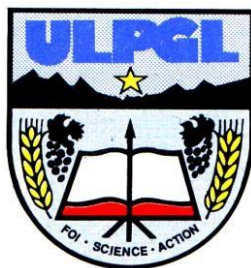


UNIVERSITÉ LIBRE DES PAYS DES GRANDS LACS



BP. 368 GOMA

www.ulpgl.net

FACULTÉ DE SCIENCES ET TECHNOLOGIES

DÉPARTEMENT DE GÉNIE CIVIL

DIAGNOSTIC ET PROPOSITIONS D'AMÉLIORATIONS DU RESEAU DE DISTRIBUTION D'EAU POTABLE DE LA CITE DE RUTSHURU- CENTRE

Par : **BARAKA KAMARA Come-Damien**

Mémoire présenté et défendu en vue de l'obtention du
Diplôme de licence en Génie Civil.

Directeur : Prof. Dr. Ing. AMBOKO MUHIWA Benjamin

Encadreur : Ing. BAHATI KAHASHI Yvan

ANNÉE ACADÉMIQUE 2024 - 2025

Epigraphe

« L'eau c'est la vie ; l'eau potable, c'est la longue vie. »

Auteur anonyme

**DIAGNOSTIC ET PROPOSITIONS D'AMELIORATIONS DU RESEAU DE
DISTRIBUTION D'EAU POTABLE DE LA CITE DE RUTSHURU-CENTRE**

Dédicace

A tous ceux qui ont cru en moi.

BARAKA KAMARA Come-Damien

Remerciements

En premier lieu, nos remerciements s'adressent sincèrement à Dieu qui est le maître des temps et des circonstances et, qui a fait à ce que nous puissions arriver à la mise au point de ce travail. Nos sentiments de gratitude s'adressent au Docteur MUHIWA AMBOKO qui a accepté de diriger ce travail mais aussi à l'ingénieur KHASHI Yvan pour son précieux encadrement.

Nous remercions plus particulièrement notre famille KAMARA qui s'est donnée corps et âme afin que nous puissions étudier dans des conditions paisibles le long du cycle de licence, en l'occurrence de KAMARA Louise, KAMARA Georges, KAMARA Anuarite, KAMARA Varentz, KAMARA Germain, KAMARA Pascal, KAMARA Simon, KAMARA Nathalie, KAMARA Polycarpe ; que ce présent travail vous soulage.

Il est important pour nous de remercier les autorités académiques de l'ULPGL, plus particulièrement celles de la faculté des sciences et technologies, pour les connaissances qu'elles nous ont transmises. C'est sous cet angle que nous exprimons notre gratitude envers nos camarades étudiants avec qui nous avons combattu ensemble le cycle de licence ; notamment NTARIBI Sostene, NIYONZIMA Patrick, KISEMBO Gael, NSANZU Christian et les autres vu que la liste n'est pas exhaustive.

Notre profonde gratitude envers nos amis pour ce qu'ils ont été pour nous, en l'occurrence de Yves, Trésor, Christian, Armand, Paul, Bienvenu et Alain.

DIAGNOSTIC ET PROPOSITIONS D'AMÉLIORATIONS DU RESEAU DE DISTRIBUTION D'EAU POTABLE DE LA CITE DE RUTSHURU-CENTRE

Résumé

Ce travail a pour objectif principal d'analyser les défaillances du système actuel et de concevoir une solution durable pour répondre aux besoins de la population de la cité de Rutshuru-centre. La méthodologie adoptée combine des descentes sur terrain, une analyse documentaire et une évaluation de la croissance démographique à l'horizon 2045, date à laquelle la population est estimée à 136853 habitants. Le diagnostic a révélé que le réseau existant est vétuste et inefficace. Le réservoir principal, datant de 1978, suinte et sa capacité de 70 m³ est largement insuffisante face à la demande actuelle. De plus, des problèmes de fuites sur les conduites et un manque de compétence technique au sein du comité de gestion (COMEPO) ont été identifiés. La simulation hydraulique du réseau a été réalisée à l'aide du logiciel Epanet pour garantir la fiabilité des solutions proposées. Comme propositions d'amélioration, le projet prévoit la construction de deux nouveaux réservoirs de 943 m³ chacun (15,5 m de diamètre et 5 m de hauteur) qui s'ajoutent au volume de deux réservoirs (95 m³ chacun) existants construits par CICR. Le nouveau réseau, de type ramifié, se compose d'après le tracé du réseau, de 69 conduites en PEHD (DN250 pour l'une des conduites principales et DN25 pour la petite conduite) dimensionnées pour stabiliser les pressions (entre 10 et 60 m) et réguler les vitesses d'écoulement. Dans le but d'avoir une idée sur le coût de l'exécution du réseau aménagé, un devis estimatif a été dressé et a montré qu'avec une marge de 5% pour les imprévus, 1.619.742,4 dollars américains est le budget à disposer. En perspective, cette étude ouvre la voie à une analyse approfondie des mécanismes de gestion durable pour COMEPO, incluant un renforcement des capacités techniques pour assurer la maintenance à long terme des nouvelles installations et garantir l'extension future du réseau aux localités voisines.

Mots clés : Distribution d'eau, Diagnostic, Améliorations.

Abstract

This work mainly aims to analyze the failures of the current system and design a sustainable solution to meet the population's needs of the Rutshuru-centre city. The diagnosis revealed that the existing network is obsolete and inefficient. The main reservoir, dating from 1978, is seeping and its capacity of 70 m³ is largely insufficient for the current demand. Furthermore, pipe leaks and a lack of technical skills within the management committee (COMEPO) were identified. The adopted methodology combines field visits, documentary analysis, and an evaluation of demographic growth for the 2045 horizon, when the population is estimated at 136853 inhabitants. The hydraulic simulation of the network was performed using Epanet software to ensure the reliability of the proposed solutions. As improvement proposals, the project plans for the construction of two new reservoirs of 943 m³ (15,5 m in diameter and 5 m in height) which are in addition to the volume of two existing reservoirs (95 m³ each) built by the ICRC. The new network, of a branched type, is composed, according to the network layout, of 69 HDPE pipes (DN250 for one of the main pipes and DN25 for the small pipe) dimensioned to stabilize pressures (between 10 and 60 m) and regulate flow velocities. In order to get an idea of the cost of the execution of the developed network, an estimate quote was prepared and showed that with a 5% contingency margin, 1.619.742,4 American dollars is the budget to have available. In perspective, this study paves the way for a deeper analysis of sustainable management mechanisms for COMEPO, including a strengthening of technical capacities to ensure long-term maintenance of the new facilities and guarantee the future extension of the network to neighboring localities.

Keywords: Water distribution, Diagnosis, Improvements.

**DIAGNOSTIC ET PROPOSITIONS D'AMELIORATIONS DU RESEAU DE
DISTRIBUTION D'EAU POTABLE DE LA CITE DE RUTSHURU-CENTRE**

Sommaire

Epigraphe	i
Dédicace.....	ii
Remerciements.....	iii
Résumé.....	iv
Sommaire	vi
Liste des abréviations.....	ix
Liste des tableaux.....	x
Liste des figures	xi
0. Introduction générale	1
0.1. Contexte et Généralités sur le thème	1
0.2. Identification et formulation du problème	1
0.3. Questions de recherche	2
0.4. Formulation des hypothèses.....	2
0.5. Justification du choix du sujet et motivations.....	2
0.6. Énoncé des objectifs de recherche	3
0.7. Méthodologie du travail.....	3
0.8. Subdivision du travail	3
Chapitre 1 GENERALITES SUR L'ALIMENTATION EN EAU POTABLE...4	
1.1 Introduction.....	4
1.2 Cycle du transport de l'eau	4
1.2.1 Captage des eaux.....	5
1.2.2 Station de traitement	8
1.2.3 Adduction d'eau.....	10
	vi

DIAGNOSTIC ET PROPOSITIONS D'AMELIORATIONS DU RESEAU DE DISTRIBUTION D'EAU POTABLE DE LA CITE DE RUTSHURU-CENTRE

1.2.4	Réservoirs	11
1.2.5	Réseau de distribution.....	13
1.3	Classification des réseaux d'AEP	16
1.3.1	Le réseau ramifié.....	16
1.3.2	Le réseau maillé	17
1.3.3	Le réseau étagé.....	18
1.3.4	Le réseau mixte	18
1.4	Diagnostic	19
1.4.1	Introduction.....	19
1.4.2	Formes du diagnostic	19
1.4.3	Problèmes survenant dans un réseau d'AEP	20
1.5	Conclusion partielle	20
Chapitre 2 METHODOLOGIE.....		21
2.1	Introduction.....	21
2.2	Présentation de la zone d'étude.....	21
2.2.1	Situation géographique	21
2.2.2	Cadre climatique et relief.....	22
2.2.3	Cadre hydrographique.....	22
2.2.4	Population	22
2.3	Diagnostic physique du réseau actuel	22
2.3.1	Captage	23
2.3.2	Etat du réservoir	23
2.3.3	Distribution	25
2.3.4	Etat organisationnel de COMEPO	25
2.4	Diagnostic hydraulique du réseau.....	26
2.4.1	Evaluation de la population	26
2.4.2	Estimation des besoins en eau.....	26
2.4.3	Evaluation des différentes consommations.....	29
2.4.4	Calcul du réservoir	32

DIAGNOSTIC ET PROPOSITIONS D'AMELIORATIONS DU RESEAU DE DISTRIBUTION D'EAU POTABLE DE LA CITE DE RUTSHURU-CENTRE

2.4.5	Dimensionnement du réseau de distribution.....	35
2.4.6	Elaboration d'un devis	38
2.4.7	Présentation du logiciel Epanet.....	40
2.5	Conclusion partielle	40
Chapitre 3 PRESENTATION ET INTERPRETATION DES RESULTATS ...		41
3.1	Introduction.....	41
3.2	Evaluation de la population	41
3.3	Détermination de la consommation moyenne.....	42
3.3.1	Données préalables	42
3.3.2	Calculs des besoins en eau	42
3.3.3	Détermination de la consommation maximale journalière	45
3.3.4	Détermination du débit de pointe.....	45
3.4	Résultats de simulation du réseau actuel de Rutshuru-centre	45
3.4.1	Calculs des demandes aux nœuds	45
3.4.2	Courbe de modulation.....	52
3.4.3	Analyse des pressions du réseau actuel de Rutshuru-centre	52
3.4.4	Analyse des vitesses du réseau actuel de Rutshuru-centre	55
3.5	Propositions d'améliorations et simulation du nouveau réseau	57
3.5.1	Dimensionnement du réservoir	57
3.5.2	Calculs des demandes aux nœuds	59
3.5.3	Analyse des pressions du nouveau réseau de Rutshuru-centre	67
3.5.4	Analyse des vitesses du nouveau réseau de Rutshuru-centre	69
3.6	Elaboration du devis estimatif du nouveau réseau.....	72
3.7	Conclusion partielle	73
Conclusion générale.....		74
Bibliographie.....		76
Annexe A Catalogue des tuyaux PEHD		79

Liste des abréviations

AEP : Approvisionnement en Eau potable
B.A : Béton Armé
CICR : Comité Internationale de la Croix Rouge
COMEPO : Comité de Maintenance d'Eau Potable
HT : Hors Taxes
LPS : litre par seconde
m.c.e : mètre de colonnes d'eau
OMS : Organisation Mondiale de la Santé
ONU : Organisation des Nations Unies
PEHD : Polyéthylène Haute Densité
pH : potentiel Hydrogène
PN : Pression Nominale
PPR : Polypropylène Random
P.U : Prix Unitaire
P.T : Prix Total
PVC : Polychlorure de Vinyle
RDC : République Démocratique du Congo
TVA : Taxe sur la Valeur Ajoutée
TTC : Toutes Taxes Comprises
VMA : Valeur Maximale Admissible

DIAGNOSTIC ET PROPOSITIONS D'AMELIORATIONS DU RESEAU DE DISTRIBUTION D'EAU POTABLE DE LA CITE DE RUTSHURU-CENTRE

Liste des tableaux

Tableau 1.1 : Paramètres physico-chimiques de l'eau.....	9
Tableau 2.1 : Besoins scolaires.....	27
Tableau 2.2 : Besoins sanitaires.....	28
Tableau 2.3 : Besoins administratifs.....	28
Tableau 2.4 : Dotation religieuse et commerciale	29
Tableau 2.5 : Variation de β_{max} en fonction du nombre d'habitants	31
Tableau 2.6 : Habitudes de consommation d'eau	31
Tableau 2.7 : Valeurs du coefficient de rugosité de Hazen-Williams de différents matériaux utilisés dans la fabrication des conduites	38
Tableau 2.8 : Exemple de quantitatif d'un ouvrage élémentaire	39
Tableau 2.9 : Exemple de bordereau des prix unitaires	39
Tableau 2.10 : Exemples d'estimatif d'ouvrages élémentaires	39
Tableau 3.1 : Evolution de la population	41
Tableau 3.2 : Données préalables	42
Tableau 3.3 : Evolution des besoins domestiques de Rutshuru-centre.....	43
Tableau 3.4 : Besoins scolaires de la cité de Rutshuru-centre.....	43
Tableau 3.5 : Besoins sanitaires de la cité de Rutshuru-centre.....	43
Tableau 3.6 : Besoins religieux et commerciaux de la cité de Rutshuru-centre	44
Tableau 3.7: Récapitulatif des besoins en eau de Rutshuru-centre.....	44
Tableau 3.8: Données d'entrées du réseau de distribution actuel de Rutshuru-centre	46
Tableau 3.9 : Etat des nœuds du réseau actuel de Rutshuru-centre à 7 heures.....	52
Tableau 3.10: Etat des conduites du réseau actuel de Rutshuru-centre à 7 heures	55
Tableau 3.11 : Détermination de la réserve d'équilibre.....	58
Tableau 3.12: Données d'entrées du nouveau réseau de distribution de Rutshuru-centre	60
Tableau 3.13 : Etat des nœuds du nouveau réseau à 7 heures et avec incendie.....	67
Tableau 3.14: Etat des conduites du nouveau réseau à 7 heures et avec incendie.....	70
Tableau 3.15: Devis estimatif du nouveau réseau de distribution	72

DIAGNOSTIC ET PROPOSITIONS D'AMELIORATIONS DU RESEAU DE DISTRIBUTION D'EAU POTABLE DE LA CITE DE RUTSHURU-CENTRE

Liste des figures

Figure 1.1 : cycle du transport de l'eau.....	5
Figure 1.2 : Puits artésien.....	5
Figure 1.3 : Nappe souterraine.....	6
Figure 1.4 : Barrage d'eau	6
Figure 1.5 : Types des barrages	7
Figure 1.6 : Modes d'adduction.....	10
Figure 1.7 : Adductions gravitaire et par refoulement.....	11
Figure 1.8 : Adduction mixte	11
Figure 1.9 : classification de la position des réservoirs par rapport au sol	13
Figure 1.10 : Conduites en Acier et en B.A.....	15
Figure 1.11 : Conduites en PPR et en PEHD.....	15
Figure 1.12 : Conduites en fonte ductile.....	16
Figure 1.13 : Canalisations en PVC et en amiante-ciment	16
Figure 1.14 : Réseau ramifié.....	17
Figure 1.15 : Réseau maillé	18
Figure 1.16 : Réseau étagé	18
Figure 2.1 : Situation géographique de Rutshuru-centre d'après Google Earth	21
Figure 2.2 : Réservoir actuel alimentant la cité de Rutshuru-centre.....	23
Figure 2.3 : vannes et conduite corrodées.....	24
Figure 2.4 : Nouveaux réservoirs de COMEPO	24
Figure 2.5 : Etat actuel des conduites de distribution	25
Figure 3.1 : Simulation de fonctionnement du réseau actuel de Rutshuru-centre	51
Figure 3.2 : Courbe de modulation de l'adduction journalière.....	52
Figure 3.3 : simulation de fonctionnement du nouveau réseau de Rutshuru-centre.....	66

0. Introduction générale

0.1. Contexte et Généralités sur le thème

L'eau est un solvant universel nécessaire au maintien de la vie humaine, animale et végétale. En plus de la boire, l'Homme l'utilise pour réaliser ses tâches domestiques quotidiennes telles que la cuisine, la lessive et l'arrosage, etc.

Selon l'OMS, une eau est dite potable ou propre à la consommation lorsqu'elle présente certaines caractéristiques telles que :

- Caractéristiques physico-chimiques : le pH doit être compris entre 6.5 et 9. La teneur en sulfate doit être inférieure à 250mg/l, en chlorure inférieure à 200mg/l, et en potassium inférieure à 12mg/l.
- Caractéristiques organoleptiques : l'eau doit être claire, sans odeur ni gout désagréable.
- Caractéristiques microbiologiques : l'eau ne doit contenir aucun germe pathogène (virus, bactéries, parasites) pouvant causer des maladies.
- Substances toxiques : les micropolluants ainsi que certains hydrocarbures doivent être à des niveaux très faibles, généralement de l'ordre du millionième de gramme par litre, en raison de leur toxicité [1].

Ainsi, les ingénieurs doivent mettre en place des systèmes efficaces de captage, d'adduction et de distribution de l'eau à des degrés de potabilité améliorés [2]. De même, après un temps donné ; les ingénieurs doivent faire le diagnostic du réseau d'AEP afin d'assurer en permanence de l'eau potable à tous les usagers. L'eau insalubre et le manque d'assainissement provoquent des épisodes des maladies d'origine hydrique tuant un enfant toutes les 60 secondes [3].

0.2. Identification et formulation du problème

L'accès à une eau potable et en quantité suffisante demeure un défi dans plusieurs localités rurales et semi-urbaines de la RDC, dont la cité de Rutshuru-centre en territoire de Rutshuru. Bien que cette cité dispose d'un réseau de distribution d'eau, ce dernier se révèle souvent

DIAGNOSTIC ET PROPOSITIONS D'AMELIORATIONS DU RESEAU DE DISTRIBUTION D'EAU POTABLE DE LA CITE DE RUTSHURU-CENTRE

défaillant car environ 25% de la population se plaint du manque d'eau et 15% de la population est régulièrement confrontée à des problèmes de coupure et d'une faible pression.

C'est pourquoi ce présent travail a pour but de faire le diagnostic et l'amélioration du réseau de distribution d'eau potable de la cité de Rutshuru-centre.

0.3. Questions de recherche

Après l'identification du problème, ce travail vise à répondre aux questions ci-après :

- Quels sont les principaux dysfonctionnements organisationnels et techniques du réseau de distribution d'eau à Rutshuru-centre ?
- Quelles solutions peuvent être proposées en vue de planifier et exécuter un nouveau réseau de distribution d'eau potable de Rutshuru ?
- Tout en se basant sur les solutions proposées, quel est le devis estimatif adéquat au réseau de distribution amélioré ?

0.4. Formulation des hypothèses

Suivant ces questions de recherche, les hypothèses suivantes sont émises :

- Une analyse rigoureuse du réseau existant permettrait de décrire et d'évaluer les dysfonctionnements du réseau de distribution existant.
- Des solutions techniques, économiques ou de gestion permettraient d'améliorer la fiabilité du réseau existant.
- L'élaboration d'un devis estimatif du réseau de distribution amélioré permettrait d'avoir l'idée du budget à disposer pour l'amélioration de ce dit réseau.

0.5. Justification du choix du sujet et motivations

Le présent sujet de recherche émerge d'un constat concret : beaucoup de zones sont confrontés à défis pour garantir un accès fiable de l'eau potable. Parmi ces zones, notre travail cible la zone de Rutshuru-centre afin de voir comment fournir en quantité une eau potable à tous ses

DIAGNOSTIC ET PROPOSITIONS D'AMELIORATIONS DU RESEAU DE DISTRIBUTION D'EAU POTABLE DE LA CITE DE RUTSHURU-CENTRE

habitants. Ce travail s'inscrit beaucoup plus dans le cadre d'ingénierie plus précisément dans la filière de génie civil.

0.6. Énoncé des objectifs de recherche

L'objectif principal de ce travail est de faire l'étude diagnostique et améliorations du réseau de distribution d'eau potable dans la cité de Rutshuru-centre. A cet objectif principal, on y associe trois objectifs spécifiques dont :

- Analyser les différentes anomalies du réseau de distribution existant d'eau potable de la cité de Rutshuru-centre.
- Proposer une extension du réseau existant en vue de réaliser un nouveau réseau de distribution donnant des solutions aux problèmes rencontrés dans le réseau actuel de Rutshuru-centre.
- Etablir un devis estimatif du réseau aménagé.

0.7. Méthodologie du travail

Pour mener à bien cette étude, une méthodologie scrupuleuse combinant trois approches a été utilisée. L'analyse documentaire exploitant les ouvrages ayant trait à l'alimentation en eau potable a établi le cadre théorique, tandis que des descentes sur terrain ont permis une observation en situation pour recueillir des données primaires et identifier les problèmes réels. Enfin, des méthodes analytiques et numériques ont été utilisées pour modéliser le réseau et son extension.

0.8. Subdivision du travail

Le présent travail est subdivisé en trois chapitres mis à part l'introduction générale et la conclusion générale :

- Le premier chapitre présente les généralités sur l'alimentation en eau potable.
- Le deuxième chapitre quant à lui, s'intéresse à la présentation de la méthodologie.
- Enfin, le troisième chapitre présente les résultats obtenus et les discussions y relatives.

Chapitre 1

GENERALITES SUR L'ALIMENTATION EN EAU POTABLE

1.1 Introduction

Actuellement, pour pouvoir alimenter une localité en eau, Il faut que cette eau soit apte à être consommée, c'est à dire potable et qui devra satisfaire à certaines normes de qualité, ainsi fournit sous une pression minimale en quantité suffisante (pour satisfaire aux besoins de la localité). Le réseau de l'A.E.P c'est un ensemble des ouvrages (installations) et appareillages à mettre en place pour traiter et transporter ces besoins en eau à satisfaire, depuis la ressource en eau jusqu'aux abonnés [4].

Le système (AEP) comporte différents composants dont les constructions et les installations affectées au captage, au traitement, au transport, au stockage et aux distributions d'eau potable chez les différents consommateurs [5].

Dans ce chapitre, nous allons parler des généralités sur l'alimentation en eau potable et du diagnostic d'un réseau d'AEP.

1.2 Cycle du transport de l'eau

Un réseau d'A.E. P constitue l'ensemble des moyens et infrastructures dont dispose l'ingénieur pour transporter l'eau depuis la source jusqu'au consommateur. Un réseau d'eau potable doit être fiable et durable pour pouvoir répondre aux exigences des consommateurs (quantité et qualité optimales, dysfonctionnement minimaux).

Le transport de l'eau de la source jusqu'au point de distribution se fait suivant une chaîne composée de cinq maillons principaux, illustré par la figure 1.1 [6].

