



## **Etude d'avant-projet sommaire pour le renforcement et l'extension du système d'alimentation en eau potable (AEP) de la ville de Koulikoro-Mali**

MEMOIRE POUR L'OBTENTION DU DIPLOME D'INGENIEUR 2iE AVEC GRADE DE  
**MASTER**  
**SPECIALITE EAU ET ASSAINISSEMENT**

-----  
Présenté et soutenu publiquement le [16/01/2020] par

**Djibril Dit Babou DIONI (20140962)**

Encadrant 2iE : Moussa Diagne FAYE Assistant de l'Enseignement et de la Recherche à 2iE

Maître de stage : Amadou DIARRA, Ingénieur Hydraulicien Gérant a MIDEV et Consultant à  
BETICO

Jury d'évaluation du stage :

Président : Dr Angelbert Chabi BIAOU

Membres et correcteurs : M. Ousmane Roland YONABA

**Promotion**  
**[2018/2019]**

Etude d'Avant-Projet Sommaire pour le renforcement et l'extension du système d'alimentation en eau potable (AEP) de la ville de Koulikoro en république du Mali.

## **DEDICACES**

*Je dédie ce travail à toute ma famille*

## **REMERCIEMENTS**

Mes sincères remerciements vont à l'endroit de :

- l'Institut International d'Ingénierie de l'Eau et de l'Environnement (2iE)
- M. Moussa Diagne FAYE Assistant de l'Enseignement et de la Recherche à l'Institut International d'Ingénierie de l'Eau et de l'Environnement ;
- Monsieur Mahamane TOURE Directeur Général du Bureau d'Etudes d'Ingénieurs-Conseils (BETICO) de m'avoir donnée l'opportunité d'effectuer mon stage au sein de son entreprise, et à tout le personnel de BETICO et ceux de MIDEV ;
- Monsieur Amadou DIARRA, Ingénieur Hydraulicien Consultant à BETICO-MALI ;
- Aux bailleurs de fonds BAD et du Royaume de Danemark à travers le PADS-PROSEA,
- Tout le corps professoral de 2iE en particulier ceux qui ont contribué à notre formation.
- Enfin, une fois de plus je remercie mes parents, frères et sœurs pour leur infatigable soutien moral et financier.

## **RESUME**

Dans le cadre du renforcement de la production et la distribution d'eau ainsi que l'amélioration de la qualité et de niveau de service dans ces villes secondaires tels que (SAN, KOULIKORO, MOPTI, SEGOU, BANDIAGARA), il a été initié « le projet d'alimentation en eau potable de la ville de Koulikoro au Mali ». Notre mémoire présente les études de renforcement et l'extension du système d'alimentation en eau potable (AEP) de la ville de Koulikoro en république du Mali. La population à desservir a été estimée à 81 434 habitants à l'horizon 2030 et leur besoin de pointe journalier en eau s'est élevé à un peu plus de 859,10 m<sup>3</sup>/j à raison de refouler 90% dont 65% en branchement particulier et 25% en borne fontaine.

Notre étude est répartie comme suit : une étude hydraulique qui concerne le dimensionnement du réseau de refoulement ; une estimation du volume nécessaire pour le stockage, et le dimensionnement des nouvelles zones de distribution. Le réseau de refoulement est composé d'une canalisation en PEHD DN280/229,2 sur 11 845,43 ml sortant de la nouvelle station de pompage de Kayo avec un débit 102 m<sup>3</sup>/h, elle dessert le nouveau réservoir sur tour de 500 m<sup>3</sup> implanté dans l'enceinte du forage F5 à la côte TN 354 m. Ce réservoir permettra d'alimenter les abonnés hauts de la zone haute de la ville de Koulikoro, ainsi que les zones d'extension, dont les côtes son comprises entre 335 et 360 m, qui s'étend du lycée à l'Ouest de la ville en direction Sud-Ouest vers l'extension du quartier Bakaribougou. La conduite de distribution sont répartie entre les DN 20-DN280.

Le coût du projet a été évalué à 8 722 017 562 FCFA (Huit milliard sept-cent-vingt-deux-million-dix-sept-milles-cinq-cent-soixante-deux) FCFA. En tenant compte de la rentabilité, le prix de l'eau sera fixé à 400 FCFA le mètre cube soit 10 FCFA le bidon de 25 litres et 80 FCFA le fût de 200 litres.

Mots clés : Mali, Koulikoro, Eau potable, Renforcement, Extension

## **ABSTRACT**

In concern of the reinforcement of the production and distribution of water as well as the improvement of the quality and the service level into his secondary cities such as (SAN, KOULIKORO, MOPTI, SEGOU and BANDIAGARA), It has been initiated << The project of drinking water supply for the city of Koulikoro in Mali >>. This project will come out with the studies of reinforcement and extension of drinking water system for the citie of Koulikoro in Malian republic. The connecting population has been valued to 81 434 inhabitants in the horizon of 2030 and their daily peak need in water rose to a little over 859,10 m<sup>3</sup>/d in order to pump up 90%, such as 65% in particular connection and the 25% in fountain.

In this study we will be talking about : the hydaulic concerning of the dimensioning of the network of the station of pumping, an estimation of the necessary volume for the storage, and the dimensioning of the new distribution extension. The discharge network consists of a 11 845,43 ml DN280/229,2 PEHD leaving the new pumping station of Kayo with a flow rate of 102 m<sup>3</sup>/h, serving the new 500 m<sup>3</sup> tower tank installed in the drilling chamber 5 at TN coast 354 m. This tank will supply the upper subscribers of the upper part of Koulikoro city, as well as the extension zones, whose coasts are between 335 and 360 m, which extends from the high school to the west of Koulikoro city towards Southwest towards the extension of the neighbourhood of Bakaribougou. The distribution network is expand between the DN 20 - DN 280 mm.

The cost of the project has been estimated at FCFA 8 722 017 562 (Eighth –billion-seven-hundred-twenty-two-million-senteen-thoushand-five-hundred-sixty-two) FCFA. In the term of rentability the price of the meter cube will be FCFA 400 whether FCFA 10 for the water bottle of 25 liter and FCFA 80 for the barrel of 200 liter.

Keywords : Mali, Koulikoro, Driking water, Enhancement, Extension

## **LISTE DES ABREVIATIONS**

2iE :	Institut international d'ingénierie de l'eau et de l'environnement
AEP :	Alimentation en Eau Potable
APS :	Avant-Projet Sommaire
BETICO :	Bureau d'Etudes Techniques d'Ingénieries et de Conseils
BF :	Borne Fontaine
BP :	Branchement Particulier
CTN :	Côte Terrain Naturel
CR :	Côte radié
CPHE :	Côte Plus Hautes Eaux
DE160 PEHD :	Conduite en polyéthylène de vinyle de diamètre extérieure 160 mm
DE315PE :	Conduite en polyéthylène de diamètre extérieure 315 mm
DN :	Diamètre nominal
EDM :	Energie du Mali
FCFA :	Franc des Colonies Françaises d'Afrique
FD :	Fonte Ductile
GEP :	Groupe Électropompe
GEP :	Groupe Électropompe
INSTAT :	Institut National de la Statistique
RGPH 2009 :	Recensement Général de la Population et de l'Habitat de 2009
PVC :	Polychlorure de vinyle
PE/PEHD :	Polyéthylène
PDESC :	Programme de Développement Economique, Social et Culturel (2018 -2022) de la commune urbaine de Koulikoro – Juillet 2017
RST_1 :	Réservoir sur tour de capacité 500 m <sup>3</sup>
SOMAPEP :	Société Malienne de Patrimoine de l'Eau Potable
SOMAGEP :	Société Malienne de Gestion de l'Eau Potable
SDAU :	Schéma Directeur d'Aménagement et d'Urbanisme
TAAM :	Taux d'Accroissement Annuel Moyen
VRD :	Voirie et réseau divers

<b>SOMMAIRE</b>	
<b>DEDICACES</b> .....	ii
<b>REMERCIEMENTS</b> .....	iii
<b>RESUME</b> .....	iv
<b>ABSTRACT</b> .....	v
<b>SOMMAIRE</b> .....	vii
<b>LISTE DES FIGURES</b> .....	x
<b>I. INTRODUCTION</b> .....	1
<b>II.PRESENTATION DE LA STRUCTURE D'ACCUEIL ET DE LA ZONE D'ETUDE</b>	4
<b>III. PRESENTATION DU PROJET</b> .....	10
<b>IV. METHODOLOGIE DE CONCEPTION</b> .....	12
<b>V. RESULTATS</b> .....	19
<b>VI. ESTIMATION DES COUTS</b> .....	54
<b>VII. NOTICE D'IMPACT ENVIRONNEMENTAL ET SOCIAL</b> .....	57
<b>VIII. CONCLUSIONS</b> .....	58
<b>IX. RECOMMANDATIONS</b> .....	58
<b>X. BIBLIOGRAPHIE</b> .....	60
<b>XI. ANNEXES</b> .....	61

## LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Evolution du rendement du réseau de Koulikoro, source SOMAGEP SA .....	11
Tableau 2 : Répartition de la population par sexe et par quartier .....	13
Tableau 3: Evaluation du taux de dessert .....	14
Tableau 4 : Evaluation future 2018-2030 de la desserte en eau de consommation .....	14
Tableau 5 : les formules déterminantes les besoins en eau à l'échéance du projet.....	15
Tableau 6 : Formule de calcul du diamètre de refoulement .....	17
Tableau 7: Paramètre de dimensionnement .....	18
Tableau 8 : Population de la ville à l'horizon du projet .....	19
Tableau 9 : Coefficients hydrauliques de consommation et du réseau .....	20
Tableau 10 : Evolution de la consommation en eau par type d'usager.....	20
Tableau 11 : Evaluation des besoins et débits de dimensionnement des installations .....	21
Tableau 12 : Dimensionnement des débits d'adduction .....	21
Tableau 13 : Détermination de la hauteur manométrique .....	22
Tableau 14 : Dimensionnement des diamètres de refoulement .....	22
Tableau 15 : Choix de la pompe.....	23
Tableau 16 : Caractéristique de la pompe.....	23
Tableau 17 : Calcul du débit .....	25
Tableau 18 : Détermination de la hauteur manométrique .....	25
Tableau 19 : Choix de conduite DE 315/257,8 PN16 .....	26
Tableau 20 : Choix de la pompe NK 65-250/270 A2F2AE-SBQQE 2955 tr/min.....	26
Tableau 21 : Caractéristique de la pompe.....	26
Tableau 22 : Détermination de la variation de charge dans les conduites .....	30
Tableau 23: Calcul des paramètres.....	30
Tableau 24 : Caractéristiques de la station de pompage projetée .....	31
Tableau 25 : Frais d'investissement de conduite DE 560 de la station au réservoir sur tour ...	32
Tableau 26 : Consommation en kWh et le coût de l'exploitation annuel.....	32
Tableau 27 : Frais d'investissement total .....	32
Tableau 28: Quelque valeur pratique de capacité de réservoir (Centres d'AEP) .....	33
Tableau 29: Capacité du réservoir nécessaire à l'échéance du projet.....	33
Tableau 30 : Récapitulatif des conduites de distribution projetées . <b>Erreur ! Signet non défini.</b>	

Tableau 31: Comparaison des différents ouvrages de prise .....	40
Tableau 32 : Résultat de l'analyse physico-chimique et bactériologique des eaux brutes .....	41
Tableau 33 : Norme des eaux fixé par l'OMS .....	42
Tableau 34: Longueur de la conduite en fonction du diamètre.....	51
Tableau 35: Amortissement des équipements.....	55
Tableau 36: Prix de revient et prix de vente de l'eau.....	56
Tableau 37: Programme de suivi environnemental.....	65
Tableau 38: Zones d'extension du plateau I.....	66
Tableau 39 : Zones d'extension du plateau II.....	67
Tableau 40: Zone d'extension kolebougou .....	67
Tableau 41 : Prix unitaires des conduites .....	72
Tableau 42: Devis quantitatif et estimatif.....	72
Tableau 43 : Etat des nœuds du réseau de refoulement.....	81
Tableau 44 : Etat des arcs du réseau de refoulement.....	82
Tableau 45 : Etat des nœuds du réseau de distribution.....	83
Tableau 46 : Etats des arcs des réseaux de distribution.....	86
Tableau 47 : Diamètres des canalisations PEHD projetées .....	90

## **LISTE DES FIGURES**

<i>Figure 1 : Carte de localisation de la Commune Urbaine de Koulikoro</i> .....	5
Figure 3 : Schéma synoptique du système existant .....	11
Figure 4 : Point de fonctionnement de la pompe .....	24
Figure 5: Courbe caractéristique de la pompe .....	24
Figure 6 : Point de fonctionnement de la pompe .....	27
Figure 7 : Réservoir sur tour projeté.....	35
Figure 8: Site d'implantation de la station de traitement Kayo .....	39
Figure 9 : schéma du système de traitement .....	45
Figure 11 : Modèle hydraulique du réseau .....	48
Figure 14 : Tracé du réseau de refoulement.....	51

Fiche technique du projet

<b>Localisation</b>		
Commune	Urbain	
Ville	Koulikoro	
Région/Pays	Koulikoro/Mali	
Désignations	Unités	Caractéristiques
<b>Ouvrage de stockage</b>		
Volume utile	[m <sup>3</sup> ]	500
H	[m]	20
Hu	[m]	6
PHE	[m]	381
PBE	[m]	375
<b>Station de pompage</b>		
Débit de pompage	[m <sup>3</sup> /h]	107
Hauteur manométrique totale	[m]	12,36
Cote d'aspiration	[m]	298
Puissance du moteur	[kW]	55,5
<b>Réseau de refoulement</b>		
Diamètre (PEHD)	[mm]	280
Longueur	[km]	11,17
<b>Réseau de distribution</b>		
Diamètre	[mm]	20 et 280
Longueur	[km]	33
<b>Station de traitement</b>		
Surface	[ha]	1,5
Diamètre	[mm]	280
Débit de pompage	[m <sup>3</sup> /h]	103,4
Hauteur manométrique totale	[m]	103,5
Perte lié au traitement		5%
Temps de fonctionnement	[h]	8
Réservoir eau traitée	[m <sup>3</sup> ]	1000
<b>Coût des travaux</b>	FCFA	8 722 017 562

## I. INTRODUCTION

Le Mali comme la plupart des pays africains est confronté depuis quelques années à des problèmes d'approvisionnement en eau potable de ses populations plus particulièrement celles de la ville de Koulikoro. La commune urbaine de Koulikoro connaît une urbanisation intense et une croissance démographique importante, par contre le développement des infrastructures en général et celles relatives à l'Adduction d'Eau Potable (AEP) ne suit pas le même rythme.

La ville de Koulikoro est alimentée actuellement à partir de deux sources d'eau principales à savoir La station de traitement d'eau du fleuve Niger de capacité 2 400 m<sup>3</sup>/j (soit 120 m<sup>3</sup>/h), et cinq (05) forages en nappe souterraine. En effet, la production (estimée à 1.546.895 m<sup>3</sup>/j en 2015) soit une moyenne d'un peu plus que 4200 m<sup>3</sup>/j. Le réseau de distribution d'environ 70 km tout diamètre confondu, fournit de l'eau à 3 906 abonnés domestiques et non domestiques (2018), ceux-ci ont consommé 1 259 800 m<sup>3</sup> en 2018. Un besoin estimé à 35l/j/habitant en branchement particulier et 10,9l/habitant en borne fontaine 2018 (l'année de référence).

Les contraintes majeures de l'actuel système d'approvisionnement en eau potable sont aussi bien l'insuffisance de la capacité de production et la non ou faible desserte des nouveaux quartiers et lotissements par le réseau de distribution. Les nouveaux quartiers et lotissements étant pour la plupart situés en hauteur par rapport à l'ancienne ville, les abonnés y sont confrontés à un manque de pression, voire des coupures pendant une bonne partie de la journée. Actuellement, environ 90% des ménages de Koulikoro utilisent de l'eau du réseau, 65% par des branchements privés et 25% par des bornes fontaines, notamment dans les nouveaux quartiers. Ce taux de 90% est relativement élevé par rapport aux autres villes du Mali : il est à noter que dans l'ancienne ville peu de concessions disposent d'un puits (particulièrement au niveau du centre-ville). Le reste de la population (soit environ 10%) s'approvisionnent des eaux de surface, qui sont essentiellement constituées par le fleuve Niger.

L'approvisionnement en eau potable de la ville de Koulikoro est assuré par la (SOMAGEP SA) à travers un contrat d'affermage avec la (SOMAPEP SA). Le périmètre concédé comprend la commune urbaine de Koulikoro qui est répartie sur 11 quartiers (Katibougou, Kayo, Kalebougou, Bakaribougou, Koulikoro Ba1, Koulikoro Ba2, Koulikoro Centre, Plateau1, Plateau2, Plateau3, Souban).

Le présent mémoire concerne l'étude d'avant-projet sommaire du renforcement et l'extension du système d'alimentation en eau potable de la ville de Koulikoro par la réalisation de nouvel réseau de distribution, d'ouvrage de stockage et d'une nouvelle station de traitement.

## **1.1. Contexte**

Dans une ville caractérisée par une croissance démographique importante, la problématique de l'alimentation en eau potable constitue un défi majeur à relever. Notre projet constituera à fournir des systèmes d'alimentation durable pour la Commune Urbaine de Koulikoro.

La Commune Urbaine de Koulikoro est une des plus anciennes villes du Mali, elle est étalée sur la rive gauche du fleuve Niger, à 60 km en aval de Bamako, dans une vallée encaissée et étroite.

L'approvisionnement en eau potable de la ville de Koulikoro est assuré par la Société Malienne de Gestion de l'Eau Potable (SOMAGEP SA) à travers un contrat d'affermage avec la Société Malienne de Patrimoine de l'Eau Potable (SOMAPEP SA).

Les ouvrages existant dans la ville sont regroupés : la station de traitement d'eau du fleuve, le château d'eau et le réseau de distribution qui n'ont pas connu des extensions majeures depuis. Trois (3) forages situés au nord-est de la ville fournissent depuis 2003 un apport. La production totale était de 1.546.895 m<sup>3</sup> en 2015, soit une moyenne d'un peu plus que 4200 m<sup>3</sup>/j. Le réseau de distribution d'environ 70 km tout diamètre confondu, fournit de l'eau à 3517 abonnés domestiques et non domestiques (2015), ceux-ci ont consommé 1.152.838 m<sup>3</sup> en 2015.

Afin d'assurer un meilleur accès à l'eau potable, des investissements considérables seront à court terme nécessaires pour le renforcement de la capacité de production et pour l'extension du réseau de distribution.

La Commune a effectué une étude en 2017 qui a fourni un schéma directeur pour l'approvisionnement en eau potable de la ville de Koulikoro. Ce document s'appuie sur le diagnostic des installations existantes, les projections de la demande en eau, les possibilités de mobilisation des ressources en eau.

Le projet présent a été élaboré pour l'horizon 2030 et propose également des actions pour pallier aux besoins à court terme (2020) qui s'inscriront dans la planification des actions à l'horizon 2030 en évitant ainsi que des simples actions d'urgences.

Notre étude entre dans le cadre du projet d'études techniques des travaux de renforcement et d'extension des systèmes d'AEP de la commune urbain de Koulikoro.

## **1.2. Objectifs**

### **1.2.1. Objectif Général**

Le projet de renforcement et d'extension du système d'Alimentation en Eau Potable de la ville de Koulikoro, consiste à améliorer les conditions de vie des populations, par un accès facile à

l'eau potable.

### **1.2.2. Objectifs spécifiques de l'étude**

Les objectifs spécifiques visés dans la présente étude sont :

- faire un diagnostic des systèmes existants ;
- concevoir et dimensionner le système d'AEP ;
- estimer le coût du projet.

## II. PRESENTATION DE LA STRUCTURE D'ACCUEIL ET DE LA ZONE D'ETUDE

### 2.1. Présentation de BETICO

BETICO-Mali est une société de droit malien créée en septembre 1994 en tant que société d'Ingénieurs-Conseils indépendante. Ses activités englobent tous les secteurs de développement des zones rurales et urbaines. BETICO-Mali intervient essentiellement au Mali et dans les pays de la sous-région. Le siège de BETICO-Mali est à Baco-djicoroni Sud (Golfe), BP : E2384, Tél : 20.28.75.21, e-mail : [betico@betico.net](mailto:betico@betico.net).

Domaines d'activités	Prestations
✓ Gestion intégrée des ressources en eau	✓ Faisabilité technico-économique
✓ Irrigation et aménagements hydro-agricoles	✓ Avant-projet sommaire et détaillé (APS-APD)
✓ Eau potable et assainissement	✓ Elaboration dossiers d'appel d'offres
✓ Infrastructures de transport	✓ Assistance à l'analyse des offres
✓ Développement rural, social et sécurité alimentaire	✓ Contrôle et surveillance des travaux
✓ Protection de l'environnement et lutte contre les pollutions	✓ Maîtrise d'ouvrage délégué ✓ Formation

Depuis sa création, BETICO-Mali apporte son concours à l'élaboration et à la réalisation de projets d'infrastructures et de programmes d'aménagement et de développement en Afrique subsaharienne.

BETICO-Mali dispose de toutes les compétences pour offrir des services complets d'ingénierie et d'appui au développement. De la conception jusqu'à la phase opérationnelle des projets, les prestations de BETICO-Mali couvrent toute la gamme de l'ingénierie : Les études d'identification, de faisabilité et les études détaillées, l'élaboration des documents d'appel d'offres, la direction et le suivi des travaux, les études économiques et réglementaires, le **project management** et l'assistance à la maîtrise d'ouvrage.

Grâce à son sens de l'innovation et sa capacité à proposer des solutions performantes, BETICO-Mali se situe à la pointe du métier d'Ingénieurs-conseils en Afrique subsaharienne. Doté d'équipements et de matériels de dernière génération, il est prêt à relever les tous les grands défis technologiques. La société et ses experts entretiennent d'étroites relations avec plusieurs grandes écoles d'ingénieurs et universités (E.N.I de Bamako, 2iE de Ouagadougou, E.N.P.C de

Paris, etc.) dans le cadre de l'encadrement des élèves ingénieurs.

## 2.2. Présentation de la zone d'étude

### 2.2.1. Localisation :

La Commune Urbaine de Koulikoro est située à environ 60 Kilomètres à l'Est de Bamako. Elle s'étend sur 14 kilomètres le long du fleuve Niger, coincée en majeure partie entre celui-ci et les collines rocheuses du mont Mandingue. La ville de Koulikoro est à la croisée des voies : ferroviaires, routières et fluviales. Selon les résultats du dernier RGPH de 2009, la Commune Urbaine de Koulikoro compte 41 602 habitants. Cette population est répartie entre 11 quartiers officiels : Koulikoro I, Koulikoro-Gare, Plateau I, Plateau II, Plateau III, Souban, Kayo, Kolébougou, Bakarybougou.

Elle couvre une superficie de 2135 ha et est limitée :

- au Nord par les villages de Tanabougou et Tiétiguila (Commune Rurale de Méguétan) ;
- au Sud par le fleuve Niger ;
- à l'EST par le village de Shô (Commune Rurale de Méguétan) ;
- à l'Ouest par les villages de Massala et Djindjila (Commune Rurale de Méguétan)

Sa localisation est illustrée par la figure 1 :

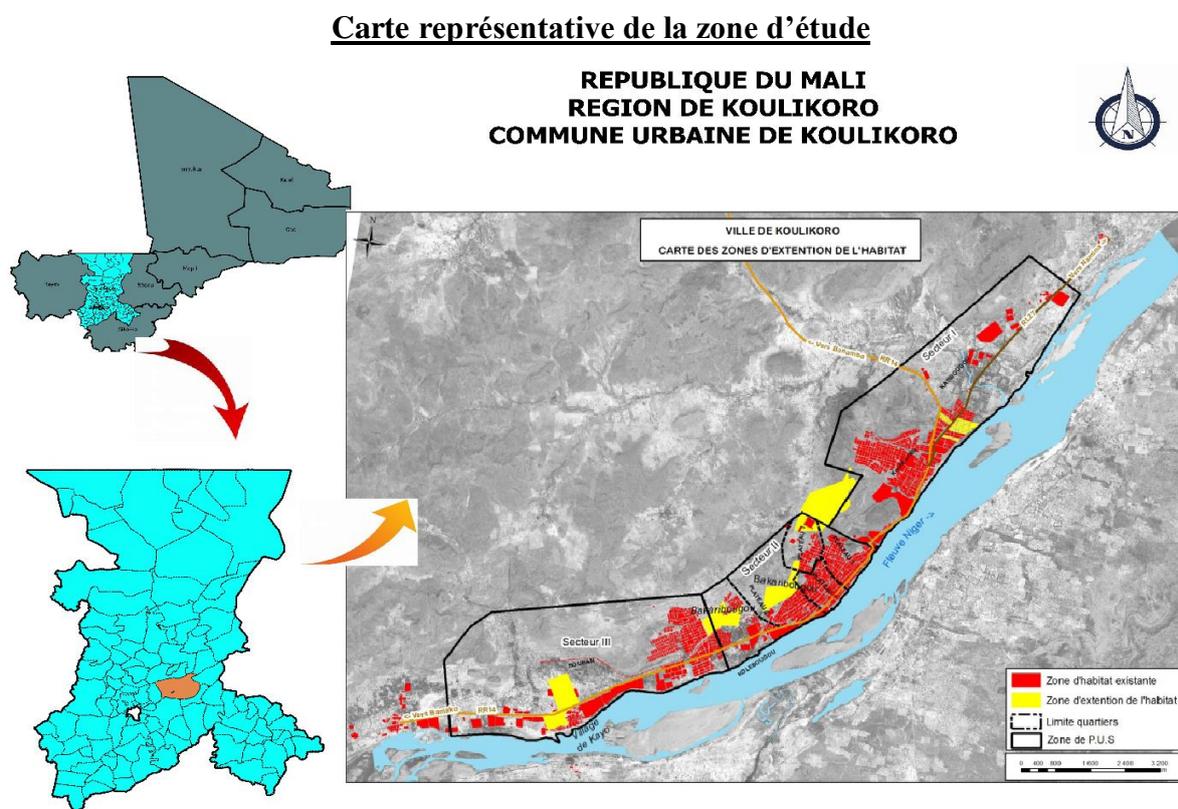


Figure 1 : Carte de localisation de la Commune Urbaine de Koulikoro

### **2.3. Milieu physique**

- **Sol et Végétation:**

Le sol est essentiellement gréseux sur le plateau. Le piedmont et les dépressions sont recouverts soit de latérites, soit de sable résultant de l'érosion et des alluvionnements du fleuve.

