté et ne contribue en rien dans la dégradation des roues de la pompe.
Nitrates (mg/l)	2.5440	Max 50	Le nitrate y est faiblement présent et aussi n'apporte aucune inquiétude sur les roues de la pompe.
Nitrites (mg/l)	4.8560	Max 0,2	La présence d'ions nitrites dans l'eau peut accentuer l'érodabilité de l'eau mais sa proportion n'est pas vraiment inquiétante.
Phosphates (mg/l)	0.0814	Max 5	Bonne proportion des phosphates dans l'eau en question
Sulfates (mg/l)	0.0000	Max 250	Absence totale de particule de sulfates dans l'échantillon
Chlorures (mg/l)	47.5000	Max 250	Le chlorure est de nature à influencer la stabilité des roues faites en acier qui peut s'oxyder facilement en présence de ces ions et détruire ainsi les roues, si bien qu'il s'y trouve en faible proportion par rapport à la norme
Fer Total (mg/l)	0.0118	Max 0,3	Bonne proportion du fer total
Dureté totale (mg/l)	22.9400	Max 500	La dureté totale s'y trouve en bonne proportion et ne crée aucun problème aux roues de la pompe

3.3. Résultats liés à l'influence des paramètres physico-chimiques de l'eau

Les analyses effectuées à la Regideso sur base des échantillons prélevés sur terrain, ont montré les résultats qui sont compilés dans le [tableau I](#) et la [figure 16](#). De ces évidences obtenues, des comparaisons nécessaires ont été effectuées avec les normes pour chaque paramètre analysé. Ceci a permis de tirer des conclusions et de formuler les recommandations à l'ACEK.

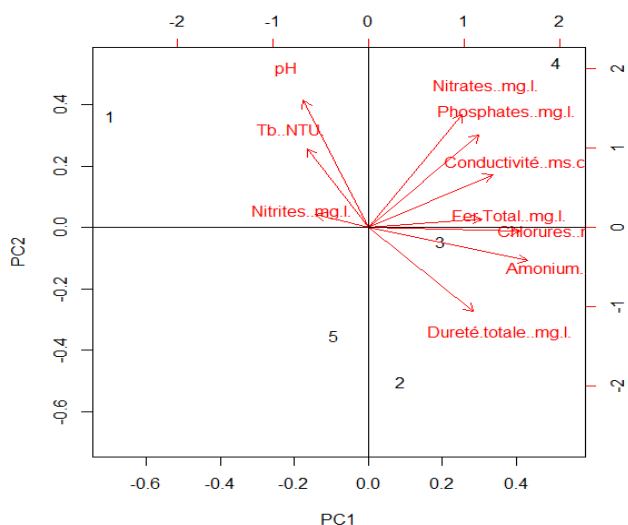


Figure 17. Analyse par Composante principale des paramètres physicochimiques analysés

4. Discussion

4.1. Discussion des résultats liés au comportement de la Turbine Kaplan et de la Pompe centrifuge

4.1.1. En rapport avec les données du fabricant

Il s'établit un modèle qui doit être pris pour référence pour les deux machines ; la turbine Kaplan et la pompe centrifuge.

La figure 3 montre que la hauteur manométrique de la pompe est directement liée au débit que celle-ci doit refouler. Et varie en ordre inverse. Le grand débit réclame une faible hauteur et le petit débit vont à de grandes hauteurs (Debbah, 2024).

La figure 6 montre que dans le cas d'accouplement de deux machines, il faut que la puissance produite par la turbine soit égale à celle consommée sur l'arbre de la pompe en n'importe quelle vitesse de rotation afin que le fonctionnement soit optimal.

Spécialement pour le cas de la turbine Kaplan, la figure 6 dispose que le débit est directement proportionnel à la hauteur. Le grand débit entraîne une grande hauteur, (Étienne & Chadenson, 1981),

La figure 7 indique clairement que la puissance est directement proportionnelle au débit turbiné. Plus le débit augmente la puissance augmente aussi (Debbah, 2024).

Les résultats obtenus selon les différents cas d'étude ; les éléments issus des données du fabricant, les résultats venant des données du terrain pour chacune des machines (la pompe et la turbine Kaplan),

les informations comparées de l'analyse des données issues de la superposition de deux sources de données, suscitent plusieurs questions à savoir : (Drame & Sanjosé, 2024).

a. Au niveau de la Turbine Kaplan :

- Le débit entrant dans la conduite forcée pour turbiner cette machine est-il suffisant pendant le temps de fonctionnement ? Et de combien de litre par seconde
- La pose de cette conduite forcée, a été respectueuse de normes techniques, surtout les pentes et la régularité de celle, de manière à réduire le plus possible les pertes de charges ?