DIAGNOSTIC ET PROPOSITIONS D'AMÉLIORATIONS DU RESEAU DE DISTRIBUTION D'EAU POTABLE DE LA CITE DE RUTSHURU-CENTRE

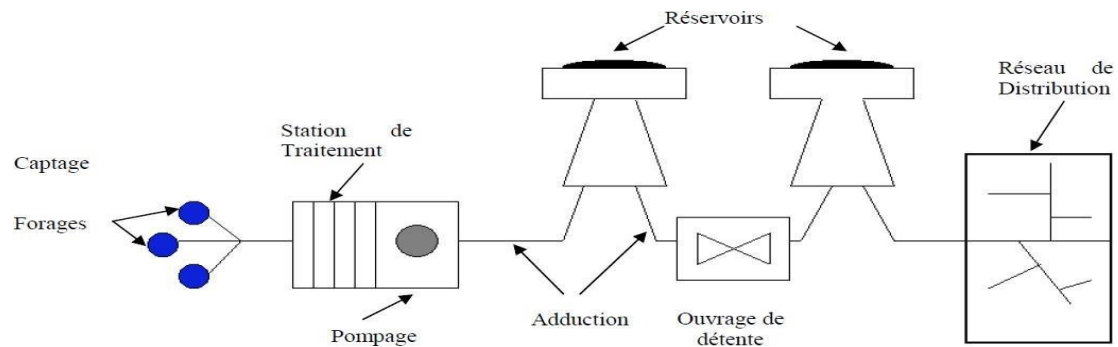


Figure 1.1 : cycle du transport de l'eau [6]

1.2.1 Captage des eaux

Un captage d'eau potable est un dispositif de prélèvement (collecte passive ou pompage) d'eau potable [7] :

- Soit à partir d'une source qui sort naturellement de terre (source naturelle) ou puits artésien, présenté à la figure 1.2.
- Soit à partir d'une nappe d'eau souterraine ou aquifère, illustrée par la figure 1.3.
- Soit à partir d'un cours d'eau, d'un lac naturel ou du réservoir d'un barrage, ce qui s'explique par la figure 1.4.

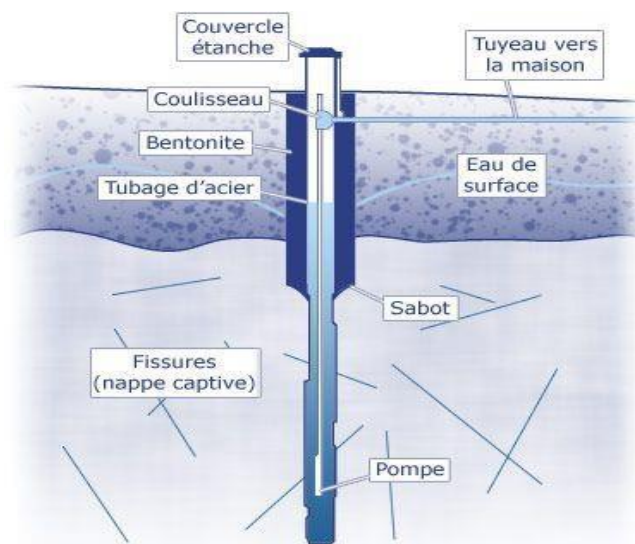


Figure 1.2 : Puits artésien [7]

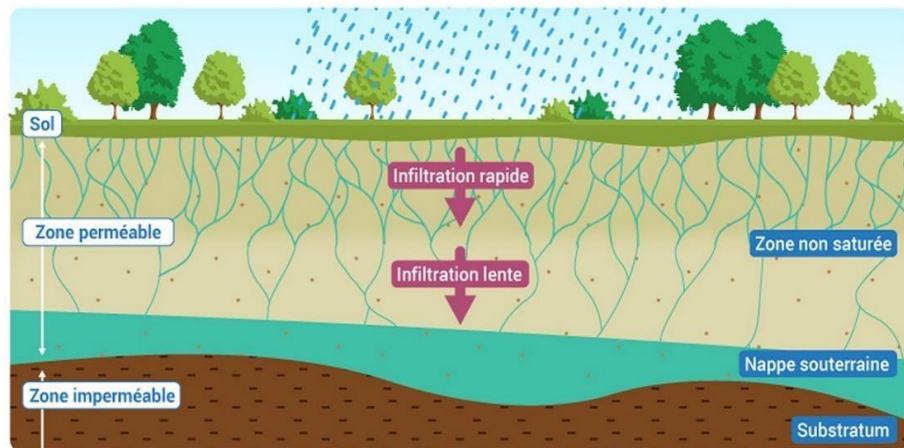


Figure 1.3 : Nappe souterraine [7]

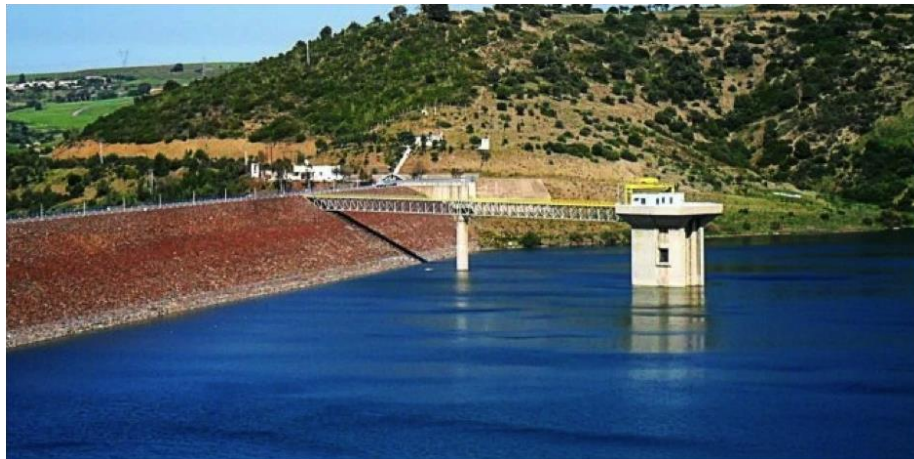


Figure 1.4 : Barrage d'eau [8]

1.2.1.1 Captage des ressources en eaux de surface pour l'alimentation en eau potable

Un barrage est un ouvrage (ou obstacle) qui permet de retenir l'eau dans le lit d'un oued en cas de crue et constituer (ou stocker) ainsi une réserve d'eau (c'est la retenue du barrage). Un barrage peut avoir un ou plusieurs objectifs : le stockage de l'eau, la protection contre les inondations, la production de l'énergie hydro-électrique ou l'alimentation de la nappe.

DIAGNOSTIC ET PROPOSITIONS D'AMELIORATIONS DU RESEAU DE DISTRIBUTION D'EAU POTABLE DE LA CITE DE RUTSHURU-CENTRE

On distingue plusieurs types de barrages, illustrés par la figure 1.5, notamment : barrage poids, barrage à contreforts multiples, barrage voûte, barrage à voûtes multiples, barrage en terre ou barrage en enrochement [9].

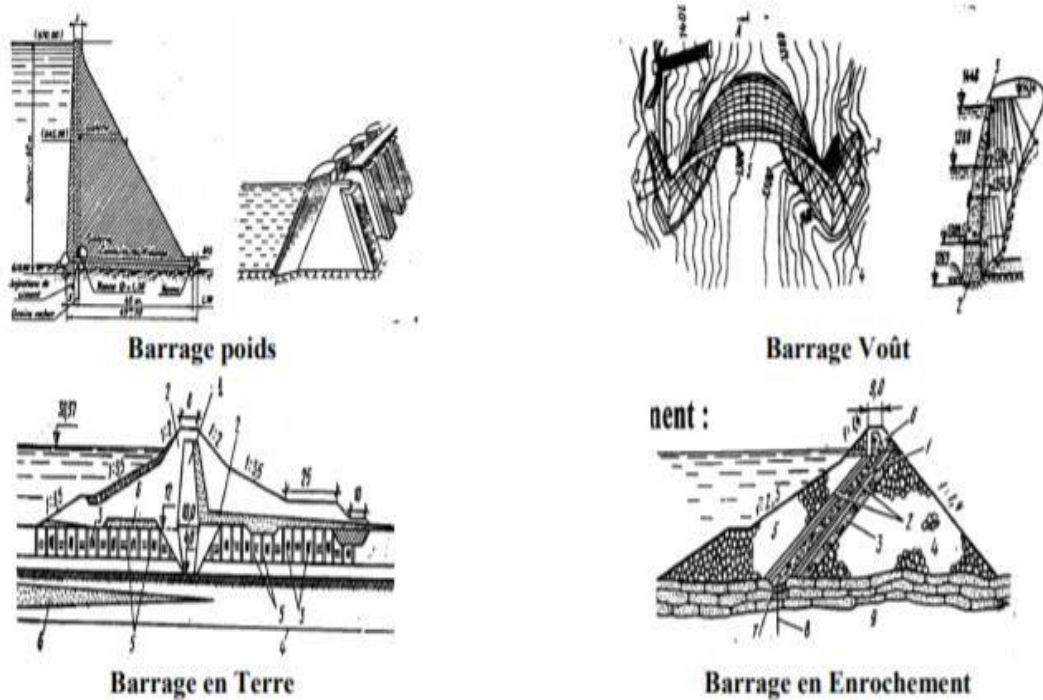


Figure 1.5 : Types des barrages [9]

1.2.1.2 Captage et exploitation des eaux souterraines

Une nappe est une couche de terrain perméable qui est saturée d'eau. L'exploitation des eaux souterraines dépend principalement du type de nappe.

i. Exploitation des nappes phréatiques :

Les nappes phréatiques (ou nappes de surface), à cause de leurs présences très proches de la surface de la terre (une profondeur inférieure à 50 mètres), sont généralement caractérisées par une eau à la pression atmosphérique : l'eau est en contact avec l'atmosphère à travers les grains des couches supérieures perméables (généralement sableuses). L'exploitation de ces nappes se fait généralement à l'aide de puits : ouvrages de 3 à 5 mètres de diamètre et de profondeur allant jusqu'à 30 mètres [9].

DIAGNOSTIC ET PROPOSITIONS D'AMELIORATIONS DU RESEAU DE DISTRIBUTION D'EAU POTABLE DE LA CITE DE RUTSHURU-CENTRE

ii. Exploitation des nappes profondes :

Les nappes profondes (ou captives), à cause de leur grande profondeur (allant jusqu'à 2500 mètres), sont généralement caractérisées par une eau à une pression supérieure à la pression atmosphérique. Ainsi, l'eau de ces nappes peut éventuellement jaillir toute seule et atteindre le niveau du sol sans aucun pompage. L'exploitation de ces nappes se fait généralement à l'aide de forages tubés de faible diamètre : 9"5/8 et 13"3/8 (soit environ de 25 et 34 centimètres). Les forages sont entièrement exécutés à partir de la surface par des foreuses : par percussion (battage) ou rotation, à sec ou avec injection de l'eau ou de la boue pour faciliter le forage [9].

1.2.2 Station de traitement

Avant d'être distribuée aux usagers, l'eau brute issue des captages doit être rendue potable. Selon la qualité de l'eau prélevée, la production d'eau potable nécessite des étapes différentes faisant appel à quatre types de procédés : physiques, chimiques, physico-chimiques et biologiques [10].

Les eaux de surfaces sont généralement rendues potables en suivant une filière plus complète que les eaux souterraines, en utilisant, par exemple, les procédés suivants :

- Préchloration : Ajout initial de chlore pour éliminer les micro-organismes et oxyder les matières organiques contenus dans l'eau.
- Tamisage : Filtration mécanique grossière destinée à retenir les déchets volumineux (feuilles, débris) se trouvant dans l'eau à l'aide de grilles.
- Coagulation et floculation : Ajout de réactifs pour agglomérer les particules fines en suspension afin de former des amas plus lourds (flocs).
- Décantation : Séparation par gravité où les impuretés les plus lourdes se déposent au fond d'un bassin pour clarifier l'eau.
- Filtration sur sable : Passage de l'eau à travers une couche de sable pour retenir les dernières particules fines et impuretés invisibles.
- Désinfection : Etape finale visant à éliminer les bactéries et virus (généralement au chlore ou aux rayons ultraviolets) pour garantir une eau potable.

DIAGNOSTIC ET PROPOSITIONS D'AMELIORATIONS DU RESEAU DE DISTRIBUTION D'EAU POTABLE DE LA CITE DE RUTSHURU-CENTRE

1.2.2.1 La qualité de l'eau de consommation humaine

On comprend par "eaux d'alimentation humaine" toute eau destinée à la boisson quel que soit le mode de production et de sa distribution comprenant les eaux utilisées pour la préparation, le conditionnement ou la conservation des denrées alimentaires destinées au public.

L'eau d'alimentation humaine ne doit contenir en quantités dangereuses ni microorganismes, ni substances chimiques nocifs pour la santé ; en outre elle doit être aussi agréable à boire que les circonstances le permettent. Les valeurs mesurées pour les paramètres physico-chimiques figurant dans le tableau suivant ne devraient pas être supérieures aux valeurs figurant dans la colonne "valeur maximale admissible " (VMA). Ces exigences s'imposent aussi bien à l'entrée du système de distribution que chez le consommateur.

Les eaux d'alimentation humaine doivent satisfaire aux exigences de qualité spécifiées dans le tableau 1.1 [9].

Tableau 1.1 : Paramètres physico-chimiques de l'eau [9]

PARAMETRES	EXPRESSION DES RESULTATS	VMA
Odeur	Seuil de perception à 25°C	3
Saveur	Seuil de perception à 25°C	3
Couleur réelle	Unité Pt mg/l	20
Turbidité	Unité de turbidité néphélométrique (NTU)	5
Température	°C	Acceptable
Potentiel hydrogène	Unité pH	6,5<pH<8,5
Conductivité	µS/cm à 20°C	2700
Chlorures	Cl : mg/l	750
Sulfates	SO ₄ : mg/l	400
Oxygène dissous	O ₂ : mg/l	5≤O ₂ ≤8
Aluminium	Al : mg/l	0,2
Ammonium	NH ₄ : mg/l	0,5

DIAGNOSTIC ET PROPOSITIONS D'AMELIORATIONS DU RESEAU DE DISTRIBUTION D'EAU POTABLE DE LA CITE DE RUTSHURU-CENTRE

Oxydabilité au KMNO_4	O_2 : mg/l	5
Hydrogène sulfuré	-	Non détectable organoleptiquement
Fer	Fe : mg/l	0,3
Zinc	Zn : mg/l	3

1.2.3 Adduction d'eau

L'adduction est le transfert de l'eau de la source naturelle ou de la station de traitement vers les réservoirs de distribution. D'un point de vue hydraulique, On distingue généralement trois modes d'adduction comme le montre la figure 1.6 [11].

- **Adduction gravitaire** (écoulement à surface libre ou en charge) : quand la source d'eau doit se situer à une côte supérieure à celle du réservoir, clarifiée par la figure 1.7.
- **Adduction par refoulement** (écoulement en charge seulement) par pompage en utilisant une station de pompage, clarifiée par la figure 1.7. L'adduction par refoulement est conçue lorsque le captage est situé à un niveau inférieur à celui du réservoir de distribution.
- **Adduction mixte** : c'est l'union de l'adduction gravitaire et par refoulement, illustrée par la figure 1.8.

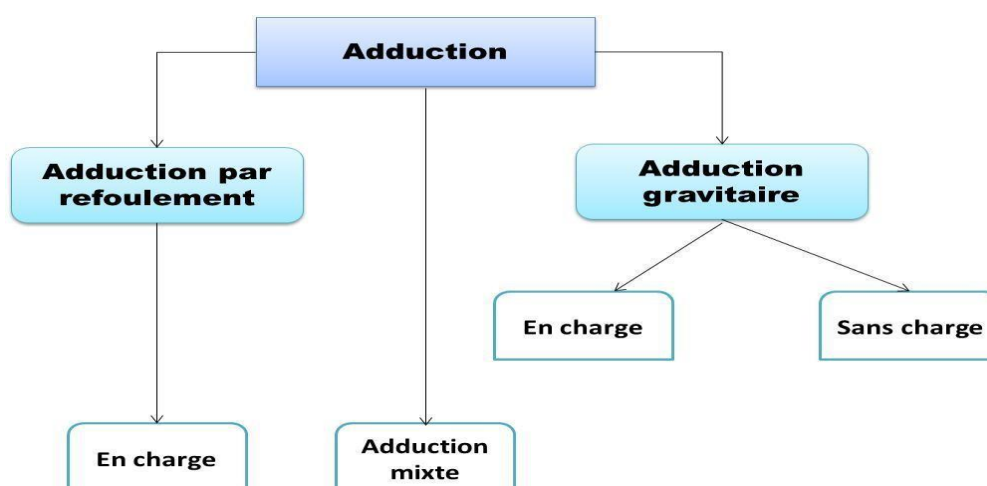


Figure 1.6 : Modes d'adduction [11]

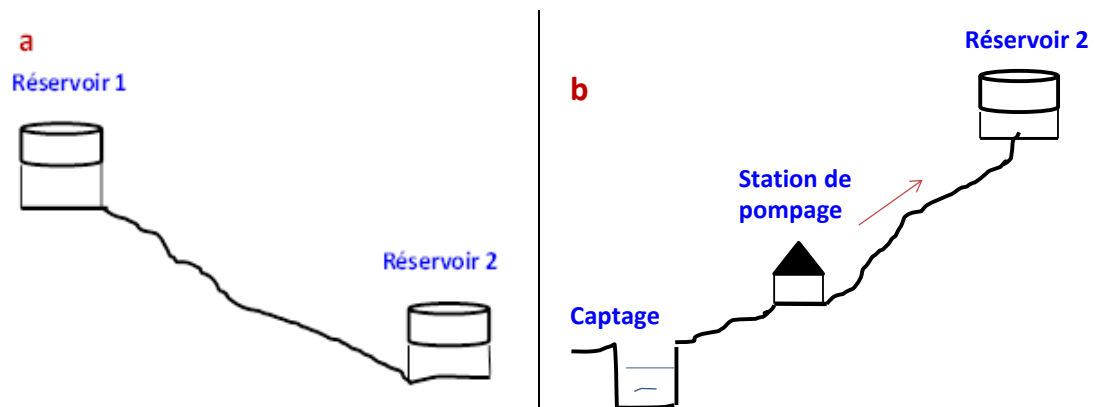


Figure 1.7 : Adductions gravitaire et par refoulement [11]

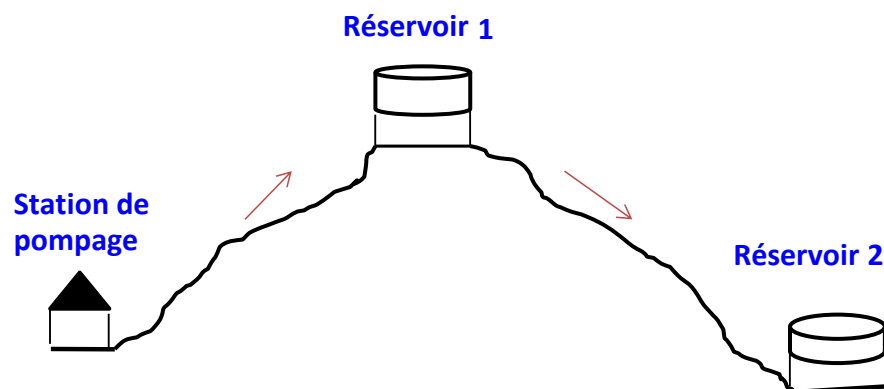


Figure 1.8 : Adduction mixte [11]

1.2.4 Réservoirs

C'est l'ensemble des ouvrages spécifiques construits pour à la fois stocker et distribuer l'eau refoulée des zones de captage. Ces ouvrages sont les réservoirs.

Les réservoirs doivent maintenir l'eau à l'abri des risques de contaminations, et autant que possible des fortes variations de température. Il sert aussi à deux choses :

- Constituer une réserve d'eau disponible même si le pompage est arrêté.
- Séparer le pompage de la distribution.

A partir du réservoir, l'eau s'écoule dans les tuyaux par son propre poids, donc plus le réservoir sera plus haut, plus l'eau pourra aller loin et vite [9].

DIAGNOSTIC ET PROPOSITIONS D'AMELIORATIONS DU RESEAU DE DISTRIBUTION D'EAU POTABLE DE LA CITE DE RUTSHURU-CENTRE

1.2.4.1 Rôles des réservoirs

Les réservoirs d'eau sont, en général, nécessaires pour pouvoir alimenter, convenablement, une agglomération en eau potable. Ils sont principalement imposés par la différence entre le débit de captage ou de refoulement d'eau (plutôt constant) et le débit d'eau consommé par l'agglomération (variable en fonction de l'heure de la journée).

Par rapport au réseau d'approvisionnement, ils peuvent aussi être groupés en deux types :

- Réservoirs de passage (placés entre le captage et le réseau de distribution de l'eau).
- Réservoirs d'équilibre (placés à la fin du réseau de distribution).

On peut regrouper les diverses fonctions des réservoirs sous des rubriques principales ci-contre :

- Un réservoir est un régulateur de débit entre le régime d'adduction et le régime de distribution.
- Un réservoir est un régulateur de pression en tout point du réseau. Il permet de fournir aux abonnés une pression suffisante et plus ou moins constante, indépendamment de la consommation.

Si la côte du réservoir ne permet pas de fournir une charge suffisante à toute l'agglomération, il sera nécessaire de construire un réservoir surélevé (ou château d'eau).

- Un réservoir est un élément de sécurité vis-à-vis des risques d'incendie, de demande en eau exceptionnelle ou de rupture momentanée de l'adduction (panne dans la station de pompage, rupture de la conduite d'adduction, arrêt de la station de traitement) [9].

Selon la classification de la position des réservoirs par rapport au sol présentés sur figure 1.9, on distingue [11]:

- Les réservoirs enterrés
- Les réservoirs semi-enterrés
- Les réservoirs sur le sol
- Les réservoirs surélevés

DIAGNOSTIC ET PROPOSITIONS D'AMELIORATIONS DU RESEAU DE DISTRIBUTION D'EAU POTABLE DE LA CITE DE RUTSHURU-CENTRE



Figure 1.9 : Classification de la position des réservoirs par rapport au sol [11]

1.2.5 Réseau de distribution

Le réseau de distribution d'eau potable est un ensemble de conduites interconnectées fonctionnant sous pression, et qui assurent l'alimentation de la ville à partir des réservoirs. A cela, il faut ajouter les accessoires du réseau qui permettent une bonne exploitation et un bon entretien de ce dernier. Parmi ceux-ci on peut citer les vannes de sectionnement, les vannes de réduction de pression, les poteaux d'incendie, les compteurs, les ventouses etc.

DIAGNOSTIC ET PROPOSITIONS D'AMELIORATIONS DU RESEAU DE DISTRIBUTION D'EAU POTABLE DE LA CITE DE RUTSHURU-CENTRE

Un réseau de distribution d'eau potable sur le plan physique se caractérise essentiellement par la mesure en tous points de deux paramètres :

- ✓ La vitesse
- ✓ La pression

Ces paramètres dépendent des conditions de mise en charge du réseau, de son profil altimétrique et de la demande résultant des consommations aux points de livraison.