Cette couverture sablonneuse ou latéritique constitue le sol qui est un peu épais au niveau de la ville de Koulikoro. C'est ce qui explique, la présence d'une couverture végétale dans plusieurs endroits de la plaine de Koulikoro.

Par contre, sur le plateau le sol est mince. La végétation se limite ainsi à quelques graminées qui disparaissent rapidement après les périodes pluvieuses de l'année. L'érosion très marquée, crée des ravins sur les pentes et met à nu les racines de quelques arbres du plateau et des escarpements.

- **Topographie du site-relief :**

Le relief de la ville de Koulikoro est constitué essentiellement de deux ensembles : la plaine ou le piedmont qui longe le fleuve et le plateau qui couvre le reste de la zone du projet.

La ville de Koulikoro est dominée par les falaises des Monts Mandings, les altitudes y varient de 290 à 350 m. La ville est située sur la rive gauche du fleuve Niger, elle s'étend sur :

- Un piedmont coincé entre le fleuve et le plateau,
- Le plateau,
- Les escarpements rocheux et les dépressions.

Toutes ces formations qui constituent le relief dominant de Koulikoro sont un prolongement du plateau manding.

- **Climat :**

Le climat est du type soudanien qui se caractérise par l'alternance d'une saison sèche (novembre à mai) et celle d'une saison pluvieuse (fin mai à octobre). Les températures les plus hautes (40°C) s'observent entre mars et juin et les plus basses (15°C) entre décembre et février.

- **Hydrographie :**

Le fleuve Niger limite la ville de Koulikoro du côté Est, son régime est irrégulier. Pendant la période pluvieuse de l'année lorsque la pluviométrie est abondante, il sort parfois de son lit provoquant des inondations. Par contre, pendant la période sèche de l'année, il se réduit à sa plus petite dimension.

Les périodes d'étiage se situent entre les mois de février, mars, avril et mai, et les périodes des hautes eaux en septembre et octobre.

Les autres cours d'eaux sont essentiellement des marigots qui drainent les eaux pluviales provenant du plateau vers le fleuve.

Le fleuve Niger offre des ressources en eau considérables pour la région et permet la recharge des nappes phréatiques et profondes dans la zone. Toutefois, il présente un risque potentiel d'inondation qui pourrait se manifester lors des crues exceptionnelles.

- **Géologie :**

Les formations du socle de la ville de Koulikoro sont représentées par les grès de l'infra cambrien tabulaire, blanchâtre à grisâtre. Ils sont en formations tabulaires sus-jacents à des plus fins.

Le groupe de Sourou-koto ; argilites silteuses micacées à lits de silt-stones et à bancs, intercalées dans les

- Grès fins à moyens feldspathiques et glauconieux ; grès quartzites blanchâtres ou violacés à scolytes Néoprotérozoïque ;
- Grès quartzites fins à moyens, mauves, localement glauconieux, parfois micacés, en bancs à stratifications obliques, surmontés d'argilites silteuses et de siltites argileuses violacées à gris-vert avec passées de grès fins à moyens glauconieux ;
- Grès moyens à fins, iso-granulaires, feldspathiques ; alternance grésopelitique à lits de jaspe et de calcaire à stromatolithes ; Alluvions récentes à couverture sédimentaire ;
- Grès hétérogènes avec conglomérats à galets de jaspe à la base.

La couverture sédimentaire est représentée par des Alluvions récentes, des proluvions et des colluvions. Ces formations situées entre 8m et 20 mètres peuvent être de très bons aquifères avec des débits allant de 1 m<sup>3</sup>/h à 6 m<sup>3</sup>/h. Les eaux de cette nappe sont sujettes à la pollution donc impropre à la consommation humaine.

- **Hydrogéologie :**

La couverture sédimentaire de la zone de Koulikoro se caractérise par l'existence d'Alluvions récentes, de proluvions, et de colluvions. Ces formations situées entre 0 m dans les zones où affleurent les grès à 8m et 20 mètres dans les bafonds sont de très bons aquifères avec des débits allant de 1 m<sup>3</sup>/h à 6 m<sup>3</sup>/h. Les eaux de cette nappe sont sujettes à la pollution donc impropre à la consommation humaine. Les eaux utilisées dans l'alimentation en eau des populations sont

contenues dans les Grès de qui sont hétérogènes et les horizons aquifères sont contenus dans les passages de conglomérats à galets de jaspe à la base Néoprotérozoïque. Ils constituent aussi de très bons aquifères surtout quand ces horizons sont situés au-dessus des grès plus fins qui servent d'écran imperméable (non concordance de faciès). Les profondeurs d'eau contenues dans cette frange sont comprises entre 40 et 70 mètres. La qualité de l'eau est bonne sur le plan physico-chimique et bactériologique, donc propre à la consommation humaine

- **Aspects socio-économiques :**

Plusieurs activités socio-économiques se font dans la Commune Urbaine de Koulikoro. L'économie rurale de la commune repose en grande partie sur les activités du secteur primaire l'agriculture, l'élevage, la pêche, et l'exploitation du sable et du gravier.

Le secteur secondaire occupe une place importante dans le développement socioéconomique compte tenu de son impact en termes de création d'emplois et de sa contribution aux ressources publiques locales (impôts et taxes). Elle regroupe tous les corps de métiers (Menuiserie bois et métallique, soudeurs, tailleurs brodeurs, ...). L'épanouissement du commerce est moindre à cause de la proximité de Bamako, les gens préfèrent souvent aller acheter à Bamako des marchandises qui se trouvent à Koulikoro au même prix.

La commune possède des infrastructures de communication et de transport, de santé, et d'éducation qui est représenté du préscolaire jusqu'à l'enseignement supérieur. Elle abrite tous les services administratifs et techniques déconcentrés de l'Etat. Elle est le siège de projets et de structures de prestation de service (ONG, Bureaux d'études, Cabinets divers, GIE, Associations, etc.). Elle abrite aussi l'Ecole Militaire Inter Arme et l'IPR IFRA.

- ❖ **Alimentation en eau**

- **eaux de Surface** : La région de Koulikoro dispose d'un important réseau hydrographique. Ce sont : le fleuve le Niger avec un parcours de 250 kilomètres dans la région pour un volume annuel estimé entre 1952 -1999 à 40,4 milliards de m<sup>3</sup> ; le Baoulé sur 120 kilomètres, le Bagoé, le Baninfining, le Sankarani et le Bani avec respectivement 90, 70, 40 et 20 kilomètres de parcours. La région dispose également de mares, rivières et les lacs qui sont soient semi temporaires, soient temporaires Le plus important lac est le Wegnan dans le cercle de Kolokani.
- **eaux souterraines** : Selon l'annuaire statistique de 2003 de la région de Koulikoro, il y a deux sortes de nappes souterraines : les nappes alluviales (5 à 15 mètres de profondeur

environ), se trouvant un peu partout et les nappes de fracturation (20 à 40 mètres de profondeur environ). Leur pollution n'intervient qu'à la suite de leur exploitation.

- **infrastructures de maîtrise d'eau** : Une centaine d'aménagement de cours d'eau sous forme de micro barrage existe avec plus d'une centaine de périmètres maraîchers totalisant 1 812, 47 ha. Le potentiel aménagé reste en deçà des besoins des populations. Le taux de déserte en eau est de 87% et le taux de couverture en électricité est de 13% (Source : Enquêtes de terrain, Mars-Avril 2010).

### III. PRESENTATION DU PROJET

#### 3.1. Diagnostic du système d'AEP de la commune urbaine de Koulikoro

La commune urbaine de Koulikoro est alimentée en eau potable par deux sources d'approvisionnement :

- la station d'exhaure de Kolébougou, un système de production et distribution à partir du fleuve Niger. Il s'agit d'un système classique de traitement d'eau de surface avec l'injection des polymères à l'entrée de la station puis l'eau est acheminée vers un mélangeur où sont injectés le sulfate d'alumine, de chaux et de chlore puis décantation de 10 m de diamètre. L'eau décantée est conduite vers 3 filtres gravitaires chacun de dimensions 3 m x 2,3 m enfin l'eau est ensuite filtrée et stockée dans une bache d'eau claire de 250 m<sup>3</sup>. La station de pompage d'eau claire, située à proximité de la bache d'eau claire, est composée de 3 pompes de 45 m<sup>3</sup>/h et 1 de 200 m<sup>3</sup>/h pour une HMT de 75 m. Cette station refoule vers le château d'eau. La salle de dosage ne comprend qu'un bac et une pompe de dosage par produit. Le système de distribution comprend un château d'eau, alimenté par une conduite de refoulement avec des prises intermédiaires (refoulement-distributif). Les dimensions de la prise d'exhaure de Kolébougou, le niveau d'eau maximal du fleuve Niger est de 302 m et de niveau minimal 289 m. la prise d'eau est un canal busé de 90 m de long, profond de 0,3 m. la côte du terrain naturel de l'exhaure est de 300 m, pour une longueur de 5,5 m et 4,1 m de largeur et d'une forme rectangulaire. Elle équipée de deux pompes d'un débit de 84 et 95 m<sup>3</sup>/h, d'un diamètre de conduite d'aspiration acier DN 100, acier DN 100, Flexible DN 90 et le conduite de refoulement DN 100 et DN 100 et PVC 90.
- le second système est celle de Katibougou qui est une source d'eau brute d'un champ de 3 forages, situé le long du fleuve Niger au nord-est de la ville, fournissant 77 m<sup>3</sup>/h. L'eau est acheminée depuis le champ captant vers la station de traitement de Katibougou par une conduite FD 200 sur 2200 m ensuite l'eau continue vers le réservoir de 400 m<sup>3</sup> situé sur une colline dominant la partie nord de Koulikoro. Ils sont fonctionnels depuis 2000 et produisent respectivement environ 33 m<sup>3</sup>/h, 13 m<sup>3</sup>/h et 35 m<sup>3</sup>/h pour une production journalière moyenne de 1.700 m<sup>3</sup>/j.

La station et les forages ont en 2015 produit un volume d'eau de 1 546 895 m<sup>3</sup>, soit une moyenne de 4238 m<sup>3</sup> par jour. Le réservoir surélevé de Katibougou avec une côte terrain de 350 m, d'une longueur de 13 m, de largeur 3,6 m, d'une hauteur de 4,2 m et d'un volume de

400 m3. Dû à une insuffisance, l'actuel réseau n'arrive pas à desservir les abonnés, notamment dans les zone Parc du Plateau 1, certaines zones du quartier Souban et la zone dite de Commandant Nako du Plateau 2. En plus, de nombreux lotissements plus ou moins récents ne sont pas ou très partiellement desservis par le réseau.

Le rendement du réseau de Koulikoro a varié en dents de scie au cours des dernières années selon les statistiques de la SOMAGEP SA.

Tableau 1 : Evolution du rendement du réseau de Koulikoro, source SOMAGEP SA

l'évolution du rendement du réseau de Koulikoro, source SOMAGEP SA				
2011	2012	2013	2014	2015
85,4%	66,7%	73,1%	68,5%	74,5%

- Pertes au niveau de la distribution : il est envisagé un rendement du réseau de 90% pour l'horizon 2030, le rendement était de 79% en 2015 et a connu des variations importantes en dents de scie entre 2011 et 2015 (entre 67% et 85%). De telles variations s'expliquent plutôt par des fuites physiques au niveau de certain équipement de la station de pompage et de forte demande au niveau de l'usine existante ainsi que des problèmes administratifs.

La figure 2 représente le schéma synoptique du système existant :

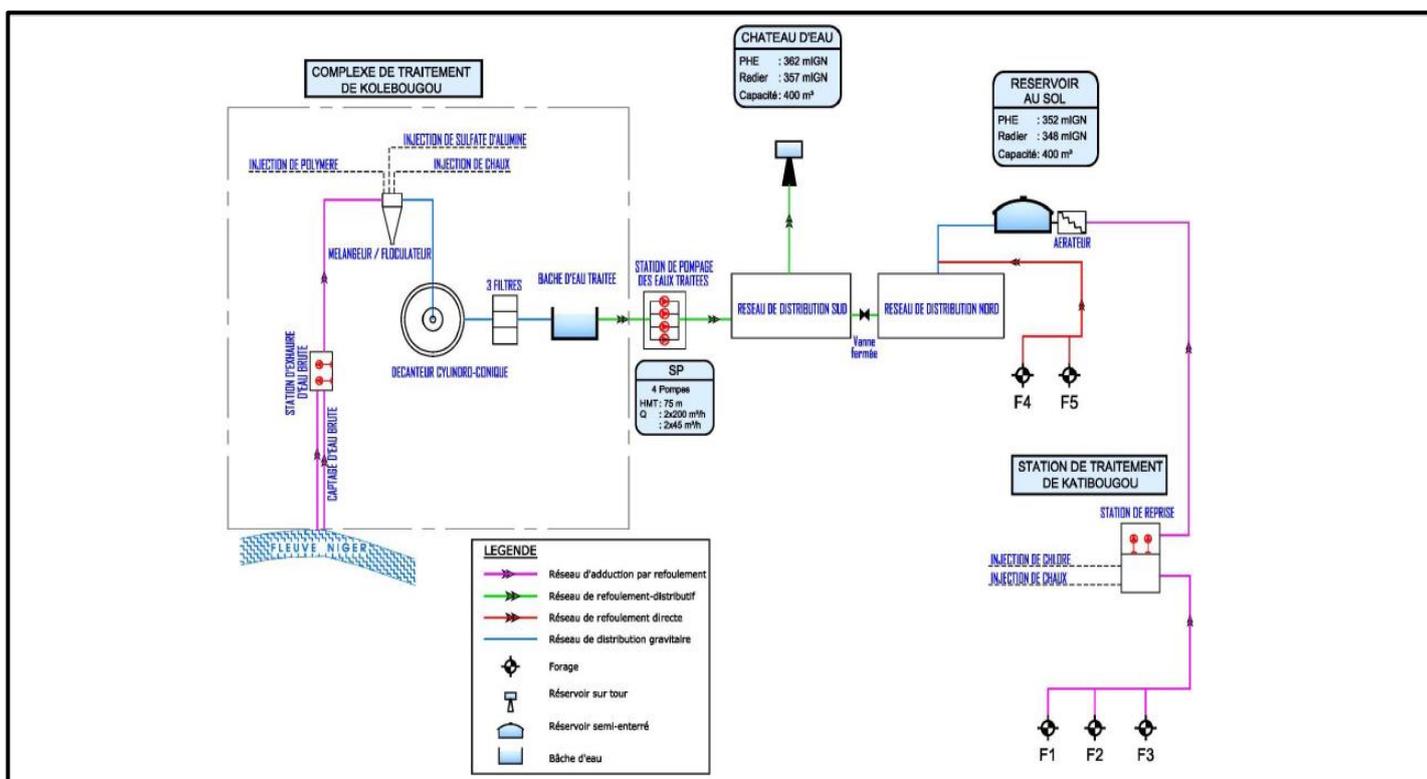


Figure 2 : Schéma synoptique du système existant

## **IV. METHODOLOGIE DE CONCEPTION**

### **4.1. La phase de recherche documentaire**

Cette phase a consisté d'abord à réaliser les termes de références de l'étude à savoir le contexte et la problématique, les objectifs (généraux et spécifiques), les résultats attendus ainsi que les approches qui seront utilisées pour l'étude.

Ensuite, elle s'est portée sur la collecte des données sur la zone d'étude et à partir des différentes réunions avec les autorités locales communales et la SOMAGEP.

Enfin, nous nous sommes également procurés de certains rapports des études comme le schéma directeur pour l'approvisionnement en eau potable de la ville de Koulikoro établi par le groupement Rambol/MWH/CINTECH-Février 2017, le Plans d'urbanisme sectoriel de la ville de Koulikoro et ses environs, et du Programme de Développement Economique, Social et Culturel (PDESC 2018 -2022) de la commune urbaine de Koulikoro – Juillet 2017.

Nous avons collecté des informations des hypothèses qui seront prises en compte pour le traitement des données. Il s'agit :

- Taux d'accroissement moyen annuel national qui est de 3,25% (RGPH, recensement 2009),
- Consommation spécifique des populations au niveau des différents postes de consommation ;
- Coefficients de pointe journalière et de pointe horaire.

### **4.2. Matériels et Méthodes**

Les différents outils que nous avons exploités pour l'atteinte de nos objectifs sont :

- **Autocad** pour le tracé du réseau et le dessin des différents plans ;
- **EPANET** pour les simulations hydrauliques ;
- **EpaCAD** a été utilisé pour transférer le fichier Autocad sur l'Epanet
- **Google Earth** pour le repérage de nos différents sites et le tracé du réseau ;
- **Microsoft Office** pour la rédaction du rapport
- **Qgis** pour la cartographie de la zone d'étude

### **4.3. Etude de faisabilité technique de la mise en place d'un place d'un système AEP**

#### **4.4. Etude technique**

##### **4.4.1. Population à l'horizon du projet**

La croissance démographique de la ville Koulikoro est relativement élevée, avec une tendance à la hausse (voire le cas échéant une stagnation). Selon les résultats du recensement de 2009, la

population de la ville de Koulikoro s'élevant à 41 602 habitants, avec un taux de croissance annuel moyenne de 3,25%. (RGPH, 2009).

Tableau 2 : Répartition de la population par sexe et par quartier

Quartier	2009				
	FEMMES	HOMMES	TOTAL	MENAGES	CONCESSIONS
KATIBOUGOU	1 090	1 088	2 178	358	241
KAYO	1 211	1 367	2 578	498	295
KOLEBOUGOU	502	419	927	127	92
BAKARIBOUGOU	345	400	745	113	81
KOULIKORO BA 1	3 581	2 743	6 324	944	566
KOULIKORO BA 2	1 063	1 899	2 962	493	336
KOULIKORO CENTRE	2 524	2 429	4 953	782	461
PLATEAU1	2 841	2 843	5 684	990	516
PLATEAU3	2 530	2 755	5 285	779	524
SOUBAN	2 507	2 544	5 051	927	566
PLATEAU 2	2 465	2 456	4 921	781	464
<b>TOTAL</b>	<b>20 659</b>	<b>20 943</b>	<b>41 602</b>	<b>6 792</b>	<b>4 142</b>

Pour l'échéance du projet, la formule suivante sera utilisée :

$$P_n = P_0 (1 + \alpha)^n$$

Avec :

- $P_0$  : la population initiale 2009 ;
- $P_n$  : la population à l'année  $n = 2030$  ;
- $\alpha$  : Taux d'accroissement = 3,25% (RGPH, 2009 de la région de Koulikoro)
- $n$  : Nombre d'année entre le début et l'échéance du projet.

#### 4.4.2. Besoin en eau de la commune à l'échéance du projet

Les volumes consommés et le nombre d'abonnés par ville et par type d'usage, ont été collectés à partir des données par tournées fournies par le service informatique de la SOMAGEP.

##### • Coefficient de pointe journalier (Cpj) :

C'est le rapport entre la demande du jour de pointe sur la demande journalière moyenne du mois de pointe. Il prend en compte les variations hebdomadaires et exprime le retour cyclique du comportement des usagers au cours de la semaine. Il a été retenu 1,1 valeur couramment adoptée pour des villes similaires en Afrique de l'Ouest.

##### • Coefficient de pointe horaire (Cph) :

Le coefficient de pointe horaire rend compte de la pointe de la consommation au cours de la journée. Il exprime les habitudes du consommateur au cours de la journée. Le coefficient de

pointe horaire est estimé par des études statistiques sur divers systèmes similaires ou par le biais de la formule empirique.

L'estimation du coefficient de pointe horaire est donnée par la formule suivante:

$$C_{ph} = 1.5 + \frac{2.5}{\sqrt{Q_{(m^3/h)}}$$

- **Evolution du taux de desserte et taux de branchement**

Actuellement, environ 90% des ménages de Koulikoro utilisent de l'eau du réseau SOMAGEP; 65% par des branchements privés et 25% par des bornes fontaines, notamment dans les nouveaux quartiers. Il est à noter que dans la ville de Koulikoro peu de concessions disposent d'un puits (particulièrement au niveau du centre-ville). Le reste de la population (soit environ 10%) s'approvisionnent des eaux de surface, qui sont essentiellement constituées par le fleuve Niger.

Tableau 3: Evaluation du taux de desserte

Année	Unité	2009	2018	2025	2030
Taux de desserte prévisionnel : (*)	[%]	—	90%	100%	100%

(\*) Estimée à partir de la population desservie de 2018 rapportée à la population totale (%).

Tableau 4 : Evaluation future 2018-2030 de la desserte en eau de consommation

Evolution future 2018-2030 de la desserte en eau et des consommations unitaires à Koulikoro					
Désignations	Unité	2009	2018	2025	2030
Taux de desserte par mode d'approvisionnement en eau :			Unité : % des ménages		
Branchement particulier au réseau	[%]	—	65	75	80
Borne fontaine	[%]	—	25	25	20
Total	[%]	—	90	100	100
Consommation unitaire					
Consommation spécifique BP	[l/hab. /j]		35	40	40
Consommation spécifique BF	[l/hab. /j]		10,9	25	25

- **Les besoins domestiques journaliers**

Les besoins domestiques journaliers en eau à l'horizon du projet seront calculés par la relation :

$$B_{jm} = P_n \times C_s.$$

Avec :

B<sub>jm</sub> = Besoins moyens domestiques journaliers ;

C<sub>s</sub> = Consommation spécifique [l/hab. /j] ;

P<sub>n</sub> = Population à desservir à l'échéance du projet [hab.].

Les débits seront calculés par les formules ci-dessous dans le tableau 5:

Tableau 5 : les formules déterminantes les besoins en eau à l'échéance du projet

Besoins moyens journaliers [m <sup>3</sup> /j]	$B_{jm} = \sum P * \frac{T_{th} * B_{pth}}{1000}$
Besoins de pointe journalière [m <sup>3</sup> /j]	$B_{pj} = \frac{C_{ps} * C_{pj} * B_{mj}}{N_r}$
Débit de production d'eau brute [m <sup>3</sup> /j]	$Q_{prod} = \frac{B_{mj} * C_{pj}}{N_t * N_r * T}$
Débit d'adduction d'eau potable [m <sup>3</sup> /j]	$Q_{add} = \frac{B_{mj} * C_{pj}}{N_r * T}$
Débit de pointe horaire [m <sup>3</sup> /h]	$Q_{ph} = \frac{B_{mj} * C_{pj} * C_{ph}}{N_r * 24}$
Besoin de branchements particuliers [m <sup>3</sup> /h]	$B_{bp} = T_{bp} * Q_{ph}$
Besoin de bornes fontaines [m <sup>3</sup> /h]	$B_{bf} = T_{bf} * Q_{ph}$

Avec :

P : Population à l'horizon

T<sub>th</sub> : Taux par type d'habitats [%]

B<sub>pth</sub> : Besoin par personne par types d'habitats [m<sup>3</sup>/j]

N<sub>r</sub> : rendement du réseau d'adduction = 90% ;

N<sub>t</sub> : rendement de traitement = 95 % ;

T : temps de fonctionnement de l'installation concernée [8 heures].

T<sub>bp</sub> : Taux de branchements particuliers [%]

T<sub>bf</sub> : Taux de bornes fontaines [%]

#### • Besoin en eau de la ville de Koulikoro

On distingue deux types de consommation spécifique :

- La consommation spécifique des domestiques branchés (la consommation des domestiques branchés rapportée à la population branchée),
- La consommation spécifique des domestiques non branchés (la consommation des domestiques non branchés rapportée à la population non branchée c'est-à-dire les bornes fontaines) ;

#### 4.4.3. Paramètre de Dimensionnement de la station de pompage

La station de pompage est caractérisée essentiellement par trois paramètres :

- Le débit à refouler ;
- La hauteur manométrique ;
- La puissance.

- **Hauteur manométrique total (HMT) :**

La hauteur manométrique totale (HMT) est régie par l'équation suivante :

$$\mathbf{HMT = Hg + \sum \Delta H}$$

Où : Hg [m] : hauteur géométrique

$\sum \Delta H$  : somme des pertes de charge linéaire et singulière [5%]

- **Les pertes de charge singulières**

Ce sont des pertes de charges singulières dues aux différentes singularités du réseau (entrées et sorties d'air, vanne, coudes, réductions, etc...). Elles sont données par la formule suivante :

$$\Delta H = L * 1,05 * \frac{10,29 * Q^2}{Ks^2 * D^5}$$

Avec :

Jt : pertes de charge totales [m]

L = longueur du tronçon [m]

1,05 = coefficient de pertes de charges singulières

Q = débit transporté par le tronçon [m<sup>3</sup>/s]

Ks = coefficient de rugosité = 120 [PEHD]

D = diamètre intérieur de la conduite [m].

La perte de charge totale est la somme des pertes linéaires et singulières.

- **Calcul de la puissance des pompes :**

La puissance du groupe électropompe se calcule par la formule suivante

$$P = \rho \times g \times Q \times HMT$$

Avec :

- $\rho$  : Masse volumique de l'eau = 1000 [kg/m<sup>3</sup>] ;
- g : Accélération de la pesanteur = 9,8 [m/s<sup>2</sup>] ;
- HMT : La hauteur manométrique.