- Les différents changements de diamètres et le relief du terrain, ne sont-ils pas à la base de beaucoup des pertes des charges dans la conduite forcée ?

b. Aussi du côté de la pompe, il y a lieu d'intégrer certaines questions du genre :

- Mauvaise pose de la conduite d'adduction entraînant des pertes des charges supérieures à celles prises en compte par le concepteur,

- La qualité aussi de matière de fabrication de la roue qui peut affecter le rendement de la pompe,

- La qualité de l'eau, surtout son taux d'acidité et la présence des autres paramètres physicochimiques susceptibles de favoriser la destruction de la roue de la pompe,

Le modèle mathématique développé à partir du logiciel MATLAB, et partant des données du fabricant de la pompe et celle de turbine, les différentes courbes construites, ont permis de comprendre en prenant pour référence ces courbes, que ni la pompe, ni la turbine dans le cas du système de pompage d'eau potable de Kahemba, ne fonctionne à des conditions optimales, celles définies par le constructeur. Aussi il sied de rassurer que ces courbes aient montré que la turbine déjà ne produit pas de puissance suffisante pour le bon fonctionnement de la pompe dont la puissance absorbée dépend de la puissance produite de la Turbine (Debbah, 2024).

4.1.2. En rapport avec les données du terrain ou de fonctionnement actuel :

La figure 11 montre une allure plus au moins bonne du fonctionnement de la pompe, cependant, dégage un écart réel entre les prévisions du fabricant. Ce qui justifie un fonctionnement non optimal. (Debbah, 2024).

La Turbine déjà quant à elle démontre une production faible de puissance par rapport au besoin attendu par la pompe pour son fonctionnement comme

le montre la [figure 15](#) qui crée un vrai écart entre les deux machines ([Drame & Sanjosé, 2024](#)).

4.2. Discussion des résultats lié à l'influence des paramètres physico-chimique de l'eau sur les roues de la Pompe centrifuge

Le [tableau I](#) présente les conclusions obtenues à l'aide de l'Analyse par Composante principale des paramètres physicochimiques analysés.

Les résultats d'analyse contenus dans le [tableau 1](#), surtout sur le pH, atteste une acidité accrue de l'eau, ([Hanane, 2024](#)). Ce qui peut absolument avoir de l'incidence d'érodabilité sur la roue de la pompe semblable aux constats observés sur certaines roues démontées ([AFTIMI, 2024](#)).

En portant un regard critique sur la moyenne des éléments ayant fait objet des analyses, il a été constaté des faits importants ci-après :

- L'eau est vraiment acide car son pH se situe autour de 4,8 et donc susceptible de faire éroder la roue de la pompe. Et le milieu acide est un facilitateur des certains métaux à pouvoir participer à l'érosion des métaux, donc des roues de la pompe en activité ([Hanane, 2024](#)).

- La présence des chlores, de nitrites, de la conductivité, sont aussi des éléments gênant car participant activement à l'érosion des roues des pompes surtout en milieu acide. Donc leur présence peut aussi être comptabilisée parmi les responsables de l'érosion des roues de la pompe constaté, et qui réduisent sensiblement les performances de la dite de pompe ([Hanane, 2024](#)).

5. Conclusion

Eu égard à ce qui précède, il sied de retenir que la station de pompage d'eau potable de Kahemba connaît des problèmes d'ordre hydromécanique se justifiant par une production d'énergie par la turbine, peu suffisante attendue à la pompe pour son fonctionnement optimal certainement dû aux diverses pertes des charges dans le circuit hydraulique.

A ça il convient de rajouter le dysfonctionnement physico-chimique de la pompe accusant des corrosions et ébrasions dues à l'acidité de l'eau qui la traverse, dont le pH est largement faible.

Il conviendrait donc envie d'améliorer le fonctionnement du système passer solutions, mais dans le cas de la station de Kahemba on se limiterait aux actions plus pratiques et moins coûteuses pour la population.

Il faut donc pour ça, procéder aux purges régulières des conduites forcée et d'adduction afin

d'améliorer la puissance produite par la turbine en diminuant le plus possible les différentes pertes des charges dues à la pose des conduites et à cela, intégrer un petit traitement d'eau pour corriger son pH trop acide en ajoutant de la chaux éteinte ou hydroxyde de calcium dans le bassin d'aspiration afin de remonter le pH ainsi réduire l'agressivité de l'eau sur les roues de la pompe.

Remerciements

Les auteurs remercient le Centre de Recherche sur les Ressources en Eau du Bassin du Congo et l'École Régionale de l'Eau (CRREBaC-ERE) de l'Université de Kinshasa pour avoir offert le programme de Master en Ressources en Eau dans le cadre duquel cette étude a été réalisée. Ils expriment également leur gratitude aux autorités administratives du territoire de Popokabaka pour leur collaboration et leur soutien lors de la collecte des données sur le terrain.

Financement

Cette recherche a été financée par les fonds propres des auteurs.

Conflit d'Intérêt

Les auteurs déclarent n'avoir aucun conflit d'intérêts.

Considérations éthiques

Cette étude n'a impliqué ni participants humains ni animaux. Toutefois, l'ensemble des recherches de terrain a été mené dans le respect des directives institutionnelles et nationales relatives à l'éthique de la recherche environnementale. Les autorisations nécessaires ont été obtenues auprès des autorités environnementales locales et provinciales compétentes. Dans tous les cas où les connaissances des communautés locales ou l'usage des terres étaient concernés, les principes de consentement libre, préalable et éclairé ont été respectés, dans le respect des droits et de la dignité des populations locales.