Les canalisations devront en conséquence présenter un diamètre suffisant, de façon à assurer le débit maximal avec une pression au sol compatible avec la hauteur des immeubles [12].

1.2.5.1 Matériaux de fabrication des conduites

Plusieurs matériaux sont utilisés dans la fabrication des conduites, tels que :

- **L'acier** : permet une réduction importante du nombre de joints et est concurrentiel à la fonte au niveau du prix mais, nécessite une protection cathodique contre la corrosion. La conduite faite en acier est présentée sur la figure 1.10 [13].
- **Le PEHD** : résiste à la corrosion, à la casse et aux UV, permet une manutention plus aisée mais, demande un savoir spécifique pour les raccords, a des risques d'ovalisation pour les gros diamètres, coûte cher pour les gros. La figure 1.11 illustre la conduite faite en PEHD [13].
- **La fonte ductile** : à une meilleure résistance. L'installation de la fonte nécessite un remblai plus soigné, les coûts de manutention sont plus chers car la fonte est plus lourde, tout comme les coûts hors pose présente un nombre de joints important et nécessite des butées "béton" lors des changements de direction pour les joints standards, la conduite en fonte ductile est présentée sur la figure 1.12 [13].
- **Le PVC** : n'est pas cher pour les petits diamètres, résiste à la corrosion, permet une manutention plus aisée mais, se dégrade à la lumière et au gel et rélargie certaines substances dans l'eau, illustré par la figure 1.13 [13].
- **Tuyaux en amiante-ciment** : ils sont fabriqués pour canalisation sous pression à partir d'un mélange intime et homogène en présence d'eau, d'amiante en fibre et déciment

DIAGNOSTIC ET PROPOSITIONS D'AMELIORATIONS DU RESEAU DE DISTRIBUTION D'EAU POTABLE DE LA CITE DE RUTSHURU-CENTRE

Portland, à l'exclusion de toute armature métallique diamètres, ce qui s'illustre par la figure 1.13 [13].

- **Le béton armé** : est un bon compromis entre l'acier et la fonte (pose continue sans joint, protection cathodique inutile) mais, peut affecter les caractéristiques organoleptiques de l'eau. La conduite faite à base du B.A est présentée sur la figure 1.10 [14].
- **Le PPR** : est un tube utilisé sur une installation sanitaire. Effectivement, il peut acheminer l'eau chaude comme l'eau froide. Le PPR, un matériau neutre qui résiste fabuleusement bien aux attaques des agents corrosifs, illustré par la figure 1.11 [14].



Figure 1.10 : Conduites en Acier et en B.A [14]



Figure 1.11 : Conduites en PPR et en PEHD [14]



Figure 1.12 : Conduites en fonte ductile [14]



Figure 1.13 : Canalisations en PVC et en amiante-ciment [14]

1.3 Classification des réseaux d'AEP

Les réseaux de distribution constituent l'ensemble du circuit hydraulique qui permet de véhiculer l'eau potable depuis le réservoir jusqu'à l'abonné [12].

On distingue 4 principaux types de réseau de distribution d'eau, notamment :

1.3.1 Le réseau ramifié

On les appelle grâce à leur structure arborisante présentée sur la figure 1.14, sont fréquemment utilisés dans les petites agglomérations rurales. Dans le réseau ramifié les conduites ne comportent aucune alimentation en retour, présente l'avantage d'être économique, mais il

DIAGNOSTIC ET PROPOSITIONS D'AMÉLIORATIONS DU RESEAU DE DISTRIBUTION D'EAU POTABLE DE LA CITE DE RUTSHURU-CENTRE

manque de sécurité et de souplesse en cas de rupture : un accident sur la conduite principale prive d'eau tous les abonnés d'aval [12].

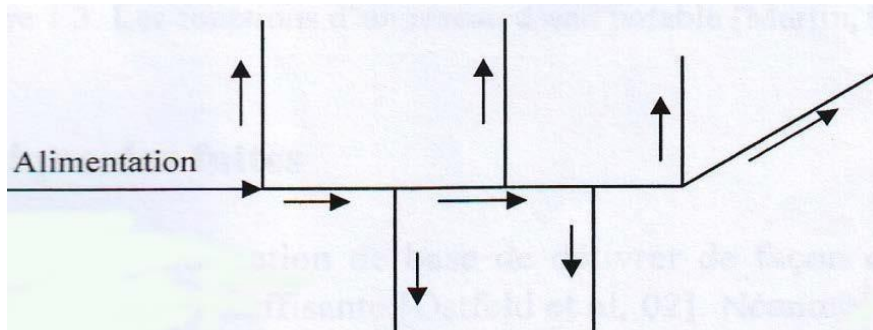


Figure 1.14 : Réseau ramifié [12]

1.3.2 Le réseau maillé

Pour la distribution en eau des agglomérations de moyenne et de grande importance, ils présentent une solution plus adéquate grâce à leur sécurité et leur souplesse d'utilisation. Ils sont utilisés en général dans les zones urbaines, et tend à se généraliser dans les agglomérations rurales sous forme associée aux réseaux ramifiés (limitation de nombres de mailles en conservant certaines ramifications). Les réseaux maillés sont constitués principalement d'une série de canalisation disposée de telle manière qu'il soit possible de décrire des boucles fermées ou maillées. Le réseau maillé est, bien entendu, plus coûteux d'établissement, mais, en raison de la sécurité qu'il procure, il doit être toujours préféré au réseau ramifié [12].

Le réseau maillé s'illustre par la figure 1.15.

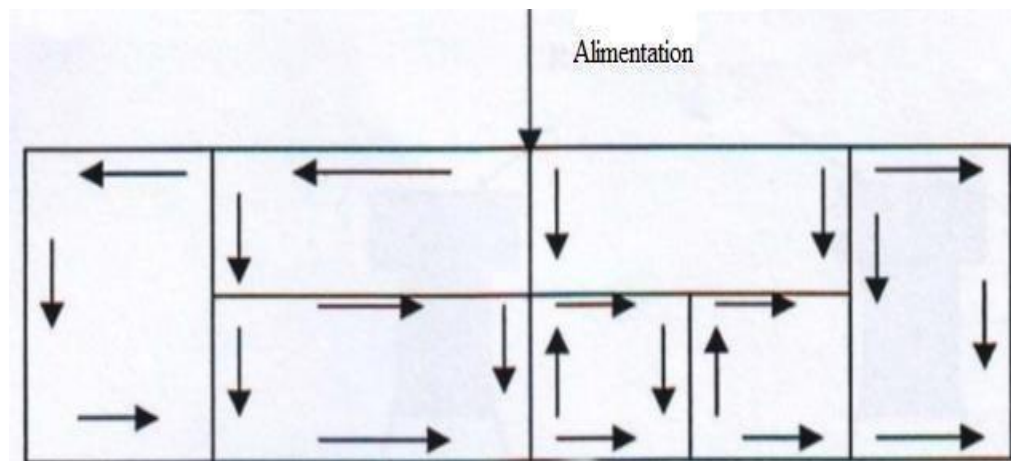


Figure 1.15 : Réseau maillé [12]

1.3.3 Le réseau étagé

Avec le réseau étagé (figure 1.16), il est possible de constituer des réseaux indépendants avec une pression limitée aux environs de 60 mètres de colonne d'eau [12].

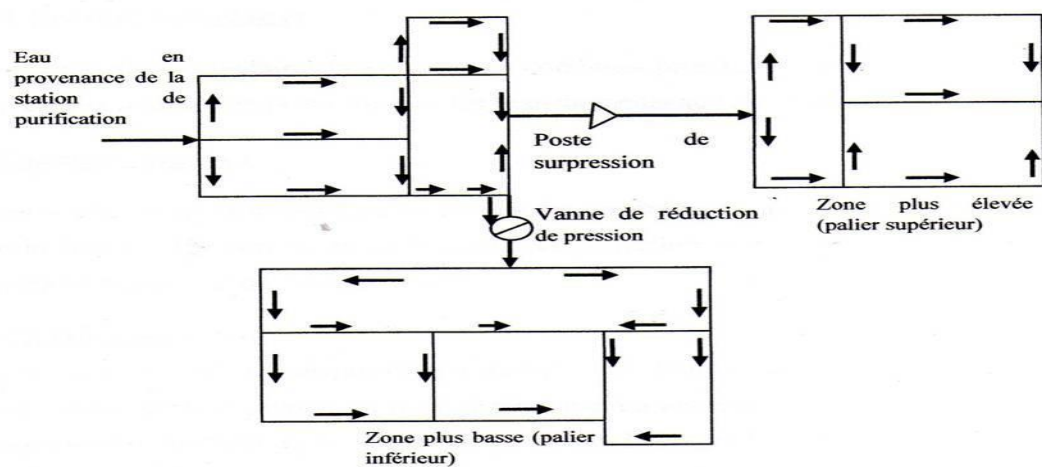


Figure 1.16 : Réseau étagé [12]

1.3.4 Le réseau mixte

C'est un réseau formé du réseau ramifié et du réseau maillé.

1.4 Diagnostic

1.4.1 Introduction

Le mot diagnostic est d'origine grecque, il signifie « connaissance », ce qui nous permet de dire que le diagnostic est d'acquérir la connaissance à partir des signes observables. Le diagnostic est le raisonnement menant à l'identification de la cause (l'origine) d'une défaillance, d'un problème ou d'une maladie, à partir des informations relevées par observations, contrôles ou tests [15].

1.4.2 Formes du diagnostic

Selon les circonstances, la nature des problèmes où l'urgence, le diagnostic pourra revêtir plusieurs formes sans que celles-ci altèrent le principe et la rationalité de la démarche.

1.4.2.1 Diagnostic global (approfondi)

C'est le modèle de base qui analyse le réseau dans une perspective globale à travers ses fonctions et son organisation et débouche sur des propositions d'améliorations. Le diagnostic va permettre de mettre en évidence les points forts et les points faibles, de comprendre l'évolution passée du réseau, il va également faire ressortir les menaces et opportunités à venir. Ces informations permettront aux principaux responsables d'orienter leur action pour améliorer les performances du réseau [15].

1.4.2.2 Diagnostic express

Il arrive parfois que l'urgence, ou la ponctualité d'un problème, ne justifie pas ou ne permet pas d'attendre les résultats d'un diagnostic approfondi, il faudra simplement procéder à un diagnostic express. Ce diagnostic aura alors pour objectif d'identifier les raisons des difficultés mais, de formuler des mesures de sauvetage rapides et hiérarchiser les actions à réaliser par ordre d'urgence et d'importance [15].

1.4.2.3 Diagnostic fonctionnel

Il s'agit là d'un diagnostic fragmentaire, destiné à solutionner des problèmes de fonctionnement interne et à améliorer les résultats. Il se peut aussi qu'après un diagnostic

DIAGNOSTIC ET PROPOSITIONS D'AMELIORATIONS DU RESEAU DE DISTRIBUTION D'EAU POTABLE DE LA CITE DE RUTSHURU-CENTRE

express, l'analyse identifie et localise les problèmes dans une partie déterminée et décide d'effectuer un travail d'approfondissement nécessaire à cette partie. Nous aurons ainsi, dans ce cas-là, un diagnostic express plus un diagnostic spécialisé et limité à une seule partie [15].

1.4.3 Problèmes survenant dans un réseau d'AEP

Le recours au diagnostic correspond à une véritable nécessité, l'observation, l'identification et l'analyse des anomalies vont nous aider à identifier les causes des dysfonctionnements et définir des mesures adaptées susceptibles d'améliorer la fiabilité du réseau d'alimentation en eau potable, en d'autres termes, apporter des solutions qui nous permettront de répondre aux besoins des populations d'une façon très satisfaisante que ce soit en termes de qualité ou en termes de quantité.

Plusieurs problèmes de différentes origines peuvent survenir dans un réseau d'A.E.P; les fuites, les branchements illicites, les erreurs de compteurs, les problèmes environnementaux, pénétration de contaminants, chute de pression, des ruptures ou casses sur les conduites et leurs accessoires et les interruptions.

Divers facteurs peuvent intervenir dans l'augmentation de la rugosité d'une conduite, entre autres : les caractéristiques de l'eau, le matériau de la conduite, le type et le mode d'application du revêtement intérieur, le cas échéant, l'action des bactéries ferrugineuses, etc [16].

1.5 Conclusion partielle

Dans ce chapitre, il a été question de présenter le parcours de l'eau du captage jusqu'au consommateur par l'intermédiaire d'une station de traitement, d'une partie de l'adduction et d'un réservoir. Nous avons fini ce chapitre en parlant du diagnostic du réseau de distribution d'eau tout en évoquant les différents problèmes qui peuvent y survenir.

Chapitre 2

METHODOLOGIE

2.1 Introduction

La zone d'étude est la cité de Rutshuru-centre en territoire de Rutshuru. Ce chapitre se focalise beaucoup plus sur une brève présentation de la zone d'étude et enfin sur l'approche méthodologique afin d'atteindre l'objectif général de notre travail.

2.2 Présentation de la zone d'étude

2.2.1 Situation géographique

La cité de Rutshuru-centre présentée sur la figure 2.1, est située dans la chefferie de Bwisha, territoire de Rutshuru, province du Nord-Kivu en République Démocratique du Congo.

Elle est limitée par :

- Au nord : Kiwanja et une grande partie de Munanira
- Au sud : Nyahanga
- A l'est : Rivière Fuko
- A l'ouest : Katemba

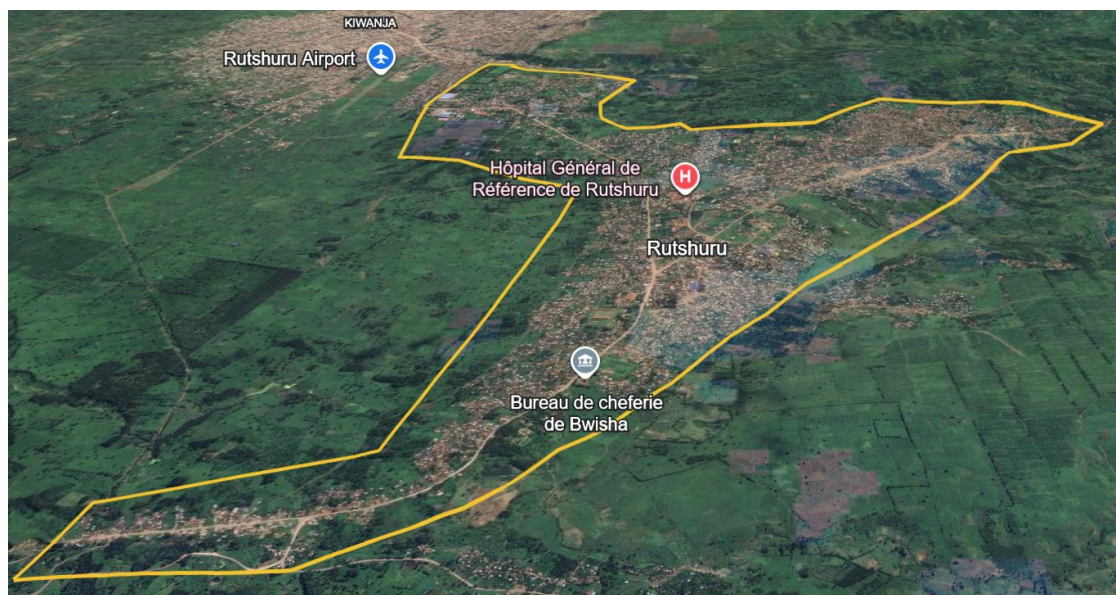


Figure 2.1 : Situation géographique de Rutshuru-centre d'après Google Earth

DIAGNOSTIC ET PROPOSITIONS D'AMELIORATIONS DU RESEAU DE DISTRIBUTION D'EAU POTABLE DE LA CITE DE RUTSHURU-CENTRE

2.2.2 Cadre climatique et relief

La zone d'étude est caractérisée par une alternance de la saison sèche et la saison de pluie, le long d'une année :

- Petite saison sèche : généralement en janvier et février.
- Petite saison de pluie : de mars à mai.
- Longue saison sèche : de juin à aout.
- Longue saison de pluies : de septembre en décembre.

Dans la cité de Rutshuru-centre, il s'observe des collines, des vallées et des plateaux.

2.2.3 Cadre hydrographique

La cité de Rutshuru-centre est traversée par aucune rivière mais présente quelques étangs près de la chefferie. Elle est cependant bornée par la rivière Fuko à l'Est.

2.2.4 Population

La cité de Rutshuru-centre renferme différentes tribus, en titre d'exemples :

- Les hutu
- Les bahunde
- Les nande

2.3 Diagnostic physique du réseau actuel

Connaissant les éléments qui composent un réseau d'approvisionnement en eau potable, il est crucial d'étudier chacun de ces éléments car la qualité et la quantité de l'eau présentes dans le réseau dépendent de son parcours depuis la source jusqu'au consommateur de l'eau.

La gestion de l'eau potable dans la cité de Rutshuru-centre est assurée par la société COMEPO section Rutshuru-centre.

DIAGNOSTIC ET PROPOSITIONS D'AMELIORATIONS DU RESEAU DE DISTRIBUTION D'EAU POTABLE DE LA CITE DE RUTSHURU-CENTRE

2.3.1 Captage

L'entité de Rutshuru-centre est alimentée par l'eau potable issue du captage des sources appelées MBIGO. Le captage de l'eau se fait d'une manière triviale, on ne fait pas recours au pompage pour les sources de MBIGO (Mbigo 1 à 1424m d'altitude et avec un débit de 19,5l/s ; Mbigo 2 à 1420,433m d'altitude et avec un débit de 5l/s et, Mbigo 3 à 1423,81m d'altitude et avec un débit de 23,5l/s). Vu que la source est élevée par rapport au réservoir (1284,16m d'altitude) ; il n'y a pas de pompage et donc, une adduction gravitaire.

2.3.2 Etat du réservoir

La cité de Rutshuru-centre est desservie en eau potable par un réservoir illustré par la figure 2.2, de 70m³ (la réserve d'incendie est nulle) se trouvant au pic de la colline REMERA, un château d'eau de forme parallélépipédique. L'entretien de ce réservoir se fait une fois par trimestre. Pour ce réservoir, la conduite d'adduction est faite en PEHD et de diamètre 110mm. Ce réservoir est à une altitude de 1284,16m.



Figure 2.2 : Réservoir actuel alimentant la cité de Rutshuru-centre

DIAGNOSTIC ET PROPOSITIONS D'AMELIORATIONS DU RESEAU DE DISTRIBUTION D'EAU POTABLE DE LA CITE DE RUTSHURU-CENTRE

Constats sur le réservoir :

Le réservoir est vétuste et suinte vu qu'il date de 1978 et, la conduite de vidange à sa sortie et vannes présentent des corrosions externes, voir figure 2.3. Forcément ce château d'eau a déjà dépassé le temps pour lequel il a été conçu et dimensionné, vu qu'il fait environ 47ans en service.



Figure 2.3 : vannes et conduite corrodées

Le CICR a déjà construit deux autres réservoirs au début de l'année 2025 de 95m³ chacun exclus le château d'eau existant. Les deux nouveaux réservoirs sont montrés par la figure 2.4.



Figure 2.4 : Nouveaux réservoirs de COMEPO

DIAGNOSTIC ET PROPOSITIONS D'AMELIORATIONS DU RESEAU DE DISTRIBUTION D'EAU POTABLE DE LA CITE DE RUTSHURU-CENTRE

2.3.3 Distribution

Après le parcours de l'eau du captage au réservoir, l'eau stocké dans le réservoir doit alors être acheminée vers les usagers à l'aide des canalisations (conduites). Cela est illustré par la figure 2.5 ci-contre.



Figure 2.5 : Etat actuel des conduites de distribution

Constats sur les canalisations :

Il s'observe des conduites qui présentent des fuites qu'on peut sembler négliger mais qui influence directement sur l'efficacité du réseau, aussi certaines conduites qui étaient sous terre avant, surtout dans le quartier de Kiringa, sont actuellement visibles à la surface donc exposées aux chocs extérieurs.

2.3.4 Etat organisationnel de COMEPO

Le Comité de Maintenance d'Eau Potable est constitué d'une hiérarchie pour une gestion efficace du réseau d'AEP de la cité de Rutshuru-centre, dans laquelle se trouve une équipe des techniciens chargée de la maintenance du réseau de distribution d'eau.

Parmi ces techniciens, il s'observe ceux qui ont des compétences limitées sur terrain.

Dans le réseau actuel de distribution d'eau potable de Rutshuru-centre, il s'observe presque tous les jours le problème des fuites.

2.4 Diagnostic hydraulique du réseau

Dans cette partie, il va être question d'aborder certaines notions pour étudier et comprendre du point de vue hydraulique le réseau de distribution d'eau potable de la cité de Rutshuru-centre.

2.4.1 Evaluation de la population

Pour sécuriser la couverture des besoins en eaux, il est nécessaire d'estimer la croissance démographique et de connaître l'évolution de la consommation par habitant. Les projections d'augmentation de la population tiennent compte de deux scénarios : la croissance faible et la croissance élevée. La population à l'horizon de l'année n peut être évaluée approximativement par la formule (2.1) [17].

$$P_n = P_o \times (1 + \alpha)^n \quad (2.1)$$

La formule (2.1) permet également d'évaluer la consommation moyenne future d'une zone en remplaçant les populations par les consommations [18].

Avec :

- P_n : population à l'horizon de l'année n
- α : taux d'accroissement de la population
- P_o : population de l'année 0 de référence

Les données de la banque mondiale stipulent que le taux d'accroissement de la population en RDC est de 3.3% [2].

Dans le cadre de ce travail, la projection des besoins en eau potable est l'année 2045 soit 20ans.

2.4.2 Estimation des besoins en eau

2.4.2.1 Besoins domestiques

La consommation domestique est la quantité d'eau potable utilisée par les ménages pour les besoins quotidiens, tels que la boisson, la cuisine, l'hygiène, le nettoyage, le jardinage, etc.

Elle varie selon que le pays est développé ou en voie de développement, selon que le milieu est rural ou urbain [19].

DIAGNOSTIC ET PROPOSITIONS D'AMELIORATIONS DU RESEAU DE DISTRIBUTION D'EAU POTABLE DE LA CITE DE RUTSHURU-CENTRE

Pour déterminer la consommation domestique moyenne journalière, le débit moyen journalier au cours de l'année est donné par la formule (2.2) [20].

$$Q_{moy} = \frac{P_n \times D}{1000} \quad (2.2)$$

Avec :

- Q_{moy} : Consommation moyenne journalière (m³/j),
- P_n : nombre d'habitants en une année,
- D : dotation en l/jr/hab.

Dans le cadre de ce travail, la dotation considérée est de 25 l/habitant/jour vu la zone d'étude.

2.4.2.2 Besoins publics

Les besoins publics regroupent ceux qui sont scolaires, sanitaires et, religieux et commerciaux.

i. Besoins scolaires [11]

Pour les édifices d'enseignement, la consommation spécifique est exprimée en l/individu/jour. Cette consommation spécifique couvre tous les besoins pour le fonctionnement de ces édifices. Cette consommation varie selon que l'établissement scolaire a ou non un internat, ces valeurs reprises dans le tableau 2.1.