#### 4.4.4. Réseau de refoulement

Tableau 6 : Formule de calcul du diamètre de refoulement

Auteurs	Formules	Unités des paramètres et signification
Formule de Bresse	$D_{th} = 1,5 * Q^{\frac{1}{2}}$	D : diamètre intérieur théorique en mètre Q : débit refoulé en [m <sup>3</sup> /s] N : 8h, nombre d'heure de pompage par jour
Bresse modifié	$D_{th} = 0,8 * Q^{\frac{1}{3}}$	
Munier	$D_{th} = (1 + 0,02n) * \sqrt{Q}$	
BEDJAOUI	$D_{th} (m) = 1,27 Q^{0,5}$	

La vitesse est donnée par la formule suivante et exprimée en m/s :

$$V = \frac{4Q}{\pi D^2}$$

Aussi ces diamètres devront vérifiés la condition de GLS énoncé comme :

$$V [m/s] \leq [D_{in} [mm]/50]^{0,25}$$

Avec V [m/s] : la vitesse d'écoulement de l'eau dans la conduite,

D[m] : le diamètre de la conduite,

Les conduites de refoulement doivent être dimensionnées pour la demande du jour de pointe pour une durée de pompage de 8 [h/jour] ;

#### 4.4.5. Réseau de distribution existant:

Le réseau de distribution de Koulikoro comptait en 2018 un linéaire d'environ 96 km, il s'est développé au cours des dernières années à un rythme moyen annuel de 8%. Il est constitué essentiellement par des canalisations en PVC (77 %), tandis que les conduites en fonte représentent moins d'un quart du linéaire (23 %).

En 2018, le nombre de branchements particuliers était de 3 716 (soit environ 40 branchements par kilomètre de réseau), tandis que le nombre de bornes fontaines était de 62 (environ 0,7 borne-fontaine par kilomètre).

##### ➤ Les paramètres de dimensionnement du nouveau réseau de distribution

Les diamètres théoriques sont calculés à partir des débits dessertes et des conditions de la vitesse (vitesse hypothèse  $V_{hyp} = 1m/s$ ).

La création d'un nouveau pôle de distribution cote radier 354 m IGN,

Tableau 7: Paramètre de dimensionnement

Paramètres calculés	Formules
Débit [m <sup>3</sup> /s]	$Q = \frac{V * \pi * D^2}{4}$
Diamètre théorique en [m]	$D_{th} = \sqrt{\frac{4 * Q}{\pi * V}}$
Vitesse réelle en [m/s]	$V = \frac{4 * Q}{\pi * D_{int}^2}$
Perte de charge en [m] (Manning Strickler)	$\Delta H = 1,05 L \times \frac{10,29 * Q^2}{Ks^2 * D^{\frac{16}{3}}}$
Côte minimale exploitable en [m]	$\max Z_{min} = P_{ser} + Z_{TN} + \sum \Delta H$
Pression au nœud aval en [m]	$P = Z_{min/max} - Z_{TN} - \sum \Delta H$

Avec :

$P_{ser}$  : Pression de service = 10 [mCE]

$Z_{TN}$  : côte du terrain naturel [m]

Condition de vitesse :  $0,3 \leq V \leq 1,5$  [m/s]

Condition de pression : 5 [mCE] pour les bornes fontaines et 10 [mCE] pour les branchements privées.

- **Débit de dimensionnement**

Le réseau de distribution doit être dimensionné pour respecter le critère de pression minimum pour l'heure de pointe.

- **Vitesses d'écoulement et pression de services**

Les vitesses admises seront comprises entre  $0,3 \leq V$  [m/s]  $\leq 1,5$ .

Le fonctionnement hydraulique normal du réseau de distribution doit se faire de façon à assurer dans les conditions les plus défavorables (pointe horaire), une pression minimale de 10 mCE pour les branchements privés et 5 mCE pour les bornes fontaines.

## V. RESULTATS

### 5.1. Résultats des études techniques de base

#### 5.1.1. Evaluations topographiques

L'étude topographique nous permis de définir le site d'implantation de la nouvelle station de traitement. Elle sera située à l'entrée de la ville de Koulikoro par la route en provenance de Bamako, au niveau du village Kayo, avec les coordonnées géographiques suivante : Latitude : 12°49'17,3'' et de longitude : 7°37'55,8''. L'emprise nécessaire pour la réalisation de l'ouvrage est de 1,5 [ha].

Une mission de reconnaissance de terrain a été réalisée en Juillet 2019. Elle a permis d'inspecter tous les sites potentiels (zones hautes de la ville) pour abriter les réservoirs projetés. Les sites choisis sur la base de la cartographie ont été validés par les investigations de terrain.

Le château d'eau du lycée (RST1 projeté) permettra d'alimenter les abonnés hauts de la zone haute de la ville de Koulikoro, ainsi que les futures zones d'extension, dont les cotes sont comprises entre 335 et 360 [m], qui s'étendent du lycée à l'Ouest de la ville en direction Sud-Ouest vers l'extension du quartier de Bakaribougou.

Le château d'eau projeté de capacité de 500 [m<sup>3</sup>] est implanté au Nord-Ouest de la ville à l'intérieur de l'enceinte du forage 5 à la cote TN 354 [m]. Cette réserve permet ainsi de disposer d'une charge suffisante pour la desserte de ces abonnés à des pressions satisfaisantes (pressions comprises entre 2 et 4,5 bars).

La distribution sera faite gravitairement depuis ces réservoirs. A partir de la station de pompage une conduite de refoulement en PEHD de diamètre DN280/229,2 [mm] d'une longueur de 11 845,43 ml, alimentera respectivement le réservoir RST1 projeté.

#### 5.1.2. Evaluation des besoins en eau à l'horizon du projet

Tableau 8 : Population de la ville à l'horizon du projet

Taux d'accroissement	2009	2018	2025	2030
3,25%	2 178	3 096	3633	4263
	2 578	3 665	4301	5046
	927	1 318	1546	1815
	745	1 059	1243	1458
	6 324	8 990	10550	12379
	2 962	4 211	4941	5798
	4 953	7 041	8262	9695

	5 684	8 081	9482	11126
	5 285	7 513	8816	10345
	5 051	7 181	8426	9887
	4 921	6 996	8209	9633
<b>TOTAL</b>	<b>41 602</b>	<b>55 479</b>	<b>69 399</b>	<b>81 434</b>

Tableau 9 : Coefficients hydrauliques de consommation et du réseau

Année	2018	2025	2030
Coefficient de pointe journalier	1,1		
Rendement du réseau (%)	90%	90%	90%
Rendement du traitement (%)	95%	95%	95%

Tableau 10 : Evolution de la consommation en eau par type d'usager

Evaluation du besoin en eau humains				
Désignations	2009	2018	2025	2030
Taux d'accroissement TTAM [%]	3,25%			
Population estimée	41 602	55 479	69 399	81 434
Pourcentage prévisionnel de dessert [%]	—	90%	100%	100%
Population concernée par l'AEPS		5 548	19 469	31 503
<b>Consommation domestique BP</b>				
Taux de couverture prévisionnel [%]		65%	75%	80%
Population prévisionnelle à desservir par BP		36 061	52 049	65 147
Population desservie par BP		36 061	15 988	29 086
Nombre de personnes par BP		10	10	10
Nombre de branchement privé théorique		3 606	5 205	6 515
Consommation spécifique [l/hab. /j]		35	40	40
<b>Consommation aux BP total [m<sup>3</sup>/j]</b>		<b>126</b>	<b>208</b>	<b>261</b>
<b>Consommation aux BF</b>				
Taux de couverture prévisionnel [%]		25%	25%	20%
Population prévisionnelle à desservir par BF		13870	17350	16287
Population desservie par BF		13870	3480	2417
Nombre de personnes par BF		250	250	250
Nombre de bornes fontaines théoriques	U	55,5	13,9	9,7
Consommation spécifique [l/hab. /j]		10,9	25,0	25,0
<b>Consommation non domestique total BF [m<sup>3</sup>/j]</b>		<b>151</b>	<b>434</b>	<b>407</b>
<b>Besoin moyen total [m<sup>3</sup>/j]</b>		<b>277</b>	<b>642</b>	<b>668</b>

Pertes sur le réseau de distribution	[%]	90%	90%	90%
Rendement du traitement	[%]	95%	95%	95%
Besoins de production	[m <sup>3</sup> /j]	324,44	750,81	781,00
Coefficient de pointe journalier	[coéf.]	1,1	1,1	1,1
Besoins de production du jour de Pointe	[m <sup>3</sup> /j]	356,88	825,89	859,10

Tableau 11 : Evaluation des besoins et débits de dimensionnement des installations

<b>DEBIT DE DISTRIBUTION BF</b>				
<b>Désignations</b>	<b>2009</b>	<b>2018</b>	<b>2025</b>	<b>2030</b>
Besoins de production du jour de de Pointe pour les BF	[m <sup>3</sup> /j]	184,77	530,13	497,65
Coefficient de pointe horaire BF	[coéf.]	2	2	2
Temps de distribution	[h/jours]	12	12	12
Débit de distribution du jour de pointe pour les BF	[m <sup>3</sup> /h]	15,4	44,2	41,5
Débit de pointe horaire BF	[m <sup>3</sup> /h]	32,9	82,9	78,3
Débit de pointe horaire BF	[l/s]	9,1	23,0	21,8
Débit de pointe horaire par BF	[l/s]	0,16	1,65	2,25
<b>DEBIT DE DISTRIBUTION BP</b>				
<b>Désignations</b>	<b>2009</b>	<b>2018</b>	<b>2025</b>	<b>2030</b>
Besoins de production du jour de Pointe pour les BP	[m <sup>3</sup> /j]	154,26	254,46	318,50
Coefficient de pointe horaire BP	[coéf.]	2	2	2
Temps de distribution	[h/jours]	24	24	24
Débit de distribution du jour de pointe pour les BP	[m <sup>3</sup> /h]	6,43	10,60	13,27
Débit de pointe horaire BP	[m <sup>3</sup> /h]	15,98	24,04	29,01
Débit de pointe horaire BP	[l/s]	4,44	6,68	8,06
Débit de pointe horaire par BP	[l/s]	0,0012	0,0013	0,0012
Débit de dimensionnement	[l/s]	14	30	30
	[m <sup>3</sup> /h]	48,89	106,93	107,32

Tableau 12 : Dimensionnement des débits d'adduction

<b>Dimensionnement des débits d'adduction</b>				
Temps de production	[h]	24	24	24
Besoin de production du jour de Pointe	[m <sup>3</sup> /j]	356,88	825,89	859,10

Débit de production d'eau brute	[m <sup>3</sup> /h]	14,9	34,4	35,8
Débit de production d'eau potable	[m <sup>3</sup> /h]	14,13	32,69	34,01
Débit moyen de distribution	[m <sup>3</sup> /h]	43,64	100,98	105,05
Temps de fonctionnement des pompes	[h]	8	8	8

Le besoin du jour de pointe de la ville de Koulikoro s'élève à 859,10 m<sup>3</sup>/j à l'horizon 2030, et le temps de fonctionnement des pompes pour l'horizon du projet est de 8 h/j pour un débit de 102 m<sup>3</sup>/h ceci nous a favorisé le choix des capacités des pompes.

## 5.2. RESULTATS DU DIMENSIONNEMENT DES RESEAUX

### 5.2.1. Dimensionnement de l'exhaure à la station de traitement

➤ Calcul du diamètre théorique de la conduite :

Désignation	ZTN aval	Z (ST)
Exhaure-Stkayo	287	298

- Calcul du débit de dimensionnement :

Tableau 13 : Débit de dimensionnement

Bpj [m <sup>3</sup> /j]	859,10
Tps [h]	8
Q [m <sup>3</sup> /h]	107
Q [m <sup>3</sup> /s]	0,030
Ks	120
V [m/s]	0,72

Tableau 14 : Détermination de la hauteur manométrique

Tronçons	Q [m <sup>3</sup> /h]	L [m]	D [m]	Hg [m]	ΔH [m]	HMT [m]	V [m/s]
Stkayo-RTS2	0,030	100,24	0,2292	11	0,17	11,17	0,72

### Diamètre de refoulement Exhaure -Station DN280/229,2 PN16

Tableau 15 : Dimensionnement des diamètres de refoulement

Formules	Q [m <sup>3</sup> /s]	Dth [m]	D ex [mm]	Dint [m]	Vitesse [m/s]	GLS	GLS	
Bresse	0,030	0,259	280	0,2292	0,72	V ≤ [Din [mm]/50] <sup>0,25</sup>	1,46	OUI
Bresse modifié	0,030	0,248	280	0,2292	0,72		1,46	OUI
Meunier	0,030	0,242	250	0,2046	0,91		1,42	OUI
A Bedjaoui	0,030	0,219	250	0,2046	0,91		1,42	OUI
Bonin	0,030	0,173	180	0,1472	1,75		1,31	NOM

Le point de fonctionnement de la pompe présente les meilleures conditions de refoulement. Il est donné par l'intersection de la courbe caractéristique de la pompe ( $HMT = f(Q)$ ) et celle du réseau ( $H_g + \Delta H(Q) = H_{rés} = f(Q)$ ).

Tableau 16 : Choix de la pompe

Q [m <sup>3</sup> /h]	20	40	60	80	100	114,6	120	130
H [m]	15,71	15,81	15,65	15,13	14,08	12,83	12,38	11,33
rend [%]	0,351	0,57	0,702	0,782	0,806	0,798	0,789	0,755
H <sub>rés</sub> [m]	11,04	11,18	11,40	11,72	12,12	12,47	12,61	12,89

Pompe NK 80 - 200/214 / 1460 tr/min

Tableau 17 : Caractéristique de la pompe

Désignation	Caractéristiques/références
Quantité	2
Débit [m <sup>3</sup> /h]	107
Model Pompe	Grundfos NK 80 - 200
Type	NK
HMT [m]	12,36
Vitesse [tour/min]	1450 t/min
Rendement [%]	79,4
Fréquence	50 Hz
Puissance moteur [kW]	5,73
NPSH requis	2,8
Puissance absorbée	3,3
Puissance utile [kW]	2,6
NPSH disponible [m]	9,93

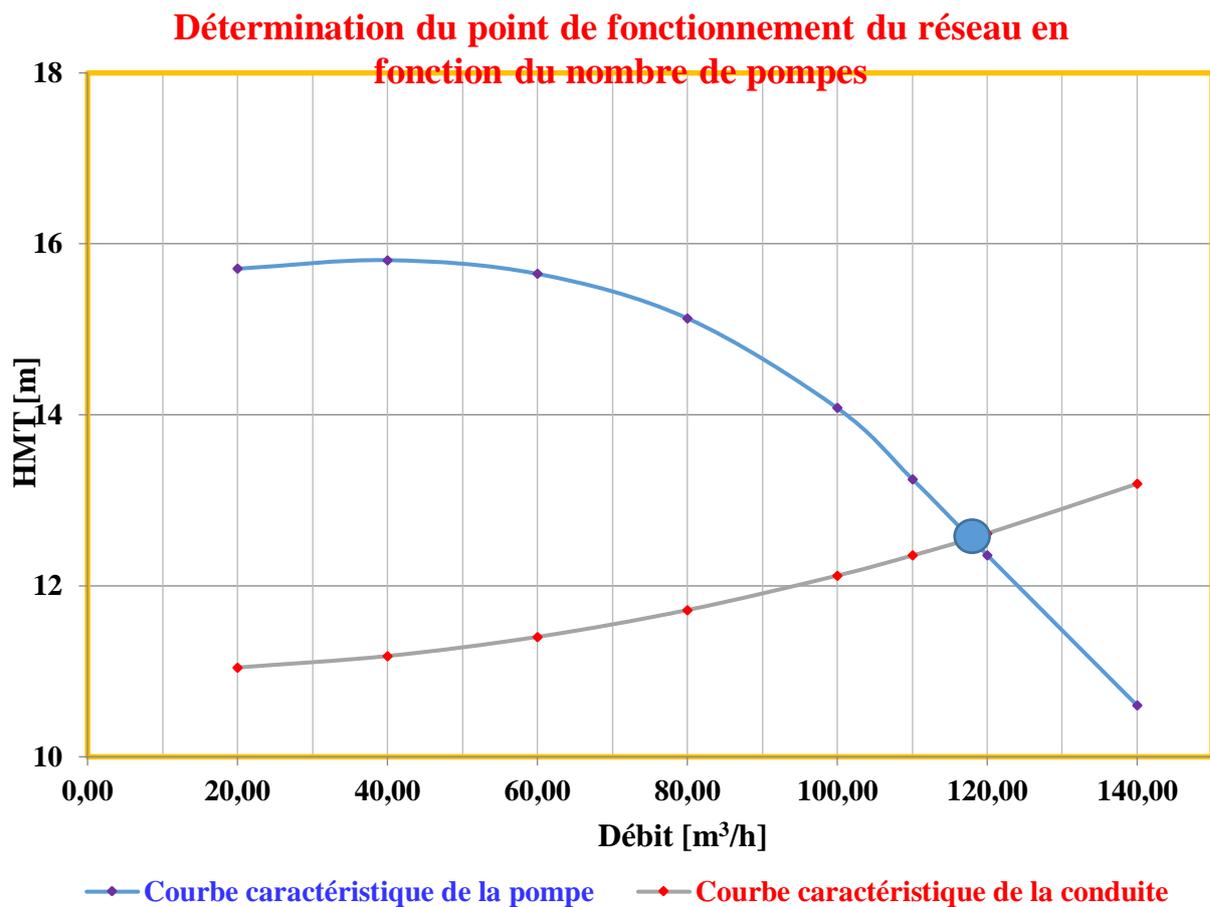


Figure 3 : Point de fonctionnement de la pompe

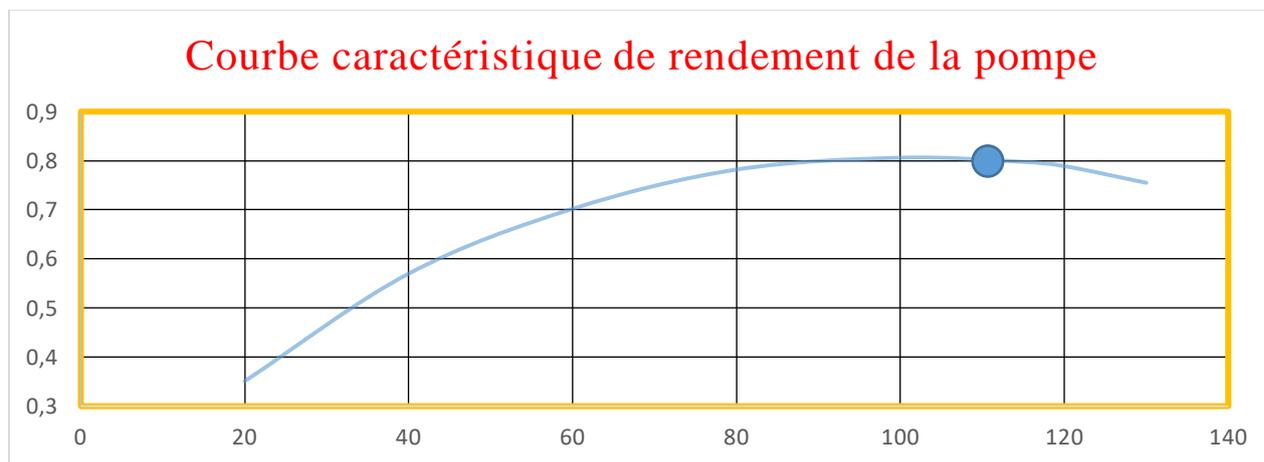


Figure 4: Courbe caractéristique de la pompe

• **Vérification de la cavitation :**

Pour éviter la cavitation pour un débit de fonctionnement déterminé :

$$Z_B = 287 \text{ m et } Z_A = 295$$

$$P_A/\rho g = 10,33 \text{ m et } P_s/\rho g = 0,23 \text{ m}$$

$$NPSH_d = P_A/\rho g - P_s/\rho g - (z_B - z_A) - p_{dc} - h_v$$

$$P_{dc} = 0,16 \text{ [m]}$$

$$NPSH_d = 10,33 - 0,23 - (287-293) - 0,17 = 9,93 \text{ m}$$

$$NPSH_d > NPSH_r + 0,5 \text{ [m]}$$

15,93 > 3,28 m donc la relation est vérifiée, il n'y aura pas de cavitation dans notre station de pompage.

❖ La puissance du groupe électropompe se calcul par la formule suivante :

$$P_h = \rho * g * Q * HMT = 1000 * 9.81 * 11,17 * 0.030 * 0,001 \text{ kW} = 3,3 \text{ [kW]}$$

❖ La puissance électrique en kW :

$$P_{el} = \frac{\rho g * Q * HMT}{\eta} = 2,6 \text{ [kW]}$$

➤ Dimensionnement de la station de traitement au réservoir (RST1)

Tableau 18 : Calcul du débit

Bpj [m <sup>3</sup> /j]	859,10
Rendement du traitement	95%
Tps [h]	8
Q [m <sup>3</sup> /h] eau brute	107
Q [m <sup>3</sup> /h] eau claire	102
Q [m <sup>3</sup> /s]	0,028
Ks	120
V [m/s]	0,7

Tableau 19 : Détermination de la hauteur manométrique

Q [m <sup>3</sup> /h]	L [m]	D [m]	Hg [m]	ΔH [m]	HMT [m]
102	11845,43	0,2292	82	18,45	100,45

Tableau 20 : Choix de conduite DE 280/229,2 PN16

Formules	Q [m <sup>3</sup> /s]	Dth [m]	D in [m]	D ex [m]	Vitesse [m/s]	GLS	GLS	
Bresse	0,028	0,253	0,2292	280	0,7	$V \leq [D_{in} [\text{mm}]/50]^{0,25}$	1,46	OUI
Bresse modifié	0,028	0,244	0,2046	250	0,9		1,42	OUI
Meunier	0,028	0,236	0,2046	250	0,9		1,42	OUI
A Bédjaoui	0,028	0,214	0,1836	225	1,1		1,38	OUI
Bonin	0,028	0,168	0,1472	180	1,7		1,31	NOM

Le choix de notre diamètre s'est porté sur la formule de Bresse. Vu que la condition GLS corrigé est respectée. Donc on aura une conduite PEHD PN16 280/229,2 pour le réseau de refoulement. Elle répond à l'étude technico économique et au respect du seuil de la vitesse qui est inférieur 2 [m/s].

### 5.2.2. Dimensionnement et choix des pompes :

Le point de fonctionnement de la pompe présente les meilleures conditions de refoulement. Il est donné par l'intersection de la courbe caractéristique de la pompe ( $HMT = f(Q)$ ) et celle du réseau ( $H_g + \Delta H(Q) = H_{rés} = f(Q)$ ).

Tableau 21 : Choix de la pompe NK 65-250/270 A2F2AE-SBQQE 2955 tr/min

Q [m <sup>3</sup> /h]	60	80	100	110,11	110,7	120
H [m]	107,68	106,98	104,5	103,6	103,8	101,31
rend [%]	0,5806	0,6223	0,7551	0,7003	0,6895	0,6361
Hres [m]	88,38	93,34	99,72	103,37	103,72	107,52

Connaissant le débit et la HMT, nous allons procéder au choix de la pompe adéquat. Nous nous sommes servis du catalogue de Grundfos. Ici, à partir du catalogue Grundfos nous retenons une pompe d'aspiration, avec des caractéristiques dans le tableau 22 :

Tableau 22 : Caractéristique de la pompe

Désignation	Caractéristiques/références
Quantité	2
Débit [m <sup>3</sup> /h]	110,11
HMT [m]	103,5
Model Pompe	NK
Type	NK 65-250/270 A1-F-A-E-BAQE
Vitesse [tour/min]	2988 tr/mn-1

Rendement [%]	70,3
Tension [V]	3 x 380-420D/660-725Y V
Puissance moteur [kW]	55,5
NPSH requis [m]	5,52
Puissance absorbée [kW]	27,924095
Fréquence Hz	50
Puissance utile [kW]	39,7213298
NPSH disponible [m]	8,09

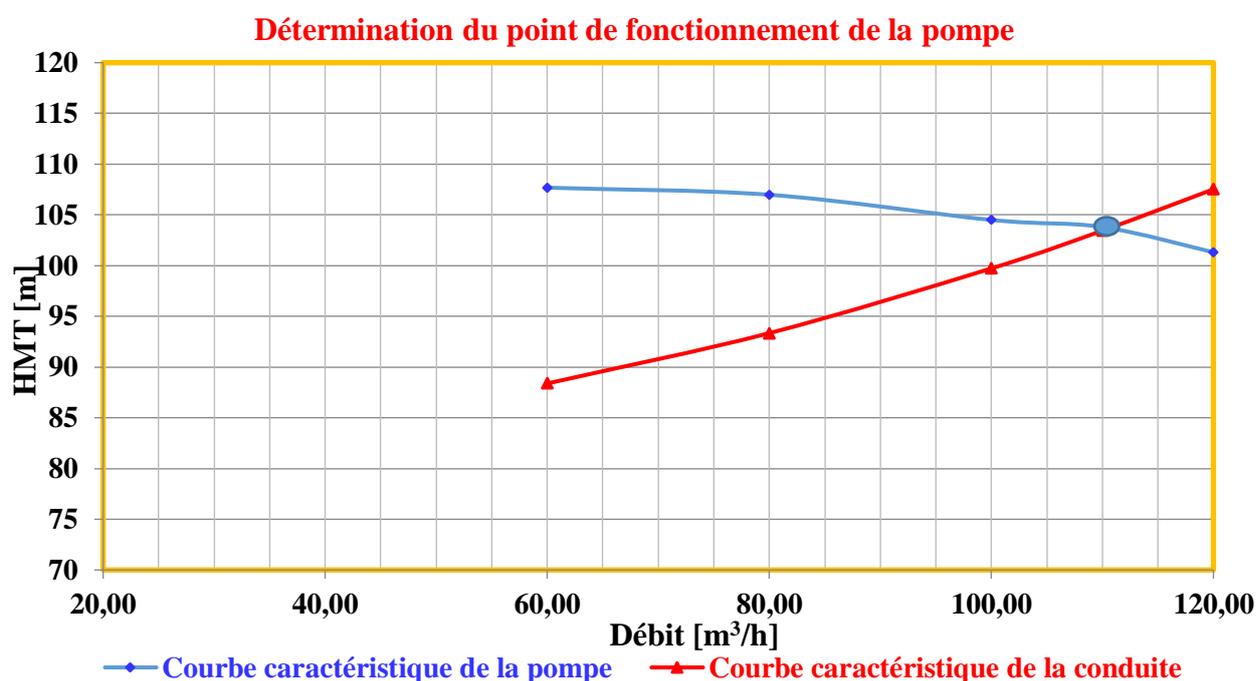
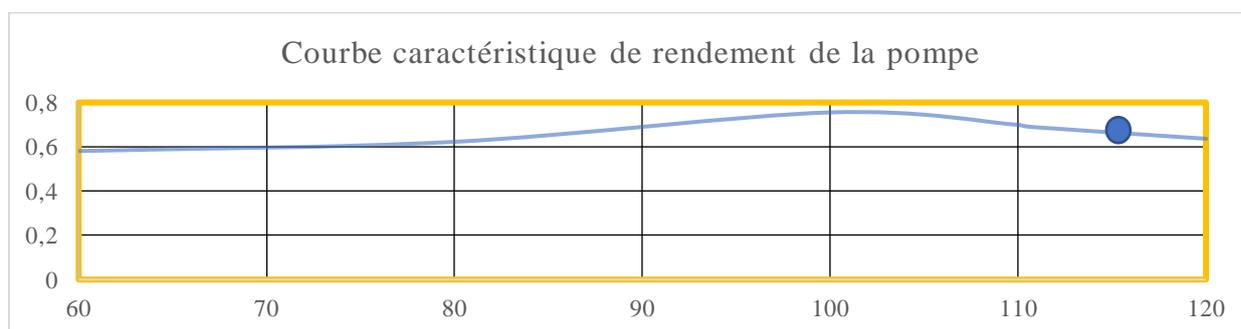


Figure 5 : Point de fonctionnement de la pompe



• **Vérification de la cavitation :**

Pour éviter la cavitation pour un débit de fonctionnement déterminé :

ZB = 298 m et ZA = 296

$$PA/\rho g = 10,33 \text{ m et } Ps/\rho g = 0,23 \text{ m}$$

$$NPSHd = PA/\rho g - Ps/\rho g - (z_B - z_A) - p_{dc} - h_v$$

$$P_{dc} = 0,0013924 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} NPSHd &= 10,23 - 0,23 - (295-296) - 0,0013924 \\ &= 8,09860 \text{ m} \end{aligned}$$

$$NPSHd > NPSHr + 0.5 \text{ m}$$

8,09860 > 6,02 m donc la relation est vérifiée, il n'y aura pas de cavitation dans notre station de pompage.