Contribution des auteurs

B.K.B. : Conceptualisation

B.K.B., F.K.L. et C.L.N. : Méthodologie

B.K.B., F.K.L. et C.L.N. : Développement des outils et logiciels

B.K.B. : Collecte des données

B.K.B., F.K.L., D.K.K., R.S.G. et C.L.N. : Analyse formelle

B.K.B., R.S.G., B.H.K. et C.L.N. : Rédaction, relecture et édition

C.L.N. : Supervision.

ORCID des Auteurs

Banunginikwau K. B.: <https://orcid.org/0009-0000-0142-7928>;

Luzitu K. F. : <https://orcid.org/0009-0000-5135-9505>;

Kibungu H. B. : <https://orcid.org/0009-0006-0012-5120>;

Kianawa K. D.: <https://orcid.org/0009-0001-3691-5304>;

Gasigwa S. R.: <https://orcid.org/0000-0002-1525-9133>.

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

Références bibliographiques

- Abboudi, A., Tabyaoui, H., El Hamichi, F., Benaabidate, L., & Lahrach, A. (2014). Étude de la qualité physico-chimique et contamination métallique des eaux de surface du bassin versant de Guigou, Maroc. *European Scientific Journal*, 10(23), 185–203.
- Aftimi, S., Kerroum, Y., Guenbour, A., Bellaouchou, A., Idrissi, H., Boulif, R., ... & Zarrouk, A. (2024). New insights on the corrosion–erosion behavior of 904L stainless steel in phosphoric acid containing impurities. *Journal of Bio- and Tribo-Corrosion*, 10(1), Article 13.
- Akatumbila, L., Mabilia, M., Lubini, A., Pwema, K., & Musibono, E. A. (2016). Contribution à l'évaluation de la qualité physico-chimique de l'eau : Cas de la rivière urbaine Gombe de Kinshasa/République Démocratique du Congo. *Larhyss Journal*, 26, 7–29.
- Allalguia, A., Kaouachi, N., Boualeg, C., Ayari, A., & Bensouileh, M. (2017). Caractérisation physico-chimique des eaux du barrage Foum El-Khanga (région de Souk-Ahras, Algérie). *European Scientific Journal*, 13(12), 258–275. <https://doi.org/10.19044/esj.2017.v13n12p258>
- Bebdou, M., & Tadjatit, S. (2020). *Récupération de l'énergie hydraulique excédentaire dissipée dans le Monoval de la station de pompage de Taksebt* [Thèse de doctorat, Université Mouloud Mammeri].
- Borsenberger, M. (2018). *Contribution à l'identification de l'interaction paramètres procédés – propriétés d'emploi des produits : Application au forgeage et aux propriétés électromagnétiques d'une roue polaire d'alternateur* [Thèse de doctorat en génie mécanique, École nationale supérieure d'arts et métiers – ENSAM]. <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-03270908>
- Debbah, D. (2024). *Turbomachines 1*.
- Djedid, T. (2012). *Étude de l'effet de la corrosion des armatures sur la durabilité des ouvrages en béton armé* [Mémoire de magister, Université Mohamed Khider – Biskra].
- Drame, A. B., & Sanjosé, M. (2024). Analyse et modélisation des pertes dans une grille rectiligne de compresseur avec jeu. *Transactions of the Canadian Society for Mechanical Engineering*, 48(4), 581–591.
- Gabathuler, S., Pavanello, D., & Münch, C. (2015). Le pompage-turbinage à petite échelle pour le stockage local d'énergie. *Bulletin SEV/VSE*, 2, 2015.
- Helali, A. (2006). *Optimisation d'une turbine de type Kaplan* [Thèse de doctorat, Grenoble INP].
- Kapit, J.-B. M. (2023, mai). *Géopolitique et géostratégie de la transition énergétique*.
- Khodjet-Kesba, O., Kettab, A., & Ayadi, A. (2014). Contribution à l'étude de l'érosion abrasive d'une pompe. *Production scientifique – Communications*, 1.
- Lamammra, Y. (n.d.). *Étude de l'inhibition de la corrosion de l'acier X60 en milieux acides H₂SO₄ par l'huile essentielle de cactus*.
- Maas, M. A. (1928). Bassins de charge. *La Houille Blanche*, 4, 110–114.
- Mechid, K., Boudra, A., & Boukhenaf, M. (2024). *Optimisation du point de fonctionnement des pompes centrifuges appliquées dans les systèmes de pompage photovoltaïque* [Thèse de doctorat, Université de Jijel].
- Randrianarivo, L. (1980). Phénomène d'érosion-corrosion dans les pompes alimentaires et préalimentaires des générateurs de vapeur. *La Houille Blanche*, 1–2, 133–139.
- Vit, M. (n.d.). Stations d'essais de turbines de la maison J.-M. Voith. *La Houille Blanche*, 8, 237–241. <https://doi.org/10.1051/lhb/1913057>