Tableau 2.1 : Besoins scolaires

Édifice d'enseignement	Dotation (l/individu/jour)
Ecole primaire	5 à 10
Ecole secondaire	5 à 10

Dans le cadre de notre étude, une dotation de 5l/individu/jour pour les besoins scolaires.

ii. Besoins sanitaires

Pour les édifices de santé, la dotation est exprimée en l/visiteur/jour ou l/lit/jour. Cette consommation couvre tous les besoins pour le fonctionnement de ces édifices (par exemple le nettoyage, la préparation des repas...) [11].

DIAGNOSTIC ET PROPOSITIONS D'AMELIORATIONS DU RESEAU DE DISTRIBUTION D'EAU POTABLE DE LA CITE DE RUTSHURU-CENTRE

Dans la zone d'étude, la dotation des besoins sanitaires obtenue grâce aux descentes sur terrain est reprise dans le tableau 2.2.

Tableau 2.2 : Besoins sanitaires

Édifice de santé	Dotation (l/lit/jour)
Centre de santé	40
Poste de santé (soins primaires)	10
Hôpitaux	200

iii. Besoins administratifs

Dans la zone d'étude, des bâtiments administratifs ont été identifiés, notamment le bureau du territoire de Rutshuru, le bureau de la chefferie de Bwisha, le bureau de BCZ et le bureau du cadastre. Grâce aux descentes sur terrain, leurs besoins en eau potable ont été obtenus.

Le tableau 2.3 présente les différents besoins administratifs de la cité de Rutshuru-centre, estimés grâce aux descentes sur terrain.

Tableau 2.3 : Besoins administratifs

Catégorie	Dotation (m ³ /jour)
Bureau du territoire de Rutshuru	0,2
Bureau de la chefferie de Bwisha	0,2
Bureau de BCZ	0,16
Bureau du cadastre	0,16

iv. Besoins religieux et commerciaux

Comme consommateurs commerciaux, on considère les hôtels, les marchés et autres. Les besoins sont exprimés en l/hôte ou visiteur/jour ou même en m³/jour.

En général, seuls les besoins de petites industries, qui consomment de l'eau potable et sont raccordées au réseau de la ville, sont prises en compte [18].

Dans la zone d'étude, il y a une industrie appelée PREMIDIS produisant des boissons alcooliques et la farine de maïs. Cette industrie dispose de deux puits pour son alimentation en

DIAGNOSTIC ET PROPOSITIONS D'AMELIORATIONS DU RESEAU DE DISTRIBUTION D'EAU POTABLE DE LA CITE DE RUTSHURU-CENTRE

eau potable, cependant son approvisionnement en eau au réseau de distribution de COMEPO sert juste au renforcement de l'eau issue des puits. Les besoins religieux et commerciaux de la cité de Rutshuru-centre ont été obtenus grâce aux descentes sur terrain.

La dotation des besoins religieux et commerciaux de Rutshuru-centre est reprise dans le tableau 2.4.

Tableau 2.4 : Dotation religieuse et commerciale

Édifice	Dotation
Hôtel (l/hôte /jour)	60
Marché avec bloc sanitaire (m ³ /jour)	0,3
Eglise (m ³ /jour)	0,2
Mosquée (m ³ /jour)	0,25
PREMIDIS (m ³ /jour)	2

2.4.3 Evaluation des différentes consommations

Les quantités des eaux de consommations sont à considérer selon les valeurs des débits de pointe qui conditionnent explicitement les dimensionnements des conduites, les débits seront évalués sur la base des consommations d'eaux globales de l'agglomération observée au jour de la forte consommation de l'année, rapporté à l'unité habitant sur une période de 24 heures [21].

2.4.3.1 Consommation journalière maximale

Ce débit représente la consommation d'eau maximal du jour le plus chargé de l'année, elle s'obtient par la relation (2.3) [18].

$$Q_{max,j} = K_{max,j} \times Q_{moy,j} \quad (2.3)$$

Où :

- $Q_{max,j}$: débit max journalier
- $Q_{moy,j}$: débit moyen journalier majoré
- $K_{max,j}$: est un coefficient d'irrégularité maximal journalier, il tient compte du gaspillage de l'eau, des pertes d'eau et les erreurs d'estimation. Il indique combien de fois de débit

DIAGNOSTIC ET PROPOSITIONS D'AMELIORATIONS DU RESEAU DE DISTRIBUTION D'EAU POTABLE DE LA CITE DE RUTSHURU-CENTRE

maximal journalier excède le débit journalier. Sa valeur varie selon les expériences de 1,1 à 1,3.

Dans le cadre de ce travail, 1,3 est retenue comme valeur du coefficient d'irrégularité maximal.

2.4.3.2 Débit moyen horaire

Ce débit correspond à un débit de consommation moyen pendant l'heure la plus chargée. Le débit moyen horaire est donné par la formule (2.4) [22].

$$Q_{moy,h} = \frac{Q_{max,j}}{24} \quad (2.4)$$

Avec :

- $Q_{moy,h}$: Débit moyen horaire en m³/h

2.4.3.3 Débit maximal horaire

Le débit maximum horaire correspond à un débit de consommation pendant l'heure la plus chargée. Il est donné par la formule (2.5) ci-contre [18].

$$Q_{max,h} = K_{max,h} \times Q_{moy,h} \quad (2.5)$$

Avec :

- $Q_{max,h}$: Débit maximal horaire en m³/h
- $Q_{moy,h}$: Débit moyen horaire en m³/h
- $K_{max,h}$: coefficient d'irrégularité horaire maximal qui se décompose en deux autres coefficients dépendant des caractéristiques de l'agglomération, à savoir α_{max} , et β_{max} .

La détermination de $K_{max,h}$ est exprimée par la formule (2.6) :

$$K_{max,h} = \alpha_{max} \times \beta_{max} \quad (2.6)$$

Où :

- α_{max} : Coefficient tenant compte du niveau de confort et des équipements qui est compris entre 1,2 et 1,4. On retient 1,3.
- β_{max} : Coefficient en fonction de la taille d'agglomération, donné dans le tableau 2.5 [18].

DIAGNOSTIC ET PROPOSITIONS D'AMELIORATIONS DU RESEAU DE DISTRIBUTION D'EAU POTABLE DE LA CITE DE RUTSHURU-CENTRE

Tableau 2.5 : Variation de β_{max} en fonction du nombre d'habitants [18]

Nombre d'habitants $\times 1000$	0,2	0,3	0,5	0,8	1	1,5	2,5	4	6	10	20	50	100	300	>1000
β_{max}	3,5	3	2,5	2,2	2	1,8	1,6	1,5	1,4	1,3	1,2	1,15	1,1	1,1	1

2.4.3.4 Débit horaire

Le débit horaire d'une agglomération est variable selon l'importance de cette dernière.

La variation des débits horaires d'une journée est fonction du nombre d'habitants et d'un coefficient P (%) qui lui aussi varie selon les heures de la journée. Les valeurs de P sont déterminées par le tableau 2.6 [23].

Tableau 2.6 : Habitudes de consommation d'eau [23]

Période	Petite ville	Milieu rural : habitation agglomérée	Milieu rural : habitation dispersée
De 0h à 1h	0,1	0	0
De 1h à 2h	0,1	0	0
De 2h à 3h	0,1	0	0
De 3h à 4h	0,1	0,2	0
De 4h à 5h	0,2	0,7	0,7
De 5h à 6h	0,2	1	1
De 6h à 7h	1	1,6	1,8
De 7h à 8h	3,5	1,8	1,8
De 8h à 9h	3,5	1,8	1,8
De 9h à 10h	3,5	1,8	1,8
De 10h à 11h	3,5	1,6	1,8
De 11h à 12h	0,4	1	1,4
De 12h à 13h	0,4	1	1
De 13h à 14h	0,4	1	1
De 14h à 15h	0,4	1,4	1
De 15h à 16h	0,4	1,8	1,4
De 16h à 17h	2	1,8	1,8
De 17h à 18h	2	1,8	1,8
De 18h à 19h	0,5	1,8	1,6
De 19h à 20h	0,5	1,6	1,1

DIAGNOSTIC ET PROPOSITIONS D'AMELIORATIONS DU RESEAU DE DISTRIBUTION D'EAU POTABLE DE LA CITE DE RUTSHURU-CENTRE

De 20h à 21h	0,5	0,7	0,2
De 21h à 22h	0,5	0,2	0,2
De 22h à 23h	0,1	0	0,2
De 23h à 24h	0,1	0	0

Le débit horaire est calculé par la formule (2.7) :

$$Q_h = P \times Q_{max,j} \quad (2.7)$$

La cité de Rutshuru-centre est considérée comme un milieu rural à habitation dispersée.

Le tableau ci-haut va servir ultérieurement pour les données d'entrées de la courbe de modulation avant de commencer la simulation du réseau.

2.4.3.5 Débit de pointe

La détermination du débit de pointe s'effectue en fonction du nombre d'habitations, du degré de développement des installations sanitaires et de régime de consommation. Ce débit permet de connaître les heures pendant lesquelles la consommation est maximale (heures de pointe), afin de dimensionner le réseau de distribution [24].

La détermination du débit de pointe s'obtient par la relation (2.8) :

$$Q_p = K_p \times Q_{moy,j} \quad (2.8)$$

Où K_p est le coefficient de pointe, qui se calcule par la relation (2.9) :

$$K_p = K_{max,j} \times K_{max,h} \quad (2.9)$$

2.4.4 Calcul du réservoir

2.4.4.1 Capacité du réservoir

Différentes méthodes sont utilisées pour le calcul de la capacité utile des réservoirs, notamment :

- **La méthode forfaitaire** : elle consiste à prendre forfaitairement un volume des réservoirs égale à un pourcentage (100%, 50%, 25%) variant selon que l'agglomération est rurale, urbaine ou très grande ville.

DIAGNOSTIC ET PROPOSITIONS D'AMELIORATIONS DU RESEAU DE DISTRIBUTION D'EAU POTABLE DE LA CITE DE RUTSHURU-CENTRE

- **La méthode analytique :** la capacité des réservoirs est déterminée à partir des courbes de variation, en fonction des heures de la journée la plus chargée, des débits d'alimentation des réservoirs (provenant de la station de pompage ou de la station de traitement) et des débits sortants des réservoirs (distribués ou, éventuellement, aspirés par une autre station de pompage). Cette méthode est très précise.
- **Calcul approximatif :** la capacité des réservoirs est toujours déterminée selon l'importance de l'agglomération, il faut choisir un régime de variation de la consommation et en déduire le volume des réservoirs.

Dans le cadre de cette étude, la méthode analytique est retenue vue qu'elle est précise parmi les autres méthodes et, son principe est le suivant :

La détermination du volume des réservoirs se fait à partir des données sur la répartition de réserve et de la consommation d'eau durant les heures de la journée. On admet pour la répartition de la consommation des coefficients horaires (qui dépendent du nombre d'habitants considéré), ayant trouvé les excès et les insuffisances d'eau durant une journée, on fait la somme algébrique de la plus grande valeur positive et la plus grande valeur négative de la différence entre le volume entrant et le volume sortant (consommé) [18].

Ce principe se résume par la formule (2.10) :

$$R_{\text{équ}} = |\Delta V_{\text{max}}^+| + |\Delta V_{\text{max}}^-| \quad (2.10)$$

Avec :

- $R_{\text{équ}}$: Réserve d'équilibre
- $|\Delta V_{\text{max}}^+|$: La plus grande valeur positive de la différence entre le volume entrant et le volume sortant ou consommé.
- $|\Delta V_{\text{max}}^-|$: La plus grande valeur négative de la différence entre le volume entrant et le volume sortant ou consommé.

A ce volume du réservoir (réserve d'équilibre), on ajoute une réserve de production, une réserve d'eau nécessaire pour pallier les urgences et une réserve d'incendie.

DIAGNOSTIC ET PROPOSITIONS D'AMELIORATIONS DU RESEAU DE DISTRIBUTION D'EAU POTABLE DE LA CITE DE RUTSHURU-CENTRE

La réserve de production est la réserve d'eau nécessaire lorsque surviennent des problèmes découlant de l'exploitation de la station de purification. On recommande en outre d'emmagasiner un certain volume d'eau, souvent appelé réserve d'urgence, pour pouvoir satisfaire à la demande en cas d'événements exceptionnels et imprévisibles, comme le bris de conduites principales ou de pompes.

Selon plusieurs auteurs, la somme des réserves d'urgence et de production représente environ le tiers de la somme des réserves d'équilibre et d'incendie [25].

Ainsi, le volume ou la réserve totale du réservoir s'illustre par la formule (2.11) :

$$V_R = 1,3 \times (R_{\text{équi}} + R_{\text{inc}}) \quad (2.11)$$

Avec :

- V_R : volume du réservoir
- $R_{\text{équi}}$: Réserve d'équilibre
- R_{inc} : Réserve d'incendie

2.4.4.2 Dimensions de réservoir

La dépense de construction du réservoir varie avec l'épaisseur de la tranche d'eau, cette épaisseur varie en général de l'ordre de 3m, 6m ou exceptionnellement 10m.

En ayant choisi au préalable la hauteur du réservoir, on détermine le diamètre de l'ouvrage par la formule (2.12) [18].

$$D_{\text{int}} = \sqrt{\frac{4 \times V_R}{\pi \times H}} \quad (2.12)$$

Avec, D_{int} Le diamètre intérieur du réservoir.

DIAGNOSTIC ET PROPOSITIONS D'AMELIORATIONS DU RESEAU DE DISTRIBUTION D'EAU POTABLE DE LA CITE DE RUTSHURU-CENTRE

2.4.4.3 Réserve d'incendie

Il est impératif de prendre les dispositions afin d'éviter le passage de la réserve d'incendie dans le réseau de distribution en service normal. La réserve d'incendie est calculée à partir du débit d'incendie et sa durée [26].

Dans le cadre de ce travail, un débit de 60 m³/h (17 l/s) est retenu pendant une durée de 2heures, soit 120 m³.

2.4.5 Dimensionnement du réseau de distribution

2.4.5.1 Diamètre des conduites

La distribution de l'eau à partir du réservoir sera assurée par un réseau de canalisations sur lequel des branchements sont piqués afin d'alimenter les abonnés en eau. Les conduites qui constituent le réseau de distribution devront pouvoir transiter les plus grands débits instantanés en tenant compte du débit de pointe [27].

Ainsi, pour le dimensionnement du réseau de distribution, on tient compte du débit de pointe. Connaissant au préalable les débits repartis dans les conduites et les débits aux nœuds, les diamètres initiaux des conduites principales et secondaires du réseau sont déterminés d'après les valeurs limites des débits et des vitesses.

Le diamètre de la conduite se calcule par la formule (2.13) :

$$D = \sqrt{\frac{4 \times Q}{\pi \times V}} \quad (2.13)$$

Avec :

- D : diamètre de la conduite en m
- Q : débit qui passe dans la conduite
- V : Vitesse d'écoulement comprise entre 0,1 m/s et 3 m/s.

Toute fois la vitesse d'écoulement dans le réseau de distribution restera comprise entre 0,5 et 1,5 m/s afin d'éviter les dépôts et l'érosion dans les conduites [26].

En cas d'incendie, généralement, on accepte des vitesses atteignant 2,50 m/s.

DIAGNOSTIC ET PROPOSITIONS D'AMELIORATIONS DU RESEAU DE DISTRIBUTION D'EAU POTABLE DE LA CITE DE RUTSHURU-CENTRE

Dans les tronçons sur lesquels il est prévu l'installation de bouches d'incendies, le diamètre minimal sera de 0,100 mètre. On utilise rarement le diamètre 0,080 mètre [18].

2.4.5.2 Débit spécifique

Le débit spécifique est calculé par la formule (2.14) :

$$Q_{sp} = \frac{Q_p + Q_{inc}}{\sum L_i} \quad (2.14)$$

Avec :

- Q_{sp} : débit spécifique en l/s/m
- Q_p : débit de pointe
- Q_{inc} : débit d'incendie
- $\sum L_i$: somme des longueurs de tous les tronçons du réseau [27].

2.4.5.3 Débit en route

Le débit en route de chaque tronçon se calcule comme étant le produit du débit spécifique par la longueur du tronçon considéré [27]. Il se traduit par la formule (2.15) :

$$Q_r = Q_{sp} \times L_i \quad (2.15)$$

Avec :

- Q_r : débit en route du tronçon considéré
- L_i : longueur du tronçon considéré

2.4.5.4 Débit au nœud

Le débit de chaque nœud est donné par la relation (2.16) :

$$Q_n = \frac{\sum Q_r}{2} \quad (2.16)$$

Avec :

- Q_n : débit au nœud considéré
- $\sum Q_r$: la somme des débits qui arrivent à ce nœud [27].

2.4.5.5 Notions des pertes des charges

Les pertes de charges dans un réseau d'AEP sont les pertes d'énergie mécanique dues soit aux frottements de l'eau sur les parois des conduites ou soit aux turbulences dues au changement de direction, aux rétrécissements ou élargissements des sections, aux robinets, aux vannes, etc. Elles se traduisent aussi par une diminution de la pression et du débit de l'eau dans le réseau. On distingue deux types de pertes de charges dont les pertes de charges linéaires et les pertes de charges singulières [28].

I. Les pertes des charges linéaires

Les pertes de charges linéaires résultent de la viscosité du fluide en interaction avec la rugosité de la paroi de la conduite. Elles se produisent donc sur toute la longueur de la conduite [27]. Parmi les méthodes usuelles qui existent pour les calculer, notamment la méthode de Darcy-Weisbach et celle de Hazen-Williams, la méthode de Hazen-Williams est celle choisie dans le cadre de ce travail.

Elle se traduit par la formule (2.17) :

$$H_L = 10,67 \times L \times \frac{Q^{1,85}}{C^{1,85} \times D^{4,87}} \quad (2.17)$$

Avec :

- H_L : la perte des charges en (m.c.e)
- L : la longueur de la conduite en (m)
- Q : le débit en (m³/s)
- D : le diamètre intérieur de la conduite en (m)
- C : le coefficient de rugosité de la conduite, dépendant du matériau comme le montre le tableau 2.7 [28].

DIAGNOSTIC ET PROPOSITIONS D'AMELIORATIONS DU RESEAU DE DISTRIBUTION D'EAU POTABLE DE LA CITE DE RUTSHURU-CENTRE

Tableau 2.7 : Valeurs du coefficient de rugosité de Hazen-Williams de différents matériaux utilisés dans la fabrication des conduites [28]

Matériau	C
Argile, acier riveté neuf	110
Bois, béton	120
Conduite très lisse	140
Fonte ou acier soudé, neuf	130
Fonte vieille, brique	100
Fonte ou acier très corrodé	80
Fonte ductile avec revêtement intérieur en mortier de ciment	140
Matière Plastique (PVC, PE)	150

II. Les pertes des charges singulières [27]

Elles sont issues de singularités telles que les coudes, les vannes, les clapets, etc. Elles sont estimées à 10% des pertes des charges linéaires et se traduisent par la formule (2.18) :

$$H_S = 0,1 \times H_L \quad (2.18)$$

2.4.6 Elaboration d'un devis

Parmi les éléments que doit comprendre un projet, figurent les devis qui se distinguent comme suit :

2.4.6.1 Devis descriptif (cahier des prescriptions spéciales)

Il décrit toutes les parties d'ouvrages qui seront demandés aux différents corps d'états concourant à la réalisation du projet. Il doit définir en détail les dimensions de chaque partie de l'ouvrage, la nature des matériaux, leur provenance, le mode de réalisation, ... pour ne laisser place à aucune interprétation [29].

DIAGNOSTIC ET PROPOSITIONS D'AMELIORATIONS DU RESEAU DE DISTRIBUTION D'EAU POTABLE DE LA CITE DE RUTSHURU-CENTRE

2.4.6.2 Devis quantitatif

Donne les quantités de toutes les parties d'ouvrages, illustré par le tableau 2.8. Ces quantités sont déterminées par le métreur qui à partir des plans décompose le projet en éléments simples qu'il mesure. C'est le travail le plus long et le plus spécifique du métreur : l'avant-métré [29].

Tableau 2.8 : Exemple de quantitatif d'un ouvrage élémentaire

N°	Désignation	Unité	Quantité
1	Terrassement en pleine masse	m ³	1000

2.4.6.3 Bordereau des prix

C'est un tableau qui fait correspondre à chaque tache élémentaire un prix unitaire, illustré par le tableau 2.9. Il est le procédé le plus commode de règlement pour la plupart des travaux [29].

Tableau 2.9 : Exemple de bordereau des prix unitaires

N°	Désignation	Unité	Prix unitaire HT (USD)
1	Déblais en pleine masse	m ³	1000

2.4.6.4 Devis estimatif

Les plans et les devis descriptifs ayant été établis sur cette base on effectue un avant-métré, en relevant les dimensions des ouvrages (surface, volume, poids, ...) sur lesquels on applique les prix unitaires correspondants afin d'obtenir par addition des résultats partiels l'estimation totale du projet, ce qui s'explique par le tableau 2.10 [29].

Tableau 2.10 : Exemples d'estimatif d'ouvrages élémentaires

N°	Désignation	Unité	Quantité	P.U HT (USD)	Montant HT (USD)
1	Déblais en pleine masse	m ³	1000	100	100000
Montant Total HT					100000
T.V.A (19%)					19000
Montant Total T.T.C					119000

Dans le cadre de cette étude, la T.V.A est prise égale à 16%.

2.4.7 Présentation du logiciel Epanet

Epanet est un logiciel développé par l'agence en charge de l'environnement aux Etats Unis (U.S ENVIRONNEMENTAL PROTECTION AGENCY-EPA). C'est un logiciel de la simulation du comportement qualitatif et hydraulique de l'eau dans les réseaux sous pression. Epanet est distribué gratuitement par l'E.PA depuis le mois de septembre 1993.

Depuis, il est largement utilisé dans le monde entier. Un réseau est un ensemble de tuyaux, nœuds, pompes, vannes, bâches et réservoirs. Epanet calcule le débit dans chaque tuyau, la pression à chaque nœud, le niveau de l'eau dans le réservoir, et la concentration en substances chimiques dans les différentes parties du réseau, au cours de simulation divisée en plusieurs étapes [26].

Ce présent travail a fait recours au logiciel Epanet dans le but de simuler le comportement des réseaux (existant et amélioré) de distribution d'eau potable de la cité de Rutshuru-centre.

2.5 Conclusion partielle

Ce chapitre méthodologique a présenté une étude de la zone d'étude avec ses différentes caractéristiques. Il a été ensuite question d'analyser l'état physique du réseau actuel de distribution et ensuite évaluer les éléments nécessaires pour appréhender l'état hydraulique d'un réseau de distribution d'eau potable.