- ❖ La puissance du groupe électropompe se calcule par la formule suivante :

$$\begin{aligned} P_h &= \rho * g * Q * HMT \\ &= 27,92 \text{ kW} \end{aligned}$$

- ❖ La puissance électrique en kW :

$$P_{el} = \frac{\rho g * Q * HMT}{\eta} = 39,72 \text{ [kW]}$$

- **Etude du phénomène de coup de bélier sur les conduites de refoulement :**

Le coup de bélier est un phénomène transitoire provoqué par la mise en marche ou l'arrêt d'une pompe, la fermeture ou l'ouverture brusque d'une vanne, le prélèvement instantané d'un débit important. Il provoque une propagation d'onde et une oscillation en masse de l'eau à l'intérieur de la conduite. Il est à l'origine de variations importantes de la pression qui peuvent être soit supérieure à la pression nominale de la conduite, soit inférieure à la pression atmosphérique. C'est un désordre qu'on ne peut pas supprimer mais qu'il faut contrôler afin qu'il reste dans les limites de prise en charge par les installations.

- ❖ Calcul des valeurs limitantes de pression

Le calcul exact de l'effet de coup de bélier est complexe. Aujourd'hui les programmes informatiques permettent de définir les courbes enveloppes de la charge en chaque point de la conduite d'adduction et d'évaluer la pression résultante à tout instant et tout point et d'observer les extrêmes. Cependant, avant de procéder aux calculs informatiques, il est possible d'évaluer l'ampleur du phénomène et son incidence sur les installations à l'aide de formule simple.

- ❖ Variation maximale de la pression dans le cas d'une fermeture brusque. C'est le cas lors d'une défaillance mécanique, une manipulation rapide d'une vanne ou simplement lors des coupures de fourniture d'énergie à une pompe.

La vitesse de propagation de l'onde est donnée par la formule suivante :

$$K \text{ pour une conduite de fonte} = 0,59$$

La valeur de la pression dans ce cas est :

$$\Delta h = \frac{aV_0}{g} \quad [\text{m CE}]$$

$V_0$  = Vitesse de l'eau au moment de l'arrêt (m/s)

$g$  = Accélération de la pesanteur [m/s<sup>2</sup>]

$a$  = Célérité de l'onde de choc dans l'eau m/s

$$c = \sqrt{\frac{\varepsilon}{\rho} * \frac{1}{1 + \frac{\varepsilon * D}{E * e}}}$$

$C$  : vitesse de propagation de l'onde

$\varepsilon = 2.10^9$  : Coefficient de compressibilité de l'eau [Pa]

$\rho = 1000$ : Masse volumique de l'eau [Kg/m<sup>3</sup>]

$D$  : Diamètre intérieur de la conduite [m]

$E$ : Module d'élasticité de Young [Pa],

$E = 1,7.10^{11}$  pour une conduite en fonte ductile

$e$  : Épaisseur de la conduite [m].

Le temps d'un aller-retour de l'onde le long de la conduite est égale à  $\frac{2L}{c}$  avec  $L$  la longueur de la conduite. Les équipements pour empêcher le phénomène doivent avoir un temps de fermeture supérieur au temps d'un aller-retour de l'onde.

On distingue les perturbations rapides et les perturbations lentes. La perturbation rapide entraîne une variation  $\Delta P = \pm \frac{cV_0}{g}$  ;

Dans nos calculs, seules les perturbations totales rapides seront étudiées dans le but d'avoir une idée sur le maximum de pression dans la conduite.

Si la somme de la surpression (ou dépression)  $\Delta P$  et de la Hauteur Manométrique Totale (HMT) dans les conduites est inférieure à 115% de la pression normale, les dispositifs anti bélier ne sont pas nécessaires. Soit :

- ❖ La variation pression ainsi estimé est de :  $\pm \Delta P$ [m]
- ❖ La pression maximale  $HMT_{\max} = HMT + \Delta P$
- ❖ Le rapport de  $H_{\max}/PN16 > 1,2$ , ce implique la protection de la conduite.

❖ **Etude du phénomène de coup de bélier sur les conduites de refoulement**

La pression maximale  $H_{max} = 84,9 + 100,45 = 185,37$  [m]

La pression minimale  $H_{min} = 84,9 - 100,45 = 16$  [m]

On remarque que le rapport  $\frac{H_{max}}{PN} = \frac{185,37}{160} = 1,14$  qui est inférieur à 1,20 donc la surpression sera supporté par le réseau.

Tableau 23 : Détermination de la variation de charge dans les conduites

Conduite	$\Phi_{ext}$ [mm]	Epaisseur [mm]	E [Pa]	$\Phi_{int}$ [m]	C [m/s]	L [m]	2L/C [m]	$V_0$ [m/s]	$\Delta P$ [m] perturbation rapide	HMTmax [m]	HMTmin [m]	$H_{max}/PN16$
Stkayo-RST1	280	0,0075	1,7E+11	0,2292	1212,9	11845,43	19,5	0,7	84,9	185,37	16	1,14

Notre réseau est protégé contre la surpression mais il y aura dépression le long de notre réseau pour protéger contre ce phénomène il faudra installer un ballon anti-bélier.

$P_{max} = PN16 + 10,33 = 160 + 10,33 = 170,33$  [mCE] ;

Tableau 24: Calcul des paramètres

Conduite	Hg[m]	Pdc [m]	Hs* [m]	P0* [m]	Pmax/Po	Pmin/Po	Pmin	S [m <sup>2</sup> ]
Stkayo-RST1	82	18,45	92,33	110,776	1,53	0,68	75	0,041

Nous utiliserons l'abaque de Vibert pour chercher :  $P_{min}/P_0$  en fonction de  $P_{max}/P_0$  Coefficient de sécurité est de 1,2

- Calcul du volume d'aire :

$$U_o = \frac{S * L * V_o^2}{2 * g * P_o * \left(\frac{P_o}{P_{min}} - 1 - \ln\left(\frac{P_o}{P_{min}}\right)\right)}$$

$$U_o = 1,2484 \text{ [m}^3\text{]} \text{ ou } U_o = 1248,48 \text{ litres}$$

- Calcul du volume du ballon :

$$U_{max} = \frac{P_o * U_o}{P_{min}}$$

$$U_{max} = 1,8359 \text{ [m}^3\text{]} \text{ ou } U_{max} = 1835,99 \text{ litres}$$

- Capacité total du ballon :

Pour qu'il reste constamment de l'eau dans le ballon, on appliquera un coefficient de sécurité de 1,2.

$$U_t = U_{max} * 1,2$$

$$U_t = 2,2032 \text{ [m}^3\text{]} \text{ ou } U_t = 2203,19 \text{ litres}$$

#### ❖ Etude technico économique des conduites de refoulement

Le réseau électrique de la société EDM SA sera utilisé pour le fonctionnement de la station de pompage car il peut fournir une grosse puissance, il n'y a pas besoin d'entretien de groupe Électrogène et les factures d'électricité y sont moins chères.

Le choix du diamètre de la conduite se fera de manière à avoir un faible prix de revient de L'ensemble (réalisation et exploitation) de l'installation. Ce diamètre sera déterminé en fonction des paramètres tels que les frais d'investissement de la conduite, les frais d'installation de la station de pompage et les frais d'exploitation.

#### ❖ Evaluation financière de la conduite d'adduction et de la station de pompage :

Tableau 25 : Caractéristiques de la station de pompage projetée

Désignation	Débit [m <sup>3</sup> /h]	HMT [m]	Puissance [kW]
Station de pompage – RST1 projeté	102	100,45	55,5

#### ❖ Frais d'investissement :

Les coûts ont été effectués avec des estimations de prix qui s'appuient sur des prix de marchés

similaire au Mali.

$$F_{inv} = K_1 * L * a \text{ (FCFA)}$$

K1: le coût en (F CFA)/ml d'un mètre linéaire de la conduite en tenant compte des frais de la pose.

L: la longueur de la conduite en mètre [m].

a : annuité d'amortissement donnée par la formule

$$a = \frac{i}{(1+i)^n} + i$$

i : taux d'annuité  $\approx$  8%

N : nombre d'années d'amortissement (n=100ans)

Tableau 26 : Frais d'investissement de conduite DE 560 de la station au réservoir sur tour

Conduite entre la station de pompage de Kayo et le réservoir sur tour RST1	Diamètre de la conduite [mm]	Fourniture et pose d'un ml de conduite FCFA	Annuité d'amortissement	Frais d'investissement de la conduite et entretien
	280	100 000	0,088	108 479 568

❖ Frais d'énergie :

Les frais d'énergie correspondent au coût de pompage. Le coût de pompage est calculé sur la base du tarif uniforme de l'EDM qui est de 80 FCFA le kWh.

Tableau 27 : Consommation en kWh et le coût de l'exploitation annuel

Désignation	Puissance totale [kW]	kWh annuels P*24*365	Coût annuel d'énergie (10 <sup>3</sup> FCFA)
Stkayo - RST1	55,5	1 309 824	124 837,3

❖ Frais d'investissement total entre la station et le réservoir sur tour

Tableau 28 : Frais d'investissement total

Conduite entre la station de pompage de Kayo et le réservoir sur tour RST1	Frais d'énergie (10 <sup>3</sup> FCFA)	Frais d'investissement (10 <sup>3</sup> FCFA)	Totaux (10 <sup>3</sup> FCFA)
	108 624,00	194 750 864	194 859 488,00

### 5.2.3. Capacité du nouveau réservoir

Les réservoirs de stockage projetés sont dimensionnés de manière à offrir une réserve d'un équivalent de 30% du volume journalière de pointe (V<sub>jp</sub>) en eau potable. Dans les conditions normales l'évaluation de la capacité du réservoir est effectuée en tenant compte de la variation de la demande. Mais compte tenu de l'absence des données sur les habitudes de consommation en eau de la localité ou d'une ville similaire. Nous allons nous référer sur les approches forfaitaire dans de différent étude.

Tableau 29: *Quelque valeur pratique de capacité de réservoir (Centres d'AEP)*

Conditions d'exploitation	Capacité utile
Adduction nocturne	90% V <sub>J</sub>
Adduction avec pompage solaire [environ 8h/j]	50% V <sub>J</sub>
Adduction continue [24h/24h]	30% V <sub>J</sub>
Adduction de jour, durant les périodes de consommation	10% V <sub>J</sub> à 30% V <sub>J</sub>

(Source : OUEDRAGO Bèga, 2005)

$$V_u = 30\% * V_{jp}$$

- **Le volume réel du nouveau réservoir :**

Tableau 30: *Capacité du réservoir nécessaire à l'échéance du projet*

Désignation	Unité	2018-2030
Demande journalière de pointe	[m <sup>3</sup> /j]	859,10
Capacité nécessaire	[m <sup>3</sup> ]	257,7312939
Reserve d'incendie	120	
Déficit	[m <sup>3</sup> ]	377,7312939
Capacité à projeter	[m <sup>3</sup> ]	500

D'après le résultat il faudra renforcer la capacité du réservoir existant de Koulikoro. Il est prévu donc la construction d'un nouveau réservoir de capacité de 500 [m<sup>3</sup>], respectivement pour l'horizon 2018-2030. Cette capacité de réserve projetée, permettra de satisfaire les besoins en eau de la ville de Koulikoro jusqu'à l'échéance finale du projet.

En alimentation urbaine, la capacité totale de stockage des réservoirs doit être prise au minimum égale à 30% du besoin du jour de pointe (Q<sub>jp</sub>), Cette configuration est sécuritaire et permet de pallier aux risques d'incidents de coupure d'électricité.

#### ❖ Détermination des caractéristiques géométriques du réservoir

On a  $V_r = C_t = 500 \text{ m}^3$  donc nous optons pour un réservoir surélevé de forme tronconique qui est le type de réservoir le plus courant et le plus facile à exécuter.

$$V = \left[ \frac{\pi}{3} \times (R^2 + r^2 + R \times r) - \pi \frac{d^2}{4} \right] \times H$$

$$H = \frac{V}{\left[ \frac{\pi}{3} \times (R^2 + r^2 + R \times r) - \frac{\pi d^2}{4} \right]}$$

Avec : H : hauteur d'eau dans le réservoir

R : rayon dans la grande section : 6 [m]

r : rayon de petite section : 5 [m]

v : volume du réservoir : 500 [m<sup>3</sup>]

d : 1 [m]

AN : H = 5,30 [m]

Pour éviter de mettre le réservoir sous pression et conserver le bout de la conduite de refoulement hors de l'eau, nous prévoyons un tirant d'air h = 50 [cm]

$H_{\text{total}} = 5,30 + 0,50 = 5,80 \approx 6$  [m]

**Donc  $H_{\text{total}} = 6$  [m]**

Ce qui permet d'assurer les fonctions décrites ci-dessous :

- **Fonctionnalités**

Les réservoirs de distribution assurent plusieurs fonctions à savoir :

- La régulation de débit : le réservoir joue un rôle tampon entre la production et la demande (consommation),
- La régulation de la pression : le réservoir est un ouvrage régulateur de pression puisque son niveau conditionne, au a pertes de charges près, la cote piézométrique et donc la pression dans le réseau,
- La sécurité d'approvisionnement : réserve d'eau de sécurité en cas de problème en amont au niveau de la production,

- réserve d'eau pour la protection incendie : une réserve d'incendie doit être comprise dans le volume du réservoir et disponible à tout moment. La réserve minimale à prévoir est de 120 [m<sup>3</sup>/h].

- **Conception & Dimension**

Les réservoirs seront conçus en forme conique et en béton armé.

Une hauteur moyenne de la tour de 20 [m] entre la cote du terrain naturel TN et le radier est prise.

Une hauteur moyenne de réservoir de 6 [m] entre le radier et le trop-plein a été prise.

Les réservoirs projetés auront les caractéristiques inscrites dans le tableau 31 :

Tableau 31: Donnée du réservoir sur tour

Réservoir	Volume [m <sup>3</sup> ]	TN m IGN	Radier m IGN	TP m IGN
RST1	500	354	375	381

- ❖ **Réservoir sur tour projetée**



Figure 6 : Réservoir sur tour projeté

- **Equipements hydrauliques & de génie civil**

Les équipements hydrauliques prévus pour les réservoirs, sont comme suit :

- Vidange
- Trop Plein
- Débitmètre sur la conduite d'alimentation des réservoirs
- Capteur de niveau type poire couplé à la station de pompage (reprise) des eaux traitées
- Régulateur de niveau au niveau du regard de trop plein pour l'arrêt automatique des groupes de pompage à la station.

Les équipements de Génie Civil pour les réservoirs à prévoir sont :

- Trappes et échelle d'accès
- Système d'aération et d'éclairage naturel

Les caractéristiques des équipements seront spécifiées dans les études de détails.

#### **5.2.4. Dimensionnement des réseaux de distribution**

Pour dimensionner les canalisations d'un réseau à créer on recherchera le diamètre qui transitera le débit demandé avec  $V = 1,00$  [m/s].

##### **❖ Les paramètres du réseau de distribution :**

Les caractéristiques géométriques du réseau (longueur des conduites, détermination des altitudes à partir du plan topographique) ; la répartition des débits transités dans les conduites.

##### **❖ Trace et caractéristique du réseau**

Le réseau de distribution sera de type ramifié, comprenant une conduite principale, des conduites secondaires reliant les différents points de desserte des ouvrages et équipements de régulation et d'exploitation.

Toutes les conduites de distribution seront en PEHD PN10 bars. Elles seront dimensionnées en considérant les hypothèses suivantes :

- Vitesse d'écoulement :  $0,30 \leq V$  [m/s]  $\leq 1$  ;
- Pression de service :  $P \geq 6$  m CE en tout point du réseau (au sol).

##### **❖ Conditions de débit :**

- Nombre d'habitants par branchement individuel = 9,76 arrondi à 10 habitants (ménages/Concession : 1,6 ; Taille de ménage : 6,1 personnes ; source : RGPH 2009) ;
- Nombre d'habitants par bornes fontaines : 250 habitants.
- $P = 2\ 141$  habitants (2030)
- Taux de desserte par borne fontaine : 20%

❖ Nombre totale des bornes Fontaines (BF)

Nous utilisons la formule suivant pour les calculs du nombre de bornes fontaines :

$$N_{BF} = \frac{\text{Population} * 20\%}{\text{Nombre d'habitant} / BF}$$
$$N_{BF(\text{total})} = 9,7$$

Donc dans le cadre de notre projet sera implanté 9,7 bornes fontaines par zone et tout le reste sera en branchement privé.

❖ Calcul du débit d'une borne-fontaine :

Le débit de pointe d'une borne fontaine est donné par la formule suivante :

$$Q_{BF} = \frac{\text{nombre habitant desservi} * Cs}{\text{temps de fonctionnement}}$$

La consommation spécifique est de 25 l/j/habitant/BF. Le temps de fonctionnement est d'environ 12h/j.

$$Q_{BF} = \frac{250 * 25}{12 * 3600}$$
$$Q_{BF} = 0,14 \text{ [l/s]}$$

Une borne fontaine est un branchement qui compte 1 à 3 robinets à des débits de 0,2 à 0,5 l/s. Le type de borne fontaine est choisi en fonction du mode de gestion. Nous avons retenu le modèle à deux (2) robinets avec un débit de 0,5 l/s. la borne comporte un robinet de 0,30 l/s pour le remplissage des gros récipients et l'autre de 0.20 l/s pour les seaux et les petits récipients. Pour le débit de dimensionnement nous avons considéré le cas où il y a prélèvement simultané à tous les points de consommations, soit :

$$Q_{\text{dist}} = \text{nombre BF} * Q_{BF} \text{ (l/s)} + \text{nombre BP} * Q_{BP} \text{ (l/s)}$$

Avec  $Q_{BF}$  (l/s) : débit d'une borne fontaine

$Q_{BP}$  (l/s) : débit d'un branchement particulier

Le débit a été calculé dans le tableau 18.

❖ Les équipements du réseau

Ils comprennent les vannes de sectionnement, les ventouses et les vidange du réseau. Ces éléments seront placés dans des regards qui seront construits à cet effet.

- Regards
- Ventouses
- Compteurs d'eau
- Points de raccordements

- Les vidanges
- Les vannes de sectionnement

❖ **Création d'un nouveau pôle de distribution cote TN : 354 m IGN :**

Etant donnée, que le réservoir de mise en pression existant RST\_400 m<sup>3</sup> Koulikoro (cote PHE 352) sera insuffisant pour dominer le réseau de distribution de la zone haute de Koulikoro ainsi que les futures zones d'extension à l'Ouest, nous préconisons, pour le futur, la desserte de cette zone à partir d'un nouveau plan de mise en charge projeté.

Puisque les cotes TN de la zone haute de Koulikoro et les zones hautes d'extension sont comprises entre 335 et 360 m IGN, cette zone sera donc desservie à partir d'un château d'eau de hauteur 20 m calé à la cote TN =354 m IGN, de capacité de 500 m<sup>3</sup>.

❖ **Conduites de distribution primaire projetées**

Pour subvenir aux besoins en eau de la zone d'influence du pôle de distribution projeté cote TN: 354 m IGN, deux conduites maîtresses de distribution seront projetées ; la première conduite principale desservira les abonnés hauts à proximité du lycée, et la deuxième alimentera les futures zones d'extension dans la zone haute à l'Ouest de la ville de Koulikoro en direction Sud-Ouest vers l'extension du quartier de Bakaribougou.

❖ **Renforcement du réseau principal de distribution**

Pour subvenir aux besoins en eau de la zone d'extension des nouveaux quartier, nous avons prévu la projection d'une nouvelle conduite maîtresse de distribution en PEHD DE 200 et une conduite secondaire PEHD DE 160, répartie entre les voix principales.

- Pour subvenir aux besoins en eau de la zone d'influence du château d'eau existant de capacité de 400 m<sup>3</sup> (Etage de pression 2), on prévoit la projection d'une nouvelle conduite maîtresse de distribution en PEHD DE315 sur environ 4 600 ml, puis en polyéthylène DE 200 sur 3 700 ml (jusqu'à l'extension du quartier Souban). Les renforcements sont prévus essentiellement le long de la route Nationale RR27.
- Pour subvenir aux besoins en eau de la zone d'influence du réservoir au sol existant de capacité de 400 m<sup>3</sup> (Etage de pression 1), on prévoit la projection d'une nouvelle conduite maîtresse de distribution en PEHD DE200 sur environ 2.5 km.

❖ **Résultat**

le tableau 32 présente tous les renforcements et les extensions à entreprendre pour subvenir aux besoins de l'horizon 2030. La liste des renforcements concernent un linéaire total de 23 480 ml.

Tableau 32 : Récapitulatif des conduites de distribution projetées

Diamètre projeté	Total (m)
DE 315 PEHD	12 500
DE 200 PEHD	10 980
TOTAL	23 480

### 5.2.5. Ouvrage de captage

#### ❖ Paramètres de dimensionnement

L'ouvrage de captage des eaux brutes dans le fleuve Niger sera dimensionné pour assurer les prélèvements de la phase 1 du projet. Le volume journalier de dimensionnement est de 859,10 m<sup>3</sup>/j.

#### ❖ Implantation de la prise d'eau

La prise d'eau sera implantée au bord de la rive gauche du fleuve Niger. Elle est située à l'entrée de la ville de Koulikoro par la route en provenance de Bamako, au niveau du village Kayo, à environ 8 km à l'amont du site de la station de traitement existante de Koulébougou. Les coordonnées géographiques de la station sont :

- Latitude : 12°49' 17,3"
- Longitude : 7°37'55,8"

L'emprise nécessaire pour la réalisation de la phase 1 et la phase 2 est d'environ 1,5 ha.



Figure 7: Site d'implantation de la station de traitement Kayo

### ❖ Type de prise d'eau choisi

Plusieurs conceptions pouvant être proposées pour l'ouvrage de prise en rivière. En ce sens, une analyse comparative des différents systèmes a été effectuée, afin de proposer le système le plus approprié. Les différents types de prise en rivière envisagés sont les suivants :

- Canal d'amenée,
- Prise flottante,
- Prise directe,
- Prise sur le fond ou dans le lit de la rivière.

### ❖ Comparaison entre le différent type de prise en eau

Le Tableau 33, donne une synthèse des avantages et des inconvénients de chaque type d'installation décrits dans les paragraphes précédents. La notation des critères varie de 1 à 5. Lorsque les conditions sont optimales la note est maximisée à 5, et dans le contraire la note sera de 1. La technique considérée la plus intéressante, est celle qui présente un nombre de points maximal.

*Tableau 33: Comparaison des différents ouvrages de prise*

<b>Critères /type de prise</b>	<b>Canal d'amenée</b>	<b>Prise directe</b>	<b>Prise flottante</b>	<b>Conduites fixes sur les berges</b>
Vulnérabilité face à la variabilité du niveau du fleuve	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>5</b>	<b>3</b>
Aménagements pour la sédimentation	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>5</b>	<b>3</b>
Stabilisation des berges contre les affouillements et le phénomène d'érosion	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>1</b>
Facilité de réalisation	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>2</b>
Facilité de dragage	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>1</b>
Facilité d'exploitation	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>3</b>
Contrainte de navigabilité	<b>5</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>5</b>
Coût des travaux	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
<b>Total</b>	<b>22</b>	<b>13</b>	<b>21</b>	<b>21</b>

La comparaison découlant du Tableau 33 ci-dessus, repose sur le poids accordée à chaque technique en fonction de la complexité relative de mise en œuvre et d'exploitation.