Chapitre 3

PRESENTATION ET INTERPRETATION DES RESULTATS

3.1 Introduction

Grâce aux notions abordées dans le chapitre précédent, cette partie va présenter les résultats des besoins en eau de la cité de Rutshuru-centre, exprimer les différents débits et faire la simulation du fonctionnement du réseau actuel à l'aide du logiciel Epanet. Ensuite, il sera question de proposer des solutions adéquates aux problèmes rencontrés dans le réseau d'AEP existant de Rutshuru-centre en exposant un réseau d'AEP de Rutshuru-centre amélioré, projeté en 2045. Enfin, il sera question de faire un devis estimatif du réseau amélioré.

3.2 Evaluation de la population

D'après COMEPO, les données recueillies au niveau du bureau de la chefferie de Bwisha situé dans Rutshuru-centre ont montré que la population en 2021 était de 62783 habitants. Les populations de Rutshuru-centre en 2025 et en 2045 sont alors estimées par la formule (2.1), ce qui donne :

$$P_{2025} = 62783 \times (1 + 0,033)^4 = 71489,679$$

Retenons **$P_{2025} = 71490$ habitants.**

La population de Rutshuru-centre est estimée à **136853 habitants en 2045.**

Le tableau 3.1 montre l'évolution de la population de Rutshuru-centre de 2021 jusqu'en 2045.

Tableau 3.1 : Evolution de la population

Année	Evolution de la population
2021	62783
2025	71490
2045	136853

DIAGNOSTIC ET PROPOSITIONS D'AMELIORATIONS DU RESEAU DE DISTRIBUTION D'EAU POTABLE DE LA CITE DE RUTSHURU-CENTRE

3.3 Détermination de la consommation moyenne

Pour déterminer la consommation moyenne en eau de la cité de Rutshuru-centre, il est essentiel de recueillir un ensemble des données préalables qui serviront de base à des calculs qui vont être faits dans cette partie.

3.3.1 Données préalables

Dans le présent travail, ces données préalables sont présentées dans le tableau 3.2 :

Tableau 3.2 : Données préalables

Catégorie	Effectif
Infrastructures scolaires	✓ Une école maternelle ✓ 10 écoles primaires ✓ 11 écoles secondaires ✓ 2 institutions supérieures
Infrastructures sanitaires	✓ 2 centres de santé ✓ Un hôpital
Infrastructures administratives	✓ Bureau du territoire ✓ Bureau de la chefferie ✓ Bureau de BCZ ✓ Bureau du cadastre
Infrastructures religieuses et commerciales	✓ 4 hôtels ✓ Un marché avec blocs sanitaires ✓ 6 églises ✓ 2 mosquées ✓ Une industrie

3.3.2 Calculs des besoins en eau

Les différentes catégories des besoins en eau de la cité de Rutshuru-centre considérées sont les suivantes :

3.3.2.1 Besoins domestiques

Les besoins domestiques se traduisent par la formule (2.2) et, le tableau 3.3.

DIAGNOSTIC ET PROPOSITIONS D'AMELIORATIONS DU RESEAU DE DISTRIBUTION D'EAU POTABLE DE LA CITE DE RUTSHURU-CENTRE

Tableau 3.3 : Evolution des besoins domestiques de Rutshuru-centre

Année	Nombre d'habitants	Dotation en l/jr/hab	Consommation moyenne journalière en m³/jr
2021	62783	25	1569,575
2025	71490	25	1787,25
2045	136853	25	3421,325

3.3.2.2 Besoins publics

Les besoins publics sont exprimés de la façon ci-après :

i. Les besoins scolaires

Les besoins scolaires de la cité de Rutshuru-centre sont donnés dans le tableau 3.4.

Tableau 3.4 : Besoins scolaires de la cité de Rutshuru-centre

Catégorie	Nombre total	Dotation en l/jr/individu	Consommation moyenne journalière en m³/jr
1 école maternelle	119	5	0,595
10 écoles primaires	6401	5	32,005
11 écoles secondaires	3686	5	18,43
2 universités	500	5	2,5
Total	10706		53,53

ii. Les besoins sanitaires

Les besoins sanitaires de la cité de Rutshuru-centre sont donnés dans le tableau 3.5.

Tableau 3.5 : Besoins sanitaires de la cité de Rutshuru-centre

Catégorie	Nombre de lits	Dotation en l/jr/lit	Consommation moyenne journalière en m³/jr
2 Centre de santé	91	40	3,64
1 Hôpital	312	200	62,4
Total	403		66,04

DIAGNOSTIC ET PROPOSITIONS D'AMELIORATIONS DU RESEAU DE DISTRIBUTION D'EAU POTABLE DE LA CITE DE RUTSHURU-CENTRE

iii. Les besoins administratifs

D'après le tableau 2.3, les besoins moyens administratifs sont estimés à **0,72 m³/jr**.

iv. Les besoins religieux et commerciaux

Les besoins scolaires de la cité de Rutshuru-centre sont donnés dans le tableau 3.6.

Tableau 3.6 : Besoins religieux et commerciaux de la cité de Rutshuru-centre

Catégorie	Capacité totale	Dotation	Consommation moyenne journalière en m ³ /jr
4 hôtels (l/hôte /jour)	30	60	1,8
1 marché avec blocs sanitaires (m ³ /jour)	-	0,3	0,3
6 églises (m ³ /jour)	-	0,2	1,2
2 mosquées (m ³ /jour)	-	0,25	0,5
Industrie (m ³ /jour)	-	2	2
Total			5,8

La consommation publique actuelle est de **126,09 m³/jr** et est estimée en 2045 à **241,37 m³/jr** grâce à la formule (2.1).

En gros, les différentes consommations de la cité de Rutshuru-centre actuelles et futures sont illustrées dans le tableau 3.7.

Tableau 3.7: Récapitulatif des besoins en eau de Rutshuru-centre

Type de consommation	Consommation journalière actuelle en m ³ /jr	Consommation journalière future en m ³ /jr
Domestique	1787,25	3421,325
Publique	126,09	241,37
Total	1913,34	3662,695

3.3.3 Détermination de la consommation maximale journalière

Elle est donnée par la formule (2.3).

$$Q_{max,j} = 1,3 \times 1913,34 = 2487,342 m^3/jr$$

La consommation du jour le plus chargé de l'année 2025 est de **2487,342 m³/jr**.

En 2045, elle sera de **4761,503 m³/jr**.

3.3.4 Détermination du débit de pointe

La détermination du débit de pointe oblige d'abord de trouver les valeurs des coefficients d'irrégularité horaire maximal et d'irrégularité journalier maximal.

La formule (2.9) et le tableau 2.5 ont permis de retenir 1,456 comme valeur de $K_{max,h}$ en 2025.

$$K_p = 1,456 \times 1,3 = 1,8928$$

Enfin, le débit de pointe s'évalue par la formule (2.8) :

$$Q_p = 1,8928 \times 1913,34 = 3621,569 m^3/jr$$

Actuellement, le débit de pointe est évalué à **3621,569 m³/jr** et, il est estimé à **6932,749 m³/jr** en 2045.

3.4 Résultats de simulation du réseau actuel de Rutshuru-centre

Dans le chapitre ci-haut, il a été signalé combien il faut disposer des données d'entrées en vue de faire une simulation du réseau d'AEP en utilisant Epanet.

3.4.1 Calculs des demandes aux nœuds

Le dimensionnement du réseau de distribution vise à concevoir des canalisations avec un diamètre adéquat et une vitesse admissible, garantissant ainsi un débit maximal et une pression au sol compatible avec la hauteur des immeubles. La plage de vitesse considérée est de 0,5 à 1,5 m/s, et la pression aux nœuds doit être comprise entre 10 et 60 m. En connaissant la longueur totale du réseau de distribution et le débit de pointe, il est possible de calculer facilement le débit spécifique (formule 2.14), le débit en route (formule 2.15) et le débit au nœud (formule 2.16) [30].

DIAGNOSTIC ET PROPOSITIONS D'AMELIORATIONS DU RESEAU DE DISTRIBUTION D'EAU POTABLE DE LA CITE DE RUTSHURU-CENTRE

En ce qui concerne les données initiales des conduites, elles ont été fournies par COMEPO tout en se basant sur le tracé du réseau actuel d'AEP de Rutshuru-centre. Mais aussi, il a été remarqué que le réservoir existant du réseau de distribution d'eau dans la cité de Rutshuru-centre ne dispose pas de réserve d'incendie et donc, pour le calcul du débit spécifique du réseau actuel, seul le débit de pointe va intervenir car le débit d'incendie est quasiment nul.

Le tableau 3.8 présente certaines données nécessaires du réseau actuel d'AEP de Rutshuru-centre et la figure 3.1 illustre la simulation du réseau actuel de distribution de Rutshuru-centre.

Tableau 3.8: Données d'entrées du réseau de distribution actuel de Rutshuru-centre

Nœud	Tronçon	Li (m)	Lt (m)	Qsp (l/s/m)	Qr (l/s)	Qn (l/s)	Altitude au nœud (m)	Diamètre (m)	Rugosité
N1	Tuyau 1	15	18676,8	0,0022	0,033	0,27544	1284,16	0,11	80
	Tuyau 2	0,4	18676,8	0,0022	0,00088			0,11	80
	Tuyau 8	235	18676,8	0,0022	0,517			0,063	150
N2	Tuyau 2	0,4	18676,8	0,0022	0,00088	0,80366	1284,16	0,11	80
	Tuyau 3	0,2	18676,8	0,0022	0,00044			0,11	80
	Tuyau 15	730	18676,8	0,0022	1,606			0,063	150
N3	Tuyau 3	0,2	18676,8	0,0022	0,00044	0,86944	1284,16	0,11	80
	Tuyau 4	0,2	18676,8	0,0022	0,00044			0,11	80
	Tuyau 21	790	18676,8	0,0022	1,738			0,063	150
N4	Tuyau 4	0,2	18676,8	0,0022	0,00044	0,20955	1284,16	0,11	80
	Tuyau 5	0,3	18676,8	0,0022	0,00066			0,11	80
	Tuyau 53	190	18676,8	0,0022	0,418			0,063	80
N5	Tuyau 5	0,3	18676,8	0,0022	0,00066	1,32088	1284,16	0,11	80
	Tuyau 6	0,5	18676,8	0,0022	0,0011			0,11	80
	Tuyau 54	1200	18676,8	0,0022	2,64			0,09	150
N6	Tuyau 6	0,5	18676,8	0,0022	0,0011	0,17677	1284,16	0,11	80
	Tuyau 7	0,2	18676,8	0,0022	0,00044			0,11	80
	Tuyau 65	160	18676,8	0,0022	0,352			0,05	150
N7	Tuyau 7	0,2	18676,8	0,0022	0,00044	1,03422	1284,16	0,11	80
	Tuyau 68	940	18676,8	0,0022	2,068			0,05	150
N8	Tuyau 8	235	18676,8	0,0022	0,517	0,5885	1279	0,063	150
	Tuyau 9	90	18676,8	0,0022	0,198			0,063	150

**DIAGNOSTIC ET PROPOSITIONS D'AMELIORATIONS DU RESEAU DE
DISTRIBUTION D'EAU POTABLE DE LA CITE DE RUTSHURU-CENTRE**

	Tuyau 10	210	18676,8	0,0022	0,462			0,063	150
N9	Tuyau 9	90	18676,8	0,0022	0,198	0,099	1272	0,063	150
N10	Tuyau 10	210	18676,8	0,0022	0,462	0,5665	1271	0,063	150
	Tuyau 11	75	18676,8	0,0022	0,165			0,063	150
	Tuyau 12	230	18676,8	0,0022	0,506			0,063	150
N11	Tuyau 11	75	18676,8	0,0022	0,165	0,081	1256	0,063	150
N12	Tuyau 12	230	18676,8	0,0022	0,506	0,451	1266	0,063	150
	Tuyau 13	50	18676,8	0,0022	0,11			0,063	150
	Tuyau 14	130	18676,8	0,0022	0,286			0,063	150
N13	Tuyau 13	50	18676,8	0,0022	0,11	0,055	1262	0,063	150
N14	Tuyau 14	130	18676,8	0,0022	0,286	0,143	1259	0,063	150
N15	Tuyau 15	730	18676,8	0,0022	1,606	1,4355	1274	0,063	150
	Tuyau 16	185	18676,8	0,0022	0,407			0,04	150
	Tuyau 17	130	18676,8	0,0022	0,286			0,032	150
	Tuyau 18	260	18676,8	0,0022	0,572			0,063	150
N16	Tuyau 16	185	18676,8	0,0022	0,407	0,2035	1277	0,04	150
N17	Tuyau 17	130	18676,8	0,0022	0,286	0,143	1267	0,032	150
N18	Tuyau 18	260	18676,8	0,0022	0,572	1,4245	1277	0,063	150
	Tuyau 19	105	18676,8	0,0022	0,231			0,04	150
	Tuyau 20	930	18676,8	0,0022	2,046			0,063	150
N19	Tuyau 19	105	18676,8	0,0022	0,231	0,1155	1278	0,04	150
N20	Tuyau 20	930	18676,8	0,0022	2,046	1,023	1265	0,063	150
N21	Tuyau 21	790	18676,8	0,0022	1,738	1,32	1245	0,063	150
	Tuyau 22	140	18676,8	0,0022	0,308			0,025	150
	Tuyau 23	190	18676,8	0,0022	0,418			0,05	150
	Tuyau 28	80	18676,8	0,0022	0,176			0,063	150
N22	Tuyau 22	140	18676,8	0,0022	0,308	0,154	1246	0,025	150
N23	Tuyau 23	190	18676,8	0,0022	0,418	0,847	1241	0,05	150
	Tuyau 24	210	18676,8	0,0022	0,462			0,05	150
	Tuyau 25	370	18676,8	0,0022	0,814			0,05	150
N24	Tuyau 24	210	18676,8	0,0022	0,462	0,231	1216	0,05	150
N25	Tuyau 25	370	18676,8	0,0022	0,814	1,276	1232	0,05	150
	Tuyau 26	480	18676,8	0,0022	1,056			0,032	150
	Tuyau 27	310	18676,8	0,0022	0,682			0,032	150
N26	Tuyau 26	480	18676,8	0,0022	1,056	0,528	1203	0,032	150
N27	Tuyau 27	310	18676,8	0,0022	0,682	0,341	1217	0,032	150

**DIAGNOSTIC ET PROPOSITIONS D'AMELIORATIONS DU RESEAU DE
DISTRIBUTION D'EAU POTABLE DE LA CITE DE RUTSHURU-CENTRE**

N28	Tuyau 28	80	18676,8	0,0022	0,176	0,407	1240	0,063	150
	Tuyau 29	220	18676,8	0,0022	0,484			0,04	150
	Tuyau 30	70	18676,8	0,0022	0,154			0,063	150
N29	Tuyau 29	220	18676,8	0,0022	0,484	0,242	1237	0,04	150
N30	Tuyau 30	70	18676,8	0,0022	0,154	0,88	1238	0,063	150
	Tuyau 31	520	18676,8	0,0022	1,144			0,04	150
	Tuyau 32	210	18676,8	0,0022	0,462			0,063	150
N31	Tuyau 31	520	18676,8	0,0022	1,144	0,572	1202	0,04	150
N32	Tuyau 32	210	18676,8	0,0022	0,462	0,517	1233	0,063	150
	Tuyau 33	90	18676,8	0,0022	0,198			0,025	150
	Tuyau 34	170	18676,8	0,0022	0,374			0,063	150
N33	Tuyau 33	90	18676,8	0,0022	0,198	0,099	1235	0,025	150
N34	Tuyau 34	170	18676,8	0,0022	0,374	0,495	1236	0,063	150
	Tuyau 35	220	18676,8	0,0022	0,484			0,04	150
	Tuyau 36	60	18676,8	0,0022	0,132			0,063	150
N35	Tuyau 35	220	18676,8	0,0022	0,484	0,242	1219	0,04	150
N36	Tuyau 36	60	18676,8	0,0022	0,132	0,572	1236	0,063	150
	Tuyau 37	250	18676,8	0,0022	0,55			0,032	150
	Tuyau 38	210	18676,8	0,0022	0,462			0,063	150
N37	Tuyau 37	250	18676,8	0,0022	0,55	0,275	1233	0,032	150
N38	Tuyau 38	210	18676,8	0,0022	0,462	0,671	1226	0,063	150
	Tuyau 39	270	18676,8	0,0022	0,594			0,04	150
	Tuyau 40	130	18676,8	0,0022	0,286			0,063	150
N39	Tuyau 39	270	18676,8	0,0022	0,594	0,297	1228	0,04	150
N40	Tuyau 40	130	18676,8	0,0022	0,286	0,429	1229	0,063	150
	Tuyau 41	40	18676,8	0,0022	0,088			0,032	150
	Tuyau 44	220	18676,8	0,0022	0,484			0,05	150
N41	Tuyau 41	40	18676,8	0,0022	0,088	0,9625	1228	0,032	150
	Tuyau 42	320	18676,8	0,0022	0,704			0,032	150
	Tuyau 43	515	18676,8	0,0022	1,133			0,032	150
N42	Tuyau 42	320	18676,8	0,0022	0,704	0,352	1209	0,032	150
N43	Tuyau 43	515	18676,8	0,0022	1,133	0,5665	1193	0,032	150
N44	Tuyau 44	220	18676,8	0,0022	0,484	0,473	1221	0,05	150
	Tuyau 45	30	18676,8	0,0022	0,066			0,032	150
	Tuyau 46	180	18676,8	0,0022	0,396			0,04	150
N45	Tuyau 45	30	18676,8	0,0022	0,066	0,033	1221	0,032	150

**DIAGNOSTIC ET PROPOSITIONS D'AMELIORATIONS DU RESEAU DE
DISTRIBUTION D'EAU POTABLE DE LA CITE DE RUTSHURU-CENTRE**

N46	Tuyau 46	180	18676,8	0,0022	0,396	0,418	1212	0,04	150
	Tuyau 47	20	18676,8	0,0022	0,044			0,032	150
	Tuyau 48	180	18676,8	0,0022	0,396			0,04	150
N47	Tuyau 47	20	18676,8	0,0022	0,044	0,022	1211	0,032	150
N48	Tuyau 48	180	18676,8	0,0022	0,396	0,572	1207	0,04	150
	Tuyau 49	30	18676,8	0,0022	0,066			0,032	150
	Tuyau 50	310	18676,8	0,0022	0,682			0,04	150
N49	Tuyau 49	30	18676,8	0,0022	0,066	0,033	1203	0,032	150
N50	Tuyau 50	310	18676,8	0,0022	0,682	0,9625	1197	0,04	150
	Tuyau 51	25	18676,8	0,0022	0,055			0,032	150
	Tuyau 52	540	18676,8	0,0022	1,188			0,032	150
N51	Tuyau 51	25	18676,8	0,0022	0,055	0,0275	1196	0,032	150
N52	Tuyau 52	540	18676,8	0,0022	1,188	0,594	1171	0,032	150
N53	Tuyau 53	190	18676,8	0,0022	0,418	0,209	1282	0,063	80
N54	Tuyau 54	1200	18676,8	0,0022	2,64	2,3925	1199	0,09	80
	Tuyau 55	855	18676,8	0,0022	1,881			0,05	150
	Tuyau 56	120	18676,8	0,0022	0,264			0,09	150
N55	Tuyau 55	855	18676,8	0,0022	1,881	0,9405	1193	0,05	150
N56	Tuyau 56	120	18676,8	0,0022	0,264	1,177	1200	0,09	150
	Tuyau 57	190	18676,8	0,0022	0,418			0,032	150
	Tuyau 58	760	18676,8	0,0022	1,672			0,09	150
N57	Tuyau 57	190	18676,8	0,0022	0,418	0,209	1207	0,032	150
N58	Tuyau 58	760	18676,8	0,0022	1,672	1,232	1200	0,09	150
	Tuyau 59	230	18676,8	0,0022	0,506			0,063	150
	Tuyau 60	130	18676,8	0,0022	0,286			0,09	150
N59	Tuyau 59	230	18676,8	0,0022	0,506	0,253	1204	0,063	150
N60	Tuyau 60	130	18676,8	0,0022	0,286	1,188	1202	0,09	150
	Tuyau 61	700	18676,8	0,0022	1,54			0,063	150
	Tuyau 62	250	18676,8	0,0022	0,55			0,09	150
N61	Tuyau 61	700	18676,8	0,0022	1,54	0,77	1211	0,063	150
N62	Tuyau 62	250	18676,8	0,0022	0,55	1,298	1203	0,09	150
	Tuyau 63	270	18676,8	0,0022	0,594			0,032	150
	Tuyau 64	660	18676,8	0,0022	1,452			0,032	150
N63	Tuyau 63	270	18676,8	0,0022	0,594	0,297	1208	0,032	150
N64	Tuyau 64	660	18676,8	0,0022	1,452	0,726	1185	0,032	150
	Tuyau 65	160	18676,8	0,0022	0,352			0,05	150

**DIAGNOSTIC ET PROPOSITIONS D'AMELIORATIONS DU RESEAU DE
DISTRIBUTION D'EAU POTABLE DE LA CITE DE RUTSHURU-CENTRE**

N65	Tuyau 66	650	18676,8	0,0022	1,43	1,551	1280	0,04	150
	Tuyau 67	600	18676,8	0,0022	1,32			0,04	150
N66	Tuyau 66	650	18676,8	0,0022	1,43	0,715	1283	0,04	150
N67	Tuyau 67	600	18676,8	0,0022	1,32	0,66	1281	0,04	150
N68	Tuyau 68	940	18676,8	0,0022	2,068	1,034	1240	0,05	150

DIAGNOSTIC ET PROPOSITIONS D'AMELIORATIONS DU RESEAU DE DISTRIBUTION D'E DE LA CITE DE RUTSHURU-CENTRE

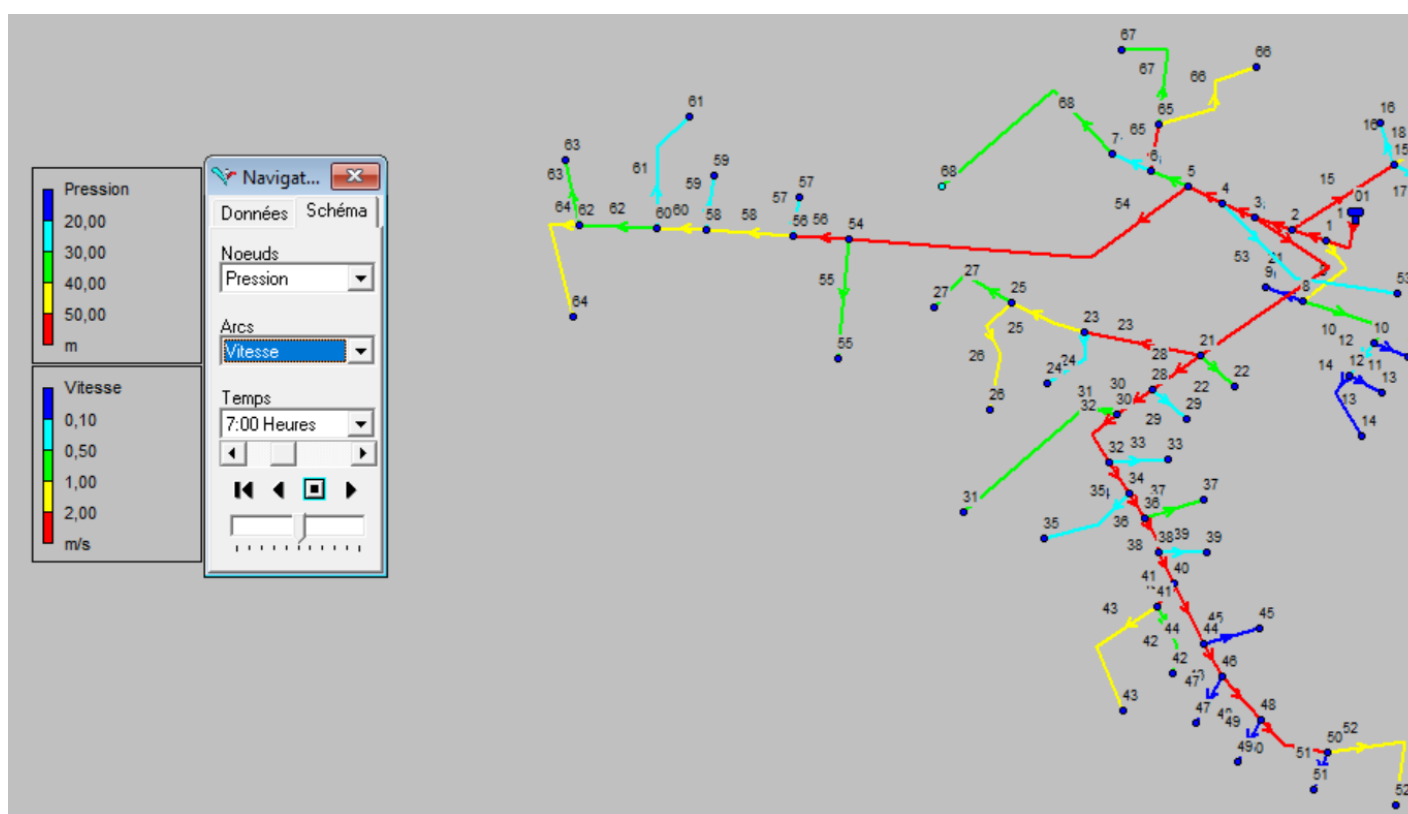


Figure 3.1 : Simulation de fonctionnement du réseau actuel de Rutshuru-centre

DIAGNOSTIC ET PROPOSITIONS D'AMELIORATIONS DU RESEAU DE DISTRIBUTION D'EAU POTABLE DE LA CITE DE RUTSHURU-CENTRE

3.4.2 Courbe de modulation

Elle est montrée sur la figure 3.2.