Au regard de l'analyse multicritères, il ressort que la conception de l'ouvrage de captage sous la forme d'un canal d'amenée, est une solution intéressante au même niveau que le système de captage par une

prise flottante, et une batterie de conduites d'amenée implantées sur les berges du fleuve Niger.

#### ❖ Station de pompage des eaux brutes

La station de pompage des eaux brutes sera implantée sur la rive gauche du fleuve Niger, à une distance de 1,25 km à l'amont du nouveau Pont de Kayo sur le fleuve Niger.

La station sera implantée à une distance de 15 à 50 m des berges du fleuve, au droit de la prise d'eau.

Le choix final du site et la réservation des parcelles a été arrêté après les visites de terrain effectuées au mois de juillet 2019 et les discussions avec la Mairie.

La station de pompage refoule l'eau brute dans une canalisation d'exhaure aboutissant à l'ouvrage répartiteur des débits en tête de la station de traitement projetée.

Les ouvrages cités précédemment seront dimensionnés comme suit :

- Prise d'eau,
- Canalisations de liaison,
- Canalisation de refoulement des eaux brutes : DE 280 mm réalisée pour la phase 1 (2030) avec un débit d'eau brute prélevé de 107 m<sup>3</sup>/h (pour une durée de pompage de 8 h par jour).

#### ❖ Qualification des eaux brutes - Normes de potabilisation

##### • Qualité de l'eau brute

Les valeurs des principaux paramètres des eaux à traiter sont reportées dans le Tableau 34 ci-après (Les analyses ont été réalisées au mois de mars et Juillet 2018 - Source : SOMAGEP).

Tableau 34 : Résultat de l'analyse physico-chimique et bactériologique des eaux brutes

Paramètres	unités	Mesures du Mars 2018	Mesures du Juillet 2018	Normes O.M.S
PH	-	7.48	6.3	6,5-9,00
Température t°	°C	26	24.7	Non fixé
Turbidité T	NTU	16.8	16,5	5
Couleur	mg/L Pt	Co	mg/L Pt	15
Odeur	-	-	-	Sans
Saveur	-	-	-	Sans
Aspect	-	-	-	-
Conductivité C	us/cm	42.6	59.6	-

T.A	mg/LCaCO3			
T.A.C	mg/L CaCO3	4	0.05	100
Matières en suspension (MES)	mg/l	-	-	<1
Ammonium NH4	mg/l	0.02	0.24	Non fixé
Cuivre Cu <sup>2+</sup>	mg/l	-	-	1
Manganèse Mn <sup>2+</sup>	mg/l	0.061	0.005	0.1
Calcium Ca <sup>2+</sup>	mg/l	-	-	70

Source SOMAEP

Paramètres	unités	Mesures du Mars 2018	Mesures du Juillet 2018	Normes O.M.S
Magnésium Mg <sup>2+</sup>	mg/l	-	-	500
Nitrites NO <sub>2</sub>	mg/l	5.4	3.6	40
Nitrates NO <sub>3</sub> -	mg/l	0.023	0.026	Non fixé
Phosphates PO <sub>4</sub> <sup>3</sup>	mg/l	-	-	5
Sulfates SO <sub>4</sub> <sup>2</sup>	mg/l	1	14	250
Chlorures Cl	mg/l	1.2	4.2	200
Fluorures F		0.08	0.17	1.5
Potassium K-	mg/l	1.9	-	12
Sodium Na-	mg/l	-	-	150
Fer total Fe		1.77	1.5	0.3
Aluminium Al <sup>3+</sup>	mg/l	0	0	0.2
Silice SiO <sub>2</sub>		14.28	39.31	12
Conformes totaux	/100ml	-	-	Absence
Escherichia coli (E. coli) I	/100ml	-	-	<10

❖ Normes de l'eau potable et qualité de l'eau traitée

La qualité chimique, physique et bactériologique de l'eau traitée doit répondre à la norme Malienne en vigueur. Si nécessaires, les recommandations de l'OMS pourront être également prises en compte.

Tableau 35 : Norme des eaux fixé par l'OMS

Paramètres	Unités	Valeurs Normes OMS
------------	--------	--------------------

Température	T°	non fixée
Turbidité	Turb NTU	5
PH	-	6,5 à 8,5
Dureté totale	TH° F	non fixée
Dureté calcique	THCa° F	non fixée
Dureté magnésienne	TH Mg °F	non fixée
Chlorures	Cl mg/l	35
Oxygène dissous	O <sup>2</sup> mg/l	non fixée
Silice	SiO <sub>2</sub> mg/l	non fixée
Sulfates	(SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> ) mg/l	400
Nitrates	NO <sup>3-</sup> mg/l	40
Nitrites	NO <sup>2-</sup> mg/l	non fixée
Ammonium	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> mg/l	non fixée
Calcium	Ca <sup>2+</sup> mg/l	500
Magnésium	Mg <sup>2+</sup> mg/l	500
Manganèse	Mn <sup>2+</sup> mg/l	0,1
Fer	Fe <sup>2+</sup> mg/l	0.3
Aluminium	Al <sup>3+</sup> mg/l	0,2
Sodium	Na mg/l	200

Source SOMAGEP

➤ **Les principaux paramètres sont :**

• **La turbidité :**

La turbidité de l'eau du fleuve Niger dépend en grande partie des crues. Elle sera donc plus importante au moment de la saison des pluies. Un traitement de coagulation-floculation précédant une décantation sera nécessaire pour l'élimination de la majeure partie de cette turbidité.

• **Les matières en suspension MES**

Les MES n'ont pas été mesurées par l'exploitant. Des analyses seront prévues ultérieurement.

• **Le pH**

La valeur de pH de l'eau brute relevée est proche de 6,3. Elle n'est pas compatible avec les normes OMS. La minéralisation de l'eau étant très faible, l'ajout de réactifs entrainera des variations non négligeables de la valeur de ce paramètre.

Il sera donc nécessaire de compenser l'action d'un coagulant (sulfate d'alumine par exemple) sur le pH

par un rapport de réactif alcalin (chaux par exemple et éventuellement le bicarbonate de sodium).

- **Le fer**

Les valeurs mesurées sont élevées (supérieures à 0,4 mg/l). Le fer doit être oxydé à l'entrée de la station et transformé en hydroxyde de fer. Il sera éliminé dans les décanteurs et les filtres à sable.

- **Les paramètres bactériologiques**

Les analyses effectuées montrent une pollution bactériologique élevée qui doit être traitée à l'entrée de la station par une désinfection de l'eau avant le traitement de décantation et filtration, et par une deuxième désinfection de l'eau traitée à la sortie de la station.

- ❖ **Description de la filière**

Compte tenu des analyses d'eau brute à notre disposition, une filière classique décantation-filtration-désinfection semble bien adaptée pour le cas d'alimentation en eau pour Koulikoro.

La station de traitement d'eau de fleuve Niger aura la capacité de 859,10 m<sup>3</sup>/j (soit 107 m<sup>3</sup>/h pour 8 heures de fonctionnement) en première phase ainsi que ses ouvrages annexes.

La nouvelle station de traitement sera donc dimensionnée pour un débit nominal de 139 m<sup>3</sup>/h augmentée de 5% de perte en eau dans la chaîne de traitement, pour purge de boues et lavage des filtres, soit un débit total de dimensionnement de 107 m<sup>3</sup>/h sur 8 heures.

La station de traitement comportera les ouvrages et les équipements suivants :

- la station de traitement sera composée en première phase de deux unités de 1 000 m<sup>3</sup>/j chacune (pour 8 heures de fonctionnement) y compris le génie-civil et les équipements.
- les bâtiments d'exploitation et de commande, un laboratoire, un atelier et un magasin,
- les équipements électriques de la station de traitement, le poste de transformation et groupe électrogène de secours,
- les ouvrages de traitement des boues issues de la station de traitement,
- le réservoir d'eau traitée, la bache de contact de chlore et la bache des eaux de lavage,
- les travaux VRD sur le site de la station de traitement avec tous les ouvrages annexes nécessaires,
- un logement de service.

La Figure 9-ci-après, illustre le synoptique de la station de traitement de Kayo projetée.

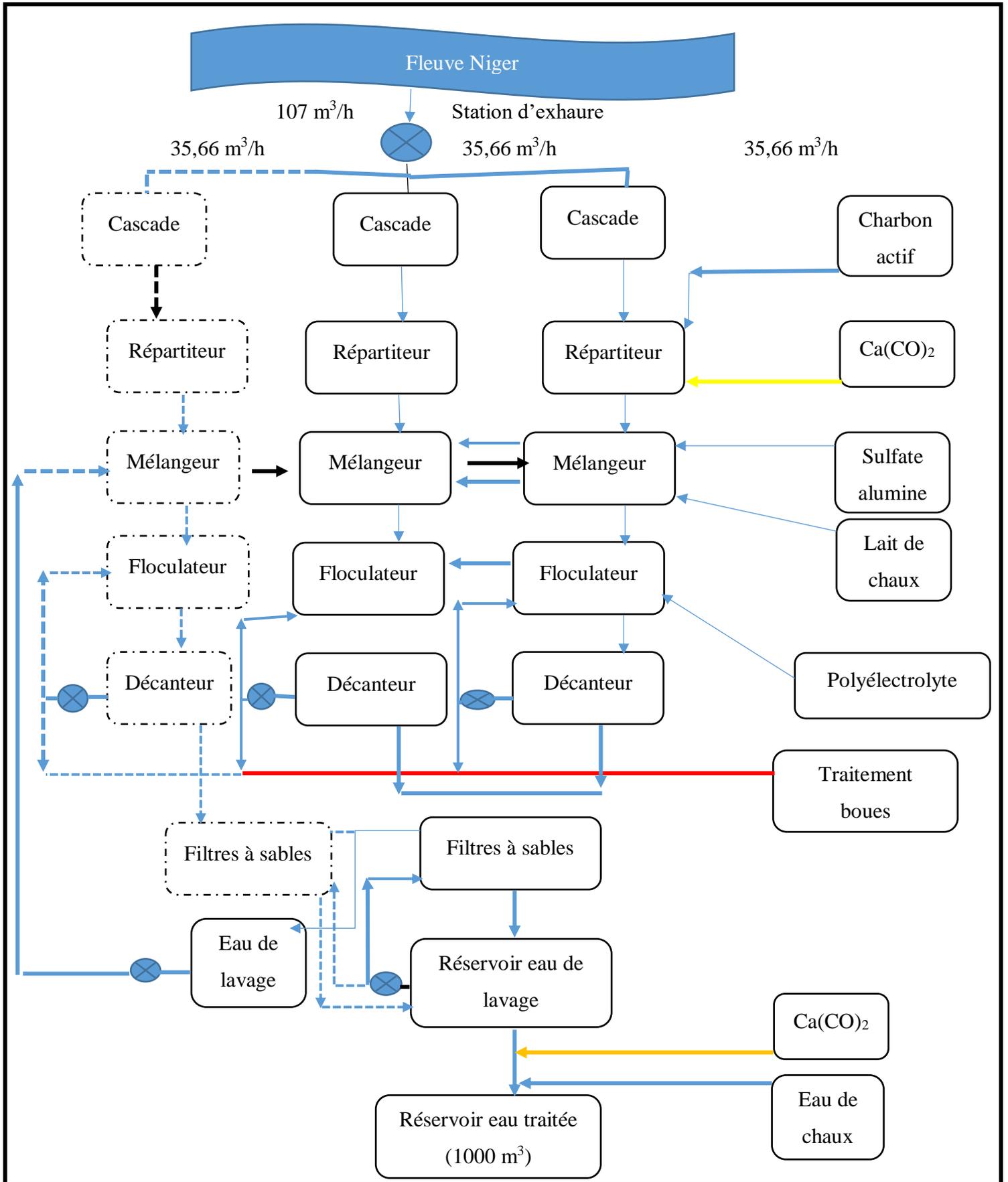


Figure 8 : schéma du système de traitement

## 5.2.6. Modélisation du réseau – simulations hydrauliques sur EPANET

### ❖ Présentation du logiciel EPANET

EPANET est un logiciel capable de simuler sur différents intervalles de temps, le comportement hydraulique d'un réseau en charge, maillé ou ramifié, composé de nœuds, de conduites, de pompes de réservoirs et de vannes. Ce logiciel permet aussi, la modification durant la simulation des états des éléments constituant le réseau (fermeture et ouverture d'une vanne ou d'une pompe).

Le logiciel EPANET, calcule le débit et la vitesse dans chaque conduite, et indique le sens d'écoulement. Il calcule aussi, les pressions en chaque nœud du réseau. Ce logiciel est aussi capable, de déterminer la variation de la hauteur d'eau dans les réservoirs, et celle de la concentration des éléments chimiques, qui définissent la qualité de l'eau dans les conduites, et ceci tout au long de la durée de la simulation.

EPANET permet, de visualiser les résultats des simulations, soit dans des tableaux, soit sur des graphiques, soit directement sur écran avec animation de la simulation.

Tous ces degrés de liberté, fournis par le logiciel, permettent à l'utilisateur d'approcher le plus possible la réalité dans la conception de son modèle.

Les données suivantes, sont nécessaires à une simulation EPANET :

**Données structurelle** : Structure de réseau, appareils hydraulique ;

**Données conjoncturelles** : Valeur et répartition de la consommation, niveau initial des réservoirs,

État des appareils hydrauliques (ouvert ou fermé), consigne de régulation des appareils de mesure.

### ❖ Description des données nécessaires :

Un réseau d'eau potable, est représenté au moyen de trois types d'éléments dans EPANET :

- les réservoirs : ils constituent les références de pression ;
- les arcs : conduites d'eau potable ou autres appareils hydrauliques tels que vannes, pompes, régulateurs de débit, etc.
- les nœuds : intersections entre conduites, points de changement de diamètre, points particuliers, etc.
- Les données fondamentales nécessaires au fonctionnement d'EPANET pour chacun de ces types d'éléments, sont les suivantes :

- **Réservoir** : l'identifiant, côtes du radier et du trop-plein, niveau initial et diamètre (diamètre réel en cas de réservoir cylindrique sinon l'équivalent) ;
- **Arcs (conduites)** : l'identifiant, les nœuds amont et aval, diamètre intérieur, longueur de la conduite, rugosité, matériau, éventuellement coefficient de friction en cas de perte de charge singulière et l'état de la conduite (ouvert ou fermé) ;
- **Nœuds** : l'identifiant, cote altimétrique, le débit prélevé en ce nœud s'il y a prélèvement, coordonnées (X, Y) utilisées uniquement pour l'affichage graphique et numéro de la zone de consommation ;
- **Vanne** : l'identifiant, les nœuds amont et aval, le diamètre et type ;
- **Pompe** : l'identifiant, les nœuds amont et aval et l'identifiant de la courbe débit-HMT correspondante.

❖ **Schéma du réseau existant de la ville de Koulikoro avant simulation**



- **Simulation des réseaux de distribution actuels**

Le diagnostic physique et fonctionnel effectué sur les réseaux de distribution de la ville de Koulikoro, a montré les résultats suivants :

Difficultés actuelles de l'alimentation des zones, dont les cotes TN sont supérieures à 335 m IGN à partir de l'étage de distribution haut (château d'eau existant) avec une pression convenable (pression minimale 2bars) ;

- La structure des étages présente des chevauchements, avec une possibilité de dépassement des seuils admissibles des pressions ;
- Le réseau de distribution nécessitera des renforcements et des maillages pour satisfaire la demande future ;
- La capacité des réservoirs devra être vérifiée en fonction des besoins futurs.

Le réseau de distribution dans la ville de Koulikoro nécessite plusieurs interventions :

- Densification du réseau dans les quartiers déjà raccordés, afin d'augmenter le nombre de branchements privés,
- Extension du réseau de distribution à la périphérie de la ville (zone d'extension), dans les quartiers nouvellement urbanisés, et qui ne sont pas encore raccordés au réseau d'eau potable,
- Nouveaux branchements privés et bornes fontaines.

- ❖ **Construction du Modèle**

Les données d'entrée du modèle sont les caractéristiques du schéma d'alimentation en eau potable retenu pour le schéma de développement de la ville de Koulikoro. Le modèle construit, présente les conduites de distribution primaire depuis les sites de stockages (réservoir au sol existant, réservoirs sur tour RST existant/RST1 projetés et réservoir sur tour RST2 projeté), correspondant à la phase 1 de réalisation du projet.

### **5.2.7. Nouveaux réservoirs**

D'après le calcul du volume du nouveau réservoir sur tour afin de satisfaire les besoins en eau de la ville de Koulikoro dont les côtes sont comprises entre 335 à 360 m jusqu'à l'échéance finale du projet 2030. Il est prévu donc la construction de deux nouveaux réservoirs de capacité 500 m<sup>3</sup> chacun. Le premier réservoir sur tour de capacité de 500 m<sup>3</sup> sera implanté dans l'enceinte du forage 5 à la côte TN 354 m et sera alimenté à partir de la nouvelle station construite à Kayo. Elle permettra de desservir les zones hautes Bakarikougou et les nouvelles

zones d'extension Plateau2, Kolébougou.

Le deuxième réservoir sur tour de capacité de 500 m<sup>3</sup> sera construit en fonction de la vitesse de développement (extension des quartiers de Souban et Kayo). Elle sera implantée sur une colline, à l'Ouest de la ville de Koulikoro en bordure de la route RN27 Bamako-Koulikoro, et à environ 2,7 km du site prévu pour la station de traitement projetée. Il sera alimenté directement à partir de cette station, moyennant un système de transfert des eaux traitées projetés (station de pompage, adduction par refoulement).

### 5.2.8. Choix et fonctionnement du système de pompage

Après avoir déterminé le débit et la HMT nous avons procédé au choix de la pompe en servant de l'extrait des catalogues des constructeurs de pompes. Nous avons choisi 1 pompe de modèle Grundfos plus une pompe secours qui débitera 107 m<sup>3</sup>/h à une HMT de 100,45 m.

Par la suite nous étudiez le risque de cavitation pour un bon débit de fonctionnement et d'après les principes de calcul nous avons obtenu le  $NPSH_d > NPSH_r + 0,5$  m. Donc ceci confirme qu'il n'y aura pas de cavitation dans notre station de pompage.

Nous avons aussi effectué l'étude du phénomène de coup de bélier sur les conduites de refoulement.

D'après nos calculs nous obtenue que  $H_{max}/PN16$  donne une valeur de 1,14 qui est inférieur à la valeur seuil 1,2 donc nous sommes protéger contre les risques pouvant créer par la surpression. Ensuite ont déterminé le  $H_{min}$  qui nous a donné une valeur de 13 m donc il y aura production de coup de bélier au niveau de la dépression, donc nous aurons besoin d'un ballon anti bélier.

Nous avons obtenues les dimensions suivantes :

- Le volume d'aire du ballon :

$$U_o = 1248,48 \text{ litres ;}$$

- Le volume du ballon :

$$U_{max} = 1835,99 \text{ litres ;}$$

- Le volume total du ballon :

$$U_t = 2203,19 \text{ litres}$$

### 5.2.9. Conduites de refoulement

Le diamètre des conduites de refoulement est choisi sur la base de plusieurs critères à savoir les paramètres économiques (coûts d'investissement) et techniques (vitesses d'écoulement). Ceci étant, après avoir calculé par différente formule, notre choix s'est porté sur le diamètre obtenu

avec la formule de Bresse modifiée, qui répondait au critère de dimensionnement. Nous avons choisi un DN280/229,2 en PEHD pour une longueur de 11,85 km, de la station au réservoir. La simulation a permis de confirmer les vitesses limites et la classe de pressions dans la conduite de refoulement sont 3 et 160 m CE.

❖ **Tracé du réseau de refoulement**



Figure 10 : Tracé du réseau de refoulement

**5.2.10. Conduites de distribution**

Notre réseau est constitué des conduites en polyéthylène de haute densité (PEHD). Dans un premier temps nous avons dimensionnés pour la desserte des nouveaux quartiers le réseau primaire et secondaire, de diamètre compris entre DE20 et DE280. La longueur totale des zones d'extension est de 38,44 km. D'après notre dimensionnement la vitesse est de 0.8m/s dans tout le réseau elle répond à la condition de vitesse économique 0,6 et 1,2m/s. Les pressions variées entre 5 et 100 mCE.

Tableau 36: Longueur de la conduite en fonction du diamètre

Type de conduite	Diamètre	Longueur (m)	Nombres
PEHD	DN20	6087,38	13
	DN 32	7621,07	28

	DN 40	7788,41	14
	DN 50	3067,2	14
	DN 63	3280,8	7
	DN 90	445,1	2
	DN 110	1270,6	7
	DN 125	214,4	1
	DN 140	214,41	1
	DN180	1538,26	4
	DN 225	128,2	1
	DN250	276,2	2
	DN280	2641,61	18
<b>TOTAL</b>		<b>34573,5</b>	<b>112</b>

### 5.2.11. Equipements connexes

En outre des conduites et des points de desserte, le réseau contient des installations de protection et de régulation telles que les vidanges, les vannes de sectionnement et les ventouses.

#### ❖ Regards

Ces ouvrages sont classés en types suivant le diamètre de la conduite concernée et l'encombrement des accessoires et sont répartis comme suit:

- **Les regards sur le réseau de refoulement et distribution :**

- **Type 1** : regard en béton armé de 3,50 m x 3,00 m de section horizontale positionnée sur les vidanges et ventouses, avec une profondeur variable à indiquer selon les contraintes du terrain ;
- **Type 2** : regard en béton armé de 4,50 m x 3,00 m de section horizontale positionnée sur les vidanges et ventouses comprenant une vanne de sectionnement.

- **Les regards à l'entrée et à la sortie des réservoirs :**

- **Type 3** : regard en béton armé de 13,10 m x 4,80 m de section horizontale pour les chambres des vannes.

#### ❖ Points de raccordements

Le réseau de distribution primaire sera raccordé à des conduites secondaires à poser. Des sondages faits sur le terrain ont permis de procéder à une vérification effective des conduites existantes mentionnées sur les plans et de confirmer ou corriger leurs caractéristiques (matériau et diamètre). Ce qui a permis d'établir de façon détaillée et précise la situation des piquages et d'évaluer les pièces nécessaires.

#### ❖ Les vidanges

Les vidanges, placées au niveau des points bas (topographie) sont des organes de protection du réseau. Elles permettent de vider les conduites en cas de réparation ou d'entretien.

❖ **Les ventouses**

Les ventouses sont des appareils qui permettent l'entrée et la sortie de l'air dans les canalisations si besoin (remplissage du réseau, vidange). Les ventouses sont implantées, placées dans un regard en béton armé muni d'une ouverture à l'extérieur afin de ventiler le regard.

❖ **Les vannes de sectionnement**

Les vannes de sectionnement seront implantées en tête des conduites principales et secondaires. Elles permettent d'isoler une partie du réseau en cas de réparation et facilitent ainsi son exploitation.

## VI. ESTIMATION DES COUTS

### ❖ Coûts d'investissement des conduites

Le Tableau ci-après, présente les coûts unitaires des diamètres commerciaux disponibles au Mali pour les deux types de matériaux retenus.

Il faut noter, que dans certaines conditions de terrain, une plus-value sera prise en compte :

- Pose en ville, une plus-value de 50 % du coût de la pose,
- Terrain 100% rocheux, une plus-value de 10 000 FCFA /ml ;
- Terrain 100% inondé, une plus-value de 8 000 FCFA /ml.
- Cout du projet :

Tableau 37 : Coût du projet

DESIGNATIONS	MONTANT EN FCFA
INSTALLATION GENERALE ET REPLI	143 150 000
RESEAU DE REFOULEMNT KAYO-RST1	1 002 521 773
RESEAU DE DISTRIBUTION	130 814 833
POMPE- STATION DE POMPAGE - ELECTRICITE	240 733 700
CHATEAU D'EAU EN BETON ARME SURELEVE DE 20M DE CAPACITE 500m <sup>3</sup>	463 410 000
IMPLANTATIO DE LA NOUVELLE STATION DE TRAITEMENT	4 882 000 000
COUT D'ETUDE IMPACT ENVIRONNEMENTAL	6 560 000
BORNES FONTAINES	2 350 000
CONSTRUCTION DE LOCAUX DIVERS	500 000 000
PISTE D'ACCES A LA STATION DE POMPAGE	16 500 000
SOMME PROVISIONNELLE / IMPREVUS	3 500 000
Montant total HT	<b>7 391 540 307</b>
TVA (18%)	1330477255
Montant total ttc	8 722 017 562

- Calcul du prix de revient du mètre cube d'eau et proposition d'un tarif
- Le prix du mètre cube d'eau

Pour une bonne gestion des ouvrages hydrauliques, il est important que les populations bénéficiaires soient impliquées à tous les niveaux. Ainsi, elles doivent supporter les frais d'investissement et de fonctionnement en payant le mètre cube d'eau à un prix conséquent tout en restant dans le cadre de leurs capacités financières.

Le prix de revient du mètre cube d'eau se calcule par la formule suivante :

$$Pr = \frac{A + C + I}{V}$$

Avec Pr: Prix de revient de l'eau en FCFA/m<sup>3</sup> ;

A: Amortissement des équipements à l'horizon du projet;

V: Volume d'eau à l'échéance du projet ;

C: Charge d'exploitation et d'entretien des ouvrages

I: Frais d'investissement

#### ➤ Calcul de l'amortissement des équipements

Tableau 38: Amortissement des équipements

Equipement	Base d'amortissement (FCFA)	durée de vie	Amortissement annuel (FCFA)
Conduite en PEHD	329 789 297	25	1 3191 571,88
Château d'eau en béton armé	330 000 000	10	33 000 000
Pompe GRUNDFOS	7 657 200	4	1 914 300
Groupe électrogène	30 623 800	5	6 124 760
Accessoires	2 050 000,00	10	205 000
Bornes fontaines	32 900 000	10	3 290 000
Total Amortissement annuels			57 725 631,88
Total Amortissement à l'horizon du projet		10	<b>577 256 318,8</b>

#### ➤ Détermination de charge d'exploitation et maintenance du système

Ils comprennent :

- les salaires du personnel ;
- les frais d'entretien (bâche, château, réseau.....)