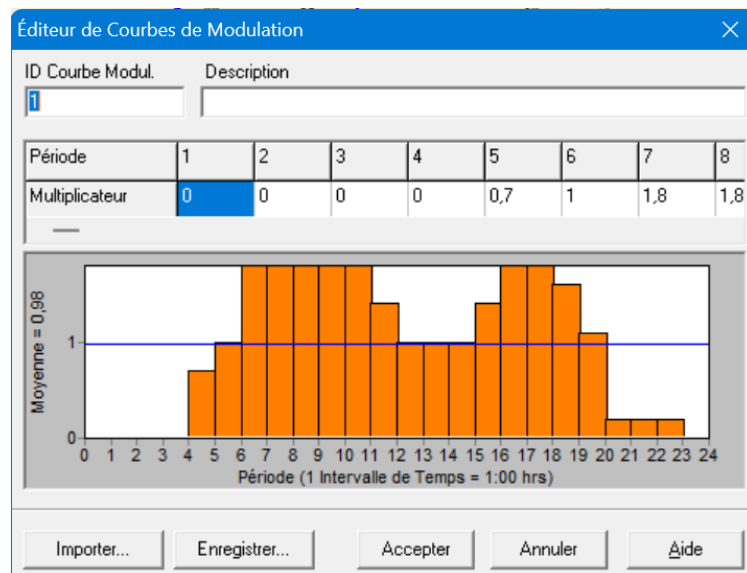


Figure 3.2 : Courbe de modulation de l'adduction journalière

3.4.3 Analyse des pressions du réseau actuel de Rutshuru-centre

Dans le réseau actuel de distribution d'eau potable de la cité de Rutshuru-centre, les différentes valeurs de pressions sont illustrées dans le tableau 3.9 en se référant à la figure 3.1.

Tableau 3.9 : Etat des nœuds du réseau actuel de Rutshuru-centre à 7 heures

ID Noeud	Altitude (m)	Demande (LPS)	Charge (m)	Pression (m)
Noeud 1	1284,16	0,5	1294,95	10,79
Noeud 2	1284,16	1,42	1294,81	10,65
Noeud 3	1284,16	0,36	1294,76	10,6
Noeud 4	1284,16	0,27	1294,74	10,58
Noeud 5	1284,16	0,81	1294,73	10,57
Noeud 6	1284,16	0,36	1294,72	10,56
Noeud 7	1284,16	0,97	1294,72	10,56
Noeud 8	1279	0,5	1291,39	12,39
Noeud 9	1272	0,63	1291,32	19,32
Noeud 10	1271	0,81	1290,06	19,06

**DIAGNOSTIC ET PROPOSITIONS D'AMELIORATIONS DU RESEAU DE
DISTRIBUTION D'EAU POTABLE DE LA CITE DE RUTSHURU-CENTRE**

Noeud 11	1256	0,18	1290,05	34,05
Noeud 12	1266	0,45	1289,69	23,69
Noeud 13	1262	0,18	1289,69	27,69
Noeud 14	1259	0,27	1289,67	30,67
Noeud 15	1274	1,37	1276,43	2,43
Noeud 16	1277	0,34	1275,98	-1,02
Noeud 17	1267	0,32	1275,58	8,58
Noeud 18	1277	0,92	1274,7	-2,3
Noeud 19	1278	0,32	1274,46	-3,54
Noeud 20	1265	0,7	1273,75	8,75
Noeud 21	1245	1,06	966,72	-278,28
Noeud 22	1246	0,31	963,97	-282,03
Noeud 23	1241	1,13	957,25	-283,75
Noeud 24	1216	0,4	957,03	-258,97
Noeud 25	1232	0,5	951,92	-280,08
Noeud 26	1203	0,61	941,7	-261,3
Noeud 27	1217	0,49	947,61	-269,39
Noeud 28	1240	0,72	947,17	-292,83
Noeud 29	1237	0,43	946,34	-290,66
Noeud 30	1238	0,92	932,66	-305,34
Noeud 31	1202	0,74	927,38	-274,63
Noeud 32	1233	0,58	899,26	-333,74
Noeud 33	1235	0,27	897,86	-337,14
Noeud 34	1236	0,63	876,02	-359,98
Noeud 35	1219	0,49	874,99	-344,01
Noeud 36	1236	0,67	869,45	-366,55
Noeud 37	1233	0,36	867,46	-365,54
Noeud 38	1226	0,72	851,16	-374,84
Noeud 39	1228	0,23	850,83	-377,17
Noeud 40	1229	0,68	842,27	-386,73
Noeud 41	1228	0,92	835,52	-392,48
Noeud 42	1209	0,4	832,47	-376,53
Noeud 43	1193	0,56	826,27	-366,73
Noeud 44	1221	0,68	822,84	-398,16
Noeud 45	1221	0,34	822,63	-398,37
Noeud 46	1212	0,59	794,52	-417,48
Noeud 47	1211	0,2	794,47	-416,53

DIAGNOSTIC ET PROPOSITIONS D'AMELIORATIONS DU RESEAU DE DISTRIBUTION D'EAU POTABLE DE LA CITE DE RUTSHURU-CENTRE

Noeud 48	1207	0,45	777,67	-429,33
Noeud 49	1203	0,2	777,59	-425,41
Noeud 50	1197	0,85	761,25	-435,75
Noeud 51	1196	0,2	761,19	-434,81
Noeud 52	1171	0,76	744,24	-426,76
Noeud 53	1282	0,29	1294,63	12,63
Noeud 54	1199	1,21	1228,81	29,81
Noeud 55	1193	0,63	1226,62	33,62
Noeud 56	1200	1,03	1227,52	27,52
Noeud 57	1207	0,38	1225,86	18,86
Noeud 58	1200	1,33	1222,33	22,33
Noeud 59	1204	0,47	1222,22	18,22
Noeud 60	1202	0,94	1221,94	19,94
Noeud 61	1211	0,76	1221,13	10,13
Noeud 62	1203	0,86	1221,75	18,75
Noeud 63	1208	0,25	1220,64	12,64
Noeud 64	1185	0,41	1214,94	29,94
Noeud 65	1280	1,24	1289,74	9,74
Noeud 66	1283	0,38	1287,83	4,83
Noeud 67	1281	0,81	1282,5	1,5
Noeud 68	1240	1,17	1287,16	47,16
Réservoir 01	1298,66	-41,91	1301,23	2,57

Discussion des résultats :

La majeure partie des nœuds dans le réseau de distribution actuel présente des pressions négatives après la simulation, or la norme des pressions exige qu'elles soient comprises entre 1 et 6 bars. Ces pressions négatives ne sont pas souvent réalistes dans un réseau d'eau potable en fonctionnement mais plutôt elles signalent les incohérences dans les données du modèle ou dans les conditions physiques simulées.

Ces pressions négatives signalent une demande excessive qui dépasse la capacité du système à fournir ce volume avec une pression positive, ce problème est dû à l'incapacité du réservoir et/ou au mauvais dimensionnement des conduites.

DIAGNOSTIC ET PROPOSITIONS D'AMELIORATIONS DU RESEAU DE DISTRIBUTION D'EAU POTABLE DE LA CITE DE RUTSHURU-CENTRE

3.4.4 Analyse des vitesses du réseau actuel de Rutshuru-centre

Dans le réseau actuel de distribution d'eau potable de la cité de Rutshuru-centre, les différentes valeurs des vitesses sont illustrées dans le tableau 3.10.

Tableau 3.10: Etat des conduites du réseau actuel de Rutshuru-centre à 7 heures

ID Arc	Débit (LPS)	Vitesse (m/s)	Pert.Charge Unit. (m/km)	État
Tuyau 1	41,91	4,41	418,31	Ouvert
Tuyau 2	38,39	4,04	355,33	Ouvert
Tuyau 3	32,99	3,47	268,63	Ouvert
Tuyau 4	14,56	1,53	59,53	Ouvert
Tuyau 5	14	1,47	54,57	Ouvert
Tuyau 6	4,93	0,52	8,04	Ouvert
Tuyau 7	2,14	0,23	1,49	Ouvert
Tuyau 8	3,02	0,97	15,15	Ouvert
Tuyau 9	0,63	0,2	0,83	Ouvert
Tuyau 10	1,89	0,61	6,34	Ouvert
Tuyau 11	0,18	0,06	0,08	Ouvert
Tuyau 12	0,9	0,29	1,61	Ouvert
Tuyau 13	0,18	0,06	0,08	Ouvert
Tuyau 14	0,27	0,09	0,17	Ouvert
Tuyau 15	3,98	1,28	25,17	Ouvert
Tuyau 16	0,34	0,27	2,44	Ouvert
Tuyau 17	0,32	0,4	6,56	Ouvert
Tuyau 18	1,94	0,62	6,68	Ouvert
Tuyau 19	0,32	0,26	2,21	Ouvert
Tuyau 20	0,7	0,23	1,01	Ouvert
Tuyau 21	18,07	5,8	415,24	Ouvert
Tuyau 22	0,31	0,62	19,64	Ouvert
Tuyau 23	3,13	1,6	49,83	Ouvert
Tuyau 24	0,4	0,2	1,08	Ouvert
Tuyau 25	1,6	0,82	14,4	Ouvert
Tuyau 26	0,61	0,76	21,3	Ouvert
Tuyau 27	0,49	0,6	13,9	Ouvert
Tuyau 28	13,57	4,35	244,33	Ouvert

**DIAGNOSTIC ET PROPOSITIONS D'AMELIORATIONS DU RESEAU DE
DISTRIBUTION D'EAU POTABLE DE LA CITE DE RUTSHURU-CENTRE**

Tuyau 29	0,43	0,34	3,77	Ouvert
Tuyau 30	12,42	3,98	207,32	Ouvert
Tuyau 31	0,74	0,59	10,16	Ouvert
Tuyau 32	10,76	3,45	159,05	Ouvert
Tuyau 33	0,27	0,55	15,57	Ouvert
Tuyau 34	9,92	3,18	136,68	Ouvert
Tuyau 35	0,49	0,39	4,69	Ouvert
Tuyau 36	8,8	2,82	109,57	Ouvert
Tuyau 37	0,36	0,45	7,97	Ouvert
Tuyau 38	7,78	2,49	87,1	Ouvert
Tuyau 39	0,23	0,19	1,21	Ouvert
Tuyau 40	6,82	2,19	68,35	Ouvert
Tuyau 41	1,87	2,33	168,9	Ouvert
Tuyau 42	0,4	0,49	9,51	Ouvert
Tuyau 43	0,56	0,69	17,95	Ouvert
Tuyau 44	4,27	2,17	88,31	Ouvert
Tuyau 45	0,34	0,43	7,25	Ouvert
Tuyau 46	3,24	2,58	157,33	Ouvert
Tuyau 47	0,2	0,25	2,63	Ouvert
Tuyau 48	2,45	1,95	93,62	Ouvert
Tuyau 49	0,2	0,25	2,64	Ouvert
Tuyau 50	1,8	1,43	52,97	Ouvert
Tuyau 51	0,2	0,25	2,64	Ouvert
Tuyau 52	0,76	0,94	31,5	Ouvert
Tuyau 53	0,29	0,09	0,62	Ouvert
Tuyau 54	8,26	1,3	54,93	Ouvert
Tuyau 55	0,63	0,32	2,56	Ouvert
Tuyau 56	6,43	1,01	10,77	Ouvert
Tuyau 57	0,38	0,47	8,73	Ouvert
Tuyau 58	5,02	0,79	6,82	Ouvert
Tuyau 59	0,47	0,15	0,48	Ouvert
Tuyau 60	3,22	0,51	3	Ouvert
Tuyau 61	0,76	0,24	1,16	Ouvert
Tuyau 62	1,53	0,24	0,75	Ouvert
Tuyau 63	0,25	0,31	4,12	Ouvert
Tuyau 64	0,41	0,51	10,33	Ouvert
Tuyau 65	2,43	1,24	31,14	Ouvert

DIAGNOSTIC ET PROPOSITIONS D'AMELIORATIONS DU RESEAU DE DISTRIBUTION D'EAU POTABLE DE LA CITE DE RUTSHURU-CENTRE

Tuyau 66	0,38	0,3	2,94	Ouvert
Tuyau 67	0,81	0,64	12,07	Ouvert
Tuyau 68	1,17	0,6	8,04	Ouvert

Discussion des résultats :

D'après le tableau 3.10, la grande valeur de vitesse vue dans le réseau existant de distribution de Rutshuru-centre est de 5,8m/s dans le tuyau 21 et la petite vitesse est de 0,06m/s dans le tuyau 13.

Environ 66% des vitesses ne sont pas comprises dans l'intervalle requis, mais aussi des vitesses excessives créent des pertes des charges énormes et occasionnent l'érosion dans les conduites quant aux faibles vitesses favorisent les dépôts des sédiments dans les conduites.

3.5 Propositions d'améliorations et simulation du nouveau réseau

Pour le reste de ce chapitre, ce présent travail propose un nouveau réseau qui devra satisfaire aux besoins des habitants de la cité de Rutshuru-centre jusqu'en 2045.

3.5.1 Dimensionnement du réservoir

3.5.1.1 Capacité volumique du réservoir

La consommation maximale journalière est évaluée à **4761,503 m³/jr** soit **198,4m³/h**.

Le tableau 3.11 a aidé à déterminer le volume de la réserve d'équilibre.

DIAGNOSTIC ET PROPOSITIONS D'AMELIORATIONS DU RESEAU DE DISTRIBUTION D'EAU POTABLE DE LA CITE DE RUTSHURU-CENTRE

Tableau 3.11 : Détermination de la réserve d'équilibre

Période	C _h	Q _{h,moy}	Consommation	Différence	Cumulé	
					ΔV ⁺	ΔV ⁻
De 00h à 01h	0	198,4	0	198,4	198,4	
De 01h à 02h	0	198,4	0	198,4	396,8	
De 02h à 03h	0	198,4	0	198,4	595,2	
De 03h à 04h	0	198,4	0	198,4	793,6	
De 04h à 05h	0,7	198,4	138,88	59,52	853,12	
De 05h à 06h	1	198,4	198,4	0	853,12	
De 06h à 07h	1,8	198,4	357,12	-158,72	694,4	
De 07h à 08h	1,8	198,4	357,12	-158,72	535,68	
De 08h à 09h	1,8	198,4	357,12	-158,72	376,96	
De 09h à 10h	1,8	198,4	357,12	-158,72	218,24	
De 10h à 11h	1,8	198,4	357,12	-158,72	59,52	
De 11h à 12h	1,4	198,4	277,76	-79,36		-19,84
De 12h à 13h	1	198,4	198,4	0		-19,84
De 13h à 14h	1	198,4	198,4	0		-19,84
De 14h à 15h	1	198,4	198,4	0		-19,84
De 15h à 16h	1,4	198,4	277,76	-79,36		-99,2
De 16h à 17h	1,8	198,4	357,12	-158,72		-257,92
De 17h à 18h	1,8	198,4	357,12	-158,72		-416,64
De 18h à 19h	1,6	198,4	317,44	-119,04		-535,68
De 19h à 20h	1,1	198,4	218,24	-19,84		-555,52
De 20h à 21h	0,2	198,4	39,68	158,72		-396,8
De 21h à 22h	0,2	198,4	39,68	158,72		-238,08
De 22h à 23h	0,2	198,4	39,68	158,72		-79,36
De 23h à 24h	0	198,4	0	198,4	119,04	

La réserve d'équilibre est alors trouvée à l'aide de la formule (2.10).

$$R_{\text{équi}} = |853,12| + |-555,52| = 1408,64m^3$$

La formule (2.11) exprime le volume totale du réservoir de la façon ci-après :

$$V_R = 1,3 \times (1408,64 + 120) = 1987,232m^3$$

DIAGNOSTIC ET PROPOSITIONS D'AMELIORATIONS DU RESEAU DE DISTRIBUTION D'EAU POTABLE DE LA CITE DE RUTSHURU-CENTRE

En considérant les deux réservoirs de $95m^3$ chacun (non opérationnels) de la cité de Rutshuru-centre, le nouveau réservoir a comme volume de $1807,232m^3$.

Dans le but de minimiser la portée de la couverture du réservoir (dalle), deux nouveaux réservoirs sont proposés au lieu d'un seul réservoir qui aurait un grand diamètre.

3.5.1.2 Dimensions des réservoirs

En considérant la hauteur de 5m du réservoir, son diamètre se calcule par la formule (2.12).

$$D_{int} = \sqrt{\frac{4 \times 903,616}{5 \times \pi}} = 15,17m$$

Nous retenons le **diamètre intérieur de 15,5m et une hauteur de 5m** pour chaque réservoir.

Les deux nouveaux réservoirs proposés ont un volume de $943m^3$ chacun.

3.5.2 Calculs des demandes aux nœuds

Ce présent travail propose un nouveau réseau de distribution gouverné par deux nouveaux réservoirs de $943 m^3$ chacun et deux réservoirs existants de $95 m^3$ chacun construits par CICR. Le nouveau réseau comprend 4 sous-réseaux de distribution alimentés chacun par un réservoir approprié, tout en considérant le mode de vie (la consommation ou besoins) ainsi que la densité de la population de chaque zone de la cité de Rutshuru-centre. Il a été pris en compte le débit d'incendie ou la réserve d'incendie pour lutter contre les problèmes d'incendie pouvant survenir dans la zone alimentée par le réservoir 03. Ce dernier alimente une partie comprenant beaucoup d'infrastructures publiques et administratives du territoire de Rutshuru.

Dans le but de respecter les normes concernant la limite des vitesses et des pressions, il a été question de faire le choix minutieux des diamètres intérieurs des conduites tout en se référant au catalogue des diamètres de tuyaux en PEHD pour le diamètre nominal, présentés dans l'annexe A.

Les données d'entrées qui servent de données de base pour faire la simulation du nouveau réseau de distribution de Rutshuru-centre sont présentées dans le tableau 3.12 et, la simulation du nouveau réseau s'explique sur la figure 3.3.

DIAGNOSTIC ET PROPOSITIONS D'AMELIORATIONS DU RESEAU DE DISTRIBUTION D'E
DE LA CITE DE RUTSHURU-CENTRE

Tableau 3.12: Données d'entrées du nouveau réseau de distribution de Rutshuru-centre

Nœuds	Tronçon	Li (m)	Lt (m)	Qpte (l/s)	Qsp (l/s/m)	Qr (l/s)	Qn (l/s)
Noeud 1	Tuyau 1	265	2205	10,22	0,004634921	1,228253968	1,448412698
	Tuyau 2	180	2205	10,22	0,004634921	0,834285714	
	Tuyau 3	190	2205	10,22	0,004634921	0,880634921	
Noeud 2	Tuyau 2	180	2205	10,22	0,004634921	0,834285714	0,417142857
Noeud 3	Tuyau 3	190	2205	10,22	0,004634921	0,880634921	3,846984127
	Tuyau 4	750	2205	10,22	0,004634921	3,476190476	
	Tuyau 5	500	2205	10,22	0,004634921	2,317460317	
	Tuyau 6	220	2205	10,22	0,004634921	1,01968254	
Noeud 4	Tuyau 4	750	2205	10,22	0,004634921	3,476190476	1,738095238
Noeud 5	Tuyau 5	500	2205	10,22	0,004634921	2,317460317	1,158730159
Noeud 6	Tuyau 6	220	2205	10,22	0,004634921	1,01968254	0,741587302
	Tuyau 7	100	2205	10,22	0,004634921	0,463492063	
Noeud 7	Tuyau 7	100	2205	10,22	0,004634921	0,463492063	0,231746032
Noeud 8	Tuyau 8	530	2855	16,15	0,005656743	2,998073555	2,404115587
	Tuyau 9	320	2855	16,15	0,005656743	1,810157618	
Noeud 9	Tuyau 9	320	2855	16,15	0,005656743	1,810157618	3,295052539
	Tuyau 10	155	2855	16,15	0,005656743	0,876795096	
	Tuyau 11	260	2855	16,15	0,005656743	1,470753065	
	Tuyau 14	430	2855	16,15	0,005656743	2,432399299	
Noeud 10	Tuyau 10	155	2855	16,15	0,005656743	0,876795096	0,438397548
	Tuyau 11	260	2855	16,15	0,005656743	1,470753065	

DIAGNOSTIC ET PROPOSITIONS D'AMELIORATIONS DU RESEAU DE DISTRIBUTION D'E
DE LA CITE DE RUTSHURU-CENTRE

Noeud 11	Tuyau 12	130	2855	16,15	0,005656743	0,735376532	1,654597198
	Tuyau 13	195	2855	16,15	0,005656743	1,103064799	
Noeud 12	Tuyau 12	130	2855	16,15	0,005656743	0,735376532	0,367688266
Noeud 13	Tuyau 13	195	2855	16,15	0,005656743	1,103064799	0,551532399
Noeud 14	Tuyau 14	430	2855	16,15	0,005656743	2,432399299	1,555604203
	Tuyau 15	120	2855	16,15	0,005656743	0,678809107	
Noeud 15	Tuyau 15	120	2855	16,15	0,005656743	0,678809107	0,989929947
	Tuyau 16	230	2855	16,15	0,005656743	1,301050788	
Noeud 16	Tuyau 16	230	2855	16,15	0,005656743	1,301050788	1,513178634
	Tuyau 17	75	2855	16,15	0,005656743	0,424255692	
	Tuyau 18	230	2855	16,15	0,005656743	1,301050788	
Noeud 17	Tuyau 17	75	2855	16,15	0,005656743	0,424255692	0,212127846
Noeud 18	Tuyau 18	230	2855	16,15	0,005656743	1,301050788	1,159632224
	Tuyau 19	50	2855	16,15	0,005656743	0,282837128	
	Tuyau 20	130	2855	16,15	0,005656743	0,735376532	
Noeud 19	Tuyau 19	50	2855	16,15	0,005656743	0,282837128	0,141418564
Noeud 20	Tuyau 20	130	2855	16,15	0,005656743	0,735376532	0,367688266
Noeud 21	Tuyau 21	1500	8920	44,77	0,005019058	7,528587444	5,77191704
	Tuyau 22	320	8920	44,77	0,005019058	1,606098655	
	Tuyau 23	480	8920	44,77	0,005019058	2,409147982	
Noeud 22	Tuyau 22	320	8920	44,77	0,005019058	1,606098655	0,803049327
Noeud 23	Tuyau 23	480	8920	44,77	0,005019058	2,409147982	2,258576233
	Tuyau 24	140	8920	44,77	0,005019058	0,702668161	
	Tuyau 25	200	8920	44,77	0,005019058	1,003811659	
	Tuyau 30	80	8920	44,77	0,005019058	0,401524664	
Noeud 24	Tuyau 24	140	8920	44,77	0,005019058	0,702668161	0,351334081

BARAKA KAMARA COME-DAMIEN/TFC/ULPGL/FST/GC/2024-2025

DIAGNOSTIC ET PROPOSITIONS D'AMELIORATIONS DU RESEAU DE DISTRIBUTION D'E
DE LA CITE DE RUTSHURU-CENTRE

Noeud 25	Tuyau 25	200	8920	44,77	0,005019058	1,003811659	1,957432735
	Tuyau 26	210	8920	44,77	0,005019058	1,054002242	
	Tuyau 27	370	8920	44,77	0,005019058	1,85705157	
Noeud 26	Tuyau 26	210	8920	44,77	0,005019058	1,054002242	0,527001121
Noeud 27	Tuyau 27	370	8920	44,77	0,005019058	1,85705157	2,911053812
	Tuyau 28	480	8920	44,77	0,005019058	2,409147982	
	Tuyau 29	310	8920	44,77	0,005019058	1,555908072	
Noeud 28	Tuyau 28	480	8920	44,77	0,005019058	2,409147982	1,204573991
Noeud 29	Tuyau 29	310	8920	44,77	0,005019058	1,555908072	0,777954036
Noeud 30	Tuyau 30	80	8920	44,77	0,005019058	0,401524664	0,928525785
	Tuyau 31	220	8920	44,77	0,005019058	1,104192825	
	Tuyau 32	70	8920	44,77	0,005019058	0,351334081	
Noeud 31	Tuyau 31	220	8920	44,77	0,005019058	1,104192825	0,552096413
Noeud 32	Tuyau 32	70	8920	44,77	0,005019058	0,351334081	2,007623318
	Tuyau 33	520	8920	44,77	0,005019058	2,609910314	
	Tuyau 34	210	8920	44,77	0,005019058	1,054002242	
Noeud 33	Tuyau 33	520	8920	44,77	0,005019058	2,609910314	1,304955157
Noeud 34	Tuyau 34	210	8920	44,77	0,005019058	1,054002242	1,1794787
	Tuyau 35	90	8920	44,77	0,005019058	0,451715247	
	Tuyau 36	170	8920	44,77	0,005019058	0,85323991	
Noeud 35	Tuyau 35	90	8920	44,77	0,005019058	0,451715247	0,225857623
Noeud 36	Tuyau 36	170	8920	44,77	0,005019058	0,85323991	1,129288117
	Tuyau 37	220	8920	44,77	0,005019058	1,104192825	
	Tuyau 38	60	8920	44,77	0,005019058	0,301143498	
Noeud 37	Tuyau 37	220	8920	44,77	0,005019058	1,104192825	0,552096413
	Tuyau 38	60	8920	44,77	0,005019058	0,301143498	

BARAKA KAMARA COME-DAMIEN/TFC/ULPGL/FST/GC/2024-2025

DIAGNOSTIC ET PROPOSITIONS D'AMELIORATIONS DU RESEAU DE DISTRIBUTION D'E
DE LA CITE DE RUTSHURU-CENTRE

Noeud 38	Tuyau 39	250	8920	44,77	0,005019058	1,254764574	1,304955157
	Tuyau 40	210	8920	44,77	0,005019058	1,054002242	
Noeud 39	Tuyau 39	250	8920	44,77	0,005019058	1,254764574	0,627382287
Noeud 40	Tuyau 40	210	8920	44,77	0,005019058	1,054002242	1,53081278
	Tuyau 41	270	8920	44,77	0,005019058	1,35514574	
	Tuyau 42	130	8920	44,77	0,005019058	0,652477578	
Noeud 41	Tuyau 41	270	8920	44,77	0,005019058	1,35514574	0,67757287
Noeud 42	Tuyau 42	130	8920	44,77	0,005019058	0,652477578	0,978716368
	Tuyau 43	40	8920	44,77	0,005019058	0,200762332	
	Tuyau 46	220	8920	44,77	0,005019058	1,104192825	
Noeud 43	Tuyau 43	40	8920	44,77	0,005019058	0,200762332	2,195838004
	Tuyau 44	320	8920	44,77	0,005019058	1,606098655	
	Tuyau 45	515	8920	44,77	0,005019058	2,584815022	
Noeud 44	Tuyau 44	320	8920	44,77	0,005019058	1,606098655	0,803049327
Noeud 45	Tuyau 45	515	8920	44,77	0,005019058	2,584815022	1,292407511
Noeud 46	Tuyau 46	220	8920	44,77	0,005019058	1,104192825	1,079097534
	Tuyau 47	30	8920	44,77	0,005019058	0,150571749	
	Tuyau 48	180	8920	44,77	0,005019058	0,903430493	
Noeud 47	Tuyau 47	30	8920	44,77	0,005019058	0,150571749	0,075285874
Noeud 48	Tuyau 48	180	8920	44,77	0,005019058	0,903430493	0,953621076
	Tuyau 49	20	8920	44,77	0,005019058	0,100381166	
	Tuyau 50	180	8920	44,77	0,005019058	0,903430493	
Noeud 49	Tuyau 49	20	8920	44,77	0,005019058	0,100381166	0,050190583
Noeud 50	Tuyau 50	180	8920	44,77	0,005019058	0,903430493	1,304955157
	Tuyau 51	30	8920	44,77	0,005019058	0,150571749	
	Tuyau 52	310	8920	44,77	0,005019058	1,555908072	

BARAKA KAMARA COME-DAMIEN/TFC/ULPGL/FST/GC/2024-2025

DIAGNOSTIC ET PROPOSITIONS D'AMELIORATIONS DU RESEAU DE DISTRIBUTION D'E
DE LA CITE DE RUTSHURU-CENTRE

Noeud 51	Tuyau 51	30	8920	44,77	0,005019058	0,150571749	0,075285874
Noeud 52	Tuyau 52	310	8920	44,77	0,005019058	1,555908072	2,195838004
	Tuyau 53	25	8920	44,77	0,005019058	0,125476457	
	Tuyau 54	540	8920	44,77	0,005019058	2,71029148	
Noeud 53	Tuyau 53	25	8920	44,77	0,005019058	0,125476457	0,062738229
Noeud 54	Tuyau 54	540	8920	44,77	0,005019058	2,71029148	1,35514574
Noeud 55	Tuyau 55	1020	6545	26,1	0,003987777	4,067532468	3,469365928
	Tuyau 56	410	6545	26,1	0,003987777	1,634988541	
	Tuyau 57	310	6545	26,1	0,003987777	1,236210848	
Noeud 56	Tuyau 56	410	6545	26,1	0,003987777	1,634988541	0,81749427
Noeud 57	Tuyau 57	310	6545	26,1	0,003987777	1,236210848	1,096638655
	Tuyau 58	240	6545	26,1	0,003987777	0,957066463	
Noeud 58	Tuyau 58	240	6545	26,1	0,003987777	0,957066463	1,276088617
	Tuyau 59	400	6545	26,1	0,003987777	1,595110772	
Noeud 59	Tuyau 59	400	6545	26,1	0,003987777	1,595110772	2,741596639
	Tuyau 60	855	6545	26,1	0,003987777	3,409549274	
	Tuyau 61	120	6545	26,1	0,003987777	0,478533231	
Noeud 60	Tuyau 60	855	6545	26,1	0,003987777	3,409549274	1,704774637
Noeud 61	Tuyau 61	120	6545	26,1	0,003987777	0,478533231	2,133460657
	Tuyau 62	190	6545	26,1	0,003987777	0,757677617	
	Tuyau 63	760	6545	26,1	0,003987777	3,030710466	
Noeud 62	Tuyau 62	190	6545	26,1	0,003987777	0,757677617	0,378838808
Noeud 63	Tuyau 63	760	6545	26,1	0,003987777	3,030710466	2,23315508
	Tuyau 64	230	6545	26,1	0,003987777	0,917188694	
	Tuyau 65	130	6545	26,1	0,003987777	0,518411001	
Noeud 64	Tuyau 64	230	6545	26,1	0,003987777	0,917188694	0,458594347

BARAKA KAMARA COME-DAMIEN/TFC/ULPGL/FST/GC/2024-2025

DIAGNOSTIC ET PROPOSITIONS D'AMELIORATIONS DU RESEAU DE DISTRIBUTION D'E
DE LA CITE DE RUTSHURU-CENTRE

Noeud 65	Tuyau 65	130	6545	26,1	0,003987777	0,518411001	2,153399542
	Tuyau 66	700	6545	26,1	0,003987777	2,79144385	
	Tuyau 67	250	6545	26,1	0,003987777	0,996944232	
Noeud 66	Tuyau 66	700	6545	26,1	0,003987777	2,79144385	1,395721925
Noeud 67	Tuyau 67	250	6545	26,1	0,003987777	0,996944232	2,352788388
	Tuyau 68	270	6545	26,1	0,003987777	1,076699771	
	Tuyau 69	660	6545	26,1	0,003987777	2,631932773	
Noeud 68	Tuyau 68	270	6545	26,1	0,003987777	1,076699771	0,538349885
Noeud 69	Tuyau 69	660	6545	26,1	0,003987777	2,631932773	1,315966387

DIAGNOSTIC ET PROPOSITIONS D'AMELIORATIONS DU RESEAU DE DISTRIBUTION D'E DE LA CITE DE RUTSHURU-CENTRE

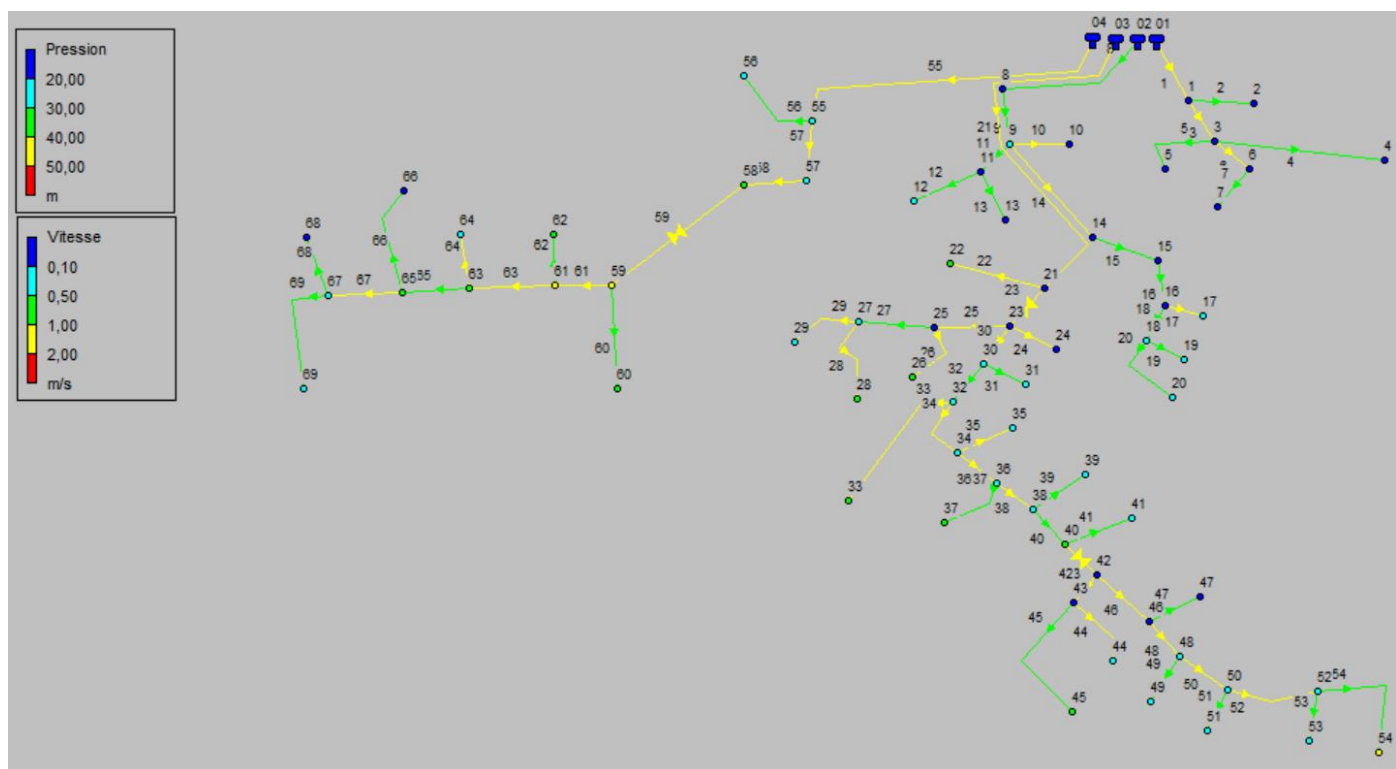


Figure 3.3 : simulation de fonctionnement du nouveau réseau de Rutshuru-centre

DIAGNOSTIC ET PROPOSITIONS D'AMELIORATIONS DU RESEAU DE DISTRIBUTION D'EAU POTABLE DE LA CITE DE RUTSHURU-CENTRE

3.5.3 Analyse des pressions du nouveau réseau de Rutshuru-centre

Dans le nouveau réseau de distribution d'eau potable de Rutshuru-centre, les différentes valeurs de pressions aux nœuds sont données dans le tableau 3.13.

Tableau 3.13 : Etat des nœuds du nouveau réseau à 7 heures et avec incendie

ID Noeud	Altitude (m)	Demande Base (LPS)	Demande (LPS)	Charge (m)	Pression (m)
Noeud 1	1291	0,82	1,48	1301,07	10,07
Noeud 2	1289	0,45	0,81	1299,77	10,77
Noeud 3	1280	2	3,6	1299,17	19,17
Noeud 4	1268	0,73	1,31	1286,12	18,12
Noeud 5	1276	0,77	1,39	1289,56	13,56
Noeud 6	1278	0,6	1,08	1293,41	15,41
Noeud 7	1277	0,31	0,56	1290,2	13,2
Noeud 8	1290	1,15	2,07	1301,59	11,59
Noeud 9	1278	2,1	3,78	1300	22
Noeud 10	1276	0,37	0,67	1293,32	17,32
Noeud 11	1280	1,1	1,98	1296,22	16,22
Noeud 12	1271	0,31	0,56	1292,19	21,19
Noeud 13	1280	0,49	0,88	1291,29	11,29
Noeud 14	1281	0,69	1,24	1292,24	11,24
Noeud 15	1280	0,46	0,83	1290,8	10,8
Noeud 16	1271	0,75	1,35	1288,84	17,84
Noeud 17	1256	0,23	0,41	1284,04	28,04
Noeud 18	1266	0,61	1,1	1287,14	21,14
Noeud 19	1262	0,21	0,38	1284,44	22,44
Noeud 20	1259	0,5	0,9	1283,73	24,73
Noeud 21	1279	1,52	2,74	1298,78	19,78
Noeud 22	1258	1	1,8	1288,58	30,58
Noeud 23	1245	2	3,6	1263,78	18,78
Noeud 24	1246	0,38	0,68	1257,23	11,23
Noeud 25	1241	1,6	2,88	1260,68	19,68
Noeud 26	1216	0,66	1,19	1251,47	35,47

**DIAGNOSTIC ET PROPOSITIONS D'AMELIORATIONS DU RESEAU DE
DISTRIBUTION D'EAU POTABLE DE LA CITE DE RUTSHURU-CENTRE**

Noeud 27	1232	1,8	3,24	1258,59	26,59
Noeud 28	1203	0,72	1,3	1233,84	30,84
Noeud 29	1217	0,61	1,1	1246,83	29,83
Noeud 30	1240	0,6	1,08	1263,35	23,35
Noeud 31	1237	0,49	0,88	1257,79	20,79
Noeud 32	1238	1	1,8	1263,03	25,03
Noeud 33	1202	0,71	1,28	1236,91	34,91
Noeud 34	1233	0,52	0,94	1260,8	27,8
Noeud 35	1235	0,23	0,41	1255,04	20,04
Noeud 36	1234	0,8	1,44	1259,2	25,2
Noeud 37	1219	0,52	0,94	1252,99	33,99
Noeud 38	1235	0,92	1,66	1258,35	23,35
Noeud 39	1233	0,75	1,35	1253,67	20,67
Noeud 40	1226	0,7	1,26	1257,25	31,25
Noeud 41	1228	0,64	1,15	1253,48	25,48
Noeud 42	1229	1,2	2,16	1240,25	11,25
Noeud 43	1228	1	1,8	1239,61	11,61
Noeud 44	1209	0,55	0,99	1229,59	20,59
Noeud 45	1193	0,45	0,81	1228,49	35,49
Noeud 46	1221	0,25	0,45	1236,17	15,17
Noeud 47	1221	0,2	0,36	1234,69	13,69
Noeud 48	1212	0,3	0,54	1233,59	21,59
Noeud 49	1211	0,18	0,32	1232,77	21,77
Noeud 50	1207	0,35	0,63	1229,01	22,01
Noeud 51	1203	0,19	0,34	1227,67	24,66
Noeud 52	1197	1	1,8	1223,93	26,93
Noeud 53	1196	0,18	0,32	1222,91	26,91
Noeud 54	1171	0,85	1,53	1211,19	40,19
Noeud 55	1269	1,5	2,7	1297,04	28,04
Noeud 56	1267	0,79	1,42	1288,6	21,6
Noeud 57	1268	1	1,8	1295,06	27,06
Noeud 58	1254	0,67	1,21	1292,74	38,74
Noeud 59	1199	1,72	3,1	1245,74	46,74
Noeud 60	1193	0,79	1,42	1228,13	35,13

DIAGNOSTIC ET PROPOSITIONS D'AMELIORATIONS DU RESEAU DE DISTRIBUTION D'EAU POTABLE DE LA CITE DE RUTSHURU-CENTRE

Noeud 61	1200	1,23	2,21	1244,53	44,53
Noeud 62	1207	0,45	0,81	1240,43	33,43
Noeud 63	1200	1,25	2,25	1235,98	35,98
Noeud 64	1204	0,55	0,99	1228,77	24,77
Noeud 65	1202	1,18	2,12	1235,19	33,19
Noeud 66	1211	0,67	1,21	1224,56	13,56
Noeud 67	1203	1,2	2,16	1228,23	25,23
Noeud 68	1208	0,64	1,15	1224,47	16,47
Noeud 69	1185	0,86	1,55	1212,33	27,33
Réservoir 01	1301	Sans Valeur	-10,22	1303,5	2,5
Réservoir 02	1301	Sans Valeur	-16,15	1303,5	2,5
Réservoir 03	1301	Sans Valeur	-44,77	1306	5
Réservoir 04	1301	Sans Valeur	-26,1	1306	5

Discussion des résultats :

La norme préconise des pressions comprises entre 1 et 6 bars, et d'après le tableau 3.13, dans le nouveau réseau de distribution de Rutshuru-centre, chaque pression vue au nœud donné respecte la norme. Ainsi, la petite pression s'observe au nœud 1 avec une valeur de 10,07 m pendant que la grande pression est vue au nœud 59 avec une valeur de 46,74 m. ces pressions sont justifiables car elles respectent la norme des pressions.

3.5.4 Analyse des vitesses du nouveau réseau de Rutshuru-centre

Les différentes valeurs de vitesses vues dans le nouveau réseau de distribution d'eau potable de Rutshuru-centre, notamment dans les conduites sont mentionnées dans le tableau 3.14.