Les charges d'exploitations et maintenances seront évaluées à 5% sur le coût total d'investissement jusqu'à l'horizon du projet. Ces charges sont égales à **436 100878,1 FCFA**.

➤ **Détermination du volume d'eau à l'échéance du projet**

La production d'eau à l'échéance du projet est obtenue par le calcul suivant :

$$\text{Production (P)} = 827,69 \frac{m^3}{\text{jour}} * 365 \text{ jours} * 10 = 3\,021\,068,5m^3$$

Calcul du prix de revient de l'eau :

*Tableau 39: Prix de revient et prix de vente de l'eau*

Désignations	Formule	Prix en FCFA
Prix de revient	$Pr = \frac{A+C+I}{v}$	335,430
Prix de vente	$Pv = \frac{A + C}{V * 0.85}$	394,62

En tenant compte de la rentabilité, le prix de l'eau sera fixé à 400FCFA le mètre cube soit 10 FCFA le bidon de 25litres et 80Franc le fût de 200 litres.

Voir (l'annexe 7).

## **VII. NOTICE D'IMPACT ENVIRONNEMENTAL ET SOCIAL**

L'impact environnemental et social se distingue par sa nature positive à renforcer ou sa nature négative à compenser ou à atténuer dans la mesure du possible.

Un impact environnemental positif est toute modification favorable de l'environnement résultant totalement ou partiellement des activités, des produits ou des services d'une structure ou d'un projet. Ainsi un projet de développement veille à la sauvegarde et à l'amélioration des impacts positifs de ses activités.

Un impact environnemental négatif est toute modification défavorable de l'environnement résultant totalement ou partiellement des activités, des produits ou des services d'une structure ou d'un projet. Il est à atténuer ou à compenser dans la mesure du possible pour juger de la viabilité d'un projet de développement.

ANNEXE 1 (la suite).

## VIII. CONCLUSIONS

Notre travail s'est inscrit dans le cadre du projet d'études techniques des travaux de renforcement et l'extension des systèmes d'alimentation en eau potable de la commune urbaine de Koulikoro, mon travail s'est porté sur le dimensionnement du nouveau système d'alimentation afin de desservir les zones d'extension qui sont en hauteur des anciens quartiers. L'objectif global du projet est aussi bien l'augmentation du rendement du réseau à 100% à l'horizon du projet 2030.

Au terme de cette étude, il ressort que pour satisfaire les besoins des populations à moyen terme qui est de l'horizon 2030 et de répondre à toute urgence de déficits sur le système. Il y a eu une confrontation de plusieurs options.

La meilleure option retenue en vue de répondre au renforcement du système d'AEP de la ville :

- la mise en place d'une nouvelle station de traitement d'une capacité de 1 000 m<sup>3</sup>/j.
- connecté les nouvelles zones d'extensions à des pressions au sol de 6 mCE,

## IX. RECOMMANDATIONS

Réhabiliter le réseau et ces équipements existants, sur la base des résultats du diagnostic physique et des simulations hydrauliques, afin de garantir un bon fonctionnement des systèmes d'adduction et de distribution d'eau potable jusqu'à l'échéance finale du projet (2030),

- Garantir une qualité (chimique, physique et bactériologique) de l'eau distribuée stable, qui répond aux normes Maliennes en vigueur. Si nécessaires, les recommandations de l'OMS pourront également être prises en compte,
- Sécuriser le réseau, par des interconnexions entre les différents pôles de distribution équipées de vannes d'isolement gardées en position fermée en fonctionnement normal,
- Diviser le réseau de la ville de Koulikoro en secteurs indépendants et maillés si c'est nécessaire.
- Supprimer les refoulements directs dans le réseau de distribution
- Supprimer les refoulements distributifs. La tendance actuelle est d'assurer la distribution à partir des réservoirs/châteaux d'eau alimentée en refoulement pur. Ce mode d'alimentation permet une bonne exploitation du réseau de distribution. Il favorise en effet :
- Une sécurité de remplissage de réservoirs,
- Une réduction des variations de pression dans le réseau de distribution,

Etude d'Avant-Projet Sommaire pour le renforcement et l'extension du système d'alimentation en eau potable (AEP) de la ville de Koulikoro en république du Mali.

- Un suivi aisé des paramètres de fonctionnement (débits, pressions,...),
- Une réduction des perturbations lors des travaux de réparation et d'entretien.

Il est recommandé également de transformer progressivement ce réseau ramifié en un réseau maillé/mixte, au fur et à mesure des travaux d'extension, de réhabilitation (recalibrage) et de densification du tissu urbain.

## **X. BIBLIOGRAPHIE**

- **RGPH. (2009).** *Population par région de la ville de Koulikoro.*
- **SOMAPEP. (2017).** *Schema directeur pour l'approvisionnement en eau potable de la ville de Koulikoro.*
- **Eaux, G. d. (2003).** *EPANET 2.0 Simulation hydraulique et qualité pour les réseaux d'eau sous pression: Manuel de l'utilisateur version Française.* Paris
- **PDESC : Programme de Développement Economique, Social et Culturel (2018 -2022) de la commune urbaine de Koulikoro – Juillet 2017**
- **ZOUNGRANA, D. (2003).** *Cours d'Approvisionnement en eau potable. Consulté à l'adresse*
- **FAYE, M. D. (2017).** « *Cours de prise d'eau*», Ouagadougou (Burkina Faso) , Institut International d'Ingénierie de l'Eau et de l'Environnement (2iE).
- **Bèga, OUEDRAOGO. 2005.** “*traitements et production d'eau de consommation.*”
- **Valiron, F. (1994).** *Mémento du gestionnaire d'alimentation en eau et de l'assainissement. Tome I : eau dans la ville alimentation en eau. Lyonnaise des eaux. Edition Lavoisier.*
- **Rossman, L. (2000).** *Epanet 2 User's Manual. USA: Environmental Protection Agency - Cincinnati.*

## **XI. ANNEXES**

11.1.1. ANNEXE 1 : NOTICE D'IMPACT ENVIRONNEMENTAL

11.1.2. ANNEXE 4 : DIMENSIONNEMENT DES ZONES D'EXTENSION

11.1.3. ANNEXE 6: DEVIS QUANTITATIF ET ESTIMATIF

11.1.4. ANNEXE 7 : DIMENSIONNEMENT SUR EPANET DES RESEAUX

### 11.1.5. ANNEXE 1 : NOTICE D'IMPACT ENVIRONNEMENTAL

#### ❖ Identification des impacts prévisionnels sur l'environnement

Phase	Milieu Récepteur								
	Source d'impact	Milieu Biophysique					Milieu socio-économique		
		Faune	Flore	Sol	Eau	Air	Economie	Emploi	Santé
Phase de construction	Installation du chantier			-				+	
	excavation, fouilles et implantations des ouvrages			-				+	-
	Transport et circulation			-		-	+	+	
	Construction des infrastructures et équipements des ouvrages			-				+	
	Fourniture et installation de panneaux de signalisation						+		
Phase d'exploitation	Pompage des eaux de surface							+	
	Entretien et maintenance du réseau							+	
	Approvisionnement en eau potable						+	+	+
	Utilisation de l'énergie électrique (EDM)				+	+			+

-	Impact négatif	+	Impact positif		Impact nul
---	----------------	---	----------------	--	------------

#### ❖ Description des différents impacts énumérés

- **Destruction de la faune**

On peut constater la disparition de certaines espèces animales qui sont causés par les bruits, les vibrations et la destruction des habitats à cause des activités qui exigent l'utilisation des engins et la destruction du couvert végétal.

- **Destruction de la flore**

Afin de disposer de l'espace, certains arbres centenaires et d'autres espèces autochtones seront coupés. Cela peut influencer sur la survie de la faune, le maintien du microclimat et la qualité du sol à moyen et long terme.

- **Impact sur le sol**

L'érosion du sol peut être due à la modification de sa texture (lors des excavations et fouilles) ; l'exposition des horizons superficiels avec le ruissellement de l'eau, les vents et la pente et aussi par les mouvements des véhicules et divers rejets.

- **Impact sur les ressources en eau**

Pendant la phase de construction, la réalisation des travaux nécessiterait une forte demande en eau, cela pourrait donc exercer une pression sur cette dernière. Aussi, les huiles des vidanges issues des moteurs des engins mécanisés pourraient s'infiltrer et polluer la ressource en eau.

- **Impact sur l'air**

Les émissions de gaz (poussière et fumées) produits par les engins lourds utilisés pour la réalisation des travaux sont source de pollution atmosphérique. Elle entraîne un soulèvement de poussière pouvant provoquer des maladies respiratoires aux ouvriers. Les éventuelles ordures ménagères générées par le personnel du site pourraient être source de nuisances olfactives et entraîner une pollution atmosphérique avec l'envol des ordures.

- **Impact sur les conditions socio-économiques**

La réalisation des travaux créerait des emplois temporaires (manœuvres et ouvriers, gardiens), permettra la formation de quelques jeunes après la réalisation du projet, qui interviendront de manière spontanée sur le réseau en cas de fuites ou de casses. La réalisation des travaux entrainera aussi des nuisances sonores pendant et après les travaux.

L'extension du réseau, la construction des bornes fontaine, et l'augmentation des branchements privés permettra de limitation du temps de prise d'eau ainsi que de supprimer ou alléger les corvées d'eau au profit de la population féminine : Elles n'iront plus chercher de l'eau à de

grande distance.

Le traitement de l'eau à travers le poste de chloration permettra une amélioration de la santé de la population grâce à une meilleure qualité d'eau.

Il y aura aussi l'amélioration des conditions de vie des populations à travers le développement des petites activités génératrices de revenus (petits commerces).

❖ Mesure d'atténuation, de compensation des impacts prévisionnels

RECEPTEUR	ACTIVITES	IMPACTS	ACTION A MENER	Phase
Sol, Air, Eau, Faune, Flore	Exécution des tranchées pour la pose des conduites	Pollution atmosphérique, Perte de couvert végétale	Humidifier le sol avant le début des travaux ; utiliser des engins respectant les normes pour produire moins de bruits ;	Phase de construction
	Travaux de terrassement	Pollution atmosphérique, Perte de couvert végétale	Humidifier le sol avant le début des travaux ;	
	Construction des ouvrages (stockage)	Nuisance sonore et émission de poussière.	Utiliser des engins respectant les normes pour produire moins de bruits ; réglage des moteurs pour produire moins de fumée.	
	Le transport des matériaux de construction	Nuisance sonore et émission de poussière.	Utiliser des équipements respectant les normes pour produire moins de bruits ;	
Socio-économique	Transport et stockage de produit chimique	Pollution du sol, nuisance sonore	Utiliser des engins respectant les normes pour produire moins de bruits ; des aires spécifiques doivent être réservées pour le nettoyage des engins utilisés et ce pour limiter les risques de contamination	Phase d'exploitation
	Fonctionnement des équipements de pompage	Nuisance sonore	Utiliser des équipements respectant les normes pour produire moins de bruits ;	

	Rinçage et désinfection des châteaux	Pas d'impact	-	
--	--------------------------------------	--------------	---	--

❖ **Plan de gestion environnemental et social**

Un suivi environnemental et social sera réalisé à chaque phase de réalisation du projet afin de vérifier que toutes les exigences et conditions en matière de protection de l'environnement sont effectivement respectées avant et pendant les travaux.

Tableau 40: Programme de suivi environnemental

Composante environnementale	Description	Paramètres de suivi/indicateur	Fréquence de suivi	Responsabilité de suivi	Coût (en FCFA)
Humaine (Santé-sécurité)	Commune bénéficiaire	Taux de prévalences des différentes maladies	Une fois par mois	Centre de santé en association avec l'entreprise adjudicataire	700 000
	Travaux de chantier circulation des véhicules Recrutement de la main d'œuvre	Risque des blessures et d'accidents,	1 fois au début des travaux, 1 fois avant les travaux, 1 fois aux démarrages des travaux	Entreprise Adjudicataire	500 000
Sol	Titre foncier	Le terrain occupé pour la station	Une fois avant l'implantation de la station	Entreprise adjudicataire	2 000 000
	Titre foncier	Le terrain occupé par le Réservoir			2 000 000
Eau	Suivi de la qualité de l'eau par le Laboratoire National de l'Eau (LNE)	Analyse des paramètres physico-chimiques et bactériologiques de l'eau de la station	Une fois par mois (12 mois dans l'année)	Entreprise adjudicataire	360000
	Protection de la zone de prélèvement,	le non habitation jusqu'à 5 km,	En ayant un accord avec la mairie et faire passez l'information publiquement	Entreprise adjudicataire et la SOMAGEP	1 000 000
Total					6 560 000

NB : Le cout de mise en œuvre du plan de gestion environnementale et sociale est inclus dans le cout global du projet.

ANNEXE 4 : DIMENSIONNEMENT DES ZONES D'EXTENSION

Tableau 41: Zones d'extension du plateau I

Tronçons	longueur [m]	Qr [l/s]	Qava l [l/s]	Qreel [m]	Qeq [l/s]	Qeq [m3/h]	Qequiv [m3/s]	Dth [m]	Dth [mm]	Dcom [mm]	Din [mm]	Vréelle [m/s]	Pdc [m]	∑Pdc [m]	ZTN aval [m]	Pmin [m]	Zmin exploît [m]	P DW aval [mCE]
RST1-D58	4,1	0,00	6,915	6,915	6,915	24,894	0,0069	0,0938	93,8312	110	96,8	0,940	0,039	0,039	352	10	362,039	22,580
D58--D60	4,31	0,00	6,913	6,915	6,914	24,890	0,0069	0,0938	93,8247	110	96,8	0,939	0,041	0,081	352	10	362,081	22,538
D60--D61	365,1	0,18	6,732	6,913	6,831	24,593	0,0068	0,0933	93,2638	110	96,8	0,928	3,432	3,513	351,2	10	364,713	19,906
D61--D70	333,8	0,17	0,000	0,165	0,091	0,327	0,0001	0,0108	10,7517	32	26	0,171	0,614	4,128	348,8	10	362,928	21,692
D61--D71	341,1	0,17	0,000	0,169	0,093	0,334	0,0001	0,0109	10,8683	32	26	0,175	0,656	4,169	351	10	365,169	19,451
D61--D62	183	0,09	6,308	6,398	6,358	22,888	0,0064	0,0900	89,9716	110	96,8	0,864	1,490	5,003	335	10	350,003	34,616
D62--D72	309,9	0,15	0,000	0,153	0,084	0,303	0,0001	0,0104	10,3593	20	20	0,268	1,992	6,995	350,3	10	367,295	17,324
D62--D73	525	0,26	0,000	0,260	0,143	0,514	0,0001	0,0135	13,4845	20	20	0,455	9,690	14,693	345	10	369,693	14,926
D62--D63	203,3	0,10	5,795	5,895	5,850	21,059	0,0058	0,0863	86,3029	110	96,8	0,795	1,401	6,404	347	10	363,404	21,215
D63--D74	369,3	0,18	0,000	0,183	0,100	0,362	0,0001	0,0113	11,3090	20	20	0,320	3,372	9,776	342	10	361,776	22,843
D63--D75	619,8	0,31	0,579	0,886	0,748	2,692	0,0007	0,0309	30,8581	63	57	0,293	1,177	10,953	335	10	355,953	28,667
D63--D64	253,7	0,13	4,601	4,726	4,670	16,811	0,0047	0,0771	77,1074	110	96,8	0,635	1,114	7,518	340	10	357,518	27,101
D64--D76	289,9	0,14	0,000	0,143	0,079	0,284	0,0001	0,0100	10,0192	32	29	0,119	0,225	7,743	345	10	362,743	21,876
D64--D77	658,7	0,33	0,640	0,966	0,819	2,949	0,0008	0,0323	32,2970	63	57	0,321	1,501	9,019	340	10	359,019	25,600
D64--D65	211,1	0,10	3,387	3,491	3,444	12,400	0,0034	0,0662	66,2241	90	79,2	0,699	1,471	8,989	350	10	368,989	15,630
D65--D78	250,3	0,12	0,000	0,124	0,068	0,245	0,0001	0,0093	9,3104	20	20	0,217	1,050	10,039	335	10	355,039	29,580
D65--D79	688,2	0,34	0,000	0,340	0,187	0,674	0,0002	0,0154	15,4377	32	29	0,283	3,007	11,997	335	10	356,997	27,622
D65--D66	225,3	0,11	2,812	2,923	2,873	10,342	0,0029	0,0605	60,4795	90	79,2	0,583	1,092	10,081	340	10	360,081	24,538
D66--D80	332,6	0,16	0,546	0,711	0,637	2,292	0,0006	0,0285	28,4698	50	44	0,419	1,819	11,901	330	10	351,901	32,718
D66--D81	673,2	0,33	0,000	0,333	0,183	0,659	0,0002	0,0153	15,2689	40	34	0,202	1,205	11,287	345	10	366,287	18,333
D66--D67	192,6	0,10	1,673	1,768	1,725	6,211	0,0017	0,0469	46,8673	90	79,2	0,350	0,337	10,418	345,7	10	366,118	18,501

D67--D82	229,4	0,11	0,000	0,113	0,062	0,225	0,0001	0,0089	8,9127	40	34	0,069	0,048	10,466	345	10	365,466	19,154
D67--D83	702,8	0,35	0,000	0,348	0,191	0,688	0,0002	0,0156	15,6007	50	44	0,126	0,347	10,765	340	10	360,765	23,855
D67--D68	206,9	0,10	1,109	1,212	1,166	4,197	0,0012	0,0385	38,5262	90	79,2	0,237	0,165	10,583	352	10	372,583	12,036
D68--D84	337,8	0,17	0,000	0,167	0,092	0,331	0,0001	0,0108	10,8164	20	20	0,292	2,581	13,164	347	10	370,164	14,455
D68--D85	695,5	0,34	0,000	0,344	0,189	0,681	0,0002	0,0155	15,5199	40	34	0,208	1,329	11,912	338	10	359,912	24,707
D68--D69	193,8	0,10	0,503	0,598	0,555	1,999	0,0006	0,0266	26,5900	90	82,4	0,104	0,028	10,612	334	10	354,612	30,008
D69--D86	312,1	0,15	0,000	0,154	0,085	0,306	0,0001	0,0104	10,3970	63	57	0,033	0,008	10,619	354	10	374,619	10,000
D69--D87	704,1	0,35	0,000	0,348	0,192	0,689	0,0002	0,0156	15,6155	50	44	0,126	0,349	10,960	346	10	366,960	17,659

Tableau 42 : Zones d'extension du plateau II

Tronçons	longueur [m]	Qr [l/s]	Qaval [l/s]	Qreel [l/s]	Qeq (l/s)	Q [m <sup>3</sup> /h]	Qeq [m <sup>3</sup> /s]	Dth [m]	Dth [mm]	Dcom [mm]	D in [m]	V réelle [m/s]	Pdc [m]	∑Pdc [m]	ZTN aval [m]	Pmin [m]	Zmin exploit DW	P DW aval
RST1-D58	4,1	0,00	29,640	29,640	29,64	106,703	0,030	0,194	194,26	280	246,8	0,620	0,00	0,00	352	10	362,00	22,61
D58-D59	6,63	0,01	29,633	29,640	29,637	106,692	0,030	0,194	194,25	280	246,8	0,620	0,01	0,01	348	10	358,01	26,61
D59-D1	46,09	0,05	29,586	29,633	29,612	106,603	0,030	0,194	194,17	280	246,8	0,619	0,06	0,07	345	10	355,07	29,55
D1--D2	778,6	0,79	28,794	29,586	29,23	105,226	0,029	0,193	192,92	280	246,8	0,611	0,91	0,98	344,7	10	355,68	28,94
D2--D56	613,9	0,62	0,000	0,625	0,3435	1,23663	0,000	0,021	20,91	50	44	0,226	0,98	1,96	348	10	359,96	24,66
D2--D57	233,8	0,24	0,000	0,238	0,1308	0,47094	0,000	0,013	12,91	32	26	0,246	0,89	1,87	345	10	356,87	27,75
D2--D3	81,96	0,08	27,848	27,931	27,894	100,418	0,028	0,188	188,46	280	246,8	0,583	0,09	1,07	351	10	362,07	22,55
D3--D54	627,6	0,64	0,000	0,638	0,3512	1,26421	0,000	0,021	21,15	40	34	0,387	4,13	5,20	340	10	355,20	29,42
D3--D55	237,5	0,24	0,000	0,242	0,1329	0,47847	0,000	0,013	13,01	32	26	0,250	0,94	2,00	342	10	354,00	30,62

D3--D4	99,45	0,10	26,867	26,968	26,922	96,9206	0,027	0,185	185,14	280	246,8	0,563	0,10	1,16	347	10	358,16	26,45
D4--D52	621,3	0,63	0,631	1,263	0,9788	3,52372	0,001	0,035	35,30	63	57	0,384	2,02	3,19	351	10	364,19	20,43
D4--D53	251	0,26	0,000	0,255	0,1404	0,50559	0,000	0,013	13,37	32	26	0,265	1,11	2,27	333	10	345,27	39,35
D4--D5	113,9	0,12	25,232	25,348	25,296	91,0654	0,025	0,179	179,47	280	246,8	0,529	0,10	1,26	348	10	359,26	25,35
D5--D50	619,9	0,63	0,000	0,631	0,3469	1,24884	0,000	0,021	21,02	40	34	0,382	3,98	5,25	355	10	370,25	14,37
D5--D51	247,6	0,25	0,000	0,252	0,1385	0,49874	0,000	0,013	13,28	32	26	0,261	1,06	2,33	332	10	344,33	40,29
D5--D6	116,9	0,12	24,231	24,350	24,296	87,4658	0,024	0,176	175,88	280	246,8	0,508	0,09	1,36	355	10	366,36	18,26
D6--D48	623,4	0,63	0,590	1,224	0,9385	3,37869	0,001	0,035	34,57	63	57	0,368	1,86	3,22	348	10	361,22	23,40
D6--D49	238,7	0,24	0,000	0,243	0,1336	0,48091	0,000	0,013	13,04	32	26	0,252	0,95	2,31	352	10	364,31	20,31
D6--D7	129,6	0,13	22,632	22,764	22,705	81,7363	0,023	0,170	170,02	280	246,8	0,475	0,09	1,45	356	10	367,45	17,17
D7--D46	624	0,63	0,000	0,635	0,3492	1,25704	0,000	0,021	21,09	40	34	0,385	4,06	5,51	341	10	356,51	28,11
D7--D47	241,1	0,25	0,000	0,245	0,1349	0,4856	0,000	0,013	13,11	32	26	0,254	0,98	2,43	354	10	366,43	18,19
D7--D8	132,2	0,13	21,617	21,752	21,691	78,089	0,022	0,166	166,19	280	246,8	0,453	0,09	1,54	343	10	354,54	30,08
D8--D44	626,4	0,64	0,000	0,637	0,3505	1,26179	0,000	0,021	21,13	40	34	0,386	4,11	5,64	353	10	368,64	15,97
D8--D45	241,5	0,25	0,000	0,246	0,1351	0,48643	0,000	0,013	13,12	32	26	0,254	0,98	2,52	353	10	365,52	19,10
D8--D9	167,5	0,17	20,564	20,734	20,658	74,3682	0,021	0,162	162,18	280	246,8	0,432	0,10	1,63	354	10	365,63	18,99
D9--D42	623,8	0,63	0,000	0,635	0,3491	1,2567	0,000	0,021	21,08	40	34	0,384	4,06	5,69	343	10	358,69	25,93
D9--D43	245,1	0,25	0,000	0,249	0,1372	0,49376	0,000	0,013	13,21	32	26	0,258	1,03	2,66	350	10	362,66	21,96
D9--D10	137,4	0,14	19,540	19,680	19,617	70,6218	0,020	0,158	158,04	280	246,8	0,410	0,07	1,71	345	10	356,71	27,91
D10--D40	617,3	0,63	0,687	1,315	1,0326	3,71719	0,001	0,036	36,26	63	57	0,405	2,23	3,94	330	10	343,94	40,68
D10--D41	240	0,24	0,000	0,244	0,1343	0,48349	0,000	0,013	13,08	32	26	0,253	0,97	2,67	353	10	365,67	18,95
D10--D11	141,5	0,14	17,837	17,981	17,916	64,4982	0,018	0,151	151,04	280	246,8	0,375	0,06	1,77	337	10	348,77	35,85
D11--D38	612	0,62	0,000	0,623	0,3425	1,23289	0,000	0,021	20,88	40	34	0,377	3,83	5,60	351	10	366,60	18,02
D11--D39	248,9	0,25	0,000	0,253	0,1393	0,50136	0,000	0,013	13,32	32	26	0,262	1,08	2,85	338	10	350,85	33,77
D11--D12	147,9	0,15	16,811	16,961	16,893	60,8162	0,017	0,147	146,66	280	246,8	0,353	0,06	1,83	337	10	348,83	35,79

D12--D36	602,9	0,61	0,000	0,613	0,3373	1,21441	0,000	0,021	20,72	40	34	0,372	3,66	5,49	342	10	357,49	27,13
D12--D37	259,4	0,26	0,000	0,264	0,1451	0,52249	0,000	0,014	13,59	32	26	0,273	1,22	3,05	335	10	348,05	36,57
D12--D13	136,4	0,14	15,795	15,933	15,871	57,1355	0,016	0,142	142,15	280	246,8	0,332	0,05	1,87	346	10	357,87	26,75
D13--D34	580,6	0,59	0,000	0,591	0,3249	1,16957	0,000	0,020	20,34	40	34	0,358	3,27	5,14	331	10	346,14	38,47
D13--D35	263,3	0,27	0,000	0,268	0,1474	0,53047	0,000	0,014	13,70	32	26	0,278	1,28	3,15	345	10	358,15	26,47
D13--D14	147,8	0,15	14,786	14,936	14,868	53,5262	0,015	0,138	137,59	280	246,8	0,311	0,04	1,92	344	10	355,92	28,70
D14--D32	564,9	0,57	0,552	1,127	0,8679	3,12456	0,001	0,033	33,24	63	55,4	0,360	1,68	3,60	335	10	348,60	36,02
D14--D33	276,7	0,28	0,000	0,281	0,1548	0,55732	0,000	0,014	14,04	32	26	0,292	1,48	3,40	340	10	353,40	31,22
D14--D15	133,4	0,14	13,242	13,378	13,317	47,9395	0,013	0,130	130,21	280	246,8	0,278	0,03	1,95	338	10	349,95	34,67
D15--D30	548	0,56	0,000	0,558	0,3066	1,10386	0,000	0,020	19,76	40	34	0,338	2,75	4,70	340	10	354,70	29,92
D15--D31	286,1	0,29	0,000	0,291	0,1601	0,57636	0,000	0,014	14,28	32	26	0,302	1,64	3,59	342	10	355,59	29,03
D15--D16	120,4	0,12	12,271	12,393	12,338	44,4174	0,012	0,125	125,34	280	246,8	0,258	0,03	1,97	342	10	353,97	30,64
D16--D28	543,3	0,55	0,000	0,553	0,304	1,09449	0,000	0,020	19,67	40	34	0,335	2,68	4,66	336	10	350,66	33,96
D16--D29	306,8	0,31	0,000	0,312	0,1717	0,61797	0,000	0,015	14,78	32	26	0,323	2,02	3,99	340	10	353,99	30,63
D16--D17	137,5	0,14	11,266	11,406	11,343	40,8347	0,011	0,120	120,18	250	220,4	0,297	0,04	2,02	330	10	342,02	42,60
D17--D26	528,8	0,54	0,785	1,323	1,0811	3,89207	0,001	0,037	37,10	63	55,4	0,449	2,44	4,46	337	10	351,46	33,16
D17--D27	277	0,28	0,000	0,282	0,155	0,55798	0,000	0,014	14,05	32	26	0,292	1,49	3,50	351	10	364,50	20,11
D17--D18	138,7	0,14	9,520	9,661	9,5975	34,5509	0,010	0,111	110,54	250	220,4	0,252	0,03	2,05	334	10	346,05	38,57
D18--D24	530,3	0,54	0,000	0,539	0,2967	1,06817	0,000	0,019	19,44	40	34	0,327	2,49	4,54	338	10	352,54	32,08
D18--D25	281,1	0,29	0,000	0,286	0,1573	0,56622	0,000	0,014	14,15	32	26	0,296	1,55	3,60	353	10	366,60	18,02
D18--D19	128,2	0,13	8,564	8,694	8,6357	31,0886	0,009	0,105	104,86	225	198,2	0,280	0,04	2,09	339	10	351,09	33,53
D19--D22	528,1	0,54	0,000	0,537	0,2955	1,06385	0,000	0,019	19,40	40	34	0,325	2,46	4,56	337	10	351,56	33,06
D19--D23	285	0,29	0,000	0,290	0,1595	0,57416	0,000	0,014	14,25	32	26	0,300	1,62	3,71	345	10	358,71	25,91
D19--D20	102	0,10	7,633	7,737	7,69	27,684	0,008	0,099	98,95	180	158,6	0,389	0,09	2,18	342	10	354,18	30,44
D20--D21	514,7	0,52	0,000	0,524	0,288	1,03674	0,000	0,019	19,15	40	34	0,317	2,28	4,46	348	10	362,46	22,16
D20--D88	887,9	0,90	6,206	7,109	6,7028	24,13	0,007	0,092	92,38	180	158,6	0,339	0,58	2,76	347	10	359,76	24,86

Tableau 43: Zone d'extension Kolébougou

Tronçons	longueur [m]	Qr [l/s]	Qav [l/s]	Qreel [l/s]	Qéq [l/s]	Q [m <sup>3</sup> /h]	Qequiv [m <sup>3</sup> /s]	Dth [mm]	Dth [mm]	Dcom [mm]	Dint [mm]	Vréell [m/s]	Pdc [m]	∑Pdc [m]	ZTN aval [m]	Pmin [m]	Zmin exp DW	P DW aval
D88--D89	288,3	0,29	5,9	6,206	6,0739	21,866	0,006	0,0879	87,94	180	158,6	0,307	0,2	2,91	325	10	337,91	46,71
D89--D105	271,2	0,27	0	0,275	0,1518	0,5463	0,002	0,0139	13,90	32	26	0,286	1,4	4,31	318	10	332,31	52,31
D89--D104	299,2	0,30	0	0,304	0,1674	0,6028	0,0001	0,0146	14,60	32	26	0,315	1,9	4,79	323	10	337,79	46,83
D89--D90	260	0,26	5,0	5,332	5,2132	18,767	0,0052	0,0815	81,47	180	158,6	0,264	0,1	3,01	322	10	335,01	49,61
D90--D103	270,5	0,27	0,6	0,904	0,7807	2,8105	0,0007	0,0315	31,53	63	55,4	0,324	0,7	3,67	327	10	340,67	43,95
D90--D102	302,3	0,30	0	0,307	0,1692	0,6090	0,0001	0,0147	14,68	32	26	0,319	1,9	4,95	315	10	329,95	54,67
D90--D91	214,4	0,21	3,6	3,855	3,7574	13,526	0,0037	0,0692	69,17	140	123,4	0,314	0,2	3,18	320	10	333,18	51,44
D91--D100	292,3	0,2	0	0,297	0,1636	0,5888	0,0001	0,0144	14,43	32	26	0,308	1,7	4,93	324	10	338,93	45,69
D91--D101	286,2	0,29	0	0,291	0,1601	0,5764	0,0001	0,0143	14,28	32	26	0,302	1,6	4,82	319	10	333,82	50,80
D91--D92	214,4	0,21	2,83	3,048	2,9507	10,622	0,0021	0,0613	61,29	125	110,2	0,309	0,2	3,37	319	10	332,37	52,25
D92--D93	257,1	0,26	2,02	2,291	2,1736	7,8248	0,0024	0,0526	52,61	110	96,8	0,295	0,2	3,61	324	10	337,61	47,01
D92--D99	289,3	0,29	0	0,294	0,1619	0,5828	0,0001	0,0144	14,36	32	26	0,305	1,7	5,06	323	10	338,06	46,56
D92--D130	240,9	0,24	0	0,245	0,1348	0,4852	0,0001	0,0131	13,10	32	26	0,254	1,0	4,35	317	10	331,35	53,27
D93--D97	315,1	0,32	0	0,320	0,1763	0,6348	0,0001	0,0150	14,98	32	26	0,332	2,2	5,80	326	10	341,80	42,82
D93--D98	263,5	0,26	0	0,268	0,1474	0,5307	0,0001	0,0137	13,70	32	26	0,278	1,3	4,89	315	10	329,89	54,73
D93--D94	234	0,23	1,20	1,441	1,3339	4,8020	0,001	0,0412	41,21	90	79,2	0,271	0,2	3,86	325	10	338,86	45,76
D94--D95	335,9	0,34	0,56	0,908	0,7549	2,7175	0,0007	0,0310	31,00	63	55,4	0,313	0,8	4,61	328	10	342,61	42,00
D94--D96	289,3	0,29	0	0,243	0,1619	0,5827	0,0001	0,0144	14,36	32	26	0,305	1,7	5,55	310	10	325,55	59,07

Tableau 44 : Dimensionnement des bornes fontaines

D75-BF1	160,4	0,0793	0,5	0,579	0,544	1,957	0,0005	0,0263	26,3088	50	44	0,358	0,640	11,592	345	5	361,592	18,027
D77-BF2	283,3	0,1401	0,5	0,640	0,577	2,077	0,0006	0,0271	27,1058	50	44	0,380	1,274	10,292	338	5	353,292	26,327
D80-BF3	93,29	0,0461	0,5	0,546	0,525	1,891	0,0005	0,0259	25,8636	50	44	0,346	0,348	12,249	345	5	362,249	17,371
D52-BF4	128,9	0,1311	0,5	0,6311	0,5721	2,05966	0,0006	0,027	26,990	50	44	0,376	0,57	3,75	335	5	343,75	35,86
D48-BF5	88,16	0,0897	0,5	0,5897	0,5493	1,97759	0,0005	0,026	26,447	50	44	0,361	0,36	3,58	334	5	342,58	37,04
D40--BF6	183,9	0,1871	0,5	0,6871	0,6029	2,17052	0,0006	0,028	27,707	50	44	0,397	0,90	4,84	352	5	361,84	17,78
D32-BF7	50,95	0,0518	0,5	0,5518	0,5285	1,90264	0,0005	0,026	25,941	50	44	0,348	0,19	3,79	341	5	349,79	29,83
D26-BF8	280,3	0,2852	0,5	0,7852	0,6569	2,36473	0,0007	0,029	28,920	50	44	0,432	1,63	6,09	342	5	353,09	26,53
D103-BF9	127,1	0,1293	0,5	0,6293	0,5711	2,05606	0,0006	0,0270	26,9663	50	44	0,376	0,6	4,22	326	5	335,22	44,39
D95-BF10	65,79	0,0669	0,5	0,5669	0,5368	1,93253	0,0005	0,0261	26,1437	50	44	0,353	0,3	4,87	310	5	319,87	59,75

### 11.1.6. ANNEXE 6: DEVIS QUANTITATIF ET ESTIMATIF

Tableau 45 : Prix unitaires des conduites

Désignation	Total fourniture transport et pose (FCFA/ml)
<b>Fonte</b>	
DN200	75 000
DN250	85 000
DN300	115 000
DN350	125 000
DN400	165 000
DN450	190 000
DN500	220 000
<b>Polyéthylène PN10</b>	
DE 90	14 500
DE 110	16 000
DE 160	24 000
DE 200	36 000
DE 250	42 000
DE 315	50 000

XII. (\*) Y compris pièces spéciales

Tableau 46: Devis quantitatif et estimatif

N°	DESIGNATION	UNITES	QUANTITES	PRIX UNITAIRES	PRIX TOTAUX
<b>1</b>	<b>INSTALLATION GENERALE ET REPLI</b>				
1.1	Installation de chantier	FF	1	94500000	94500000
1.2	Repli de chantier	FF	1	1000000	1 000 000
1.3	Préparation de l'emprise des travaux au niveau du château d'eau et des locaux annexes	m2	300	500	150 000
1.4	Préparation de l'emprise des travaux tout au long de la conduite d'adduction Kayo-RST1	ml	20 000	100	2 000 000

1.5	Etudes et plans d'exécution	Ft	1	3000000	3 000 000
1.6	Etudes géotechniques	Ft	1	1500000	1 500 000
1.8	Documents de récolement	Ft	1	1000000	1 000 000
1.9	Terrassements	FF	1	40000000	40 000 000
	Sous total 1				143 150 000
<b>2</b>	<b>RESEAU DE REFOULEMNT KAYO-RST1</b>				
2.1	<b>Tuyauterie</b>				
2.2	Excavation et remblai pour pose de tuyau PEHD Dcom de 200 mm en terrain de toute nature Fourniture et pose de canalisation PEHD DE 200 SDR17, entre station et Château, y compris toutes sujétions (lit de sable, grillage avertisseur...)	ml	75 000	11 845	888 407 250
2.4	Fourniture et pose de pièces spéciales de raccordement (coudes,..)	ens	1	20 500 000	20 500 000
2.6	Protection (en béton) de tuyau contre l'érosion	ml	150	10 000	1 500 000
	<b>Fourniture et pose d'équipements de robinetterie (vannes, vidange, ventouse...)</b>				
2.8	Dispositif de vidange sur conduite PEHD DE 200	U	1	700 200	700 200

2.9	Ventouse sur conduite PEHD De 200	U	5	522 800	2 614 000
2.10	Equipement complet regard de branchement pour transport d'eau venant de la station de traitement de Kayo (Clapet anti retour, Té, pièces et raccords en fonte ductile)	U	1	750 000	750 000
2.11	<b>Construction de Regards</b>				
2.12	Construction de chambres (vannes, vidange, ventouse, by pass...)	U	12	312 500	3 750 000
2.13	Excavation et remblai pour pose de tuyau PEHD DE Dcom 90 mm en terrain de toute nature Fourniture et pose de canalisation PEHD DE 90 SDR17,PN10, y compris toutes sujétions (lit de sable, grillage avertisseur...)	ml	8	1462,8	11 702
2.14	Excavation et remblai pour pose de tuyau PEHD DE 50 mm en terrain de toute nature Fourniture et pose de canalisation PEHD DE 50 SDR17,PN10, y compris toutes sujétions (lit de sable, grillage avertisseur...)	ml	32	9019,4	288 621

2.15	Raccordement de Bornes fontaines/quartier, y compris pose de détendeur	U	100	800 000	80 000 000
2.16	Installation de piquage vers réseau village (Té PEHD réduit, Vanne d'arrêt avec tête de bouche à clé sur Tuyau De90, y compris sujétions)	U	8	500 000	4 000 000
	<b>Sous total 2</b>				<b>1 002 521 773</b>

<b>3</b>	<b>RESEAU DE DISTRIBUTION</b>				
3.1	Excavation et remblai pour pose de tuyau PEHD DE Dcom de 200 mm en terrain de toute nature Fourniture et pose de canalisation PEHD DE 200 SDR17 PN10, y compris toutes sujétions (lit de sable, grillage avertisseur...)	ml	5,0	668	3 340
3.2	Excavation et remblai pour pose de tuyau PEHD DE Dcom de 200 mm en terrain de toute nature Fourniture et pose de canalisation PEHD DE 200 SDR17, y compris toutes sujétions (lit de sable, grillage avertisseur...)	ml	10	13 586	135 860
3.3	Excavation et remblai pour pose de tuyau PEHD DE Dcm de 160 mm en terrain de toute nature Fourniture et pose de canalisation PEHD DE 160 SDR17, y compris toutes sujétions (lit de sable, grillage avertisseur...)	ml	13	1278,25	16 617
3.4	Excavation et remblai pour pose de tuyau PEHD DEDcom de 90 mm en terrain de toute nature + Fourniture et pose de canalisation PEHD DE 90 SDR17, y compris toutes sujétions (lit de sable, grillage avertisseur...)	ml	19	10384,9	197 313
3.5	Excavation et remblai pour pose de tuyau PEHD DE Dcom de 63 mm en terrain de toute nature + Fourniture et pose de canalisation PEHD DE 63 SDR17, y compris toutes sujétions (lit de sable, grillage avertisseur...)	ml	19	20 037	380 703

3.6	Fourniture et pose de pièces spéciales de raccordement (coudes,..)	ens	1	17 500 000	17 500 000
3.7	Protection (en béton) de tuyau contre l'érosion	ml	200	7 500	1 500 000
3.8	Fonçage sous route aménagée, non bitumée y compris toutes sujétions de pose de tuyauterie et regards latérales	ml	200	30 000	6 000 000
3.10	Construction et raccordement de Bornes fontaines	u	33	1 750 000	54 250 000
3.11	Essais de pression et Désinfection	ml	42 630	350	14 920 500
3.12	Autres accessoires hydrauliques (vannes, ventouse, vidange, cablage etc)	FF	1	5 000 000	5 000 000
3.13	Equipement complet regard By-pass station/château (Compteur, vannes, Clapet anti retour, pièces et raccords en fonte ductile)	u	1	1 500 000	1 500 000
3.14	Equipement complet regard By-pass Adduction/Distribution (Compteur, vanne, Clapet anti retour, pièces et raccords en fonte ductile)	u	1	1 250 000	1 250 000
3.15	Robinet-vanne à brides sur PEHD De160	u	5	299 800	1 499 000
3.16	Robinet-vanne à brides sur PEHD De90	u	10	139 100	1 391 000
3.17	Robinet-vanne à brides sur PEHD De63	u	15	115 300	1 729 500
3.18	Dispositif de vidange sur conduite PEHD DE 160	u	3	353 600	1 060 800
3.19	Ventouse sur conduite PEHD De 63	u	10	261 500	2 615 000
3.20	Equipement de regard de piquage (Té réduit, vanne) pour zone d'accueil	u	6	500 000	3 000 000
3.21	Construction de chambres (vannes, vidange, ventouse, by pass...)	u	26	250 000	6 500 000

3.22	Fourniture et pose de bouche à clé (tabernacle, tube allongé, tête de bouche ,...)	u	25	50 000	1 250 000
3.23	Equipements complets regard by pass	unité	2	2 000 000	4 000 000
3.24	Fourniture et pose d'une bouche d'incendie DN 100 mm, Débit disponible: 60 m <sup>3</sup> /h à une pression de 1 bar (y compris accessoires de pose: vanne, coude, tube de remontée et bride combinée)	u	2	2 532 600	5 065 200
3.25	Fourniture de clé à béquille pour vannes enterrées	u	2	25 000	50 000
<b>4</b>	<b>Sous total 3</b>				<b>130 814 833</b>

4.1	<b>POMPE- STATION DE POMPAGE -ELECTRICITE</b>				
4.3	<b>Hydromécanique</b>				
4.4	Collecteur de pompes en tuyauteries et raccords fonte ductile de la salle de pompage (y compris 3 joints de démontage, 2 joints souples,...)	Ens	1	1000000	1 000 000
4.5	Fourniture et pose de débitmètre électromagnétique DN 150	Ens	1	3739700	3 739 700
4.6	Ensemble appareils de mesure, de prélèvement et de robinetterie sur collecteur de tuyauteries (2 vannes, 1 ventouse, 1 clapet AR, 1 pressostat/manomètre,...), sujétions comprises	Ens	1	1000000	1 000 000
4.7	Fourniture et pose de pompe de surface, centrifuge multicellulaire verticale du type "in-line" (Installation directe sur tuyauterie ou montage sur embase) Débit de 60 m <sup>3</sup> /h, HMT de 70,70 m <b>chacune</b>	U	2	7828600	15 657 200
	<b>Electromécanique</b>				
4.8	Fourniture, pose, raccordement et mise en service d'un <b>groupe électrogène</b>	Ens	1	200000000	200 000 000
4.9	Fourniture et pose d'un bac à sable de 50 litres avec une pelle, y compris et toute sujétion	U	1	411700	411 700

4.10	Fourniture et pose d'un extincteur + support de fixation	U	1	389800	389 800
4.11	Rallonge du tuyau d'échappement hors du local technique et calorifugeage	U	1	788100	788 100
4.12	1 inverseur automatique de source d'alimentation avec les sujétions (temporisations)	Ens	1	500000	500 000
4.14	Fourniture et pose armoire de commande de pompe contenant (relayage d'asservissement, protection, horloges, temporisateurs, détecteur LiqTec, interface capteurs et sondes, démarreur, interface de commande à distance A/M pompe, interface communication) et toute sujétion.	Ens	2	2333400	4 666 800
4.15	Fourniture, pose et raccordement d'un avertisseur sonore, y compris toute sujétion	U	1	230400	230 400
4.16	Mise à la terre du GE et toutes sujétions	U	1	50000	50 000
4.17	Fourniture, pose et raccordement d'un pressostat double seuil pour l'asservissement de la surpression, y compris toute sujétion	U	2	75000	150 000
4.20	Système de télé contrôle par GMS	Ens	2	3500000	7 000 000
4.23	Fourniture, pose et réglage d'un robinet flotteur sur lechâteau d'eau pour le contrôle de la surpression, y compris toute sujétion	u	1	150000	150 000
4.24	Installation électrique d'éclairage, câbles et canalisations, prises, réglettes et toute sujétion	ens	1	2000000	2 000 000

4.25	Fournitures, Accessoires, Poses et Câblages électriques	FF	1	3000000	3 000 000
	Sous total 4				240 733 700
<b>5</b>	<b>CHATEAU D'EAU EN BETON ARME SURELEVE DE 20M DE CAPACITE 500m<sup>3</sup></b>				
5.1	<b>FONDATIONS</b>				
5.2	Fouilles pour fondations	m3	80	2000	160 000
5.3	Bétons de fondations	m3	57	150000	8 550 000
5.4	Superstructure : poteaux et réservoir	Ft	1	437500000	437 500 000
5.5	Equipement hydraulique du château d'eau	Ens	1	12500000	12 500 000
5.6	Fourniture et pose de tuyauteries en <b>fonte (DN 200)</b> pour colonnes montantes y compris raccords	ml	60	20000	1 200 000
5.7	Etudes géotechniques	FF	1	2500000	2 500 000
5.8	Construction d'un regard au pied du château (by pass)	unité	1	1000000	1 000 000
5.9	Sous total 5				463 410 000
5.10	<b>Station de traitement</b>				
5.11	Réalisation de la station y compris la prise d'eau, la station d'exhaure d'eau brute, le système de transfert des eaux traitées et l'électrification de la station de traitement		1	4,882E+09	4 882 000 000
5.12	Coût de l'étude d'impact environnementale			6560000	6 560 000
5.13	Sous total 6				4 888 560 000
<b>6</b>	<b>BORNES FONTAINES</b>				
6.1	Construction des bornes fontaines	unité	33	600000	19 800 000
6.2	Fourniture et pose de pièces de robinetterie et de	u	33	50000	1 650 000

	raccordement de BP (collier de prise, réduction, robinet				
	d'arrêt bouche à clé, adaptateur galva/PVC, tuyauteries galva,				
	robinet-vanne, compteur, robinets de puisage, etc...)				
6.3	Fourniture et pose de pièces de robinetterie et de raccordement de BF (collier de prise, réduction, robinet d'arrêt bouche à clé, adaptateur galva/PVC, tuyauteries galva, robinet-vanne, compteur, robinets de puisage, etc...)	u	47	50000	2 350 000
	<b>Sous total 6</b>				<b>2 350 000</b>
<b>7</b>	<b>CONSTRUCTION DE LOCAUX DIVERS</b>				
	<b>Bâtiment de service (Bureau, magasin et toilette)</b>		10	500000000	500000000
	<b>Sous total 7</b>				<b>500 000 000</b>
<b>8</b>	<b>PISTE D'ACCES A LA STATION DE POMPAGE</b>				
8.1	<b>Aménagement : décapage, rechargement y compris dallot - voir plans joints</b>	ml	300	55 000	16 500 000
	<b>Sous total 8</b>				<b>16 500 000</b>
<b>9</b>	<b>SOMME PROVISIONNELLE / IMPREVUS</b>				
9.1	Travaux sur réseaux tiers (ORANGE, Malitel) déplacement de réseaux en conformité des exigences des concessionnaires, divers imprévus ;	ff	1	2 500 000	2 500 000
	<b>Sous total 8</b>				<b>2 500 000</b>

	<b>MONTANT TOTAL HT</b>				<b>7 390 540 307</b>
	<b>TVA (10%)</b>				<b>739 054 031</b>
	<b>MONTANT TOTAL TTC</b>				<b>8 129 594 337</b>

### 12.1.1. ANNEXE 7 : DIMENSIONNEMENT SUR EPANET DES RESEAUX

Tableau 47 : Etat des nœuds du réseau de refoulement

ID Nœuds	Altitude	Demande	Charge	Pression	Longueur
	m	M3H	m	m	m
Nœuds Exhaure	287	-53	411,8	124,8	100,24
Noeud ST-Projeté	306	0,38	411,68	105,68	391,82
Noeud T1	299	1,02	411,24	112,24	652,6
Noeud T2	300	1,22	410,52	110,52	592,1
Noeud T5	305	0,69	408,91	103,91	299,76
Noeud T6	305	0,41	408,62	103,62	118,4
Noeud T4	300	0,78	409,31	109,31	407,57
Noeud T3	300	1,16	409,9	109,9	586,81
Noeud T7	299	0,31	408,51	109,51	202,31
Noeud T8	298	0,35	408,33	110,33	157,59
Noeud T9	298	0,4	408,18	110,18	245,12
Noeud T10	300	0,32	407,96	107,96	78,57
Noeud T11	300	0,58	407,89	107,89	509,87
Noeud T12	300	1,17	407,45	107,45	679,8
Noeud T13	300	1,47	406,89	106,89	815,96
Noeud T14	305	1,03	406,26	101,26	237,15
Noeud T15	304	0,62	406,09	102,09	391,94
Noeud T16	304	0,71	405,8	101,8	328,86
Noeud T17	300	0,64	405,57	105,57	325,86
Noeud T18	305	0,95	405,35	100,35	644,05
Noeud T19	305	1,03	404,94	99,94	404,17
Noeud T20	304	0,58	404,69	100,69	187,39
Noeud T21	304	0,38	404,58	100,58	205,31
Noeud T22	305	0,58	404,57	99,57	382,62
Noeud T23	305	0,78	404,36	99,36	415,46
Noeud T24	305	0,5	404,13	99,13	93,42
Noeud T25	310	0,25	404,08	94,08	156,55
Noeud T26	315	0,47	404	89	326,97
Noeud T27	320	0,57	403,83	83,83	256,98
Noeud T28	315	0,47	403,7	88,7	226,65
Noeud T29	315	0,34	403,59	88,59	120,87

Noeud T30	315	0,2	403,53	88,53	82,65
Noeud T31	315	0,15	403,53	88,53	74,48
Noeud T32	320	0,13	403,5	83,5	56,04
Noeud T33	320	0,11	403,47	83,47	61,16
Noeud T34	325	0,1	403,44	78,44	38,65
Noeud T35	328	0,09	403,43	75,43	58,45
Noeud T36	329	0,11	403,4	74,4	54,24
Noeud T37	334	0,09	403,38	69,38	40,95
Noeud T38	338	0,06	403,36	65,36	24,44
Noeud T39	338	0,08	403,35	65,35	54,21
Noeud T40	338	0,08	403,32	65,32	22,22
Noeud T41	338	0,07	403,31	65,31	50,9
Noeud T42	338	0,19	403,29	65,29	148,47
Noeud T43	339	0,25	403,23	64,23	101,79
Noeud T44	343	0,25	403,18	60,18	151,18
Noeud T45	338	0,29	403,12	65,12	148,04
Noeud T46	337	0,21	403,06	66,06	63,86
Noeud T47	347	0,12	403,03	56,03	62,74
Noeud T48	350	0,01	403	53	8,19
Réservoir RST1	383	-26,07	403	20	4,1