DIAGNOSTIC ET PROPOSITIONS D'AMELIORATIONS DU RESEAU DE DISTRIBUTION D'EAU POTABLE DE LA CITE DE RUTSHURU-CENTRE

Tableau 3.14: Etat des conduites du nouveau réseau à 7 heures et avec incendie

ID Arc	Diamètre (mm)	Débit (LPS)	Vitesse (m/s)	Pert.Charge Unit. (m/km)	État
Tuyau 1	111	10,22	1,06	9,16	Ouvert
Tuyau 2	44,4	0,81	0,52	7,26	Ouvert
Tuyau 3	99	7,94	1,03	10,01	Ouvert
Tuyau 4	44,6	1,31	0,84	17,4	Ouvert
Tuyau 5	44,6	1,39	0,89	19,21	Ouvert
Tuyau 6	44,6	1,64	1,05	26,18	Ouvert
Tuyau 7	28,4	0,56	0,88	32,1	Ouvert
Tuyau 8	159,9	16,15	0,8	3,61	Ouvert
Tuyau 9	142,1	14,08	0,89	4,97	Ouvert
Tuyau 10	28,6	0,67	1,04	43,06	Ouvert
Tuyau 11	66,6	3,42	0,98	14,51	Ouvert
Tuyau 12	28,6	0,56	0,87	31,03	Ouvert
Tuyau 13	35,5	0,88	0,89	25,28	Ouvert
Tuyau 14	79,9	6,21	1,24	18,05	Ouvert
Tuyau 15	79,9	4,97	0,99	11,94	Ouvert
Tuyau 16	79,9	4,14	0,83	8,52	Ouvert
Tuyau 17	22	0,41	1,09	64,07	Ouvert
Tuyau 18	66,6	2,38	0,68	7,39	Ouvert
Tuyau 19	22	0,38	0,99	54,14	Ouvert
Tuyau 20	35,5	0,9	0,91	26,24	Ouvert
Tuyau 21	222,1	44,77	1,16	4,81	Ouvert
Tuyau 22	44,4	1,8	1,16	31,86	Ouvert
Tuyau 24	28,4	0,68	1,08	46,81	Ouvert
Tuyau 25	97,7	9,7	1,29	15,48	Ouvert
Tuyau 26	35,5	1,19	1,2	43,88	Ouvert
Tuyau 27	97,7	5,63	0,75	5,66	Ouvert
Tuyau 28	35,5	1,3	1,31	51,56	Ouvert
Tuyau 29	35,5	1,1	1,11	37,93	Ouvert
Tuyau 30	177,6	26,24	1,06	5,32	Ouvert
Tuyau 31	35,5	0,88	0,89	25,28	Ouvert
Tuyau 32	177,6	24,28	0,98	4,61	Ouvert

**DIAGNOSTIC ET PROPOSITIONS D'AMELIORATIONS DU RESEAU DE
DISTRIBUTION D'EAU POTABLE DE LA CITE DE RUTSHURU-CENTRE**

Tuyau 33	35,5	1,28	1,29	50,24	Ouvert
Tuyau 34	142,1	21,2	1,34	10,62	Ouvert
Tuyau 35	22	0,41	1,09	64,07	Ouvert
Tuyau 36	142,1	19,85	1,25	9,4	Ouvert
Tuyau 37	35,5	0,94	0,95	28,22	Ouvert
Tuyau 38	124,3	17,48	1,44	14,25	Ouvert
Tuyau 39	44,4	1,35	0,87	18,7	Ouvert
Tuyau 40	142,1	14,47	0,91	5,24	Ouvert
Tuyau 41	44,4	1,15	0,74	13,94	Ouvert
Tuyau 43	66,6	3,6	1,03	15,96	Ouvert
Tuyau 44	35,5	0,99	1	31,31	Ouvert
Tuyau 45	35,5	0,81	0,82	21,59	Ouvert
Tuyau 46	79,9	6,3	1,26	18,53	Ouvert
Tuyau 47	22	0,36	0,95	49,46	Ouvert
Tuyau 48	79,9	5,49	1,09	14,36	Ouvert
Tuyau 49	22	0,32	0,85	40,69	Ouvert
Tuyau 50	66,6	4,63	1,33	25,39	Ouvert
Tuyau 51	22	0,34	0,9	44,98	Ouvert
Tuyau 52	66,6	3,65	1,05	16,41	Ouvert
Tuyau 53	22	0,32	0,85	40,69	Ouvert
Tuyau 54	44,4	1,53	0,99	23,58	Ouvert
Tuyau 55	159,9	26,1	1,3	8,78	Ouvert
Tuyau 56	44,4	1,42	0,92	20,59	Ouvert
Tuyau 57	159,9	21,98	1,09	6,39	Ouvert
Tuyau 58	142,1	20,18	1,27	9,69	Ouvert
Tuyau 60	44,4	1,42	0,92	20,59	Ouvert
Tuyau 61	124,3	14,45	1,19	10,02	Ouvert
Tuyau 62	35,5	0,81	0,82	21,59	Ouvert
Tuyau 63	111	11,43	1,18	11,26	Ouvert
Tuyau 64	35,5	0,99	1	31,31	Ouvert
Tuyau 65	111	8,19	0,85	6,08	Ouvert
Tuyau 66	44,4	1,21	0,78	15,18	Ouvert
Tuyau 67	66,6	4,86	1,4	27,82	Ouvert
Tuyau 68	44,4	1,15	0,74	13,94	Ouvert

DIAGNOSTIC ET PROPOSITIONS D'AMELIORATIONS DU RESEAU DE DISTRIBUTION D'EAU POTABLE DE LA CITE DE RUTSHURU-CENTRE

Tuyau 69	44,4	1,55	1	24,1	Ouvert
Vanne 23	222,1	40,23	1,04	35	Actif
Vanne 42	111	12,06	1,25	17	Actif
Vanne 59	142,1	18,97	1,2	47	Actif

Discussion des résultats :

D'après la norme, il faut que la vitesse dans une conduite de distribution soit comprise entre 0,5 m/s et 1,5 m/s et, en interprétant le tableau ci-dessus la grande vitesse est de 1,44 m/s dans la conduite 38, quant à la petite vitesse dans la conduite 2 d'intensité 0,52m/s.

Ces vitesses sont acceptables car elles n'enfreignent pas la norme des vitesses.

Partant du tableau 3.14, le diamètre nominal d'une conduite donnée est celui qui est légèrement supérieur au diamètre intérieur, trouvé grâce au catalogue des conduites en PEHD PN16 présenté à l'annexe A.

3.6 Elaboration du devis estimatif du nouveau réseau

Après avoir proposé un nouveau réseau de distribution d'eau potable de Rutshuru-centre, le devis estimatif adéquat est illustré par le tableau 3.15.

Tableau 3.15: Devis estimatif du nouveau réseau de distribution

N°	Désignation	Unité	Quantité	P.U HT (USD)	P.T HT (USD)
2 Réservoir de 943m³ chacun					
1	Fouille de deux réservoirs de 943 m ³ utile chacun	m ³	361,72	2,5	904,3
2	Moellon de stabilisation	m ³	132,02	25	3300,5
3	Radier en BA MC350	m ³	82,52	200	16504
4	Parois en BA MC400	m ³	115,78	250	28945
5	Dalle en BA MC350	m ³	66,92	200	13384
6	Daliette de couverture de la trappe de visite	m ³	50,18	150	7527
7	Trappe métallique de 100x100	pce	2	90	180
8	Chambre de vannes et installations des accessoires	ch	2	180	360

DIAGNOSTIC ET PROPOSITIONS D'AMELIORATIONS DU RESEAU DE DISTRIBUTION D'EAU POTABLE DE LA CITE DE RUTSHURU-CENTRE

9	Enduit intérieur	m ²	486,7	7	3406,9
10	Enduit extérieur	m ²	502,4	10	5024
11	Peinture en deux couches	m ²	502,4	5	2512
Conduites en PEHD					
1	Fouille de la tranchée des conduites (principale et secondaire)	ml	20220	2,5	50550
2	Prix et Pose des conduites (principale et secondaire)	ml	20220	60	1213200
3	Prix et Pose de la conduite de vidange	ml	2000	20	40000
4	Installation des ouvrages de régulation (vannes de purges et ventouse)	pce	10	20	200
5	Butées d'encrage	fft	15	150	2250
6	Pose de gaine en AG pour les passages sous-route	fft	16	250	4000
7	Adaptateur des conduites principales	pce	18	100	1800
8	Adaptateur des conduites secondaires	pce	10	10	100
9	Tés des conduites principales	pce	16	130	2080
10	Tés des conduites secondaires	pce	12	8,5	102
				Montant Total HT	1396330
				T.V.A (16%)	223413
				Montant Total T.T.C	1.619.742,4

Dans le cadre de cette étude, une marge de 5% est à prendre en compte pour les imprévus.

3.7 Conclusion partielle

Ce chapitre s'est consacré à exprimer les différentes consommations et présenter les résultats des simulations du réseau de distribution actuel et amélioré de la cité de Rutshuru-centre. Face aux dysfonctionnements du point de vue hydraulique rencontrés dans le réseau existant, des solutions adéquates ont été proposées.

Enfin, un devis estimatif du nouveau réseau de distribution d'eau potable de la cité de Rutshuru-centre a été élaboré avec une marge de 5% afin d'avoir une idée sur le cout du projet.

Conclusion générale

Le présent travail a été réalisé dans le but de faire le diagnostic et proposer les améliorations au réseau actuel de distribution d'eau potable de la cité de Rutshuru-centre.

Les principaux dysfonctionnements techniques et organisationnels vus dans le réseau actuel de Rutshuru-centre sont mentionnés comme suit :

- ✓ Le réservoir est vétuste et suinte mais aussi, la conduite de vidange et vannes à sa sortie présentent des corrosions externes.
- ✓ Dans certaines parties du réseau, les conduites qui étaient sous-sol, sont déterrées et ainsi exposées aux chocs extérieurs.
- ✓ Parmi les techniciens de COMEPO, il y a ceux qui ont des compétences limitées sur terrain et cela fait à ce que certains abonnés soient privés de l'eau potable en cas de fuites. Rappelons que le réseau actuel de distribution d'eau potable de la cité de Rutshuru-centre est ramifié.
- ✓ Le réservoir actuel ayant la capacité de 70 m³ est insatisfaisant aux besoins de la population de Rutshuru-centre et, cela se traduit par des pressions négatives obtenues après la simulation du réseau actuel. Ces pressions négatives signifient qu'il y a une demande excessive par rapport à la capacité du réservoir et/ou au mauvais dimensionnement des conduites.

A ces différentes anomalies, nous avons proposé des solutions ci-dessous :

- Le Comité de Maintenance d'Eau Potable doit organiser des formations pour tous ses techniciens afin qu'ils aient une idée de ce qu'ils font et de ce qui se passe dans le réseau de distribution pour qu'il y ait toujours un climat d'harmonie entre les abonnés et COMEPO.
- Etant donné que le réservoir actuel est vétuste et ne satisfait pas aux consommations de la population, il a été proposé deux nouveaux réservoirs qui seront à mesure de répondre aux besoins de Rutshuru-centre et un nouveau réseau de distribution adéquat et ce, jusqu'en 2045.

DIAGNOSTIC ET PROPOSITIONS D'AMELIORATIONS DU RESEAU DE DISTRIBUTION D'EAU POTABLE DE LA CITE DE RUTSHURU-CENTRE

Le nouveau réseau est alimenté par quatre réservoirs dont deux de 943 m³ chacun et deux de 95 m³ chacun et, comprend 73 nœuds dont 69 de demandes et, 69 tuyaux faits en PEHD. C'est un réseau ramifié vu que la zone d'étude est rurale. C'est un réseau qui satisfait les besoins de la cité de Rutshuru-centre et qui fonctionne sur le plan hydraulique car toutes les pressions sont comprises dans la marge requise après avoir fait recours aux vannes de réduction de pression pour certains nœuds et les vitesses respectent la norme des vitesses.

Après avoir proposé des solutions au réseau de distribution actuel, il a été proposé un devis estimatif qui donne déjà une idée sur le budget à disposer pour améliorer le réseau actuel de distribution d'eau potable de la cité de Rutshuru-centre. Le devis estimatif a révélé un budget d'environ 1.619.742,4 USD.

Ce devis estimatif a été fait tout en se basant sur les prix de Kampala et en se référant aux devis type des expérimentés de Goma en hydraulique, c'est pourquoi une marge de 5% est mentionnée.

Conscient de l'imperfection de toute œuvre humaine, nous prions à nos lecteurs de faire preuve de tolérance à l'égard des lacunes que présentent ce travail. Nous encourageons des futurs chercheurs à compléter ce travail surtout en faisant une étude diagnostique de l'adduction, une analyse de la qualité de l'eau présente dans le réseau d'AEP de Rutshuru-centre et enfin proposer son dimensionnement du point de vue structure.

Bibliographie

- [1] I. M. NGANHOUL NDONFACK, *Etude diagnostique et propositions d'améliorations d'un réseau d'approvisionnement en eau potable dans la localité de Mbenda à YAOUNDE*, 2020: Ecole Nationale Supérieure des Travaux Publics , YAOUNDE.
- [2] K. A. MALUNGA, *Etude en vue d'approvisionnement en eau potable en milieu rural: Application au village de Nzulo, mémoire fin d'études*, Goma: ULPGL, 2023.
- [3] P. D. Professeur, *Maladies liées à l'eau*, Bordeaux: Centre René Labusquière, 2023.
- [4] Mme Benyahia, *Cours AEP*, Institut des techniciens spécialisés en génie rural et en topographie, 2008-2009.
- [5] A. A. SALEH, *Analyse du fonctionnement du réseau d'alimentation en eau potable de la commune d'EL HADJAR, mémoire fin d'études*, Université Badji Mokhtar-ANNABA, 2016.
- [6] Mme Dorbani, *Module de distribution et collecte des eaux urbaines*, Université 08 Mai 1945 de Guelma, 2019-2020.
- [7] G. Cyril , G. Henri et N. Marc, *Module distribution d'eau dans les agglomérations urbaines et rurales*, Ed. Eyrolles, 1974.
- [8] L. Provincial, «Irrigation et AEP à Khenchela : Réalisation de 4 barrages stratégiques,» 12 Juin 2025. [En ligne]. Available: <https://share.google/Ykuhegnj4ysh3NsTj>. [Accès le 15 Janvier 2026].
- [9] T. Mohamed, *Module alimentation en eau potable*, Université internationale de Casablanca, 2006.
- [10] M. Beb, *Module traitement et épuration*, Université 08 Mai 1945 de Guelma.
- [11] Y. Dr ELMEDDAHI, *Polycopié cours alimentation en eau potable*, Université Hassiba Benbouali de Chlef, 2022-2023.
- [12] A. Dupont, *Cours d'hydraulique urbaine*, Tome 2. Paris: Ed. Eyrolles, 1979.

DIAGNOSTIC ET PROPOSITIONS D'AMELIORATIONS DU RESEAU DE DISTRIBUTION D'EAU POTABLE DE LA CITE DE RUTSHURU-CENTRE

- [13] L. AHSENE, *Alimentation en eau potable de la commune de Tizi N'Tleta, mémoire fin d'études*, Université Abderrhman MIRA de Bejaia, 2015.
- [14] R. Eddy, *Réduction des pertes d'eau des réseaux de distribution d'eau potable*, ONEMA, 2014.
- [15] D. S. B. HAMED, *Polycopié de cours hydraulique appliquée les systèmes de distribution en eau potable*, Oran.
- [16] A. Lencastre, *Hydraulique générale*, Ed. Eyrolles, 1995.
- [17] Z. Harrat, *Diagnostic des défauts de dysfonctionnement d'un réseau d'alimentation en eau potable: Cas de la localité Mechtat Ain Zitouna, la ville de Houari Boumedienne W. de Guelma*, Guelma: Université 08 Mai 1945 de Guelma, 2020.
- [18] M. Mahmoud, *Alimentation en eau potable*, Ecole nationale d'Ingénieurs de Tunis, 2002.
- [19] M. M. B., *Alimentation en eau potable de la ville de Chebli (W. BLIDA)*, Tlemcen, 2012-2013.
- [20] M. MOAD, *Alimentation en eau potable*, Rabbat, 2017.
- [21] M. BOULKARIA et S. OULD FELLA, *Diagnostic et réhabilitation du réseau d'alimentation en eau potable dans la commune de Beni Douala, mémoire fin d'études*, Douala: Ecole nationale polytechnique, 2010.
- [22] D. HOUSSAMEDINE et A. M. ELHASSEN, *Dimensionnement de réseau d'AEP par logiciels Arcgis et Epanet de la nouvelle ville de M'SILA*, Université Mohamed Boudiaf-M'sila, 2017-2018.
- [23] PTOTOS, *Manuel pour les adductions villageoises*, 1997.
- [24] K. N. Raymond, *conception et dimensionnement d'un réseau d'approvisionnement en eau potable dans la commune rurale de Budjala, mémoire fin d'études*, Goma: ULPGL.
- [25] F. G. Brière, *Distribution et collecte des eaux*, Québec.

DIAGNOSTIC ET PROPOSITIONS D'AMELIORATIONS DU RESEAU DE DISTRIBUTION D'EAU POTABLE DE LA CITE DE RUTSHURU-CENTRE

- [26] K. K. Magloire, *conception et dimensionnement d'un réseau d'alimentation en eau potable dans la commune rurale de Kyondo en territoire de Beni, mémoire fin d'études*, Goma: ULPGL, 2022-2023.
- [27] H. Nagjette, *Alimentation en eau potable de la nouvelle ville d'Oued Zénati*, Université 08 Mai 1945 de Guelma, Juillet 2019.
- [28] M. T. CHAFAI, *Approche méthodologique pour le diagnostic des réseaux d'eau*, Batna, 2012.
- [29] D. M. Abdeljalil, *Polycopié cours Métré et Etude des Prix*, Oran: Université des Sciences et de la Technologie d'Oran-Mohamed Boudiaf, 2022-2023.
- [30] S. S. Cynthia, *Diagnostic et renforcement du réseau d'alimentation en eau potable du quartier Kasika à Goma, mémoire fin d'études*, Goma: ULPGL, 2023-2024.

DIAGNOSTIC ET PROPOSITIONS D'AMELIORATIONS DU RESEAU DE DISTRIBUTION D'EAU POTABLE DE LA CITE DE RUTSHURU-CENTRE

Annexe A Catalogue des tuyaux PEHD



SDR 21						SDR 17					
		PN 6.3 PE 80		PN 8 PE 100				PN 8 PE 80		PN 10 PE 100	
Ø	ép. mm	Pds kg/m	Force daN	Pds kg/m	Force daN	Ø	ép. mm	Pds kg/m	Force daN	Pds kg/m	Force daN
20	-	-	-	-	-	20	-	-	-	-	-
25	-	-	-	-	-	25	-	-	-	-	-
32	-	-	-	-	-	32	2,0	0,19	147	0,19	184
40	2,0	0,24	186	0,25	232	40	2,4	0,29	232	0,29	289
50	2,4	0,37	293	0,37	366	50	3,0	0,45	362	0,45	452
63	3,0	0,57	462	0,58	577	63	3,8	0,72	577	0,72	721
75	3,6	0,82	659	0,83	824	75	4,5	1,01	813	1,02	1016
90	4,3	1,18	945	1,18	1181	90	5,4	1,45	1171	1,46	1464
110	5,3	1,77	1422	1,78	1778	110	6,6	2,16	1749	2,17	2186
125	6,0	2,26	1830	2,27	2287	125	7,4	2,76	2230	2,77	2787
140	6,7	2,83	2289	2,84	2861	140	8,3	3,46	2801	3,48	3501
160	7,7	3,71	3005	3,73	3756	160	9,5	4,52	3663	4,54	4579
180	8,6	4,66	3777	4,69	4721	180	10,7	5,71	4642	5,74	5802
200	9,6	5,78	4683	5,81	5854	200	11,9	7,05	5735	7,09	7169
225	10,8	7,30	5927	7,34	7409	225	13,4	8,94	7265	8,99	9081
250	11,9	8,93	7260	8,98	9074	250	14,8	10,96	8919	11,02	11148
280	13,4	11,27	9153	11,33	11441	280	16,6	13,77	11202	13,84	14003
315	15,0	14,17	11529	14,24	14411	315	18,7	17,44	14196	17,53	17745
355	16,9	17,99	14639	18,08	18299	355	21,1	22,19	18050	22,31	22563
400	19,1	22,94	18639	23,06	23299	400	23,7	28,05	22649	28,19	28561
450	21,5	29,01	23603	29,16	29504	450	26,7	35,53	28956	35,72	36195
500	23,9	35,79	29152	35,98	36440	500	29,7	43,90	35786	44,13	44732
560	26,7	44,80	34480	45,03	45600	560	33,2	55,00	44808	55,29	56010
630	30,0	56,59	-	56,88	-	630	37,4	69,66	-	70,02	-
710	33,9	72,05	-	72,43	-	710	42,1	88,39	-	88,85	-
800	38,1	91,33	-	91,81	-	800	47,4	112,08	-	112,66	-
900	42,9	115,56	-	116,16	-	900	53,3	141,77	-	142,52	-
1000	47,7	142,77	-	143,51	-	1000	59,3	175,22	-	176,14	-
1100	52,4	172,55	-	173,46	-	1100	-	-	-	213,02	-
1200	57,2	205,49	-	206,56	-	1200	-	-	-	-	-

SDR 9						SDR 7,4					
		PN 16 PE 80		PN 20 PE 100				PN 20 PE 80		PN 25 PE 100	
Ø	ép. mm	Pds kg/m	Force daN	Pds kg/m	Force daN	Ø	ép. mm	Pds kg/m	Force daN	Pds kg/m	Force daN
20	2,3	0,13	105	0,13	131	20	3,0	0,16	124	0,16	155
25	3,0	0,21	160	0,21	200	25	3,5	0,24	193	0,24	241
32	3,6	0,32	262	0,33	328	32	4,4	0,38	312	0,39	389
40	4,5	0,51	410	0,51	512	40	5,5	0,60	487	0,60	608
50	5,6	0,79	638	0,79	797	50	6,9	0,93	762	0,94	953
63	7,1	1,25	1017	1,26	1272	63	8,6	1,47	1199	1,48	1499
75	8,4	1,76	1434	1,77	1792	75	10,3	2,09	1708	2,11	2135
90	10,1	2,54	2068	2,56	2585	90	12,3	3,00	2449	3,02	3061
110	12,3	3,78	3079	3,80	3849	110	15,1	4,50	3672	4,52	4590
125	14,0	4,87	3982	4,90	4977	125	17,1	5,79	4728	5,82	5909
140	15,7	6,12	5000	6,16	6250	140	19,2	7,27	5943	7,31	7428
160	17,9	7,97	6517	8,02	8146	160	21,9	9,46	7749	9,51	9686
180	20,1	10,09	8235	10,14	10293	180	24,6	11,96	9794	12,02	12243
200	22,4	12,48	10193	12,54	12741	200	27,4	14,80	12117	14,88	15146
225	25,2	15,79	12900	15,87	16125	225	30,8	18,70	15234	18,80	19155
250	27,9	19,41	15876	19,51	19845	250	34,2	23,09	18909	23,21	23636
280	31,3	24,40	19944	24,52	24929	280	38,3	28,95	23717	29,10	29646
315	35,2	30,86	25233	31,03	31541	315	43,1	36,65	30024	36,84	37530
355	39,7	39,20	32069	39,40	40087	355	48,5	46,47	39085	46,71	47606
400	44,7	49,72	40689	49,99	50861	400	54,7	59,02	48390	59,33	60488
450	50,3	62,96	51508	63,29	64385	450	61,5	74,67	61213	75,06	76516
500	55,8	77,58	63502	77,99	79377	500	-	-	-	-	-
560	-	-	-	-	-	560	-	-	-	-	-
630	-	-	-	-	-	630	-	-	-	-	-
710	-	-	-	-	-	710	-	-	-	-	-
800	-	-	-	-	-	800	-	-	-	-	-
900	-	-	-	-	-	900	-	-	-	-	-
1000	-	-	-	-	-	1000	-	-	-	-	-
1100	-	-	-	-	-	1100	-	-	-	-	-
1200	-	-	-	-	-	1200	-	-	-	-	-

Force daN : force de tirage maximum à la traction lors de la pose à 20°C

07