Tableau 48 : Etat des arcs du réseau de refoulement

ID Arc	Longueur	Diamètre	Rugosité	Débit	Vitesse	Pert.Charge Unit.	État
	m	mm	mm	M3H	m/s	m/km	
Tuyau 216	100,24	200	0,1	52,62	0,47	1,14	Ouvert
Tuyau 217	391,82	200	0,1	51,59	0,46	1,1	Ouvert
Tuyau 218	652,6	200	0,1	50,37	0,45	1,05	Ouvert
Tuyau 219	592,1	200	0,1	49,22	0,44	1,01	Ouvert
Tuyau 220	586,81	200	0,1	48,43	0,43	0,98	Ouvert
Tuyau 221	407,57	200	0,1	47,74	0,42	0,95	Ouvert
Tuyau 222	299,76	200	0,1	47,33	0,42	0,94	Ouvert
Tuyau 223	118,4	200	0,1	47,02	0,42	0,92	Ouvert
Tuyau 224	202,31	200	0,1	46,66	0,41	0,91	Ouvert
Tuyau 225	157,59	200	0,1	46,27	0,41	0,9	Ouvert
Tuyau 226	245,12	200	0,1	45,95	0,41	0,89	Ouvert
Tuyau 227	78,57	200	0,1	45,37	0,4	0,86	Ouvert
Tuyau 228	509,87	200	0,1	44,21	0,39	0,82	Ouvert
Tuyau 229	679,8	200	0,1	42,74	0,38	0,77	Ouvert
Tuyau 230	815,96	200	0,1	41,71	0,37	0,74	Ouvert
Tuyau 231	237,15	200	0,1	41,09	0,36	0,72	Ouvert

Tuyau 232	391,94	200	0,1	40,39	0,36	0,7	Ouvert
Tuyau 233	328,86	200	0,1	39,74	0,35	0,68	Ouvert
Tuyau 234	325,86	200	0,1	38,79	0,34	0,65	Ouvert
Tuyau 236	644,05	200	0,1	37,76	0,33	0,62	Ouvert
Tuyau 245	404,17	200	0,1	37,18	0,33	0,6	Ouvert
Tuyau 271	187,39	200	0,1	36,8	0,05	0,01	Ouvert
Tuyau 274	205,31	500	0,1	36,22	0,32	0,57	Ouvert
Tuyau 275	382,62	200	0,1	35,44	0,31	0,55	Ouvert
Tuyau 276	415,46	200	0,1	34,94	0,31	0,53	Ouvert
Tuyau 277	93,42	200	0,1	34,7	0,31	0,53	Ouvert
Tuyau 278	156,55	200	0,1	34,22	0,3	0,51	Ouvert
Tuyau 279	326,97	200	0,1	33,65	0,3	0,5	Ouvert
Tuyau 280	256,98	200	0,1	33,18	0,29	0,48	Ouvert
Tuyau 281	226,65	200	0,1	32,84	0,29	0,48	Ouvert
Tuyau 282	120,87	200	0,1	32,64	0,05	0,01	Ouvert
Tuyau 283	82,65	500	0,1	32,48	0,29	0,47	Ouvert
Tuyau 284	74,48	200	0,1	32,35	0,29	0,46	Ouvert
Tuyau 285	56,04	200	0,1	32,24	0,29	0,46	Ouvert
Tuyau 286	61,16	200	0,1	32,14	0,28	0,46	Ouvert
Tuyau 287	38,65	200	0,1	32,05	0,28	0,46	Ouvert
Tuyau 288	58,45	200	0,1	31,94	0,28	0,45	Ouvert
Tuyau 289	54,24	200	0,1	31,84	0,28	0,45	Ouvert
Tuyau 290	40,95	200	0,1	31,78	0,28	0,45	Ouvert
Tuyau 291	24,44	200	0,1	31,7	0,28	0,45	Ouvert
Tuyau 292	54,21	200	0,1	31,63	0,28	0,44	Ouvert
Tuyau 293	22,22	200	0,1	31,56	0,28	0,44	Ouvert
Tuyau 294	50,9	200	0,1	31,36	0,28	0,44	Ouvert
Tuyau 295	148,47	200	0,1	31,11	0,28	0,43	Ouvert
Tuyau 296	101,79	200	0,1	30,87	0,27	0,42	Ouvert
Tuyau 297	151,18	200	0,1	30,57	0,27	0,42	Ouvert
Tuyau 298	148,04	200	0,1	30,37	0,27	0,41	Ouvert
Tuyau 299	63,86	200	0,1	30,24	0,27	0,41	Ouvert
Tuyau 300	62,74	200	0,1	30,23	0,27	0,41	Ouvert
Tuyau 301	8,19	200	0,1	42,63	0,25	0,27	Ouvert

Tableau 49 : Etat des nœuds du réseau de distribution

ID Noeud	Altitude	Demande	Charge	Pression	Longueur
	m	M3H	m	m	m
Noeud D1	345	0,81	402,98	57,98	46,09
Noeud D2	344,7	0,84	402,77	58,07	778,62
Noeud D20	340	0,97	401,65	61,65	102,04
Noeud D14	337	0,28	401,98	64,98	147,83

Etude d'Avant-Projet Sommaire pour le renforcement et l'extension du système d'alimentation en eau potable (AEP) de la ville de Koulikoro en république du Mali.

Noeud D13	351	0,28	402,04	51,04	136,36
Noeud D12	352	0,28	402,1	50,1	147,91
Noeud D11	350	0,28	402,14	52,14	141,5
Noeud D10	354	0,27	402,19	48,19	137,36
Noeud D9	353	0,3	402,28	49,28	167,45
Noeud D8	348	0,29	402,35	54,35	132,15
Noeud D7	352	0,26	402,41	50,41	129,57
Noeud D6	355	0,24	402,52	47,52	116,9
Noeud D5	348	0,23	402,63	54,63	113,93
Noeud D4	347	0,21	402,7	55,7	99,45
Noeud D3	351	0,18	402,74	51,74	81,96
Noeud D15	335	0,25	401,9	66,9	133,44
Noeud D16	332	0,25	401,84	69,84	120,36
Noeud D17	335	0,27	401,78	66,78	137,51
Noeud D18	338	0,26	401,73	63,73	138,69
Noeud D19	342	0,23	401,69	59,69	128,21
Noeud D22	342	0,52	400,93	58,93	528,11
Noeud D24	340	0,52	401,51	61,51	530,25
Noeud D26	341	0,52	401,56	60,56	528,82
Noeud D28	345	0,53	401,61	56,61	543,32
Noeud D30	346	0,54	401,66	55,66	547,97
Noeud D32	342	0,55	401,1	59,1	564,89
Noeud D34	340	0,57	401,77	61,77	580,59
Noeud D36	353	0,59	401,82	48,82	602,85
Noeud D38	345	0,6	401,85	56,85	612,02
Noeud D40	343	0,61	401,89	58,89	617,3
Noeud D42	352	0,61	401,98	49,98	623,84
Noeud D44	354	0,61	402,04	48,04	626,37
Noeud D46	356	0,61	402,1	46,1	624,01
Noeud D48	348	0,61	402,22	54,22	623,39
Noeud D50	355	0,61	402,33	47,33	619,94
Noeud D52	352	0,61	402,4	50,4	621,31
Noeud D54	340	0,62	402,43	62,43	627,57
Noeud D23	336	0,28	399,75	63,75	285,02
Noeud D25	336	0,28	399,85	63,85	281,08
Noeud D27	340	0,27	399,98	59,98	276,99
Noeud D29	344	0,3	401,03	57,03	306,77
Noeud D31	331	0,28	399,94	68,94	286,11
Noeud D33	330	0,27	400,19	70,19	276,66
Noeud D35	338	0,26	400,47	62,47	263,33
Noeud D37	337	0,25	400,63	63,63	259,37
Noeud D39	330	0,24	400,8	70,8	248,88
Noeud D41	329	0,23	400,98	71,98	240,01

Etude d'Avant-Projet Sommaire pour le renforcement et l'extension du système d'alimentation en eau potable (AEP) de la ville de Koulikoro en république du Mali.

Noeud D43	353	0,24	401	48	245,11
Noeud D45	343	0,24	401,11	58,11	241,47
Noeud D47	341	0,24	401,18	60,18	241,06
Noeud D49	334	0,23	401,33	67,33	238,73
Noeud D51	332	0,24	401,31	69,31	247,58
Noeud D53	335	0,25	401,33	66,33	250,98
Noeud D55	341	0,23	402,48	61,48	237,52
Noeud D57	347	0,23	402,53	55,53	233,78
Noeud D56	348	0,6	401,41	53,41	613,88
Noeud D58	352	0,01	403	51	4,1
Noeud D59	348	0,05	403	55	6,63
Noeud D60	352	0,35	402,96	50,96	4,31
Noeud D61	351,2	0,53	400,17	48,97	365,12
Noeud D62	351	0,38	399,77	48,77	183,01
Noeud D63	350,3	0,45	398,8	48,5	203,25
Noeud D64	347	0,47	398,47	51,47	253,67
Noeud D65	345	0,44	397,94	52,94	211,11
Noeud D66	340	0,41	397,55	57,55	225,25
Noeud D67	335	0,39	397,36	62,36	192,59
Noeud D68	330	0,39	396,82	66,82	206,92
Noeud D69	345,7	0,43	394,97	49,27	193,84
Noeud D70	348,8	0,33	399,84	51,04	333,79
Noeud D72	350	0,3	397,31	47,31	309,87
Noeud D74	345	0,36	394,79	49,79	369,29
Noeud D76	342	0,27	396,56	54,56	289,86
Noeud D78	340	0,17	397,47	57,47	250,3
Noeud D80	338	0,33	397,51	59,51	332,55
Noeud D82	335	0,17	396,86	61,86	229,37
Noeud D84	345	0,33	396,78	51,78	337,82
Noeud D86	345	0,31	394,94	49,94	312,13
Noeud D87	340	0,69	370,06	30,06	704,1
Noeud D85	345	0,68	372,74	27,74	695,5
Noeud D83	340	0,69	396,85	56,85	702,76
Noeud D81	350	0,66	375,62	25,62	673,19
Noeud D79	345	0,68	374,56	29,56	688,15
Noeud D77	335	0,65	398,04	63,04	658,65
Noeud D75	335	0,61	398,44	63,44	619,76
Noeud D73	335	0,51	399,54	64,54	525,04
Noeud D71	338	0,33	396,97	58,97	341,07
Noeud D88	330	1,15	401,36	71,36	887,88
Noeud D89	325	0,54	401,28	76,28	288,33
Noeud D90	322	0,47	400,98	78,98	260,01
Noeud D91	320	0,42	400,81	80,81	214,41

Noeud D92	319	0,46	400,7	81,7	214,41
Noeud D93	324	0,48	400,48	76,48	257,09
Noeud D94	325	0,56	400,25	75,25	233,98
Noeud D102	315	0,3	398,69	83,69	302,33
Noeud D101	319	0,28	398,83	79,83	286,16
Noeud D130	317	0,24	399,48	82,48	240,89
Noeud D98	315	0,26	398,92	83,92	263,48
Noeud D97	326	0,31	400,4	74,4	315,14
Noeud D99	323	0,28	398,67	75,67	289,32
Noeud D100	324	0,29	400,73	76,73	292,31
Noeud D103	327	0,26	400,74	73,74	270,52
Noeud D105	318	0,27	401,21	83,21	271,23
Noeud D96	310	0,28	398,22	88,22	289,28
Noeud D95	328	0,33	399,91	71,91	335,88
Noeud D104	317	0,29	399,06	82,06	299,24
Noeud D21	340	0,5	398,85	58,85	514,65
Noeud BF1	310	0,5	399,56	89,56	23,5
Noeud bf2	323	0,5	400,31	77,31	175,5
Noeud bf3	322	0,5	400,43	78,43	12,38
Noeud bf31	324	0,5	400,65	76,65	124,09
Noeud bf32	335,66	0,5	401,11	65,45	214,2
Noeud bf33	346,59	0,5	400,69	54,1	65,79
Noeud Bf4	338	0,5	399,83	61,83	160,35
Noeud Bf5	350	0,5	396,97	46,97	283,28
Noeud bf7	335	0,5	399,54	64,54	93,29
Noeud bf6	345	0,5	398,44	53,44	41,84
Noeud bf8	338	0,5	398,04	60,04	345,68
Noeud bf9	345	0,5	397,51	52,51	215,4
Noeud bf10	354	0,5	396,85	42,85	212,77
Réservoir RST1	383	-26,07	403	20	

Tableau 50 : Etats des arcs des réseaux de distribution

ID Arc	Longueur	Diamètre	Rugosité	Débit	Vitesse	Pert.Charge	État
	m	mm	mm	M3H	m/s	m/km	
Tuyau p386	3,047	57	0,1	18,3	1,99	86,89	Ouvert
Tuyau p399	605,3	57	0,1	0,61	0,07	0,16	Ouvert
Tuyau 206	778,62	246,8	0,1	38,96	0,28	0,4	Ouvert
Tuyau 303	81,96	220,4	0,1	37,43	0,27	0,38	Ouvert
Tuyau 304	99,45	220,4	0,1	35,87	0,32	0,59	Ouvert
Tuyau 305	113,93	198,2	0,1	34,29	0,39	0,96	Ouvert
Tuyau 306	116,9	176,2	0,1	32,71	0,37	0,88	Ouvert

Etude d'Avant-Projet Sommaire pour le renforcement et l'extension du système d'alimentation en eau potable (AEP) de la ville de Koulikoro en république du Mali.

Tuyau 307	129,57	176,2	0,1	31,1	0,28	0,45	Ouvert
Tuyau 308	132,15	198,2	0,1	29,46	0,27	0,41	Ouvert
Tuyau 309	167,45	198,2	0,1	27,81	0,32	0,65	Ouvert
Tuyau 310	137,36	176,2	0,1	26,19	0,24	0,33	Ouvert
Tuyau 311	141,5	198,2	0,1	24,56	0,22	0,29	Ouvert
Tuyau 312	147,91	198,2	0,1	22,94	0,26	0,46	Ouvert
Tuyau 313	136,36	176,2	0,1	21,34	0,24	0,4	Ouvert
Tuyau 314	147,83	176,2	0,1	19,74	0,28	0,58	Ouvert
Tuyau 315	133,44	158,6	0,1	18,17	0,26	0,5	Ouvert
Tuyau 316	120,36	158,6	0,1	16,58	0,23	0,43	Ouvert
Tuyau 317	137,51	158,6	0,1	15,02	0,21	0,35	Ouvert
Tuyau 318	138,69	158,6	0,1	13,46	0,19	0,29	Ouvert
Tuyau 319	128,21	158,6	0,1	11,94	0,21	0,42	Ouvert
Tuyau 320	102,04	141	0,1	1,02	0,19	1,45	Ouvert
Tuyau 321	528,11	44	0,1	0,28	0,25	6,82	Ouvert
Tuyau 322	285,02	20	0,1	1,02	0,11	0,42	Ouvert
Tuyau 323	530,25	57	0,1	0,28	0,24	6,69	Ouvert
Tuyau 324	281,08	20	0,1	0,27	0,24	6,52	Ouvert
Tuyau 325	276,99	20	0,1	1,02	0,11	0,42	Ouvert
Tuyau 326	528,82	57	0,1	1,03	0,11	0,43	Ouvert
Tuyau 327	543,32	57	0,1	0,3	0,17	2,63	Ouvert
Tuyau 328	306,77	25	0,1	0,28	0,25	6,86	Ouvert
Tuyau 329	286,11	20	0,1	1,04	0,11	0,43	Ouvert
Tuyau 330	547,97	57	0,1	1,05	0,19	1,55	Ouvert
Tuyau 331	564,89	44	0,1	0,27	0,24	6,47	Ouvert
Tuyau 332	276,66	20	0,1	1,07	0,12	0,45	Ouvert
Tuyau 333	580,59	57	0,1	0,26	0,23	5,93	Ouvert
Tuyau 334	263,33	20	0,1	1,09	0,12	0,47	Ouvert
Tuyau 335	602,85	57	0,1	0,25	0,22	5,65	Ouvert
Tuyau 336	259,37	20	0,1	1,1	0,12	0,48	Ouvert
Tuyau 337	612,02	57	0,1	0,24	0,22	5,37	Ouvert
Tuyau 338	248,88	20	0,1	1,11	0,12	0,48	Ouvert
Tuyau 339	617,3	57	0,1	0,23	0,21	5,03	Ouvert
Tuyau 340	240,01	20	0,1	0,24	0,21	5,22	Ouvert
Tuyau 341	245,11	20	0,1	1,11	0,12	0,49	Ouvert
Tuyau 342	623,84	57	0,1	0,24	0,21	5,11	Ouvert
Tuyau 343	241,47	20	0,1	1,11	0,12	0,49	Ouvert
Tuyau 344	626,37	57	0,1	1,11	0,12	0,49	Ouvert
Tuyau 345	624,01	57	0,1	0,24	0,21	5,07	Ouvert
Tuyau 346	241,06	20	0,1	1,11	0,12	0,48	Ouvert
Tuyau 347	623,39	57	0,1	0,23	0,21	4,99	Ouvert
Tuyau 348	238,73	20	0,1	0,24	0,21	5,34	Ouvert
Tuyau 349	247,58	20	0,1	1,11	0,12	0,48	Ouvert

Etude d'Avant-Projet Sommaire pour le renforcement et l'extension du système d'alimentation en eau potable (AEP) de la ville de Koulikoro en république du Mali.

Tuyau 350	619,94	57	0,1	1,11	0,12	0,48	Ouvert
Tuyau 351	621,31	57	0,1	1,12	0,12	0,49	Ouvert
Tuyau 352	627,57	57	0,1	0,25	0,22	5,45	Ouvert
Tuyau 353	250,98	20	0,1	0,23	0,12	1,06	Ouvert
Tuyau 354	237,52	26	0,1	0,23	0,12	1,01	Ouvert
Tuyau 355	233,78	26	0,1	2,6	0,28	2,22	Ouvert
Tuyau 356	613,88	57	0,1	56,31	0,33	0,45	Ouvert
Tuyau 357	4,1	246,8	0,1	43,49	0,25	0,29	Ouvert
Tuyau 358	6,63	246,8	0,1	43,44	0,25	0,28	Ouvert
Tuyau 359	46,09	246,8	0,1	12,81	0,72	8,25	Ouvert
Tuyau 360	4,31	79,2	0,1	12,46	0,7	7,83	Ouvert
Tuyau 361	356,12	79,2	0,1	10,77	0,41	2,19	Ouvert
Tuyau 362	183,01	96,8	0,1	9,57	0,54	4,78	Ouvert
Tuyau 363	203,25	79,2	0,1	8,15	0,31	1,31	Ouvert
Tuyau 364	253,67	96,8	0,1	6,77	0,38	2,51	Ouvert
Tuyau 365	211,11	79,2	0,1	5,49	0,31	1,71	Ouvert
Tuyau 366	225,25	79,2	0,1	4,09	0,23	1	Ouvert
Tuyau 367	192,59	79,2	0,1	2,84	0,31	2,59	Ouvert
Tuyau 368	206,92	57	0,1	1,43	0,44	9,57	Ouvert
Tuyau 369	193,84	34	0,1	0,33	0,3	9,4	Ouvert
Tuyau 370	341,07	20	0,1	0,83	0,15	1,01	Ouvert
Tuyau 371	333,79	44	0,1	0,3	0,27	7,94	Ouvert
Tuyau 372	309,87	20	0,1	0,36	0,32	10,87	Ouvert
Tuyau 373	369,29	20	0,1	0,61	0,11	0,59	Ouvert
Tuyau 374	619,76	44	0,1	0,51	0,09	0,44	Ouvert
Tuyau 375	525,04	44	0,1	0,65	0,12	0,65	Ouvert
Tuyau 376	658,65	44	0,1	0,27	0,24	6,6	Ouvert
Tuyau 377	289,86	20	0,1	0,17	0,15	1,89	Ouvert
Tuyau 378	250,3	20	0,1	0,68	0,6	33,97	Ouvert
Tuyau 379	688,15	20	0,1	0,66	0,58	32,58	Ouvert
Tuyau 380	673,19	20	0,1	0,33	0,06	0,12	Ouvert
Tuyau 381	332,55	44	0,1	0,17	0,15	2,2	Ouvert
Tuyau 382	229,37	20	0,1	0,69	0,13	0,73	Ouvert
Tuyau 383	702,76	44	0,1	0,68	0,6	34,62	Ouvert
Tuyau 384	695,5	20	0,1	0,33	0,06	0,13	Ouvert
Tuyau 385	337,82	44	0,1	0,31	0,06	0,11	Ouvert
Tuyau 386	312,13	44	0,1	0,69	0,61	35,38	Ouvert
Tuyau 387	704,1	20	0,1	10,47	0,19	0,33	Ouvert
Tuyau 389	887,88	141	0,1	9,31	0,17	0,27	Ouvert
Tuyau 390	288,33	141	0,1	7,72	0,29	1,19	Ouvert
Tuyau 391	260,01	96,8	0,1	6,19	0,23	0,79	Ouvert
Tuyau 392	214,41	96,8	0,1	4,7	0,18	0,48	Ouvert
Tuyau 393	214,41	96,8	0,1	3,72	0,21	0,84	Ouvert

Etude d'Avant-Projet Sommaire pour le renforcement et l'extension du système d'alimentation en eau potable (AEP) de la ville de Koulikoro en république du Mali.

Tuyau 394	257,09	79,2	0,1	1,67	0,18	1	Ouvert
Tuyau 395	233,98	57	0,1	0,77	0,09	0,29	Ouvert
Tuyau 431	299,24	20	0,1	0,76	0,14	0,88	Ouvert
Tuyau 432	270,52	44	0,1	0,3	0,26	7,58	Ouvert
Tuyau 433	302,33	20	0,1	0,28	0,25	6,9	Ouvert
Tuyau 434	286,16	20	0,1	0,79	0,09	0,27	Ouvert
Tuyau 435	292,31	57	0,1	0,28	0,25	7,04	Ouvert
Tuyau 436	289,32	20	0,1	0,24	0,21	5,07	Ouvert
Tuyau 437	240,89	20	0,1	0,81	0,09	0,28	Ouvert
Tuyau 438	315,14	57	0,1	0,26	0,23	5,93	Ouvert
Tuyau 439	263,48	20	0,1	0,28	0,25	7,04	Ouvert
Tuyau 440	289,28	20	0,1	0,83	0,15	1,01	Ouvert
Tuyau 441	335,88	44	0,1	0,5	0,26	5,43	Ouvert
Tuyau 198	514,65	26	0,1	0,5	0,26	5,34	Ouvert
Tuyau 199	65,79	26	0,1	0,5	0,09	0,42	Ouvert
Tuyau 203	124,09	44	0,1	0,5	0,09	0,42	Ouvert
Tuyau 215	214,2	44	0,1	0,5	0,09	0,42	Ouvert
Tuyau 261	186,61	44	0,1	0,5	0,09	0,42	Ouvert
Tuyau 302	127,11	44	0,1	-0,5	0,15	1,44	Ouvert
Tuyau 388	65,79	34	0,1	0,5	0,09	0,42	Ouvert
Tuyau 396	23,5	44	0,1	0,5	0,358	0,42	Ouvert
Tuyau 397	175,5	44	0,1	0,5	0,358	0,42	Ouvert
Tuyau 398	215,4	44	0,1	0,5	0,358	0,42	Ouvert
Tuyau 399	345,68	44	0,1	0,5	0,358	0,42	Ouvert
Tuyau 400	93,29	44	0,1	0,5	0,358	0,42	Ouvert
Tuyau 401	41,84	44	0,1	0,5	0,358	0,42	Ouvert
Tuyau 402	283,28	44	0,1	0,5	0,358	0,42	Ouvert
Tuyau 403	160,35	44	0,1	0,5	0,358	0,42	Ouvert
Tuyau 404	12,38	44	0,1	2	0,61	17,79	Ouvert
Tuyau 405	212,77	34	0,1	0,5	0,09	0,42	Ouvert
Tuyau 406	219,8	44	0,1	0,5	0,09	0,42	Ouvert
Tuyau 407	128,9	44	0,1	0,5	0,15	1,45	Ouvert
Tuyau 408	18,27	34	0,1	0,5	0,26	5,34	Ouvert
Tuyau 409	52,78	26	0,1	0,5	0,09	0,42	Ouvert
Tuyau 410	280,34	44	0,1	0,5	0,15	1,45	Ouvert
Tuyau 411	42,92	34	0,1	0,5	0,09	0,42	Ouvert
Tuyau 412	74,91	44	0,1	0,5	0,15	1,44	Ouvert
Tuyau 413	50,95	34	0,1	0,5	0,15	1,45	Ouvert
Tuyau 414	49,54	34	0,1	0,5	0,09	0,42	Ouvert
Tuyau 415	50,95	44	0,1	0,5	0,09	0,42	Ouvert
Tuyau 416	284	44	0,1	0,5	0,09	0,42	Ouvert
Tuyau 417	183,93	44	0,1	0,5	0,15	1,44	Ouvert
Tuyau 418	92,34	34	0,1	0,5	0,26	5,34	Ouvert

Tuyau 419	89,22	26	0,1	0,5	0,09	0,42	Ouvert
Tuyau 420	87,56	44	0,1	0,5	0,09	0,42	Ouvert
Tuyau 421	88,16	44	0,1	0,5	0,26	5,34	Ouvert
Tuyau 422	55,83	26	0,1	0,31	0,54	0	Fermé

Le Tableau ci-après, présente la gamme de diamètre PEHD retenue pour le dimensionnement des réseaux du projet :

*Tableau 51 : Diamètres des canalisations PEHD projetées*

Diamètre extérieur (mm)	Diamètre intérieur (mm)
Polyéthylène PN 10 PE100	
63	55,4
75	66
90	79,2
110	96,8
160	141
200	176,2
225	198,2
250	220,4
280	246,8
315	277,6
Polyéthylène PN 16 PE100	
110	90
160	130,8
250	204,6
315	257,8